

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TRAINER LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG  
UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DI SMKN 2 PENGASIH**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :  
Ahmad Habibullah  
NIM 11518244002

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2016

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TRAINER LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG  
UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DI SMKN 2 PENGASIH**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :  
Ahmad Habibullah  
NIM 11518244002

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2016

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TRAINER Lengan ROBOT PEMINDAH BARANG  
UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DI SMKN 2 PENGASIH**

Disusun Oleh:

Ahmad Habibullah

NIM. 11518244002

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan  
Ujian Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

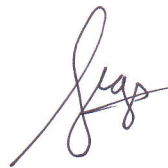
Yogyakarta, 3 Mei 2016

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Pendidikan Teknik Elektro,



Herlambang Sigit Pramono, S.T, M.Cs  
NIP. 19650829 199903 1 001

Disetujui,  
Dosen Pembimbing,



Sigit Yatmono, M.T  
NIP.19730125 199903 1 001

## **SURAT PERNYATAAN**

### **PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ahmad Habibullah  
NIM : 11518244002  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Menyatakan bahwa karya ilmiah ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, karya ilmiah ini tidak berisi materi yang ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang lazim.

Apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab dan bagian dari payung penelitian Bapak Sigit Yatmono

Yogyakarta, 3 Mei 2016

Penulis

  
Ahmad Habibullah

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TRAINER LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG  
UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DI SMKN 2 PENGASIH**

Disusun Oleh:

Ahmad Habibullah

NIM. 11518244002

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
pada tanggal 16 Mei 2016

### TIM PENGUJI

Nama/Jabatan

Tanda Tangan

Tanggal

**Sigit Yatmono, M.T**

Ketua Penguji/Pembimbing

**Herlambang Sigit Pramono, S.T, M.Cs**


Sekretaris

**Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd**

Penguji Utama



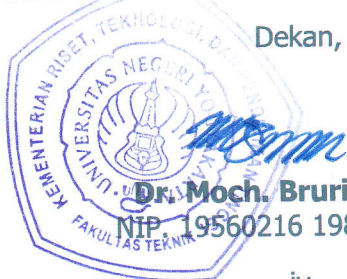
 22-06-2016

 21/06 2016

Yogyakarta, 21 Juni 2016

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



**Dr. Moch. Bruri Triyono**

NIP. 19560216 198603 1 003

## **MOTTO**

- *Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan esok harus lebih baik dari hari ini*
- *Barang siapa ingin hidup bahagia di Dunia maka harus dibekali dengan Ilmu, barang siapa ingin hidup bahagia di Akhirat maka harus dibekali dengan Ilmu, dan barang siapa ingin hidup bahagia kedua-duanya maka juga harus dibekali dengan Ilmu*
- *Perubahan datanganya dari diri sendiri, maka bersemangatlah untuk merubah diri jadi lebih baik lagi.*
- *Bangunlah optimisme dalam setiap kegiatan kita sehari-hari*

## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini saya persembahkan kepada:

- Kedua orang tua tercinta
- Patmawati selaku kakak saya yang selalu memberikan dorongan dan semangat
- Teman-teman prodi Pendidikan Teknik Mekatronika Angkatan 2011 kelas F yang telah membantu dan memberikan motivasi.
- Keluarga besar dan dosen pengajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang selalu membantu dan memberikan dorongan untuk menyelesaikan laporan ini.
- UNY sebagai almamaterku.

Terima kasih atas segala bimbingan, kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang tidak pernah berhenti.

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TRAINER LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG  
UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DI SMKN 2 PENGASIH**

*Oleh :  
Ahmad Habibullah*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengembangkan media trainer lengan robot sebagai media pembelajaran dan (2) Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran trainer lengan robot sebagai media pembelajaran pada mata diklat Perekayasaan Sistem Kontrol di Jurusan Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih, Kulon Progo.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan produk mengadaptasi model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Lee & Owens (2004) terdiri atas: (1) analisis (*analysis*), (2) perancangan (*design*), (3) pengembangan (*development*), (4) implementasi (*implementation*), dan (5) evaluasi (*Evaluation*). Untuk mengetahui tingkat kelayakan trainer lengan robot pemindah barang sebagai media pembelajaran dengan menganalisis data yang diperoleh dari uji kelayakan oleh 2 ahli media, 2 ahli materi, 5 ahli fungsionalitas (*peer viewer*), uji coba kelompok kecil melibatkan 6 siswa, dan uji coba lapangan yang melibatkan 32 siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data deskriptif.

Hasil penelitian ini adalah: (1) berupa produk trainer lengan robot pemindah barang yang tepat digunakan dalam mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol; (2) Kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang berdasarkan penilaian ahli media, ahli materi, *peer viewer*, uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan. Penilaian oleh ahli media yang ditinjau dari tiga aspek (aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan Aspek *usability*) memperoleh skor total rerata sebesar 87 dengan kategori "Sangat Baik". Penilaian oleh ahli materi yang ditinjau dari dua aspek (aspek kualitas materi dan Aspek kemanfaatan) memperoleh skor total rerata sebesar 70,5 dengan kategori "Baik". Penilaian oleh *peer viewer* yang ditinjau dari tiga aspek (aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan Aspek *usability*) memperoleh skor total rerata sebesar 84,8 dengan kategori "Sangat Baik". Skor total jumlah rerata pada uji coba kelompok kecil adalah 76,7 dengan kategori "Baik" dan skor total jumlah rerata uji coba lapangan (kelompok besar) adalah 83,0 dengan kategori "Sangat Baik". Dari hasil uji coba tersebut maka media yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Kata Kunci : Robot Lengan, Kontroler CM-530, Media Pembelajaran.



## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta Salam selalu tercurah kepada junjungan, Nabi Besar Muhammad SAW, serta kepada keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Alhamdulillah atas kesempatan yang diberikan Allah SWT, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir Skripsi dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Pengasih disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan teknik pada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Terwujudnya Tugas Akhir Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, saran, dan bantuan baik moril dan materiil, dorongan serta kritik dari berbagai pihak. Dengan hati yang tulus penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT Penguasa Alam Raya pengatur hati dan pikiran manusia.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai tauladan dan pembawa perubahan.
3. Kedua orang tua saya dan keluarga yang selalu memberikan dorongan, semangat, dan kasih sayangnya sehingga tugas akhir skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Dr. Moch Bruri Triyono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
6. Bapak Sigit Yatmono, M.T selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan bimbingannya dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini.

7. Kawan-kawan Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika Kelas F angkatan 2011 yang selalu memberikan dukungan

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, maka kritik dan saran dari semua pihak, akan penulis terima demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang akan membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 3 Mei 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	 1
A. LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH .....	5
C. BATASAN MASALAH .....	5
D. RUMUSAN MASALAH .....	6
E. TUJUAN PENELITIAN .....	6
F. MANFAAT PENELITIAN .....	7
G. SPESIFIKASI PRODUK .....	7
 <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	 9
A. KAJIAN TEORI .....	9
1. Media Pembelajaran .....	9
2. Manfaat Media Pembelajaran .....	10
3. Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol .....	11
4. Media Trainer Lengan Robot .....	13
5. Motor Servo .....	18
a. <i>DC Servo Motor</i> .....	19

b. Motor Servo <i>Dynamixel</i> AX-12A .....	21
6. Komunikasi Data .....	22
a. Komunikasi serial .....	23
7. Mikrokontroler .....	26
a. Mikrokontroler Seri <i>ARM Cortex STM32F103RE</i> .....	29
8. CM-530 .....	30
9. Sensor Photodiode .....	33
a. Photo Diode .....	33
b. LED .....	35
c. Resistor .....	36
d. Rangkaian Sensor Photodiode .....	38
10. Perangkat Lunak Trainer Lengan Robot .....	39
a. <i>Roboplus Manager</i> .....	40
b. <i>Roboplus Motion</i> .....	40
c. <i>Roboplus Task</i> .....	41
11. Power Supply .....	43
12. Baterai Li-Po .....	44
B. HASIL PENELITIAN YANG RELEVAN .....	45
C. KERANGKA PIKIR .....	47
D. PERTANYAAN PENELITIAN .....	49
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	 50
A. MODEL PENGEMBANGAN .....	50
B. PROSEDUR PENGEMBANGAN.....	51
1. <i>Analysis</i> .....	51
2. <i>Design</i> .....	52
3. <i>Development</i> .....	53
4. <i>Implementation</i> .....	56
5. <i>Evaluation</i> .....	58
C. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN .....	59
1. Tempat Penelitian .....	59
2. Waktu Penelitian .....	59

D. SUBJEK PENELITIAN .....	59
E. METODE DAN ALAT PENGUMPULAN DATA .....	59
1. Metode observasi .....	60
2. Metode Kuesioner (Angket) .....	61
3. Instrumen penelitian .....	63
4. Validitas Instrumen .....	67
5. Reliabilitas Instrumen .....	67
F. TEKNIK ANALISIS DATA .....	69
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>77</b>
A. HASIL PENELITIAN .....	77
1. Hasil Pengembangan Produk .....	77
a. Langkah Analisis ( <i>Analysis</i> ) .....	77
b. Langkah Desain ( <i>Design</i> ) .....	78
c. Langkah Pengembangan ( <i>Development</i> ) .....	88
d. Langkah Implementasi ( <i>Implementation</i> ) .....	99
e. Langkah Evaluation ( <i>Evaluation</i> ) .....	100
2. Data Hasil Evaluasi Produk .....	100
a. Data Hasil Validasi .....	101
b. Data Hasil Respon Penilaian Siswa .....	103
B. PEMBAHASAN DATA .....	105
1. Hasil Evaluasi Produk Oleh Penilai .....	105
a. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Media .....	105
b. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Materi .....	106
c. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Fungsionalitas ( <i>Peer Viewer</i> ) .....	107
2. Analisis Hasil Uji Coba Lapangan .....	108
C. KAJIAN PRODUK .....	111
D. PEMBAHASAN .....	112
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>116</b>
A. KESIMPULAN .....	116

B. KETERBATASAN .....	117
C. SARAN .....	117
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>118</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>120</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bagian-bagian Trainer Robot Lengan .....	17
Gambar 2. Motor Servo DC .....	20
Gambar 3. Skema ekivalen motor servo DC dengan kontrol kecepatan ....	20
Gambar 4. Motor servo DC dengan kontrol kecepatan .....	21
Gambar 5. Servo dynamixel AX-12A .....	22
Gambar 6. Elemen Sistem Komunikasi .....	23
Gambar 7. Transmisi <i>Simplex</i> .....	23
Gambar 8. Transmisi <i>Half</i> dan <i>Full Duplex</i> .....	24
Gambar 9. Komunikasi Serial Sinkron dan Asinkron .....	24
Gambar 10. Data Serial Sinkron dan Asinkron .....	26
Gambar 11. Komponen suatu mikrokontroler .....	27
Gambar 12. Mikrokontroler <i>ARM Cortex STM32F103RE</i> .....	29
Gambar 13. Konfigurasi PinOut STM32F103RE .....	30
Gambar 14. CM-530 .....	31
Gambar 15. Bagian-bagian CM-530 .....	32
Gambar 16. Photodiode .....	34
Gambar 17. Bentuk LED .....	35
Gambar 18. Simbol LED .....	35
Gambar 19. Resistor .....	38
Gambar 20. Sensor cahaya dengan photodiode .....	39
Gambar 21. Tampilan Aplikasi <i>Roboplus Manager</i> .....	40
Gambar 22. Tampilan Aplikasi <i>Roboplus Motion</i> .....	41
Gambar 23. Tampilan Aplikasi Roboplus Task .....	42
Gambar 24. Bagian Catu Daya Adaptor .....	43
Gambar 25. Baterai Li-Po.....	45
Gambar 26. Alur Berfikir .....	48
Gambar 27. Diagram model pengembangan ADDIE .....	51
Gambar 28. Flowchart kerja lengan robot .....	55

Gambar 29. Desain pengembangan trainer .....	79
Gambar 30. CM-530 .....	79
Gambar 31. PinOut Mikrokontroler ARM Cortex STM32F103RE .....	80
Gambar 32. Servo Dynamixel AX-12A .....	80
Gambar 33. Sensor Photodioda .....	81
Gambar 34. <i>Gripper</i> Benda Kerja .....	82
Gambar 35. Rangka Lengan .....	82
Gambar 36. Kotak Trainer Lengan Robot .....	83
Gambar 37. Baterai Turnigy 2200mAh 3S 25C Lipo Pack .....	84
Gambar 38. Adaptor .....	84
Gambar 39. <i>Charger</i> Baterai .....	85
Gambar 40. Kabel USB .....	85
Gambar 41. Benda Kerja .....	86
Gambar 42. Tampilan Utama Roboplus .....	86
Gambar 43. Robolus Manager .....	87
Gambar 44. Roboplus Motion .....	87
Gambar 45. Roboplus Task .....	88
Gambar 46. <i>Hardware</i> Trainer Lengan Robot .....	89
Gambar 47. Tampilan Awal Roboplus Manager .....	90
Gambar 48. Tampilan Roboplus Manager Setelah <i>Conect</i> .....	90
Gambar 49. Tampilan Roboplus Manager Setelah Sensor Aktif .....	91
Gambar 50. Tampilan Awal Roboplus Motion .....	92
Gambar 51. Roboplus Motion Setelah <i>Conect</i> .....	93
Gambar 52. Screen shoot Roboplus Motion posisi ambil benda 1 .....	93
Gambar 53. Screen shoot Roboplus Motion posisi ambil benda 2 .....	94
Gambar 54. Screen shoot Roboplus Motion posisi ambil benda 3 .....	95
Gambar 55. Screen shoot Roboplus Motion posisi taruh benda 1.....	95
Gambar 56. Screen shoot posisi taruh benda 2 .....	96
Gambar 57. Flowchart Kerja Lengan Robot .....	97
Gambar 58. Tampilan Awal Roboplus Task .....	98
Gambar 59. Pilihan Kode Program pada Roboplus Task .....	98
Gambar 60. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media .....	106



Gambar 61. Diagram Hasil Penilaian Ahli Materi.....	107
Gambar 62. Diagram Hasil Penilaian <i>Peer Viewer</i> .....	108
Gambar 63. Diagram Hasil Uji Coba Kelompok Kecil .....	109
Gambar 64. Diagram Hasil Penilaian Kelompok Besar .....	110

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol...	12
Tabel 2. Materi Pokok Kompetensi Dasar Pemrograman Peralatan Sistem Pengendali Elektronik .....	13
Tabel 3. Kode warna dan besar nilai resistansi resistor .....	38
Tabel 4. Kisi-kisi Daftar Identifikasi kebutuhan .....	61
Tabel 5. Skor Pernyataan dua pilihan .....	62
Tabel 6. Skor Pernyataan untuk lima pilihan .....	63
Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Media .....	64
Tabel 8. Kisi-kisi Untuk Ahli Materi.....	65
Tabel 9. Kisi-kisi untuk <i>Peer Viewer</i> .....	66
Tabel 10. Kisi-kisi untuk Pengguna (Responden) .....	66
Tabel 11. Pedoman Tingkat Reliabilitas Instrumen .....	68
Tabel 12. Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima .....	70
Tabel 13. Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi Media dan <i>Peer Viewer</i> .....	72
Tabel 14. Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi Materi .....	73
Tabel 15. Konversi Skor Semua Aspek Validasi Media dan <i>Peer Viewer</i> .....	74
Tabel 16. Konversi Skor Semua Aspek Validasi Materi .....	74
Tabel 17. Konversi Skor Berdasarkan Aspek Penilaian Siswa .....	75
Tabel 18. Konversi skor semua aspek penilaian siswa .....	76
Tabel 19. Hasil Pengujian Mengambil Benda pada Kotak Ambil 1 .....	93
Tabel 20. Hasil Pengujian Mengambil Benda pada Kotak Ambil 2 .....	94
Tabel 21. Hasil Pengujian Mengambil Benda pada Kotak Ambil 3 .....	94
Tabel 22. Hasil Pengujian Menaruh Benda pada Kotak Taruh 1 .....	95
Tabel 23. Hasil Pengujian Menaruh Benda pada Kotak Taruh 2 .....	95
Tabel 24. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh Ahli Media ....	101
Tabel 25. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh Ahli Materi ...	101
Tabel 26. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh <i>Peer Viewer</i> ..	102
Tabel 27. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil .....	103

Tabel 28. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh Siswa .....	104
Tabel 29. Analisis Deskriptif Respon Ahli Media .....	106
Tabel 30. Analisis Deskriptif Respon Ahli materi .....	107
Tabel 31. Analisis Deskriptif Respon <i>Peer Viewer</i> .....	108
Tabel 32. Analisis Deskriptif Respon Siswa terhadap Media Trainer Lengan Robot .....	109
Tabel 33. Analisis Deskriptif Respon Siswa terhadap Media Trainer Lengan Robot .....	111

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Instrumen Penelitian .....	121
Lampiran 2. Validasi Instrumen .....	138
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian .....	145
Lampiran 4. Analisis Kebutuhan .....	150
Lampiran 5. Analisis Data .....	152
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian .....	170
Lampiran 7. Program Robot .....	172
Lampiran 8. Perangkat Pembelajaran .....	177

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pada abad ke-21 ini robot sudah diketahui oleh hampir setiap orang. Tetapi terminologi robot pertama kali dicetuskan pada kamus kita hanya beberapa dekade yang lalu. Kata robot diawali dari bahasa Cekoslovakia *robota*, yang berarti Pekerja yang bekerja keras (*laborer slave*). Pengarang sandiwara berkebangsaan Cekoslovakia, Karel Capek, mencetuskan dan pertama kali menggunakan kata robot dalam sandiwaranya yang berjudul "*Rossum's Universal Robots*" pada awal tahun 1920-an. Karel Capek menggambarkan robot sebagai sesuatu yang sempurna, pekerja tanpa kenal lelah dengan tangan dan kaki. Dalam sandiwara Karel Capek, robot melayani dan membantu manusia dengan baik, tetapi robot bukan pada tingkat menggantikan manusia. Setelah itu kata robot menjadi luas digunakan oleh masyarakat untuk menggambarkan sistem elektromekanik yang dapat secara penuh atau sebagian dioperasikan secara otomatis. Terminologi robotika dicetuskan oleh Asimov dalam fiksi sains pendek pada tahun 1940-an, yang didefinisikan dengan pelajaran mengenai robot. Pada tahun 1988 kata robotika dimasukkan dalam kamus baru dunia Webster.

Menurut Fu, et al (1987) dalam Taufik Dwi S.S (2010:2) menyatakan bahwa robot adalah mesin hasil rakitan karya manusia, tetapi bekerja tanpa mengenal lelah. Pada awalnya, robot diciptakan sebagai pembantu kerja manusia, akan tetapi untuk jangka waktu kedepan, robot akan mampu

mengambil alih posisi manusia sepenuhnya bahkan mengganti ras manusia dengan beragam jenisnya.

Selain dimanfaatkan sebagai pengganti peran atau rutinitas manusia, robot juga diharapkan dapat menjangkau daerah yang tidak dapat dijangkau manusia karena risiko yang sangat besar. Misalnya, pengambilan data di daerah gunung berapi, membersihkan tumpahan bahan radioaktif, dan sebagainya. Robot dapat pula digunakan untuk membantu mencari korban yang masih hidup pada suatu bencana alam seperti longsor atau tertimpa reruntuhan gedung. Tentu saja misi ini sulit untuk dilakukan oleh manusia dalam kondisi normal.

Di Indonesia, Robot saat ini semakin berkembang, tidak hanya sebagai alat industri, tetapi robot sudah menyentuh ranah pendidikan. Kecanggihan serta fungsi unik yang ditawarkan sebuah robot sangat menarik untuk dipelajari dan dikaji pada konsep pendidikan. Hal ini ditunjang oleh akses informasi yang semakin mudah. Robotika sudah mulai dikhususkan untuk dipelajari seperti program studi robotika atau mekatronika di perguruan tinggi dan sekolah menengah. Selain itu banyak jurusan yang telah dibuka yang secara tidak langsung sangat berkaitan dengan teknologi robot seperti jurusan elektronika industri, mesin, dan elektro.

Berdasarkan Undang-undang nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yang salah satu isinya membahas mengenai pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan

dirinya, masyarakat, bangsa, dan negaranya. Undang-undang ini merupakan aturan kepada peserta didik untuk memiliki motivasi yang tinggi dalam belajar dan menuntut ilmu sesuai potensi dan bidang yang diminati.

Pendidikan di Indonesia diselenggarakan melalui dua jalan, yaitu pendidikan formal dan nonformal. Pendidikan formal adalah pendidikan yang diselenggarakan di sekolah melalui kegiatan belajar mengajar secara berjenjang dan berkesinambungan. Pendidikan non formal adalah pendidikan yang berlangsung di luar sekolah, terjadi di lingkungan keluarga, kelompok belajar, kursus keterampilan, dan satuan pendidikan sejenis.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai salah satu lembaga pendidikan formal dituntut untuk mampu mengikuti perkembangan teknologi sehingga menghasilkan lulusan yang kompeten secara kognitif, psikomotorik, dan afektif. Pengenalan teknologi baru harus dilakukan dalam proses kegiatan belajar mengajar di SMK agar peserta didik mampu menjadi kader yang siap dalam menghadapi tantangan dunia di era teknologi. Kualitas belajar akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Salah satu faktor yang dapat mendukung kualitas hasil belajar siswa adalah ketersediaan media pembelajaran.

Pendidikan di SMK diharapkan mampu membekali peserta didiknya dengan pengetahuan keterampilan, sikap, dan nilai-nilai sehingga menghasilkan lulusan yang memiliki kecakapan tertentu dan menjadi tenaga siap pakai dalam menghadapi dunia kerja. Untuk mewujudkan hal tersebut, tentunya harus ditunjang proses pembelajaran yang baik dan fasilitas pendukung yang sesuai dengan kebutuhan atau indikator tercapainya suatu kompetensi tertentu. Lain halnya dengan Sekolah Menengah Atas (SMA) yang lebih banyak mempelajari

teori daripada praktik, SMK justru sebaliknya yakni harus mempelajari lebih banyak praktik daripada teori sehingga ini dapat melatih dan memberikan pengalaman langsung kepada peserta didiknya.

Media pembelajaran adalah suatu bentuk sarana yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat siswa sehingga terjadi proses belajar yang berkualitas dan mencapai kompetensi yang diharapkan. Salah satu bentuk media pembelajaran adalah trainer (alat praktik) untuk menunjang pelajaran praktikum.

Berdasarkan pengamatan dan hasil wawancara terhadap salah seorang guru pada Jurusan Elektronika Industri di SMKN 2 Pengasih Kulon Progo, peneliti mendapatkan informasi bahwa fasilitas penunjang praktikum Jurusan Elektronika Industri khususnya yang berkaitan langsung dengan otomasi atau perekayasaan sistem kontrol masih sangat kurang dan fasilitas yang ada tergolong teknologi lama. Fasilitas yang dimaksud yaitu ketersediaan media pembelajaran yang tepat. Salah satu mata pelajaran yang kekurangan media pembelajaran yaitu mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol. Pada mata pelajaran ini, media yang digunakan masih berupa simulasi di komputer, slide presentasi, dan buku. Proses pembelajaran belum menggunakan media trainer sehingga kegiatan pembelajaran cenderung berjalan satu arah karena guru berperan dominan sebagai pusat penyampai materi, sehingga siswa cenderung pasif/kurang antusias. Hal tersebut menyebabkan pembelajaran berlangsung kurang efektif jika dibandingkan dengan alokasi waktu pelajaran. Tentu hal ini menjadi masalah yang dapat mempengaruhi kualitas lulusan sedangkan disisi lain perkembangan teknologi yang digunakan pada dunia kerja khususnya industri



cenderung mengarah kepada sistem otomasi canggih berwujud nyata seperti teknologi robot yang memiliki kompleksitas kerja yang tinggi.

Menanggapi permasalahan di atas dan juga untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut, peneliti bermaksud melakukan penelitian mengenai implementasi dan pengembangan media pembelajaran berupa trainer lengan robot untuk menunjang mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol. Dalam penelitian ini, penulis akan mencari tingkat kelayakan alat yang telah dirancang.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Minimnya kelengkapan media pembelajaran dalam program keahlian Elektronika Industri.
2. Perkembangan teknologi sangat pesat seharusnya diadaptasi oleh instansi pendidikan.
3. Kompetensi SMK belum memenuhi kriteria yang dibutuhkan dunia industri.
4. Kegiatan pembelajaran cenderung berjalan satu arah
5. Pembelajaran dengan menggunakan pemanfaatan teknologi masih kurang.

## **C. Batasan Masalah**

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian sehingga tidak melebar jauh dari pokok permasalahan yang diteliti, maka permasalahan dalam penelitian ini perlu dibatasi. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan trainer lengan robot sebagai media pembelajaran pada mata diklat Perekayasaan Sistem Kontrol

untuk mengetahui tingkat kelayakan alat dalam fungsinya sebagai media pembelajaran siswa kelas XI Jurusan Teknik Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih, Kulon Progo, DIY. Spesifikasi trainer lengan robot yang dikembangkan antara lain menggunakan 5 buah servo, kontroler CM-530, aplikasi Roboplus untuk pemrograman, sensor photodioda, dan jenis gerakan robot yaitu mengambil dan menaruh benda kerja.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah yang telah dikemukakan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah desain dan pengembangan media trainer lengan robot sebagai media pembelajaran?
2. Sejauh mana tingkat kelayakan media pembelajaran trainer lengan robot sebagai media pembelajaran pada mata diklat Perekayasaan Sistem Kontrol di Jurusan Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan media trainer lengan robot sebagai media pembelajaran
2. Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran trainer lengan robot sebagai media pembelajaran pada mata diklat Perekayasaan Sistem Kontrol di Jurusan Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih, Kulon Progo

## **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat pengembangan media trainer lengan robot untuk mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol di SMKN 2 Pengasih sebagai berikut:

1. Memberikan pengembangan materi serta media pembelajaran Trainer Lengan Robot sebagai alat bantu praktikum bagi instansi pendidikan dalam rangka mengikuti arus perkembangan IPTEK.
2. Membantu guru dalam meningkatkan wawasan dan materi untuk lebih mengenal dan memahami kinerja robot lengan pada Program Keahlian Elektronika Industri.
3. Memberikan masukan dan informasi kepada instansi pendidikan untuk lebih mengembangkan sarana dan prasarana pendukung sebagai upaya meningkatkan kompetensi dan hasil belajar peserta didik khususnya Jurusan Elektronika Industri.
4. Meningkatkan minat dan hasil belajar peserta didik dalam memahami materi pembelajaran yang diberikan oleh guru.

## **G. Spesifikasi Produk**

Spesifikasi teknik trainer lengan robot adalah sebagai berikut :

Dimensi	: Tinggi = 25 cm, Lebar = 42 cm, Panjang = 55 cm
Berat	: 5 kg
Bahan Box	: Akrilik
Konektor rangkaian	: USB
Pengoperasian alat	: Otomis dan semi-otomatis
Sensor	: Photo Dioda

Aktuator : Servo *Dynamixel* AX-12  
Kontroller : CM-530  
Sumber daya : 220 VAC

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Media Pembelajaran**

Menurut Sadiman dkk (2006) dalam Sukiman (2011: 27-28) menyatakan "Kata *media* berasal dari bahasa latin, yang merupakan bentuk jamak dari kata *medium*. Secara harfiah, media berarti Perantara atau Pengantar". Dari arti kata tersebut, maka media dapat disebut sebagai media pembelajaran jika dapat membawa pesan-pesan dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut Alexander Fedorov (2008) dalam Tri Hartono (2015: 8-9) menyatakan bahwa media pembelajaran adalah proses pengembangan kepribadian dengan bantuan bahan atau media, yang bertujuan untuk lebih berinteraksi dengan media, mengembangkan kreativitas, keterampilan dalam berkomunikasi, berfikir kritis, menyatakan persepsi, interpretasi, menganalisis dan mengevaluasi media teks, dan mengajar dengan menggunakan media teknologi. Sedangkan Gerlach dan Ely dalam Ryandra Asyhar (2012) memaknai pengertian media pembelajaran memiliki cakupan sangat luas, yakni termasuk manusia, materi atau kajian yang membangun suatu kondisi yang membuat peserta didik mampu untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap.

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan sebagai perantara dalam penyaluran pesan dari komunikator ke komunikannya. Sedangkan media pembelajaran adalah sesuatu yang dapat digunakan untuk membangun atau

mengembangkan kepribadian peserta didik untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap.

## **2. Manfaat Media Pembelajaran**

Beberapa manfaat media pembelajaran menurut Sudjana dan Rivai (2002) dalam Rusman dkk (2011:62) diantaranya :

- a. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- b. Memperjelas materi pembelajaran dalam memperoleh tujuan pembelajaran yang lebih baik.
- c. Metode pembelajaran akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan.
- d. Siswa lebih aktif dalam pembelajaran seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan lain-lain.

Menurut Daryanto (2010:16-17), secara umum media berguna untuk: (1) memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistis, (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera, (3) menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara murid dan sumber belajar, (4) memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori, kinestetiknya, (5) memberi pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama.

Berdasarkan beberapa pemaparan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran yaitu: (1) membangkitkan motivasi belajar siswa, (2) memperjelas penyampaian materi, (3) meningkatkan perhatian siswa, dan (4) menyamakan persepsi siswa.

### **3. Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol**

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan salah satu bentuk satuan pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah sebagai lanjutan dari hasil belajar yang diakui setara dengan SMP/MTs. SMK sering disebut juga STM (Sekolah Teknik Menengah).

Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol merupakan salah satu kompetensi kejuruan yang terdapat pada kurikulum 2013 program keahlian Teknik Elektronika Industri. Mata diklat ini merupakan salah satu mata pelajaran produktif yang terdapat pada jurusan Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Pengasih. Menurut struktur kurikulum mata pelajaran tersebut pada kurikulum 2013, pokok bahasan perekayasaan sistem kontrol dibahas pada semester gasal di kelas XI Teknik Elektronika Industri.

Bidang kompetensi ini merupakan bidang kajian yang penting bagi siswa SMK, karena terkait erat dengan teknologi yang dikembangkan dan diaplikasikan di industri saat ini. Dalam kegiatannya siswa akan mempelajari berbagai macam piranti baik sensor, transduser, dan piranti lunak pendukungnya.

Berdasarkan struktur kurikulum 2013, mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol merumuskan kompetensi dasar berikut ini.

Tabel 1. Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Perekrayasaan Sistem Kontrol

Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar
KI 1	<p>1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perekrayasaan sistem kontrol.</p> <p>1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perekrayasaan sistem kontrol.</p>
KI 2	<p>2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif, dan tanggung jawab dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perekrayasaan sistem kontrol.</p> <p>2.2 menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demoktatis dalam menyelsaikan masalah perbedaan konsep berfikir dalam melakukan tugas di bidang perekrayasaan sistem kontrol.</p> <p>2.3 menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukan pekerjaan di bidang perekrayasaan sistem kontrol.</p>
KI 3	<p>3.1 Memahami prinsip dasar sistem kontrol</p> <p>3.2 Mengenal dasar karakteristik <i>transient Respon</i></p>
KI 4	<p>3.1 Menjelaskan perkembangan teknologi mikrokontroller</p> <p>3.2 Menjelaskan system mikrokontroller</p> <p>3.3 Memahami pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik berkaitan akses I/O Berbantuan mikroprosesor dan mikrokontroller</p>

(Sumber : Struktur mata pelajaran perekrayasaan sistem kontrol kurikulum 2013)



Berdasarkan kompetensi dasar yang dirumuskan di atas, secara umum materi pokok pemahaman Pemrograman Peralatan Sistem Pengendali Elektronik dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Materi Pokok Kompetensi Dasar Pemrograman Peralatan Sistem Pengendali Elektronik

Kelompok	Materi Pokok
1. Memahami algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali elektronik	1. Penjelasan singkat konsep algoritma dan bahasa pemrograman
2. Mengenal software pemrograman peralatan sistem kendali elektronik	
3. Mampu menerapkan program yang sudah dibuat pada software ke peralatan kendali elektronik yang memiliki akses I/O	2. Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan fungsi.

(Sumber : Struktur mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kurikulum 2013)

Materi pembelajaran yang akan disajikan menggunakan media pembelajaran trainer robot lengan dibatasi pada materi pokok bahasan Pemahaman pemrograman mikrokontroler. Materi yang disajikan dikelompokkan sesuai dengan tabel 2.

#### 4. Media Trainer Lengan Robot

Kata robot berasal dari bahasa Czech, *robota*, yang berarti pekerja, mulai menjadi populer ketika seorang penulis berbangsa Czech (Ceko), Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul RUR (*Rossum's Universal Robot*). Ia bercerita tentang mesin yang menyerupai manusia, tapi mampu bekerja terus-menerus tanpa lelah. Gaung popularitas istilah robot ini kemudian memperoleh sambutan dengan

diperkenalkannya robot Jerman dalam film *Metropolis* tahun 1926 yang sempat dipamerkan dalam *New York World's Fair 1939*. Film ini mengisahkan tentang robot berjalan mirip manusia beserta hewan peliharaannya. Kembali atas jasa insan film, istilah robot ini makin populer dengan lahirnya robot C3PO dalam film *Star Wars* pertama pada tahun 1977 (Endra Pitowarno, 2006).

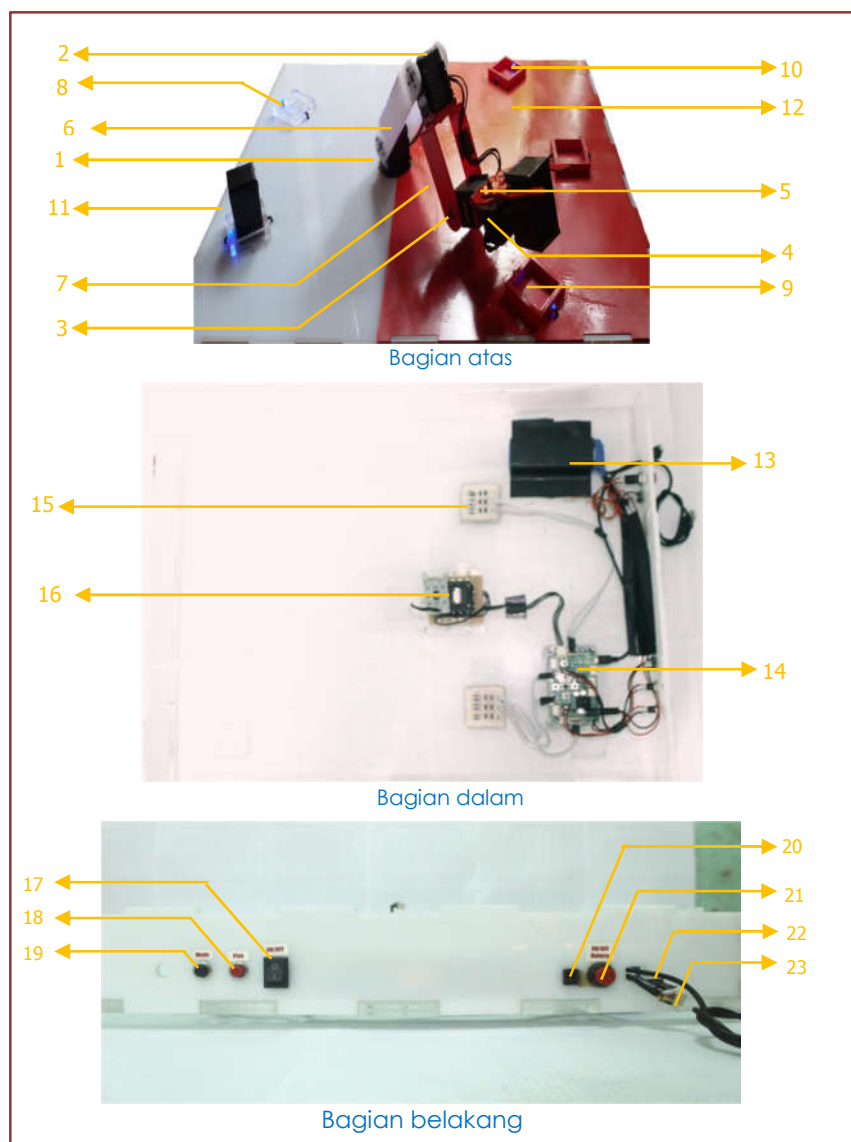
Dalam kamus *Webster* dijelaskan pengertian tentang robot bahwa robot adalah semua benda mekanis yang menyerupai manusia untuk melakukan rutinitas tertentu bagi manusia yang dapat dilakukan secara otomatis maupun manual dan dikendalikan langsung oleh manusia. Namun sampai saat ini tidak ada satupun pengertian robot diterima secara utuh. Setiap ahli masing-masing memberikan pengertiannya menurut pemahaman mereka. Banyak ahli berangkat dari pengertian bahwa dalam pengertian robot seharusnya mengandung ide sistem teknik buatan, mampu melakukan tindakan, dimana sistem tersebut seharusnya mengandung kemampuan intelektual manusia (Endra Pitowarno, 2006).

Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang, dan kotor. Penggunaan ini seperti pada bidang produksi industri, pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan *search and rescue* dan untuk pencarian tambang.

Menurut Taufik Dwi Septian Suyadhi (2010) menyatakan, "Lengan robot adalah robot yang biasa digunakan untuk mengambil dan memindahkan barang. Lengan ini dapat terpasang pada robot yang bergerak atau pada sebuah tempat yang statis".

Dewasa ini robot lengan semakin banyak digunakan sesuai tempat kebutuhan dan jenis penggunaannya. Pada industri produksi barang, robot lengan digunakan untuk memindahkan barang pada proses *sortir* pada sistem ban berjalan (*conveyor*). Hal ini ditunjang gerakan dasar robot lengan antara lain gerakan putaran basis, gerakan aktuator naik-turun, gerakan lengan naik-turun, gerakan penjepit (*gripper*) memutar, dan gerakan *gripper* menjepit.

Adapun gambar media trainer lengan robot pemindah barang adalah seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagian-bagian Trainer Robot Lengan

Adapun penjelasan bagian-bagian trainer lengan robot sesuai dengan Gambar 1 adalah sebagai berikut:

1) Motor Servo 2

Berfungsi sebagai sendi penumpu lengan robot dan tempat melekatnya link 1. Motor ini menggerakkan lengan ke depan dan ke belakang. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID2.

2) Motor Servo 3

Berfungsi menggerakkan lengan ke atas dan ke bawah. Pada servo ini melekat link 1 dan link 2. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID3.

3) Motor Servo 4

Berfungsi menggerakkan *gripper* ke atas dan ke bawah. Pada servo ini melekat link 2 dan gripper. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID4.

4) Motor Servo 5

Berfungsi menggerakkan *gripper* dalam melakukan gerakan menjepit dan melepaskan benda kerja. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID5.

5) Gripper

Bagian ini berfungsi sebagai penjepit benda kerja

6) Link 1

Berfungsi sebagai penghubung motor servo 1 dan servo 2.

7) Link 2

Berfungsi sebagai penghubung motor servo 2 dan servo 3.

8) Kotak Taruh

Sebagai tempat menaruh benda kerja. Kotak ini terletak pada zona taruh.

9) Kotak Ambil

Sebagai tempat mengambil benda kerja. Kotak ini terletak pada zona ambil.

10) Sensor Benda

Berfungsi mendeteksi keberadaan benda pada kotak ambil dan kotak taruh.

11) Benda Kerja

12) Zona Kerja

Berfungsi sebagai arena kerja lengan robot. zona kerja dibagi menjadi dua bagian yaitu zona ambil dan zona taruh.

13) Baterai

Berfungsi sebagai *power supply* trainer. Baterai yang digunakan adalah baterai jenis *Lithium Polimer* (LiPo) yang memiliki daya 2200 mAH.

14) CM-530

Berfungsi sebagai pusat kontrol robot.

15) Terminal Sensor Benda

Berfungsi sebagai tempat menghubungkan sensor benda yang ada pada kotak benda melalui kabel penghubung.

16) Motor Servo 1

Berfungsi sebagai sendi penumpu lengan robot dan tempat melekatnya motor servo 2. Motor ini menggerakkan lengan ke kiri dan ke kanan. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID1.

## 17) Saklar on-off

Berfungsi sebagai penyambung dan pemutus arus power baik dari baterai maupun adaptor.

## 18) Tombol Play

Berfungsi sebagai tombol untuk memulai unjuk kerja trainer robot lengan.

## 19) Tombol Mode

Berfungsi untuk memilih mode kontrol pada CM-530. pada kontroler CM-530 trainer robot lengan ini terdapat 3 mode dimana pada setiap mode ditandai dengan warna nyala lampu kelap-kelip yang berbeda (merah-mode *run*, biru-mode *program*, hijau-mode *manage*).

## 20) Terminal Power Luar

Berfungsi sebagai tempat menghubungkan sumber listrik (*power*) dari adaptor.

## 21) Tombol Saklar Baterai

Berfungsi sebagai penyambung dan pemutus sumber listrik dari baterai. Saat trainer menggunakan sumber listrik dari baterai maka tombol ini aktif (*on*) dan saat sumber listrik berasal dari adaptor maka tombol *off*.

## 22) Kabel USB

Berfungsi sebagai penghubung kontroler CM-530 dan komputer.

## 23) Socket Charger Baterai

Berfungsi sebagai terminal penghubung baterai dan pengisi daya (*charger*).

## 5. Motor Servo

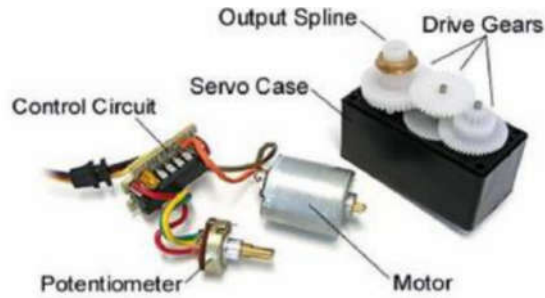
Motor servo merupakan motor yang digunakan sebagai sumber bergerak dalam sistem servo, dengan umpan balik (*feedback*) berupa posisi dan kecepatan

untuk setiap aksi pengontrolan. Motor servo dapat bekerja dengan tepat mengikuti instruksi yang diberikan meliputi posisi dan kecepatan dengan karakteristik berputar dengan mantap pada daerah kecepatan yang diberikan dan mengubah kecepatan dengan cepat, dan membangkitkan torka yang besar dari ukuran yang kecil (Endra Pitowarno, 2006).

#### **a. DC Servo Motor**

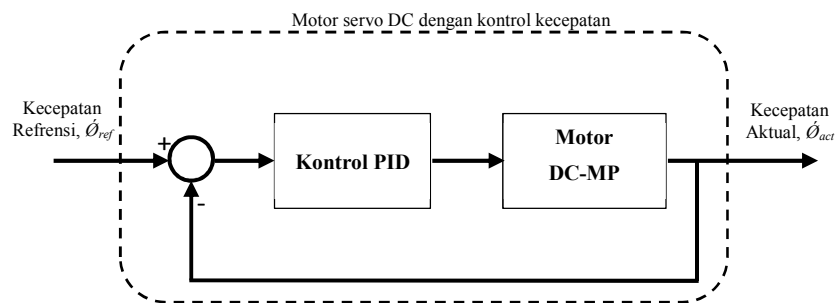
Definisi motor servo DC menurut Endro Pitowarno (2006) menyatakan bahwa Sebuah motor menggunakan sistem umpan balik tertutup dengan posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor disebut motor servo DC. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potonsiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Potensiometer terhubung dengan *gear* demikian pula DC motor. Ketika DC motor diberi *signal* oleh rangkaian pengontrol maka motor tersebut akan bergerak demikian pula potensiometer dan otomatis akan mengubah resistansinya. Rangkaian pengontrol akan mengamati perubahan resistansi dan ketika resistansi mencapai nilai yang diinginkan maka motor akan berhenti pada posisi yang diinginkan.



Gambar 2. Motor Servo DC  
(sumber: Trikueni, 2015)

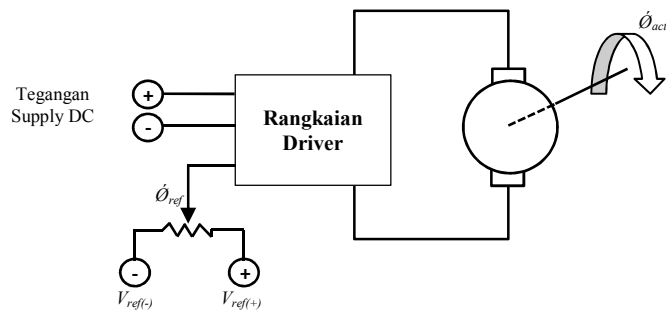
Beberapa tipe motor servo DC yang dijual bersamaan dengan paket rangkaian *driver*-nya telah memiliki rangkaian kontrol kecepatan yang menyatu di dalamnya. Putaran motor tidak lagi berdasarkan tegangan *supply* ke motor, namun berdasarkan tegangan *input* khusus yang berfungsi sebagai referensi kecepatan output. Dalam diagram skema dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3. Skema ekivalen motor servo DC dengan kontrol kecepatan  
(sumber: Endra Pitowarno, 2006)

Dalam tata rangkaian, skema pada Gambar 3 dapat dinyatakan sebagai berikut,





Gambar 4. Motor servo DC dengan kontrol kecepatan  
(sumber: Endra Pitowarno, 2006)

Pada Gambar 4 tampak bahwa kecepatan putaran motor tidak diatur dari tegangan *supply* DC, namun melalui tegangan referensi yang diartikan sebagai  $\dot{\theta}_{ref}$  dalam beberapa tipe produk, nilai tegangan sebagai  $\dot{\theta}_{ref}$  ini mempunyai karakteristik yang linier terhadap  $\dot{\theta}_{act}$

#### b. Motor Servo *Dynamixel* AX-12A

Motor servo *dynamixel* merupakan jenis *actuator* berbasis motor servo yang memiliki kecerdasan lebih tinggi dibanding motor servo lainnya. Hal itu dikarenakan motor servo *dynamixel* mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki servo lain. Kelebihan tersebut antara lain :

- 1) Posisi dan kecepatan dapat dikontrol dengan resolusi sebesar 1024.
- 2) Range sudut pergerakan servo dapat diatur.
- 3) Mampu memberikan *feedback* atau informasi berupa kecepatan, suhu, tegangan, torsi, dan posisi servo.
- 4) Mengimplementasikan sebuah *alarm* yang akan memberikan informasi kepada pengguna saat motor servo bergerak di luar parameter yang diberikan pengguna.
- 5) Komunikasi berbasis *serial half duplex* dengan kecepatan mencapai 1Mbps led indikator.

Salah satu jenis motor servo *dynamixel* yang sering digunakan pada bidang robotika adalah Motor Servo Digital AX-12A. Motor jenis ini merupakan versi terbaru dari motor servo digital dari *dynamixel*. Motor ini memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan versi sebelumnya (AX-12+). Perbedaan ini terletak pada desain kemasan dan desain *gearbox* yang lebih tahan lama. Adapun spesifikasi dari motor servo dynamixel AX-12A antara lain (datasheet servo dynamixel AX-12A, 2015):

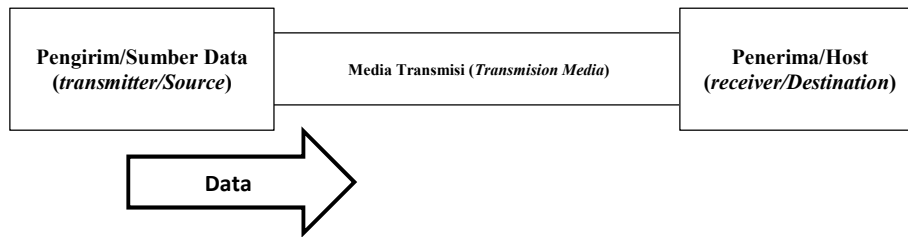
Tipe putaran	: 0 - 300 <i>deg/endless turn</i>
Tipe kontrol	: digital
Tegangan kerja	: 9 VDC - 12 VDC
Konsumsi arus	: 1,5 A ( <i>load</i> )
Torsi maksimum	: $\pm 15$ Kg.Cm (12 VDC, 1,5 A)
Kecepatan putar maksimum	: 59 rpm (@12 VDC, <i>no load</i> )
Dimensi	: 32 mm x 50 mm x 40 mm



Gambar 5. Servo dynamixel AX-12A  
(sumber: Robotshop, 2015)

## 6. Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan proses pengiriman dan penerimaan data secara elektronik dari dua atau lebih alat yang terhubung ke dalam sebuah jaringan (*network*) melalui suatu media. Elemen sistem komunikasi dapat dibagi menjadi 3 bagian seperti yang digambarkan dalam bagan berikut ini :

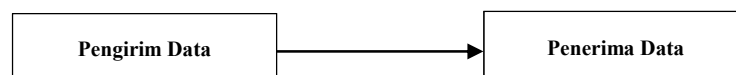


Gambar 6. Elemen Sistem Komunikasi

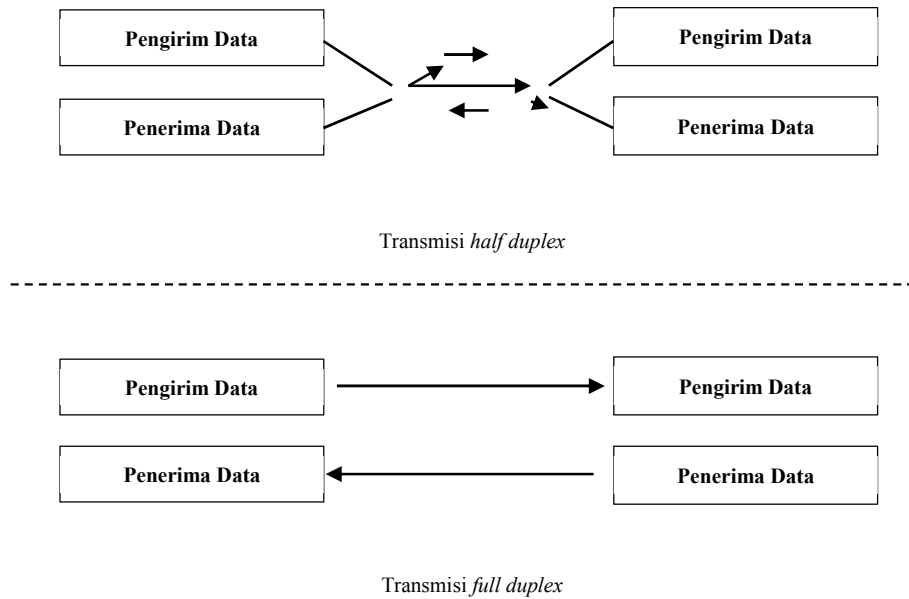
### a. Komunikasi serial

Data yang dikirim secara serial yakni berupa data satu persatu secara berurutan. *Byte* data haruslah dikonversikan menjadi bit serial menggunakan *parallel in serial out shift register*. Setelah itu data ditransmisikan melalui jalur data tunggal, untuk kemudian pada penerima data diubah menjadi *byte* data kembali menggunakan *serial in parallel out shift register*.

Berdasarkan pengiriman dan penerimaan data, transmisi data dapat dibagi menjadi dua, yaitu transmisi *simplex*, transmisi *duplex*. Pada transmisi *simplex*, komunikasi dilakukan satu arah, satu piranti berfungsi sebagai pengirim dan piranti lainnya sebagai penerima.

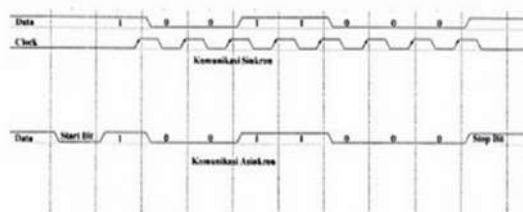
Gambar 7. Transmisi *Simplex*

Pada transmisi *duplex*, komunikasi dilakukan dua arah, pada masing-masing piranti terdapat pengirim dan penerima. Transmisi *duplex* dibagi menjadi dua, yaitu *full duplex* (data dapat dikirim dan diterima secara bersamaan) dan *half duplex* (data hanya dapat dikirim atau diterima saja pada waktu bersamaan).



Gambar 8. Transmisi *Half* dan *Full Duplex*

Terdapat dua metode yang dapat digunakan pada komunikasi serial, yaitu sinkron dan asinkron. metode sinkron mengirimkan datanya beberapa *byte* atau karakter (atau disebut blok data atau frame) sebelum meminta konfirmasi apakah data sudah diterima dengan baik atau tidak. Pada metode ini selain jalur data terdapat satu jalur tambahan yang dipergunakan sebagai *clock*. Sedangkan pada metode asinkron, data dikirim satu *byte* setiap pengiriman dimana *clock* dibangkitkan secara terpisah pada masing-masing pengirim dan penerima.

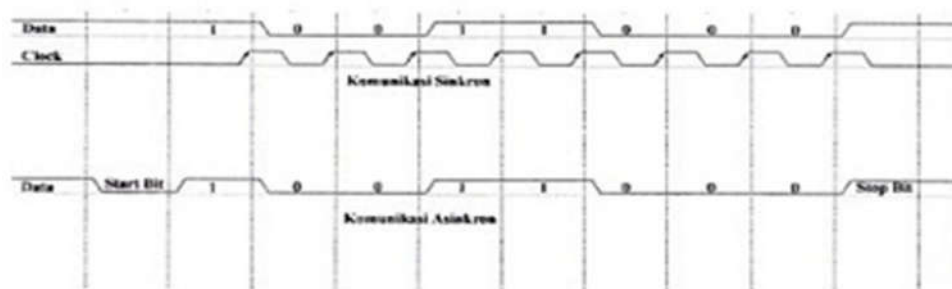


Gambar 9. Komunikasi Serial Sinkron dan Asinkron  
(sumber: Giantika, 2014)

Dalam mempermudah perancangan, terdapat beberapa jenis IC (*integrated circuit*) untuk komunikasi serial. IC tersebut adalah UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) dan USART (*Universal Synchronous-Asynchronous Receiver Transmitter*).

Transmisi data serial dibedakan menjadi 2 macam, yaitu komunikasi data serial sinkron dan komunikasi data asinkron, perbedaan ini tergantung pada *clock* pendorong data. Dalam komunikasi data serial sinkron, *clock* untuk *shift register* ikut dikirimkan bersama dengan data serial. Sebaliknya dalam komunikasi data serial asinkron, *clock* pendorong *shift register* tidak dikirim, rangkaian penerima data harus dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan *clock* yang diperlukan.

Bagian yang terpenting dari komunikasi data serial asinkron adalah upaya agar penerima data bisa membangkitkan *clock* yang bisa dipakai untuk mendorong *shift register* penerima. Untuk keperluan tersebut terlebih dahulu ditentukan bahwa saat tidak ada pengiriman data, keadaan saluran adalah '1', saat akan mulai mengirim data 1 *byte* saluran dibuat menjadi '0' dulu selama satu periode *clock* pendorong, dalam 8 periode *clock* berikutnya dikirim data bit 0, bit 1 dan seterusnya sampai bit 8, dan pada periode *clock* yang ke 10 saluran dikembalikan menjadi '1'. Dengan demikian, data 8 bit yang dikirim diawali dengan bit *start* yang bernilai '0' dan diakhiri dengan bit *stop* yang bernilai '1'.



Gambar 10. Data Serial Sinkron dan Asinkron  
(sumber:Giantika, 2014)

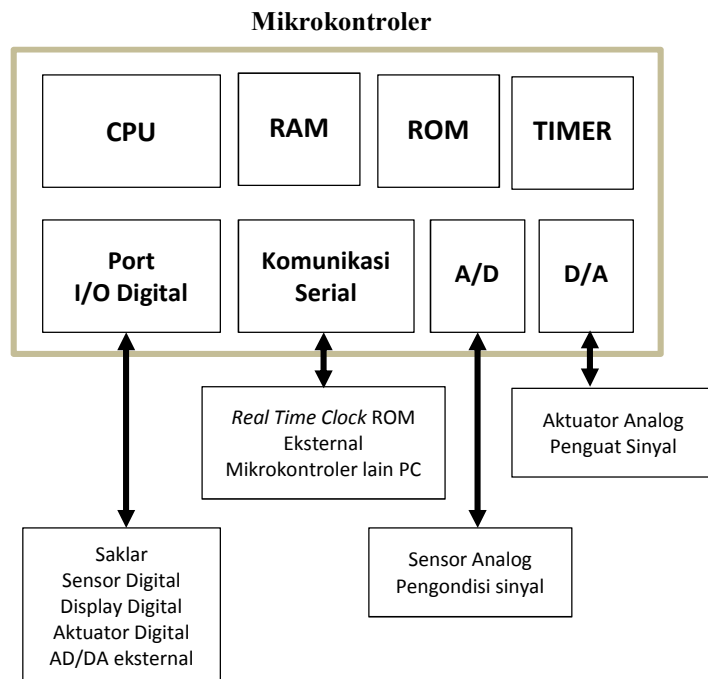
## 7. Mikrokontroler

Endra Pitowarno (2006) menyatakan bahwa mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang didalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah bila dibandingkan dengan PC (*Personal Computer*). Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz (*Giga Hertz*), sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz (*Mega Hertz*). Begitu juga kapasitas RAM (*Random Access Memory*) dan ROM (*Read Only Memory*) pada PC yang bisa mencapai orde *Gbyte*, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde *byte* atau *Kbyte*

Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan memerlukan kemampuan komputasi tinggi.

Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embeed system* atau *dedicated system*. *embeed system* adalah sistem penengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem penengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu.

Gambar 11 di bawah ini menunjukkan komponen-komponen dari suatu mikrokontroler yang mempunyai fasilitas lengkap beserta piranti eksternal yang biasanya dihubungkan ke/dari mikrokontroler. Tidak semua mikrokontroler mempunyai semua komponen tersebut, misalnya konverter A/D dan D/A hanya terdapat pada beberapa jenis mikrokontroller tertentu.



Gambar 11. Komponen suatu mikrokontroler  
(sumber: Endro Pitowarno, 2006)

CPU (*Computer Processing Unit*) pada mikrokontroler berupa mikroprosesor yang berfungsi sebagai otak dari mikrokontroler. Dalam suatu mikrokontroler biasanya terdapat tiga buah memori, yaitu RAM, ROM, dan EEPROM. RAM dan

ROM hampir selalu ada pada setiap mikrokontroler, sedangkan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) hanya terdapat pada beberapa jenis mikrokontroler tertentu. RAM berfungsi sebagai penyimpan data sementara yang berupa register-register. Register adalah tempat penyimpanan data yang berkaitan dengan banyak hal, misalnya variabel dalam program, keadaan *input/output*, serta pengaturan *timer/counter* dan komunikasi serial. Data pada RAM akan hilang saat catu daya dicabut.

ROM digunakan sebagai tempat penyimpanan program. ROM yang banyak dipakai pada mikrokontroler saat ini adalah *flash PEROM* (*Programmable Erasable ROM*), yang mirip seperti memori pada *flash disk*, namun bedanya adalah *flash PEROM* hanya dapat dihapus dan ditulis secara sekaligus. EEPROM biasanya digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang meski catu daya dicabut. Meskipun fungsinya mirip EEPROM biasanya lebih sedikit digunakan dibandingkan RAM karena kecepatan akses EEPROM yang lebih lambat.

*Timer* adalah piranti untuk mencacah sinyal dari *clock* ataupun sinyal dari suatu kejadian. *Timer* digunakan untuk menghasilkan tundaan waktu dan sebagai pencacah.

Piranti antarmuka ke *input/output* pada mikrokontroler disebut sebagai *port*. Pada satu *port* I/O digital terdiri beberapa *pin*, biasanya berjumlah 8 atau satu *byte*, dengan masing-masing *pin* dapat mentransfer satu *bit* data biner (logika 0 dan 1) dari/ke mikrokontroler. Selain *port* I/O digital, pada suatu mikrokontroler juga dapat berkomunikasi dengan piranti lain menggunakan komunikasi serial (Endra Pitowarno, 2006). Terdapat berbagai standar atau protokol untuk komunikasi serial seperti SPI (*Serial Peripheral Interface*), I2C



(*Inter-Integrated Circuit*), 1-wire, UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) dan USART (*Universal Synchronous- Asynchronous Receiver Transmitter*).

#### a. Mikrokontroler Seri **ARM Cortex STM32F103RE**

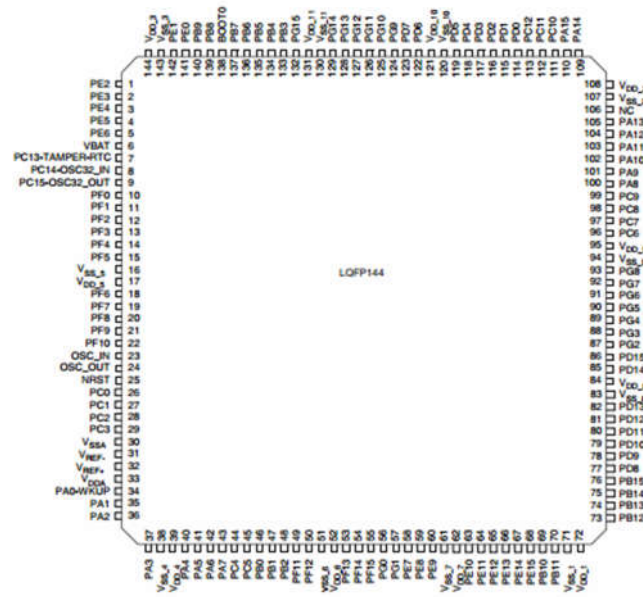
Menurut Sinta (2014) dalam blognya menyatakan bahwa ARM adalah prosesor dengan arsitektur set intruksi 32-bit RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dikembangkan oleh ARM Holdings. ARM merupakan singkatan dari *Advance RISC Machine* (sebelumnya lebih dikenal dengan kepanjangan *Acorn RISC Machine*). Pada awalnya prosesor ARM dikembangkan untuk PC (*Personal Computer*) oleh Acorn Computer, sebelum dominasi intel x86 prosesor-Microsoft di IBM PC kompatibel menyebabkan Acorn Computer bangkrut.

Mikrokontroler *ARM Cortex STM32F103RE* tergabung dengan keluarga ARM Cortex-M3 32-bit RISC yang memiliki kemampuan tinggi dengan intinya beroperasi pada frekuensi 72 MHz (*MegaHertz*). Mikrokontroler ini memiliki memori penyimpanan berkecepatan tinggi (Memori flash sebesar 512 *Kbytes* dan SRAM sebesar 64 *Kbytes*), *extensive range* pada I/O tingkat tinggi dan periperalnya terhubung dengan dua *APB Buses*.



Gambar 12. Mikrokontroler *ARM Cortex STM32F103RE*  
(sumber: Futurlec, 2015)

Fitur-fitur yang dimiliki oleh keluarga mikrokontroler ini antara lain 12 bit ADC (*Analog to Digital Converter*), 4 buah timer 16 bit timer PWM, 2 buah I<sup>2</sup>C, 3 buah SDIO, 5 buah USART, USB, dan CAN. Daerah kerja mikrokontroler ini yaitu pada kisaran suhu -40 °C sampai 105 °C dan pada tegangan 2,0 V sampai 3,6 V. Konfigurasi atau fitur lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 13 berikut.



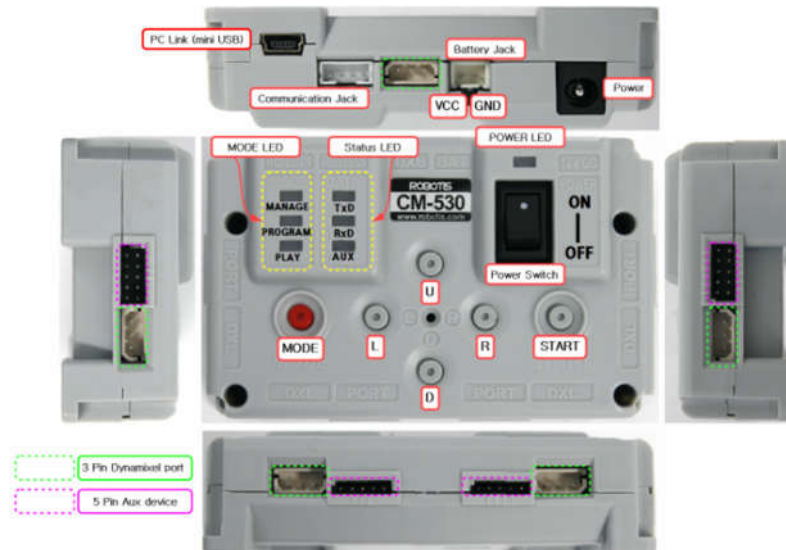


Gambar 14. CM-530  
(sumber: ROBOTIS e-Manual v1.21.00, 2015)

Spesifikasi dari CM-530 adalah sebagai berikut (*Robotis e-manual v1.05.00*).

Berat	: 51,3 g
kontroler	: <i>ARM Cortex STM32F103RE</i>
Tegangan kerja	: 6,5 – 15 Vdc, sebaiknya menggunakan 11,1 V Dc (Baterai <i>Lippo 3 cell</i> )
Besar arus	: 50 mA ketika CM-530 pasif 0,9 A pada port <i>input/output</i> 10 A total arus listrik yang dapat diterima
Suhu kerja	: -5 °C – 70 °C
<i>Internal I/O Devices</i>	: 5 buah tombol Mic sebagai sensor suara Sensor suhu Sensor tegangan
<i>External I/O Devices</i>	: 5 pin I/O sebanyak 6 buah 5 buah konektor untuk servo tipe AX

Bagian-bagian dari CM-530 seperti terlihat dalam Gambar 15 berikut ini  
(Robotis e-Manual : v1.05.00):



Gambar 15. Bagian-bagian CM-530

- a. *PC Link (Serial Cable)*, digunakan sebagai komunikasi CM-530 dengan computer
- b. *Communication Devices Connection Jack*, digunakan untuk komunikasi wireless menggunakan ZIG 110 dengan pemancarnya
- c. *Battery Jack*, sebagai port catu daya, disambung dengan baterai.
- d. *Power Led*, sebagai indikator CM-530 dalam kondisi on atau off
- e. *Power jack*, sebagai port catu daya, disambung dengan SMPS
- f. *Power Switch*, sebagai sakelar on/off CM-530
- g. *Mode button*, untuk mengatur mode kerja pada CM-510
- h. *Start button*, untuk memulai mode kerja yang dipilih
- i. *U/L/D/R/ button*, sebagai tombol inputan pada CM-530. Sebelum digunakan tombol ini harus deprogram terlebih dahulu
- j. *AX-12+ bus port*, disambungkan dengan motor servo AX-12

- k. *Peripheral devices connection port*, sebagai port I/O dapat disambung dengan sensor gyro, sensor sentuh, infrared, sensor jarak, dan sensor lainnya
- l. *Mode display led*, sebagai indicator mode kerja CM-530
  - 1) *Manage*, akan menyala jika CM-530 diprogram menggunakan roboplus manager
  - 2) *Program*, akan menyala jika CM-530 diprogram menggunakan roboplus manager
  - 3) *Play*, akan menyala pada saat program dalam CM-530 dijalankan
- m. *Status display led*, sebagai indicator kerja CM-530
  - 1) *TxD*, akan on jika CM-530 mengirim data ke luar
  - 2) *RxD*, akan on jika CM-530 menerima data dari luar *AUX*, dapat deprogram sebagai indikator

## 9. Sensor Photodiode

### a. Photodiode

Photodiode adalah jenis diode yang resistansinya berubah-ubah berdasarkan cahaya yang jatuh padanya. Ketika tidak ada cahaya (keadaan gelap) yang jatuh padanya, nilai tahanannya sangat besar. Sebaliknya ketika ada cahaya yang jatuh padanya, maka terjadi aliran arus atau dengan kata lain, photodiode akan bekerja seperti diode. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada diode maka makin kecil nilai tahanannya, sehingga arus yang mengalir semakin besar. Photodiode terbuat dari bahan semikonduktor yaitu *silicon* (Si), atau *Galium Arsenida*, dan yang lain adalah InSb, InAs, PbSe. Material-material ini menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup 2500 Å –

11000 A untuk *silicon*, 8000 A – 20000 A untuk GaAs. Ketika sebuah *photon* (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah *hole*, dimana suatu *hole* adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron (Ryan, 2012).



Gambar 16. Photodioda  
(sumber: Samsir Pajri, 2015)

Photodioda merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Photodioda merupakan sebuah dioda dengan sambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya.

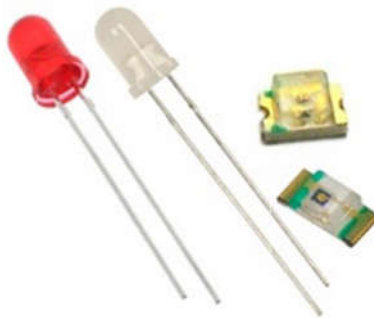
Karena photodioda terbuat dari semikonduktor p-n *junction* maka cahaya yang diserap oleh photodioda akan mengakibatkan terjadinya pergeseran *foton* yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* di kedua sisi sambungan. Ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun *hole* yang

dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang diserap oleh photodiode.

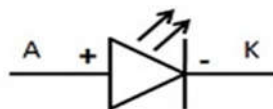
## **b. LED**

LED atau *Light Emitting Diode* merupakan komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju (*forward bias*). LED terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya.

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika, berbeda dengan lampu pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya.



Gambar 17. Bentuk LED  
(sumber: Dickson Kho, 2015)



Gambar 18. Simbol LED  
(sumber: Dickson Kho, 2015)

Cara kerja LED mirip seperti dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub positif (P) dan kutub negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*forward bias*) dari anoda menuju ke katoda.

LED terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang didoping sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. LED yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai transduser yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya.

Teknologi LED memiliki berbagai kelebihan seperti tidak menimbulkan panas, tahan lama, tidak mengandung bahan berbahaya seperti merkuri, dan hemat listrik serta bentuknya yang kecil ini semakin populer dalam bidang teknologi pencahayaan. Beberapa pemanfaatan LED dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai lampu penerangan rumah, lampu penerangan jalan, papan iklan (*advertising*), lampu dekorasi interior maupun *exterior*, lampu indikator, pemancar infra merah pada *remote control*, dan lain sebagainya.

### **c. Resistor**

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya, resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon (Daryanto, 2010: 75). Dalam rangkaian, resistor sering menimbulkan panas karena resistor menerima energi dengan cara menyerapnya. Resistor sering disebut juga sebagai tahanan, hambatan, penghantar atau resistansi; resistor



mempunyai fungsi sebagai penghambat arus, pembagi arus, dan pembagi tegangan.

Nilai resistor tergantung dari hambatan jenis bahan resistor (yang tergantung dari bahan pembuatnya), panjang resistor, dan luas penampang resistor itu sendiri.

Secara matematis :

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

Di mana:

$\rho$  = Hambatan jenis

$l$  = Panjang dari resistor

$A$  = Luas Penampang

Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan ohmmeter.

Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (*Electronic Industries Association*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kode warna dan besar nilai resistansi resistor

Warna	Nilai	Faktor Pengali	Nilai toleransi
Hitam	0	1	-
Cokelat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1000	-
Kuning	4	10000	-
Hijau	5	100000	-
Biru	6	1000000	-
Violet	7	10000000	-
Abu-abu	8	100000000	-
Putih	9	1000000000	-
Emas	-	0.1	5%

Jenis resistor yang menggunakan gelang kode warna dapat dilihat pada Gambar 19 berikut.

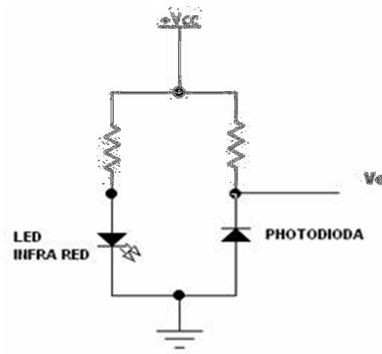


Gambar 19. Resistor  
(sumber: Digikey, 2015)

#### d. Rangkaian Sensor Photodiode

Pembuatan rangkaian sensor cahaya menggunakan photodiode memerlukan beberapa komponen elektronika. Komponen-komponen tersebut

antara lain photodiode (pendeteksi cahaya), resistor, LED (sumber cahaya), dan sumber tegangan (VCC dan GND). Adapun rangkaian sensor photodiode adalah sebagai berikut.



Gambar 20. Sensor cahaya dengan photodiode  
(sumber: Fani Irfani, 2015)

Pada rangkaian Gambar 20, nilai resistansi photodiode akan berkurang bila terkena cahaya dan bekerja pada kondisi *reverse bias*. Sebagai pemberi pantulan cahaya, digunakan LED (*Light Emitting diode*) *superbright*, komponen ini mempunyai cahaya yang sangat terang sehingga cukup untuk men-*supply* pantulan cahaya ke photodiode. Saat photodiode tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat diasumsikan tak hingga. Sebaliknya saat photodiode terkena cahaya, maka photodiode akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil, sehingga akan ada arus bocor yang mengalir ke arah output (irma tri anjaswati, 2013).

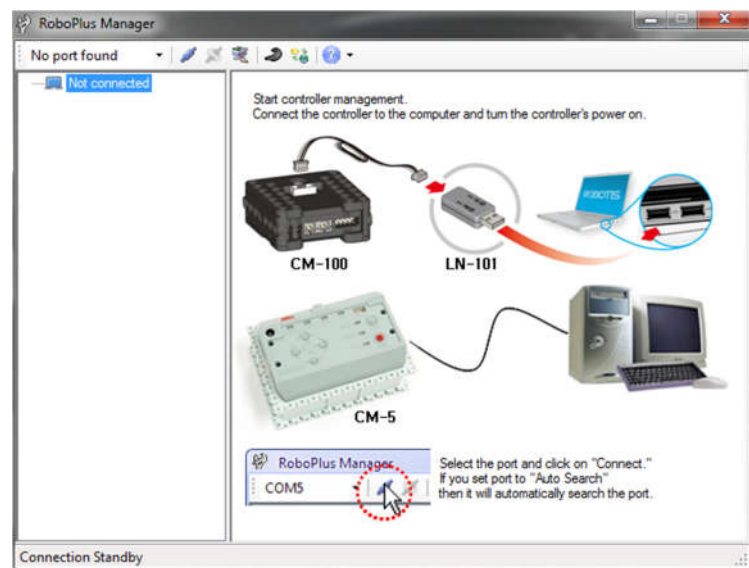
## 10. Perangkat Lunak Trainer Lengan Robot

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada pemrograman lengan robot adalah Roboplus. Roboplus merupakan *software* dari robotis yang berfungsi untuk memprogram CM-530. Roboplus merupakan gabungan dari 3

*software* yaitu RoboPlus Task, RoboPlus Motion, RoboPlus Manager yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda.

#### a. RoboPlus Manager

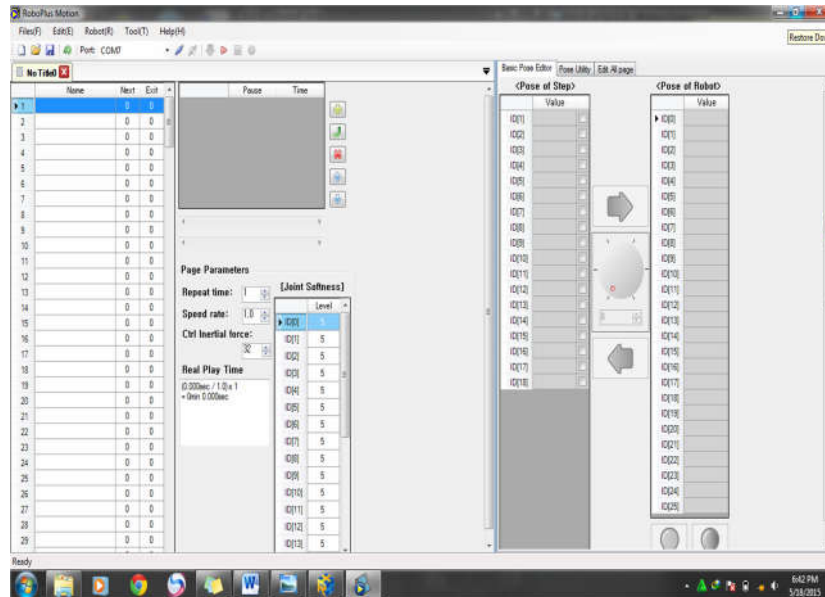
RoboPlus manager merupakan salah satu bagian aplikasi dari roboPlus yang berfungsi untuk mengatur piranti-piranti yang tersambung dengan CM-530. Tampilan aplikasi roboPlus manager dapat dilihat pada Gambar 21 berikut.



Gambar 21. Tampilan Aplikasi RoboPlus Manager  
(sumber: ROBOTIS e-Manual v1.21.00, 2015)

#### b. RoboPlus Motion

RoboPlus motion merupakan salah satu aplikasi dari roboPlus yang berfungsi untuk memprogram servo tipe AX yang tersambung dengan CM-530. Pemrograman pada servo meliputi pengontrolan sudut putar servo, pengontrolan besar torsi servo, pengontrolan kecepatan putar servo dan pengontrolan tingkat kekasaran putaran servo. Selain itu, pada aplikasi ini mampu membaca posisi masing-masing servo. Tampilan aplikasi roboPlus motion dapat dilihat pada Gambar 22 berikut.



Gambar 22. Tampilan Aplikasi *RoboPlus Motion*  
(sumber: ROBOTIS e-Manual v1.21.00, 2015)

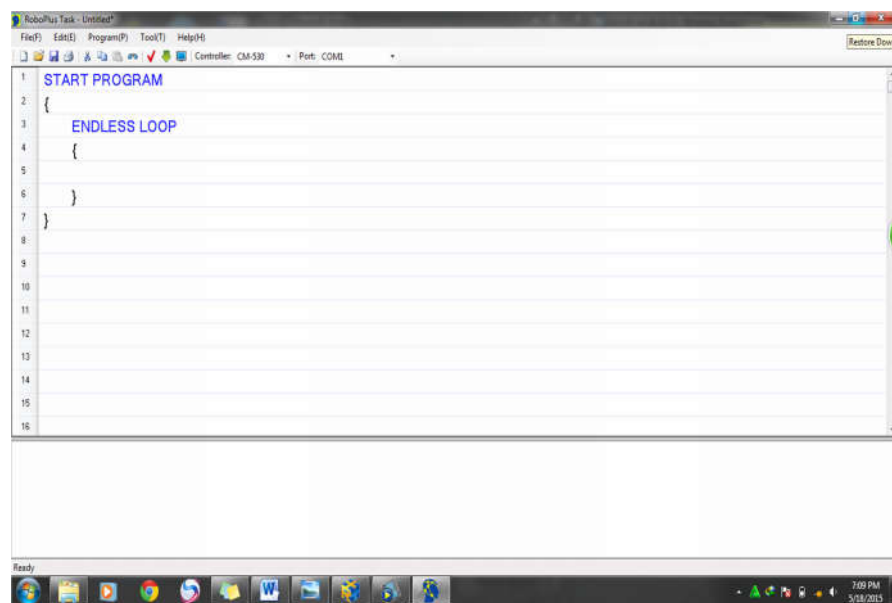
### c. RoboPlus Task

*Software* ini berfungsi untuk memprogram alur logika robot. Bahasa yang digunakan pada roboPlus task adalah bahasa C. berikut adalah fungsi-fungsi yang terdapat dalam roboPlus task (Robotis e-Manual v1.05.00-RoboPlus Task):

- 1) *start program*, berfungsi untuk memulai program
- 2) *exit program*, untuk mengakhiri program
- 3) *{*, untuk memulai sebuah blok program
- 4) *}*, untuk menutup sebuah blok program
- 5) *///*, untuk memberi komentar pada program
- 6) *Compute*, berguna untuk perhitungan aritmatika
- 7) *Load*, berfungsi untuk me-load *internal controller* pada CM-530
- 8) *Label*, untuk membuat inisialisasi posisi pada fungsi *jump*
- 9) *Jump*, berfungsi untuk melompati program pada label tertentu
- 10) *If, Else If, Else*, merupakan fungsi percabangan

- 11) *Endless loop*, fungsi ini akan terus mengulang program
- 12) *Condition loop*, fungsi ini akan mengulang program jika syaratnya terpenuhi.
- 13) *Count loop*, berfungsi untuk mengulang program sebanyak yang ditentukan
- 14) *Break loop*, berfungsi untuk keluar dari kondisi pengulangan
- 15) *Conditional stand*, berfungsi untuk mengulang program sampai syaratnya terpenuhi.
- 16) *Make function*, berfungsi untuk membuat subroutine
- 17) *Call function*, berfungsi untuk memanggil subroutine
- 18) *Exit function*, untuk keluar dari subroutine dan melanjutkan program

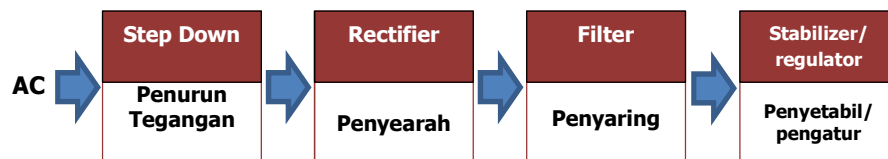
Tampilan *software* roboplus task dapat dilihat pada Gambar 23 berikut.



Gambar 23. Tampilan Aplikasi Roboplus Task  
(sumber: ROBOTIS e-Manual v1.21.00, 2015)

## 11. Power Supply

Adaptor adalah perangkat elektronika yang berfungsi menurunkan dan mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi DC (*Direct Current*) yang dapat digunakan sebagai sumber tenaga peralatan elektronika. Sebuah catu daya adaptor yang baik memiliki bagian-bagian seperti pada blok diagram Gambar 24 berikut ini.



Gambar 24. Bagian Catu Daya Adaptor

Keterangan :

a. *Stepdown* (Penurun Tegangan)

Bagian ini berfungsi menurunkan tegangan AC 110/220V menjadi tegangan AC yang lebih rendah yang diperlukan (5V, 9V, 12V, dll). Bagian ini terdiri dari sebuah *transformer* (trafo)

b. *Rectifier* (Penyearah)

Bagian ini merupakan bagian penyearah arus dari Arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah). Bagian ini terdiri dari dioda silikon, germanium, selenium atau cuprox.

c. *Filter* (Penyaring)

Bagian ini berfungsi untuk menyaring arus DC yang masih berdenyut sehingga menjadi rata. Komponen yang digunakan yaitu gabungan dari kapasitor elektrolit dengan resistor atau induktor.

d. *Stabilizer* (Penstabil)

Bagian ini berfungsi menstabilkan tegangan DC agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban. Komponen ini berupa *Dioda Zener* atau IC yang di dalamnya berisi rangkaian penstabil.

e. *Regulator* (Pengatur)

Bagian ini mengatur kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Komponen yang digunakan merupakan gabungan dari transistor, resistor, dan kapasitor. Ada juga yang di paket berupa sebuah IC seperti regulator LM7805.

## 12. Baterae Li-Po

baterai Lithium-ion Polymer (disingkat LiPo, LIP, Li-Poly dan lain-lain), merupakan pengembangan dari baterai jenis Lithium-Ion (Li-On). Baterai ini termasuk baterai rechargeable yang di dalamnya terdiri atas beberapa sel identik jenis polimer kering yang disusun secara parallel untuk meningkatkan daya tampung arus listrik. Kelebihan baterai ini adalah memiliki bobot yang ringan, memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar dan tingkat discharg yang tinggi harus dibayar dengan umur pendek, usia pakai sekitar 300-400 kali siklus pengisian ulang.



Gambar 25. Baterai Li-Po  
(sumber: Hobbyking, 2015)



## B. Hasil Penelitian Yang Relevan

Adapun beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wisnu Tri Nugroho dengan judul "Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri Yogyakarta. Menunjukkan bahwa hasil penelitiannya: penelitian ini menggunakan angket umpan balik dari siswa untuk mengevaluasi produk penelitian dan pengembangan. (1) Aspek kualitas materi mendapatkan persentase skor 78,35 % dengan kategori "LAYAK", (2) Aspek Pengoperasian media mendapatkan persentase skor 68,19% dengan kategori "LAYAK", (3) Aspek pembelajaran mendapatkan persentase skor 79,09 dengan kategori "LAYAK". Total penilaian semua aspek mendapatkan persentase skor 75,21% dengan kategori "LAYAK" sehingga media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Faisal dengan judul "Pengembangan E-Modul Pembelajaran Pneumatik pada Mata Pelajaran Proses Dasar Kejuruan Mesin di SMKN 3 Yogyakarta". Menunjukkan bahwa hasil penelitiannya: (1) Produk *software* berupa modul elektronik yang dikemas dalam bentuk multimedia dengan model meliputi penggunaan *layout* berupa frame, penggunaan media gambar berupa *realistic visual* dan simbol yang disusun secara konsisten, *background* biru yang digunakan memiliki sifat tenang, dan penempatan navigasi yang sistematis. (2) Hasil uji fungsionalitas meliputi

kesesuaian tujuan yang diharapkan berdasarkan menu-menu yang dipilih dan ketepatan *link* yang dituju dengan menggunakan tombol navigasi yang tersedia.

(3) hasil uji kelayakan e-modul meliputi aspek materi, aspek media, dan aspek pembelajaran modul. Penelitian aspek materi oleh ahli materi memperoleh skor persentase 75% dan oleh guru 81,25%, keduanya termasuk kategori "BAIK". Penilaian aspek media telah oleh ahli media memperoleh skor persentase 76% dan oleh guru 79% termasuk dalam kategori "BAIK" dan oleh siswa 81,28% termasuk kategori "SANGAT BAIK". Penilaian aspek pembelajaran modul oleh guru memperoleh skor persentase 82,57% termasuk kategori "SANGAT BAIK" dan oleh siswa sebesar 78% termasuk kategori "BAIK".

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Widodo dengan judul "Pengembangan E-Modul Praktik Mesin Bubut sebagai Sumber Belajar Kelas XI di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta". Menunjukkan bahwa hasil penelitiannya: penelitian ini merupakan pengembangan (*Research and Development*). Desain penelitian yang digunakan mengacu pada model pengembangan ADDIE yang meliputi lima langkah, yaitu: (1) *Analysis* (anaisis); (2) *Design* (Desain); (3) *Developt* (pengembangan); (4) *Implementation* (Implementasi); dan (5) *Evaluation* (Evaluasi). Jenis data yang digunakan adalah data kualitatif dan kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan dengan angket. Dalam penelitian pengembangan ini digunakan instrumen berupa angket atau kuesioner untuk memperoleh data yang dibutuhkan. Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian diketahui bahwa: (1) Pengembangan E-modul sesuai dengan model pengembangan ADDIE; (2) berdasarkan penilaian ahli media, kelayakan e-modul yang meliputi aspek tampilan desain layar,

kemudahan penggunaan, konsistensi, format, dan kegrafikan mencapai persentase 75% (layak). Berdasarkan penilaian ahli materi, kelayakan e-modul yang meliputi kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kemanfaatan persentase 90% (sangat layak). Berdasarkan uji coba e-modul yang dilakukan terhadap siswa kelas XI Teknik Permesinan SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta persentase 85% (sangat baik); dan (3) Efektifitas e-modul praktik mesin bubut yang telah dikembangkan mampu meningkatkan jumlah kelulusan siswa pada Mata Pelajaran Praktik Mesin Bubut sebesar 57,14%, bila dibandingkan dengan kelas kontrol terdapat perbedaan jumlah kelulusan sebesar 36%.

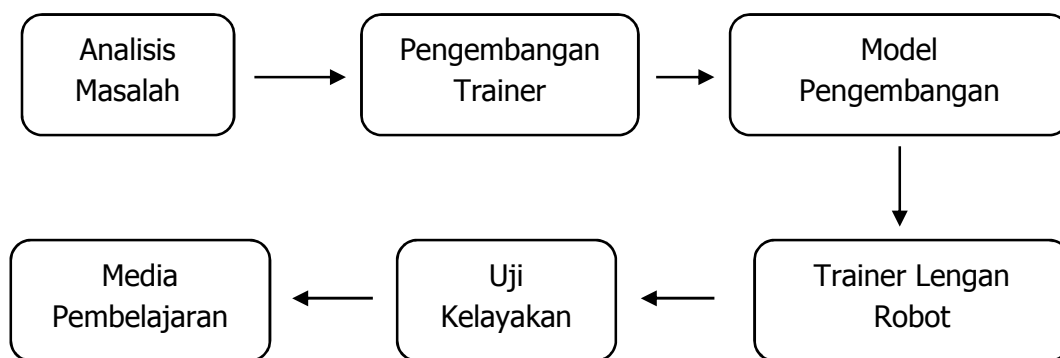
### **C. Kerangka Pikir**

Perekayasaan sistem kontrol merupakan pelajaran yang sangat erat kaitannya dengan dunia industri. Pelajaran ini belum lama diselenggarakan oleh sekolah, sehingga belum banyak media yang berbasis teknologi dikembangkan. Media pembelajaran yang digunakan sebelumnya adalah media cetak buku yang bersifat konvensional dan simulasi di komputer. Inovasi-inovasi media pembelajaran berbasis teknologi yang sering digunakan dalam dunia industri perlu diterapkan.

Penggunaan trainer lengan robot sangat tepat digunakan dalam proses pembelajaran. Selain banyak digunakan di industri, media ini bisa memberikan pengalaman yang nyata bagi para siswa. Siswa akan lebih termotivasi dalam melaksanakan pembelajaran. Robot ini dirancang supaya mudah dioperasikan oleh siswa. Tujuannya adalah agar proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan

mudah dipahami oleh siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan trainer lengan robot setelah diterapkan.

Adapun kerangka berfikir pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 26. Alur Berfikir

Berdasarkan Diagram kerangka berfikir diatas, langkah *pertama* adalah menganalisis permasalahan yang ada di lapangan. Dari hasil analisis ini didapatkan permasalahan-permasalahan yang berkaitan langsung dengan pembelajaran, yaitu media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasa sistem kontrol sangat terbatas dan masih konvensional. Langkah *kedua* adalah peneliti bermaksud mengembangkan sebuah trainer sebagai media pembelajaran. Pengembangan ini didasarkan pada permasalahan-permasalahan yang ditemukan pada langkah analisis masalah. Langkah *ketiga* adalah menentukan model pengembangan. Penentuan model ini sangat penting dilakukan untuk menentukan cara yang tepat dalam mengembangkan suatu media pembelajaran sehingga didapatkan media pembelajaran yang efektif. Langkah *keempat* adalah mengembangkan trainer lengan robot sebagai media pembelajaran. Pengembangan ini dilakukan dengan model pengembangan yang sudah

ditentukan sebelumnya. Langkah *kelima* adalah uji kelayakan. Setelah trainer lengan robot selesai dikembangkan, maka dilakukan uji kelayakan. Hal ini bertujuan untuk menentukan kelayakan trainer lengan robot sebagai media pembelajaran pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol. Langkah *keenam* adalah hasil media pembelajaran yang layak.

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Adapun pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain dan pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang?
2. Bagaimana tingkat kelayakan trainer lengan robot sebagai media pembelajaran?

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Penelitian dan Pengembangan**

Metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009: 407). Menurut Meredith D. Gall, Joyce P. Gall, dan Walter R. Borg dalam Sugiyono (2015: 28) menyatakan "*Educational research and development (R&D) is a process used to develop and validate educational products*". Definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa penelitian pengembangan bidang pendidikan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan mengesahkan produk bidang pendidikan.

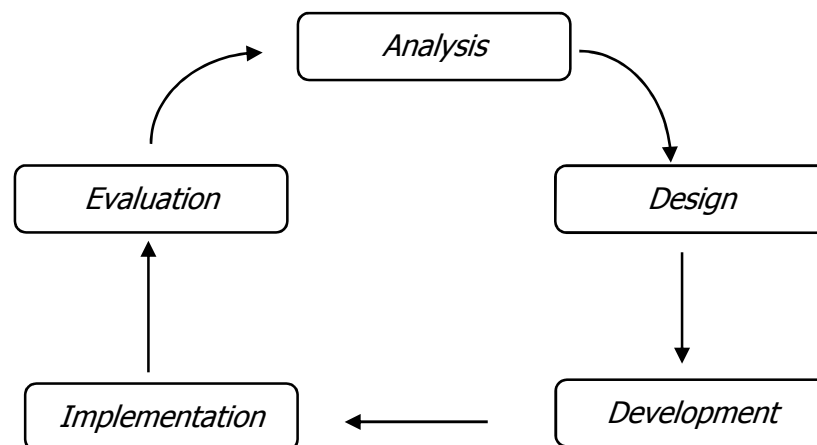
Produk pendidikan yang dimaksud dalam penelitian dan pengembangan ini mengandung empat pengertian pokok. *Pertama*, produk tersebut tidak hanya meliputi perangkat keras, seperti modul, buku teks, video dan film pembelajaran atau perangkat keras yang sejenisnya, tetapi juga perangkat lunak seperti kurikulum, evaluasi, model pembelajaran, prosedur, dan proses pembelajaran dan lain-lain. *Kedua*, produk tersebut dapat berarti produk baru atau modifikasi produk yang sudah ada. *Ketiga*, produk yang dikembangkan merupakan produk yang betul-betul bermanfaat bagi dunia pendidikan, terutama bagi guru dalam mempermudah (*to facilitate*) pelaksanaan pembelajaran. *Keempat*, produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan baik secara praktis maupun keilmuan (Zainal Arifin, 2011:127)

Salah satu produk bidang pendidikan yang termasuk dalam penelitian dan pengembangan adalah pengembangan trainer lengan robot pemindah barang sebagai media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang berpotensi akan dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas belajar mengajar di sekolah serta layak digunakan dalam dunia pendidikan. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang digunakan mengikuti model ADDIE yang diadaptasi dari William & Diana. ADDIE merupakan singkatan dari *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Model ADDIE lebih terarah untuk mengembangkan sumber belajar yang efektif

Pengembangan yang akan dilakukan adalah pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang sebagai media pembelajaran yang sebelumnya belum ada pada pembelajaran perekayasa sistem kontrol program keahlian Elektronika Industri di SMKN 2 Pengasih. Pengembangan berupa trainer lengan robot yang dilengkapi *jobsheet* untuk menunjang proses belajar mengajar

## **B. Prosedur Pengembangan**

Tahapan dalam model pengembangan ADDIE ini terdapat beberapa poin yang selaras dengan langkah-langkah yang dikemukakan oleh Sugiyono (2009), sehingga adaptasi dari langkah penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan dapat dilakukan dengan menerapkan poin-poin penting yang dibutuhkan dalam penelitian ini.



Gambar 27. Diagram model pengembangan ADDIE

Berikut penjelasan langkah-langkah penelitian dan pengembangan sesuai dengan Gambar 27 di atas.

### 1. *Analysis*

Analisis dilakukan untuk membantu proses perancangan penelitian. Pada tahap ini, ada beberapa hal yang dilakukan yaitu:

#### a. **Observasi Mata Pelajaran**

Mata pelajaran yang ditinjau adalah perekayasaan sistem kontrol atau mata pelajaran yang terkait dengan pemrograman sistem mikrokontroler karena tujuan utama pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang ini difokuskan pada peningkatan kemampuan dan pengalaman peserta didik dalam membuat program pada sebuah alat dalam hal ini lengan robot.

Hal penting yang dilakukan pada proses ini adalah menganalisis kesenjangan antara kinerja dalam proses pembelajaran. Kesenjangan yang dimaksud seperti kesesuaian pencapaian Kompetensi Dasar (KD) dilihat dari indikator pencapaian kompetensi.



### **b. Observasi Tempat Uji Coba**

Observasi dilakukan di SMK SMKN 2 Pengasih. Sekolah ini dijadikan sebagai tempat penelitian karena memiliki salah satu jurusan yang berkaitan langsung dengan pemanfaatan media trainer lengan robot pemindah barang yakni Jurusan Teknik Elektronika Industri.

Kegiatan yang dilakukan di tempat observasi yaitu mewawancarai salah seorang guru mata pelajaran pada jurusan teknik Elektronika Industri untuk mencari informasi tentang sumber-sumber belajar seperti fasilitas pendukung pembelajaran dan mengetahui tingkat kempuan, motivasi, pengalaman, dan sikap peserta didik terhadap mata pelajaran yang berkaitan pemrograman alat. Hasil wawancara ini dijadikan sebagai bahan analisis kebutuhan dalam pengembangan media pembelajaran.

### **c. Observasi Studi Literatur**

Observasi studi literatur bertujuan untuk mencari referensi yang berkaitan langsung dengan pembuatan media trainer lengan robot. Referensi yang dimaksud antara lain terkait dengan konsep dan langkah-langkah pembuatan trainer lengan robot pemindah barang.

## **2. Design**

Pada tahap ini ada tiga hal yang dilakukan sebagai gambaran umum proses penelitian. *Pertama*, merumuskan tujuan yang hendak dicapai pada penelitian pengembangan media trainer lengan robot. Tujuan penelitian sangat penting karena sebagai rambu-rambu yang membatasi hal apa saja yang semestinya dilakukan dalam penelitian ini. *Kedua*, membuat desain pengembangan. Desain pengembangan yang dibuat mengacu pada tujuan penelitian yang hendak

dicapai, dimana dalam penelitian dan pengembangan media pembelajaran ini menggunakan model ADDIE. Pada tahap pembuatan desain ini juga dilakukan identifikasi kebutuhan yang digunakan untuk membuat media yang dikembangkan. *Ketiga*, menyusun jadwal pelaksanaan.

### **3. Development**

Tahap *development* difokuskan pada proses pembuatan trainer lengan robot dan validasi ahli media. Pada tahap ini ada 3 kegiatan yang dilakukan yaitu (1) pemasangan *hardware*, (2) pembuatan program gerakan trainer, dan (3) validasi ahli.

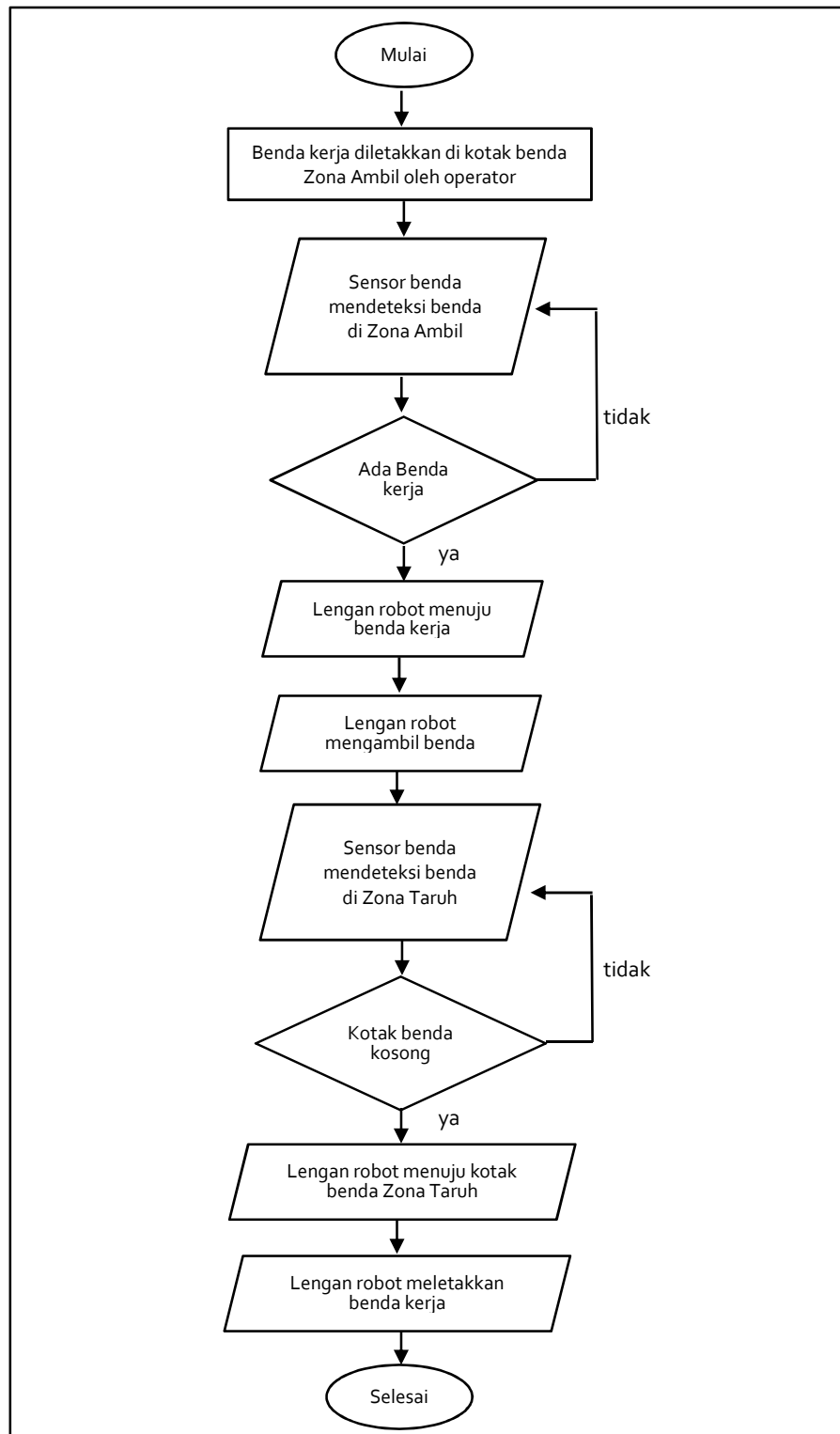
Pemasangan *hardware* dilakukan dengan memperhatikan desain alat yang sudah ditentukan sebelumnya. Pada desain pembuatan trainer lengan robot pemindah barang, komponen-komponen utamanya yaitu komponen elektronik dan mekanik. Komponen elektronik seperti kontroler, sensor benda, aktuator, dan *power supply*. Komponen mekanik antara lain rangka kotak (*box*), rangka lengan, daerah kerja, penjepit (*gripper*), dan benda kerja.

Pembuatan program gerakan robot mengacu pada *flowchart* kerja trainer lengan robot pemindah barang. Pada *flowchart* kerja tersebut digambarkan urutan kerja mulai dari robot mendeteksi keberadaan benda kerja pada zona ambil, kemudian dilanjutkan dengan gerakan mengambil benda kerja, dan terakhir menaruh benda kerja pada zona taruh.

Pada tahap pembuatan program, aplikasi yang digunakan adalah roboplus. Aplikasi ini terbagi menjadi tiga sub aplikasi yang memiliki fungsi berbeda. *Pertama*, roboplus manager berfungsi mengatur piranti yang terhubung dengan kontroler seperti *actuator* dan sensor. *Kedua*, roboplus motion berfungsi sebagai

aplikasi untuk membuat gerakan (*motion*) lengan. *Ketiga*, roboplus task berfungsi untuk membuat kode program yang akan dijalankan pada trainer.

*Flowchart* kerja trainer lengan robot pemindah barang seperti terlihat pada Gambar 28 berikut.



Gambar 28. Flowchart kerja lengan robot

Tahap validasi ahli merupakan uji kelayakan sebelum media diuji coba pada lingkungan yang sebenarnya. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli pada lingkungan

pengembang yang memadai. Ahli melakukan pengujian untuk mengetahui permasalahan lengan robot pemindah barang pada lingkungan perspektif pengembang. Pada tahap ini penguji ahli akan memberikan laporan berupa kesalahan yang terjadi serta usulan pengembangan lengan robot pemindah barang sebelum dilanjutkan ke uji coba pada lingkungan yang sebenarnya. Proses pengujian validasi ini melibatkan ahli media, ahli materi, dan ahli fungsionalitas (*peer viewer*) lengan robot.

#### **4. Implementation**

Setelah media trainer lengan robot selesai dibuat dan dinyatakan layak oleh ahli media dan ahli materi, maka dilakukan implementasi (penerapan) secara langsung kepada peserta didik untuk diujicobakan. Implementasi dilakukan pada peserta didik kelas XI jurusan Teknik Elektronika Industri. Implementasi ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan trainer lengan robot pada proses pembelajaran pemrograman.

Pada tahap ini ada lima langkah yang dilakukan yaitu menyiapkan guru, menyiapkan peserta didik, membagikan buku operasional trainer, unjuk kerja media trainer, dan memberikan labsheet.

##### **a. Menyiapkan guru**

Menyiapkan guru bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang media trainer lengan robot pemindah barang baik cara mengoperasikan maupun cara memprogram alat.

b. Menyiapkan peserta didik

Menyiapkan peserta didik meliputi pemberian info untuk mempersiapkan diri sebelum melakukan unjuk kerja. Persiapan ini akan berpengaruh besar pada proses penerapan agar tidak terjadi kendala di luar penelitian.

c. Unjuk kerja media trainer

Unjuk kerja dilakukan dengan demonstrasi operasional trainer yang sudah diprogram oleh peneliti dan memberikan penjelasan-penjelasan terkait cara membuat program trainer. Ini bertujuan untuk memberikan gambaran nyata kepada peserta didik dan sebagai acuan peserta didik dalam membuat program trainer lengan robot. Gerakan-gerakan trainer lengan robot mengikuti *flowchart* kerja alat yang sudah ditentukan sebelumnya.

d. Memberikan labsheet kepada peserta didik

Setelah trainer didemonstrasikan maka kegiatan yang selanjutnya dilakukan adalah pemberian labsheet berisi petunjuk pengoperasian, contoh pengoperasian, dan tugas-tugas sederhana kepada peserta didik. Tugas-tugas tersebut seperti peserta didik diminta membuat program lengan robot menjepit benda kerja dan lain sebagainya.

Pemberian labsheet ini bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam mengoperasikan trainer lengan robot. kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan motivasi dan minat peserta didik dalam mempelajari pemrograman.

## **5. Evaluation**

Tahap terakhir yang dilakukan pada pengembangan media trainer lengan robot yaitu evaluasi. Evaluasi sangat penting untuk menyempurnakan trainer lengan robot sebagai media pembelajaran yang sangat berguna di kemudian hari. Evaluasi dilakukan menggunakan uji coba pihak yang bersangkutan dengan produk yang dikembangkan, uji coba dilakukan pada kegiatan pembelajaran, kemudian siswa memberikan tanggapan dengan mengisi angket (kuesioner) untuk memberikan penilaian terhadap produk yang digunakan sebagai media pembelajaran. Uji coba produk dilaksanakan dalam dua tahapan yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar (uji coba lapangan).

### **a. Uji Coba Kelompok Kecil**

Tahap ini dilakukan sebagai tahapan awal untuk menguji coba produk yang dikembangkan kepada siswa. Uji coba dilakukan kepada 6 responden yang terdiri dari siswa kelas XI program keahlian Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih, yang telah menempuh pembelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol pada semester sebelumnya. Uji coba kelompok kecil bertujuan untuk mengantisipasi terhadap kesalahan-kesalahan dalam pengembangan media pembelajaran sebelum uji coba lapangan dilaksanakan.

### **b. Uji Coba Kelompok Besar (Uji Coba Lapangan)**

Pengujian pada tahap berikutnya adalah uji coba kelompok besar produk yang telah dikembangkan. responden yang dilibatkan pada tahap ini yaitu berjumlah 32 yang merupakan siswa kelas XI program Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih, yang telah mengikuti pembelajaran perekayasaan sistem kontrol pada semester sebelumnya.

## **C. Tempat dan Waktu Penelitian**

### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di (1) Laboratorium Komputer Pendidikan Teknik Elektro FT UNY, untuk proses pengembangan (*Development*) media trainer lengan robot. (2) SMKN 2 Pengasih Kulon Progo sebagai tempat untuk implementasi media trainer lengan robot pada situasi yang sebenarnya.

### **2. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai Oktober 2015 untuk pembuatan trainer dan bulan November 2015 untuk implementasi atau pengujian media trainer lengan robot.

## **D. Subjek Penelitian**

Subyek Penelitian ini adalah 2 ahli media, 2 ahli materi, 5 ahli fungsionalitas (*peer viewer*), dan siswa kelas XI program keahlian teknik elektronika industri SMK Negeri 2 Pengasih. Ahli media dan materi merupakan dosen yang mengampu pelajaran dalam bidang kontrol/kendali. *Peer viewer* merupakan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika angkatan 2011 yang telah mendalami ilmu robotika. Siswa kelas XI sedang mengikuti pelajaran perekayasaan sistem kontrol.

## **E. Metode dan Alat Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode observasi dan metode kuesioner. Sedangkan instrumen yang digunakan yaitu kuesioner (angket).



## **1. Metode observasi**

Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan secara sistematis dan sengaja yang dilakukan melalui pengamatan gejala-gejala yang diselidiki. Menurut Suharsimi Arikunto (2010:200) dalam bukunya *Prosedur Penelitian*, observasi dapat dilakukan dengan dua cara, yang kemudian untuk menyebut jenis observasi yaitu observasi non-sistematis dimana pengamat tidak menggunakan instrumen dan observasi sistematis dimana pengamat menggunakan instrumen.

Metode observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi non-sistematis. Hasil observasi digunakan sebagai bahan pembuatan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan dalam BAB I dan pada prosedur penelitian pada BAB III. Data observasi setelah penelitian akan dijabarkan dalam BAB IV.

## 1) Lembar kisi-kisi daftar identifikasi kebutuhan

Tabel 4. Kisi-kisi Daftar Identifikasi kebutuhan

No	Kisi-kisi	Keterangan	Butir
1.	Pemilihan <i>hardware</i> dan <i>software</i> pengembangan media lengan robot pemindah barang	Penentuan persyaratan minimum <i>hardware</i> dan <i>software</i> yang digunakan untuk pengembangan media lengan robot pemindah barang.	1 - 8
2.	Pemilihan rancangan sistem	Pengembangan sistem kerja seperti <i>rule</i> kerja dan jenis pengendalian pada lengan robot.	9 - 10
3.	Pemilihan piranti <i>input</i> dan <i>output</i>	Penentuan bahan <i>input</i> dan <i>output</i> yang digunakan dalam sistem	11 - 12
4.	Pemilihan teknik pengujian sistem	Penentuan teknik yang akan digunakan untuk verifikasi dan validasi produk sistem yang telah dikembangkan	13 -14

**2. Metode Kuesioner (Angket)**

Kuesioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan/ Pernyataan tertulis kepada responden untuk menilai produk yang telah dikembangkan. Responden yang dilibatkan adalah ahli media pembelajaran, ahli materi, *peer viewer*, dan peserta didik. Pertanyaan pada kuesioner yang ditujukan untuk ahli media, *peer viewer*, dan peserta didik

terbagi menjadi tiga aspek kategori yaitu aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan aspek *usability*. Sedangkan Pertanyaan pada kuesioner yang ditujukan untuk ahli materi terbagi menjadi dua aspek yaitu aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan.

Penyusunan kuesioner menggunakan dua tipe skala pengukuran yakni skala Guttman dan skala Likert. Pengukuran tipe skala Guttman akan mendapatkan jawaban yang tegas, yaitu "ya – tidak"; "benar – salah"; "pernah – tidak pernah"; "positif – negatif" dan lain-lain, penelitian menggunakan skala ini dilakukan bila ingin mendapatkan jawaban yang tegas terhadap suatu permasalahan yang ditanyakan (Sugiyono, 2015 : 169). Sedangkan pengukuran tipe skala Likert akan mendapatkan lima pilihan jawaban (Sangat Setuju, Setuju, Cukup Setuju, Kurang Setuju, dan Sangat Kurang Setuju), penelitian menggunakan skala ini dilakukan untuk mengukur sikap, persepsi, dan pendapat seseorang atau sekelompok orang terhadap potensi dan permasalahan suatu objek, rancangan suatu produk, proses membuat produk, dan produk yang telah dikembangkan atau diciptakan (Sugiyono, 2015 : 169).

Skala Guttman digunakan pada aspek *correctness* untuk menilai kelengkapan produk yang dikembangkan. kriteria penilaian dan skor setiap pilihan jawaban disajikan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Skor Pernyataan dua pilihan

No	Jawaban	Skor
1.	Ya	1
2.	Tidak	0

skala likert dengan lima pilihan tanggapan digunakan pada aspek *reliability* dan *usability* untuk mengungkap perbedaan sikap responden secara

lebih maksimal. Kriteria penilaian dan skor setiap pilihan jawaban disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Skor Pernyataan untuk lima pilihan

No	Jawaban	Skor
1.	Sangat Setuju	5
2.	Setuju	4
3.	Cukup Setuju	3
4.	Kurang Setuju	2
5.	Sangat Kurang Setuju	1

### 3. Instrumen penelitian

Menurut Sugiyono (2009: 147) instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam. Pada prinsipnya melakukan penelitian adalah melakukan pengukuran karena itu harus ada instrumen yang baik. Instrumen penelitian yang akan digunakan adalah kuesioner (angket). Kuesioner yang digunakan dalam penelitian adalah kuesioner tertutup, yaitu kuesioner yang telah dilengkapi dengan alternatif jawaban dan responden tinggal memilih satu di antara jawaban yang disediakan.

Instrumen kuesioner diberikan kepada dosen ahli media, dosen ahli materi, *peer viewer* dan pengguna (*User*) untuk menentukan tingkat kelayakan media lengan robot.

#### a. Instrumen untuk dosen ahli media

Tabel 7 berikut tentang kisi-kisi instrumen untuk dosen ahli media yang dilihat dalam 3 aspek.

Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Media

<b>No</b>	<b>Aspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Butir Pernyataan</b>
1	<i>Corectness</i>	<i>Completeness</i>	1 – 11
		<i>Consistency</i>	12 – 14
2.	<i>Reliability</i>	<i>Accuracy</i>	15 – 21
		<i>Simplicity</i>	22 – 23
3.	<i>Usability</i>	<i>Operability</i>	24 – 28
		<i>Accesibility</i>	29 – 30

## b. Instrumen untuk Ahli Materi

Tabel berikut tentang kisi-kisi instrumen untuk ahli materi yang dilihat dalam 2 aspek.

Tabel 8. Kisi-kisi Untuk Ahli Materi

No.	Kriteria Penilaian	Butir
<b>A. Aspek Kualitas Materi</b>		
1	Ketepatan kompetensi/tujuan	1,2
2	Kelengkapan materi	3
3	Keruntutan materi	4
4	Kesesuaian materi dan media	5
5	Konsep dan kosakata sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik	6
6	Kejelasan materi	7
7	Kesesuaian latihan yang diberikan	8
8	Kesesuaian gambar	9
9	Kesesuaian flowchart	10
10	Kesesuaian gambar dan tulisan	11
11	Pemaparan <i>input/output</i> mikrokontroler pada robot	12
12	Kejelasan petunjuk penggunaan	13
13	Pemaparan tiap bagian pemrograman robot pada jobsheet	14
<b>B. Aspek Kemanfaatan</b>		
14	Memperjelas penyampaian materi	15,16,17
15	Menumbuhkan motivasi siswa dan menarik perhatian siswa	18
16	Membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran	19
17	Meningkatkan kompetensi siswa terhadap pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik	20

c. Instrumen untuk *Peer Viewer*

*Peer viewer* merupakan ahli fungsionalitas yakni mahasiswa semester akhir Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta.

Tabel 9. Kisi-kisi untuk *Peer Viewer*

<b>No</b>	<b>Aspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Butir Pernyataan</b>
1	<i>Corectness</i>	<i>Completeness</i>	1 – 11
		<i>Consistency</i>	12 – 14
2.	<i>Reliability</i>	<i>Accuracy</i>	15 – 21
		<i>Simplicity</i>	22 – 23
3.	<i>Usability</i>	<i>Operability</i>	24 – 28
		<i>Accesibility</i>	29 – 30

## d. Instrumen untuk Pengguna (Responden)

Pengguna dari media pembelajaran ini adalah siswa kelas XI jurusan teknik Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih. Instrumen untuk pengguna dilakukan untuk meneliti tingkat kelayakan media di lapangan dari segi materi dan media. Instrumen untuk pengguna ditinjau dari 3 aspek yang ditunjukkan oleh Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Kisi-kisi untuk Pengguna (Responden)

<b>No</b>	<b>Aspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Butir Pernyataan</b>
1	<i>Corectness</i>	<i>Completeness</i>	1 – 11
		<i>Consistency</i>	12 – 14
2.	<i>Reliability</i>	<i>Accuracy</i>	15 – 21
		<i>Simplicity</i>	22 – 23
3.	<i>Usability</i>	<i>Operability</i>	24 – 28
		<i>Accesibility</i>	29 – 30

#### 4. Validitas Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini harus valid. Instrumen dikatakan valid apabila instrumen dapat dengan tepat mengukur apa yang hendak diukur. Pengujian validitas dalam penelitian ini dilakukan dengan validitas konstruk oleh ahli. Pengujian bertujuan untuk mengetahui agar instrumen yang disusun tidak menyimpang jauh dari aspek yang diajukan.

Ahli media dan ahli materi terdiri dari dua dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro untuk masing-masing kategori ahli yang ditunjuk dan mempunyai wewenang untuk menilai.

#### 5. Reliabilitas Instrumen

Pada instrumen penelitian ini, terdapat dua jenis skala penelitian yang digunakan yaitu skala guttman dan skala likert sehingga untuk menguji tingkat reliabilitas instrumen menggunakan persamaan (rumus) yang berbeda pada setiap jenis skala pengukuran. Pengujian reliabilitas pada skala guttman menggunakan persamaan Kuder Richardson 21 (KR 21) seperti di bawah ini

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{M(k-M)}{ks_t^2} \right\}$$

keterangan :

$r_i$  = reliabilitas instrumen

$k$  = jumlah item dalam instrumen

$M$  = mean skor total

$s_t^2$  = varian total

(Sugiyono, 2015: 193)



Untuk menguji reliabilitas instrumen pada skala likert digunakan rumus *alfa cronbach*. Rumus koefisien reliabilitas *alfa Cronbach* yang digunakan dalam pengujian reliabilitas instrumen sebagai berikut:

$$r_{11} = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ 1 - \frac{(\sum \sigma_b^2)}{\sigma_t^2} \right]$$

Keterangan:

$r_{11}$  = Reliabilitas Instrumen

K = banyaknya butir soal pertanyaan

$\sum \sigma_b^2$  = Jumlah varian skor tiap-tiap item

$\sigma_t^2$  = varian total

Hasil perhitungan reliabilitas instrumen dapat dilihat pada lampiran 5.k.

Hasil perhitungan selanjutnya dibandingkan pada tabel pedoman tingkat reliabilitas instrumen untuk mengetahui reliabilitas instrumen berdasarkan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 11. Pedoman Tingkat Reliabilitas Instrumen

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

(sumber : Sugiyono, 2009:231)

## F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif kuantitatif dan evaluatif. Penelitian ini dilakukan untuk menguji produk bukan untuk menguji hipotesis. Analisis data berupa masukan, koreksi, saran, dan kritik yang diberikan oleh dosen pembimbing, dosen ahli, *peer viewer*, dan guru pengampu mata pelajaran. Data ini diseleksi dan digunakan sebagai bahan perbaikan produk.

Tahap pertama, penelitian ini menguji kelayakan produk media trainer lengan robot. Teknik analisis deskriptif evaluatif dilakukan untuk menentukan kelayakan, kemampuan, dan efektivitas kerja produk dalam fungsinya sebagai media pembelajaran.

Tahap kedua, fokus penelitian adalah pada penerapan produk media trainer lengan robot pada siswa. Teknik analisis deskriptif kuantitatif dilakukan untuk mengetahui tanggapan siswa dan guru pengampu Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol terhadap unjuk kerja media trainer lengan robot.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah (1) data kualitatif meliputi persyaratan *hardware*, persyaratan *software*, dan pengujian internal. (2) Data kuantitatif meliputi tanggapan dari dosen ahli, *peer viewer*, dan siswa kelas XI Jurusan Elektronika Industri. Data berupa tanggapan ahli, *peer viewer* dan skor angket respon siswa yang diperoleh dalam bentuk kategori yang terdiri dari dua pilihan tanggapan (aspek *correctness*) dan lima pilihan tanggapan (aspek *reliability & usability*) terhadap produk media trainer lengan robot yang dikembangkan sesuai dengan indikator-indikator tiap skor. Skor dikonversi

menjadi data kualitatif skala lima dengan acuan rumus yang dikutip dari Mohamad Roisul F (2014: 67) yang tersaji pada Tabel 12 berikut

Tabel 12. Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > x_i + 1,80 S_{Bi}$	A	Sangat Baik
2	$x_i + 0,60 S_{Bi} < X \leq x_i + 1,80 S_{Bi}$	B	Baik
3	$x_i - 0,60 S_{Bi} < X \leq x_i + 0,60 S_{Bi}$	C	Cukup
4	$x_i - 1,80 S_{Bi} < X \leq x_i - 0,60 S_{Bi}$	D	Kurang
5	$X \leq x_i - 1,80 S_{Bi}$	E	Sangat Kurang

Keterangan:

$X$  = skor aktual (skor yang dicapai)

$x_i$  = rerata skor ideal

$$= \frac{1}{2} (\text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimal ideal})$$

$S_{Bi}$  = Simpangan baku ideal

$$= \frac{1}{6} (\text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimal ideal})$$

Skor maksimal ideal = butir kriteria x skor tertinggi

Skor minimal ideal = butir kriteria x skor terendah

Rumus rerata skor pernyataan masing-masing aspek penilaian yang digunakan adalah:

$$X = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

Keterangan:

$X$  = Rerata skor

$\sum \bar{X}$  = jumlah skor

$n$  = jumlah penilai

berdasarkan rumus pada Tabel 12, maka dapat dibuat konversi penilaian skala lima untuk validasi dosen ahli media, ahli materi, dan *peer viewer*. Konversi tersebut dibuat berdasarkan kisi-kisi instrumen penilaian yang keseluruhan berjumlah 30 indikator untuk ahli media dan *peer viewer* dengan perincian aspek *correctness* terdapat 14 indikator, aspek *reliability* terdapat 8 indikator, dan aspek *usability* terdapat 8 indikator. Instrumen ahli materi berjumlah 20 indikator dengan perincian aspek kualitas materi 14 indikator dan aspek kemanfaatan 6 indikator. Konversi dari setiap aspek untuk instrumen ahli media dan *peer viewer* disajikan dalam Tabel 13 sedangkan konversi dari setiap aspek untuk instrumen ahli materi disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 13. Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi Media dan *Peer Viewer*

<b>Aspek Penilaian</b>	<b>Interval Skor</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kategori</b>
<i>Correctness</i>	$X > 11,2$	A	Sangat Baik
	$8,4 < X \leq 11,2$	B	Baik
	$5,6 < X \leq 8,4$	C	Cukup
	$2,8 < X \leq 5,6$	D	Kurang
	$X \leq 2,8$	E	Sangat Kurang
<i>Reliability</i>	$X > 37,8$	A	Sangat Baik
	$30,6 < X \leq 37,8$	B	Baik
	$23,4 < X \leq 30,6$	C	Cukup
	$16,2 < X \leq 23,4$	D	Kurang
	$X \leq 16,2$	E	Sangat Kurang
<i>Usability</i>	$X > 29,4$	A	Sangat Baik
	$23,8 < X \leq 29,4$	B	Baik
	$18,2 < X \leq 23,8$	C	Cukup
	$12,6 < X \leq 18,2$	D	Kurang
	$X \leq 12,6$	E	Sangat Kurang

Tabel 14. Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi Materi

<b>Aspek Penilaian</b>	<b>Interval Skor</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kategori</b>
Kualitas Materi	$X > 58,79$	A	Sangat Baik
	$47,60 < X \leq 58,79$	B	Baik
	$36,40 < X \leq 47,60$	C	Cukup
	$25,21 < X \leq 36,40$	D	Kurang
	$X \leq 25,21$	E	Sangat Kurang
Kemanfaatan	$X > 25,20$	A	Sangat Baik
	$20,40 < X \leq 25,20$	B	Baik
	$15,60 < X \leq 20,40$	C	Cukup
	$10,80 < X \leq 15,60$	D	Kurang
	$X \leq 10,80$	E	Sangat Kurang

Konversi skor penilaian skala lima semua aspek untuk validasi ahli media dan *peer viewer* disajikan dalam Tabel 15 sedangkan konversi skor penilaian skala lima semua aspek untuk validasi ahli materi disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 15. Konversi Skor Semua Aspek Validasi Media dan *Peer Viewer*

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > 78,4$	A	Sangat Baik
2	$62,8 < X \leq 78,4$	B	Baik
3	$47,2 < X \leq 62,8$	C	Cukup
4	$31,6 < X \leq 47,2$	D	Kurang
5	$X \leq 31,6$	E	Sangat Kurang

Tabel 16. Konversi Skor Semua Aspek Validasi Materi

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > 83,99$	A	Sangat Baik
2	$68 < X \leq 83,99$	B	Baik
3	$52 < X \leq 68$	C	Cukup
4	$36,01 < X \leq 52$	D	Kurang
5	$X \leq 36,01$	E	Sangat Kurang

Berdasarkan rumus pada Tabel 12, maka dapat dibuat konversi penilaian skala lima untuk respon siswa. Konversi tersebut dibuat berdasarkan kisi-kisi instrumen penilaian yang keseluruhan berjumlah 30 indikator. Aspek *correctness* terdapat 14 indikator, aspek *reliability* terdapat 8 indikator, dan aspek *usability* terdapat 8 indikator. Konversi dari setiap aspek tersebut disajikan dalam Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Konversi Skor Berdasarkan Aspek Penilaian Siswa

<b>Aspek Penilaian</b>	<b>Interval Skor</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kategori</b>
<i>Correctness</i>	$X > 11,2$	A	Sangat Baik
	$8,4 < X \leq 11,2$	B	Baik
	$5,6 < X \leq 8,4$	C	Cukup
	$2,8 < X \leq 5,6$	D	Kurang
	$X \leq 2,8$	E	Sangat Kurang
<i>Reliability</i>	$X > 37,8$	A	Sangat Baik
	$30,6 < X \leq 37,8$	B	Baik
	$23,4 < X \leq 30,6$	C	Cukup
	$16,2 < X \leq 23,4$	D	Kurang
	$X \leq 16,2$	E	Sangat Kurang
<i>Usability</i>	$X > 29,4$	A	Sangat Baik
	$23,8 < X \leq 29,4$	B	Baik
	$18,2 < X \leq 23,8$	C	Cukup
	$12,6 < X \leq 18,2$	D	Kurang
	$X \leq 12,6$	E	Sangat Kurang



Konversi skor penilaian skala lima semua aspek penilaian siswa disajikan dalam Tabel 18 berikut.

Tabel 18. Konversi skor semua aspek penilaian siswa

<b>No</b>	<b>Rentang Skor</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kategori</b>
1	$X > 78,4$	A	Sangat Baik
2	$62,8 < X \leq 78,4$	B	Baik
3	$47,2 < X \leq 62,8$	C	Cukup
4	$31,6 < X \leq 47,2$	D	Kurang
5	$X \leq 31,6$	E	Sangat Kurang

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

##### **1. Hasil Pengembangan Produk**

Pengembangan media pembelajaran trainer lengan robot pemindah barang menggunakan model pengembangan yang diadaptasi dengan pendekatan penelitian pengembangan ADDIE. Tahapan pengembangan dengan model ADDIE meliputi:

##### **a. Langkah Analisis (*Analysis*)**

Kegiatan yang dilakukan pada langkah analisis adalah (1) observasi mata pelajaran, (2) Observasi tempat uji coba, dan (3) Observasi studi literatur.

Observasi mata pelajaran ditujukan pada jurusan elektronika industri SMK pada bulan oktober 2015. Informasi yang didapatkan pada kegiatan ini adalah mata pelajaran yang berkaitan langsung dengan pengembangan trainer lengan robot yaitu Perekayasaan Sistem Kontrol. Berdasarkan struktur kurikulum mata pelajaran ini terdapat tiga sub pokok bahasan, yaitu (a) perkembangan teknologi mikrokontroller, (b) menjelaskan sistem mikrokontroller, dan (c) membuat program sistem mikrokontroler sederhana. Pengembangan media pembelajaran menggunakan lengan robot ini dibatasi pada pokok bahasan membuat program sistem mikrokontroler sederhana.

Observasi tempat uji coba dilakukan di SMK N 2 Pengasih Kulon Progo DIY. Pada kegiatan ini dilakukan wawancara terhadap guru Mata pelajaran

Perekayasaan Sistem Kontrol, menyatakan bahwa pada kompetensi dasar pemrograman sistem mikrokontroler sederhana pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol menggunakan media pembelajaran berupa komputer untuk simulasi dan modul berupa buku. Hasil pengamatan tersebut diharapkan dapat menciptakan media pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman nyata pada peserta didik (siswa) sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih luas. Media yang diciptakan diharapkan dapat mempermudah proses pembelajaran.

Observasi studi literatur dilakukan di perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta. Hasil observasi ini adalah berupa sumber referensi yang menunjang pengembangan trainer lengan robot dan pembuatan laporan tugas akhir skripsi.

#### **b. Langkah Desain (*Design*)**

Kegiatan yang dilakukan pada tahap desain adalah (1) merumuskan tujuan yang ingin dicapai, (2) desain Pengembangan, dan (3) waktu dan tempat pelaksanaan.

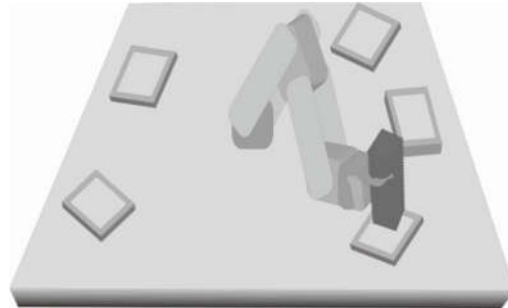
##### **1) Rumusan Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah (1) mengembangkan trainer lengan robot pemindah barang sebagai media pembelajaran pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol, (2) mengetahui kelayakan trainer lengan robot sebagai media pembelajaran.

##### **2) Desain Pengembangan**

Tahap desain merupakan tahapan untuk membuat produk awal agar sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan dengan baik sebagai media pembelajaran. Pembuatan media trainer lengan robot ini memerlukan identifikasi

kebutuhan yang akan digunakan dalam pembuatannya. Kebutuhan tersebut meliputi daftar *hardware* dan *software* yang diperlukan. Adapun hasil desain pengembangan trainer lengan robot dapat dilihat pada Gambar 29 di bawah ini.



Gambar 29. Desain pengembangan trainer

Adapun penjabarannya adalah sebagai berikut:

a) CM-530 kit

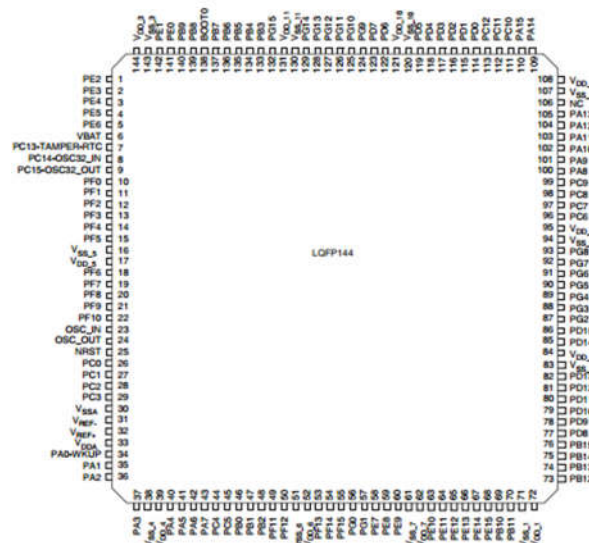
Trainer lengan robot ini membutuhkan sistem pengendali yang merangkap tugas sebagai pengolah *input* dan *output*. Mikrokontroler merupakan pilihan yang tepat untuk sistem ini. Mikrokontroler jenis ARM Cortex STM32F103RE yang terintegrasi pada *board* CM-530 mampu untuk melakukan tugas tersebut. Berikut adalah gambar CM-530 kit.



Gambar 30. CM-530

Mikrokontroler ARM Cortex STM32F103RE memiliki kualitas yang hampir sama dengan mikrokontroler ATmega 2561 produk Atmel tetapi harganya lebih

murah. Adapun konfigurasi dari kaki mikrokontroler ARM Cortex STM32F103RE dapat pada Gambar 31 di bawah ini.



Gambar 31. PinOut Mikrokontroler ARM Cortex STM32F103RE

CM-530 kit memiliki 6 port untuk input dan 5 port untuk output. CM-530 sudah memiliki *downloader* di dalamnya, sehingga untuk keperluan *download/upload* tinggal menggunakan port USB-nya.

#### b) Motor Servo Dynamixel AX-12A

Motor servo dynamixel AX-12A digunakan sebagai aktuator atau penggerak bagian-bagian lengan robot. Jumlah servo yang dibutuhkan pada trainer lengan robot ini adalah 5 buah. Gambar 32 berikut merupakan gambar servo dynamixel AX-12A.



Gambar 32. Servo Dynamixel AX-12A

Motor servo dynamixel AX-12A bekerja pada tegangan 9 VDC sampai 12 VDC dan besar arus yang dikonsumsi sebesar 1,5 A. Putaran motor ini bisa mencapai 300 derajat dengan kecepatan yang bisa diatur. Torsi pada motor ini mampu menggerakkan benda dengan berat maksimal 15 kg.

c) Sensor benda

Sensor benda yang digunakan pada media trainer lengan robot ini berupa sensor photodiode. Sensor ini mampu mendeteksi adanya benda kerja pada kotak benda dengan indikator berupa tegangan keluaran yang dibaca oleh kontroler. Gambar rangkaian sensor photo dioda dapat dilihat pada Gambar 33 berikut.



Gambar 33. Sensor Photodiode

Pada rangkaian sensor benda di atas, nilai resistor yang digunakan sebesar 220 ohm dan 10K ohm.

d) *Gripper*

Gambar 34 berikut merupakan *gripper* (penjepit) yang digunakan pada pembuatan trainer lengan robot.



Gambar 34. *Gripper* Benda Kerja

*Gripper* di atas berbahan dasar aluminium dengan ketebalan plat 2 milimeter. Panjang jepitan sebesar 85 milimeter.

e) Rangka lengan

Gambar rangka lengan dapat dilihat pada Gambar 35 di bawah ini



Gambar 35. Rangka Lengan

Berdasarkan gambar di atas, terlihat bahwa untuk membuat ranka lengan, membutuhkan 3 *link* yang akan menghubungkan antara motor servo yang satu dengan yang lainnya. Pada rangka ini juga melekat *gripper* (penjepit) benda.

f) Kotak Trainer

Kotak Trainer berbentuk balok tertutup yang memiliki sisi sebanyak 8. Sisi bawah berukuran 550 x 450 milimeter dengan ketebalan 10 milimeter. Penutup di bagian atas berukuran 550 x 450 milimeter dengan ketebalan 5 milimeter.



Gambar 36. Kotak Trainer Lengan Robot

g) Catu Daya

Catu daya pada pembuatan lengan robot ini menggunakan dua sumber tegangan yaitu baterai Li-Po dan adaptor. Baterai digunakan dengan tujuan agar trainer mudah dipindahkan dan digunakan di berbagai tempat tanpa ketergantungan terhadap listrik PLN. Trainer ini juga dapat langsung dihubungkan dengan sumber 220 VAC dari PLN melalui adaptor.

Baterai yang digunakan adalah jenis Turnigy 2200mAh 3S 25C Lipo Pack.

Spesifikasi baterai tersebut antara lain :

<i>Minimum Capacity</i>	: 2200mAh
<i>Configuration</i>	: 3S1P / 11,1 V / 3 Cell
<i>Constat Discharge</i>	: 25C
<i>Peak Discharge</i>	: 35C
<i>Pack Weight</i>	: 188g
<i>Pack Size</i>	: 105 x 33 x 24mm
<i>Charge Plug</i>	: JST-XH
<i>Discharge Plug</i>	: XT60

(sumber : [www.hobbyking.com](http://www.hobbyking.com))

Jenis baterai yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 37 di bawah ini.





Gambar 37. Baterai Turnigy 2200mAh 3S 25C Lipo Pack

Adaptor yang digunakan memiliki *input* sebesar 100-240 VAC, 1,5 A dan Output sebesar 12 VDC, 5 A. Gambar adaptor dapat dilihat pada Gambar 38 berikut.



Gambar 38. Adaptor

#### h) *Charger* baterai

*Charger* baterai digunakan untuk mengisi ulang energi pada baterai. Tegangan masukan (*input*) pada *charger* sebesar 10-18 VDC, tegangan keluarannya sebesar 8,4 VDC untuk *socket 2S Cell* dan 12,6 VDC untuk *socket 3S Cell* dengan arus sebesar 1,1 A. Daya charger sebesar 15 watt. Gambar 39 berikut merupakan *charger* yang digunakan pada trainer lengan robot.



Gambar 39. *Charger* Baterai

i) Kabel USB

Kabel USB digunakan untuk menghubungkan kontroler CM-530 dengan komputer saat menggunakan aplikasi roboplus. Gambar 40 berikut merupakan kabel USB yang digunakan.



Gambar 40. Kabel USB

j) Benda kerja

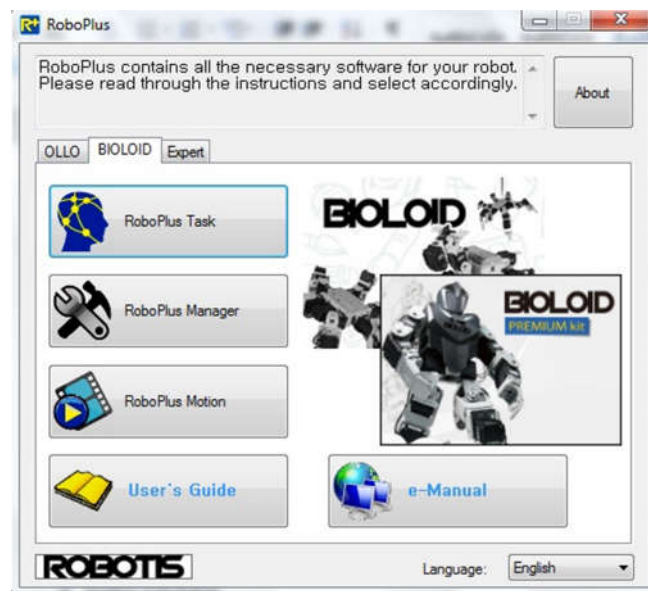
Benda kerja yang digunakan terbuat dari bahan stero form yang dibungkus dengan isolasi berwarna hitam. Benda kerja berbentuk balok berukuran 35 x 35 x 52 milimeter.



Gambar 41. Benda Kerja

#### k) Aplikasi Roboplus

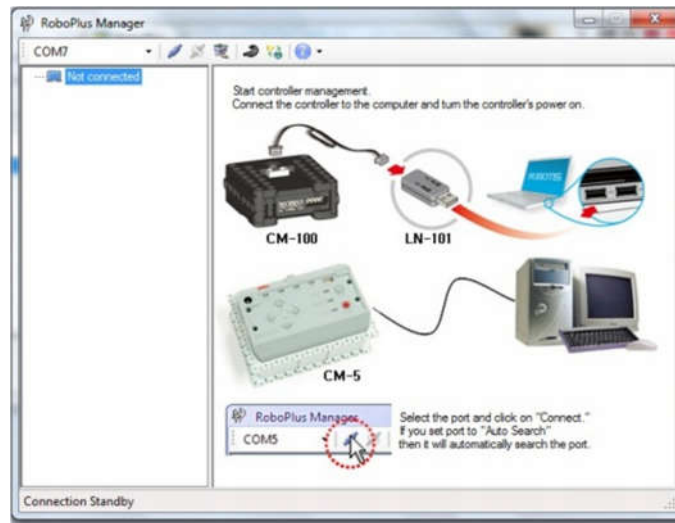
Aplikasi yang digunakan pada Pengembangan trainer lengan robot ini yaitu Roboplus. Aplikasi ini terdiri dari 3 menu dan setiap menu terdiri dari 3 sub aplikasi. Pada pengembangan robot ini, menu yang digunakan adalah menu BIOLOID. Menu BIOLOID terdiri dari 3 sub aplikasi utama yaitu (1) roboplus manager, (2) roboplus motion, dan (3) roboplus task. Tampilan utama menu BIOLOID pada roboplus dapat dilihat pada Gambar 42 di bawah ini.



Gambar 42. Tampilan Utama Roboplus

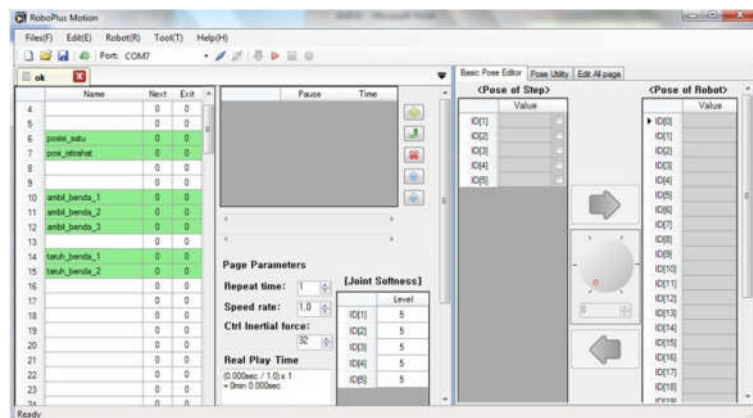
Roboplus manager digunakan untuk mengatur piranti-piranti yang terhubung dengan CM-530. Pada pengembangan media trainer lengan robot

pemindah barang, piranti yang terhubung yaitu sensor photo dioda dan motor servo Dynamixel AX-12A.



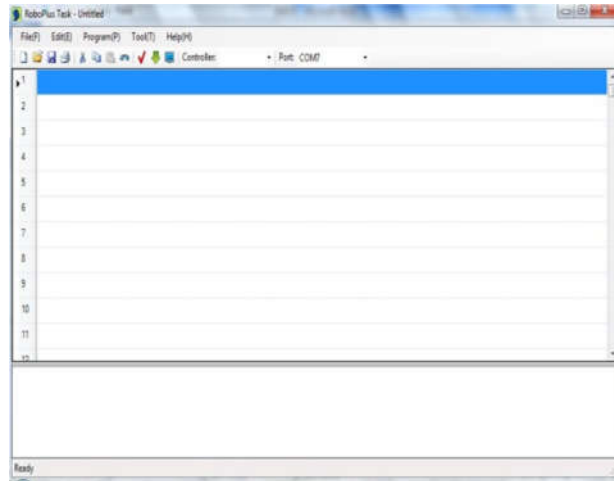
Gambar 43. Robolus Manager

Roboplus motion berfungsi sebagai aplikasi untuk membuat gerakan-gerakan lengan robot seperti gerakan naik-turun, ke kiri-kanan, dan menjepit. Ketika membuat gerakan, ada beberapa bagian roboplus motion yang perlu diperhatikan yaitu bagian *page*, *step*, *page parameter*, dan *basic pose editor*. Tampilan jendela roboplus motion dapat dilihat pada Gambar 44 berikut.



Gambar 44. Roboplus Motion

RoboPlus task digunakan untuk membuat kode program yang akan di-*download* ke CM-530. Bahasa pemrograman yang digunakan pada roboPlus task yaitu bahasa C. Tampilan roboPlus task dapat dilihat pada Gambar 45 berikut



Gambar 45. RoboPlus Task

### 3) waktu dan tempat pelaksanaan

Media trainer lengan robot dikembangkan di Laboratorium Komputer Pendidikan Teknik Elektro FT UNY dan diimplementasikan di SMKN 2 Pengasih Kulon Progo pada bulan november 2015. Langkah ini diakhiri dengan pengisian angket oleh siswa untuk menilai kelayakan dan unjuk kerja trainer lengan robot.

#### c. Langkah Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan tahapan pembuatan trainer lengan robot pemindah barang. Pada tahap ini ada 2 kegiatan yang dilakukan yaitu (1) pemasangan *hardware* dan (2) pembuatan program gerakan trainer.

##### 1) Pemasangan *Hardware*

Semua perangkat keras robot dirangkai sesuai dengan desain yang telah ditentukan. Pada trainer lengan robot ini, komponen-komponen seperti kontroler CM-530, rangkaian sensor benda, dan baterai diletakkan di dalam kotak trainer

sedangkan kotak benda kerja dan lengan robot diletakkan di bagian atas kotak trainer dimana motor servo dengan nomor ID0 dilekatkan dengan bagian sisi bawah kotak trainer. Photodiode dan led yang menjadi sensor benda di letakkan di bagian sisi tepi kotak benda kerja dan dipasang berhadapan. Hardware yang sudah dirangkai dapat dilihat pada Gambar 46 berikut.



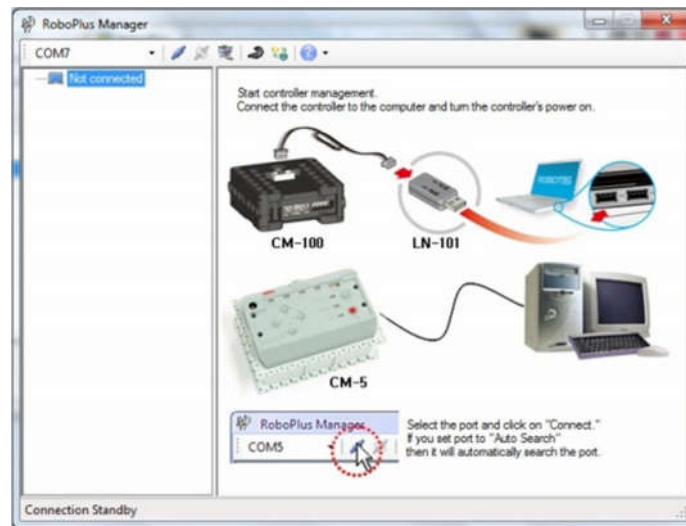
Gambar 46. *Hardware* Trainer Lengan Robot

## 2) Pembuatan program gerakan trainer

Aplikasi yang digunakan untuk membuat program gerakan trainer lengan robot yaitu roboplus. Pada pembuatan program trainer, ada 3 kegiatan yang dilakukan yaitu (1) mengatur piranti pada roboplus manager, (2) membuat gerakan pada roboplus motion, dan (3) membuat kode program pada roboplus task.

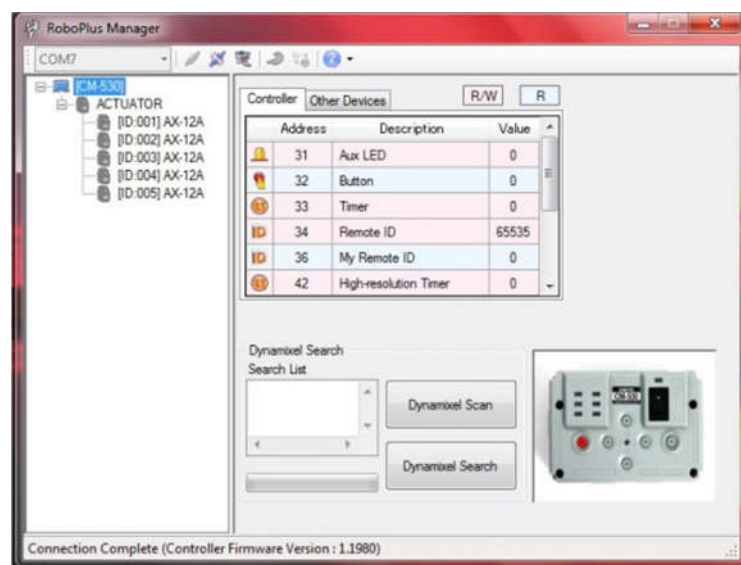
### (1) Mengatur piranti pada roboplus manager

Tampilan awal roboplus manager sebelum terhubung dengan CM-530 adalah seperti Gambar 47 berikut.



Gambar 47. Tampilan Awal Roboplus Manager

Setelah CM-530 dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB, kemudian langkah selanjutnya yaitu menekan tombol *connect* sehingga tampilan jendela roboplus seperti Gambar 48 berikut.



Gambar 48. Tampilan Roboplus Manager Setelah *Connect*

Pada Gambar 48 terlihat piranti yang terhubung yaitu motor servo Dynamixel AX-12 dengan nomor ID dari ID001-ID005. Jumlah motor servo yang digunakan pada pembuatan trainer lengan robot ini adalah 5 buah. Apabila jumlah motor servo yang terbaca tidak sesuai dengan jumlah motor servo yang

terpasang sebenarnya, maka perlu dilakukan pengecekan ulang pada kabel dan socket motor servo, kemudian di-*connect* ulang.

Langkah selanjutnya adalah mengaktifkan pembacaan sensor benda. Sensor tersebut diaktifkan melalui menu *user device* kemudian sesuaikan urutan sensor dengan nomor port CM-530. Pada pengembangan trainer ini, sensor benda (photodiode) terhubung dengan PORT I-PORT IIIII. Adapun urutan tersebut sesuai dengan labelisasi trainer yaitu:

PORT I : Kotak Taruh 1

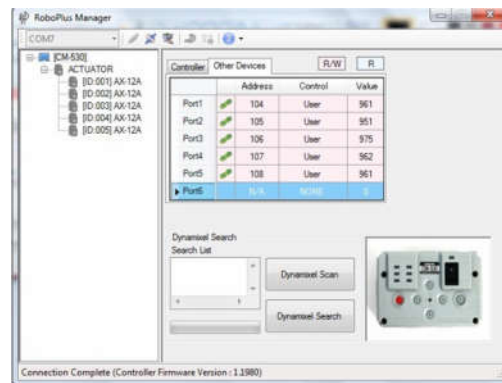
PORT II : Kotak Taruh 2

PORT III : Kotak Ambil 1

PORT IIII : Kotak Ambil 2

PORT IIIII : Kotak Ambil 3

Setelah semua sensor benda terhubung, maka tampilan roboplus manager seperti Gambar 49 berikut.



Gambar 49. Tampilan Roboplus Manager Setelah Sensor Aktif

Pada gambar 49, terlihat alamat (*address*) dan nilai (*value*) pembacaan ADC masing-masing sensor benda. Adapun rincian *value* sensor benda saat tidak ada benda kerja di kotak benda yaitu:

Kotak Taruh 1 : 961



Kotak Taruh 2 : 951

Kotak Ambil 1 : 975

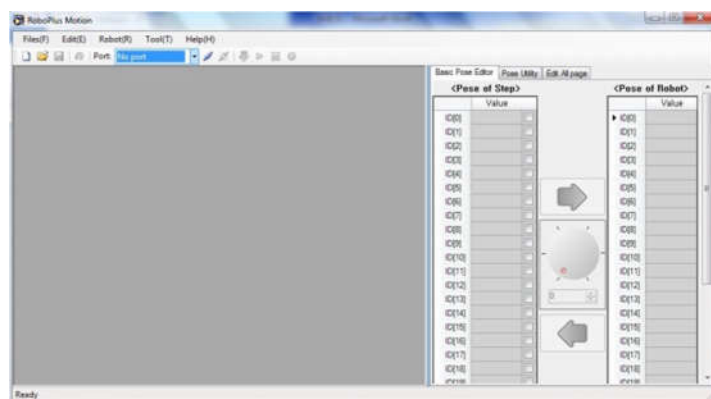
Kotak Ambil 2 : 962

Kotak Ambil 3 : 961

Langkah terakhir pada bagian ini adalah memutuskan koneksi CM-530 dengan roboplus manager. Langkah ini dilakukan dengan menekan tombol *disconnect*.

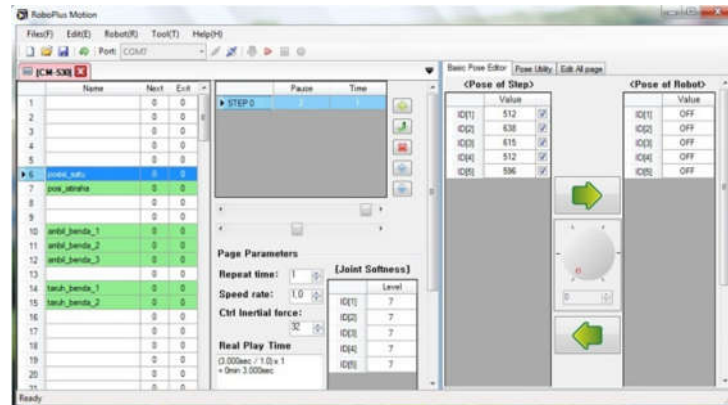
## (2) Membuat gerakan pada roboplus motion

Tampilan awal jendela roboplus motion saat pertama kali dibuka adalah seperti Gambar 50 berikut.



Gambar 50. Tampilan Awal Roboplus Motion

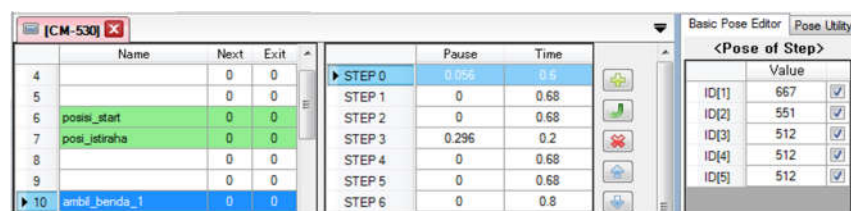
Langkah selanjutnya adalah menghubungkan trainer (CM-530) dengan komputer melalui kabel USB. Kemudian sesuaikan PORT kontroler dan klik tombol *connect* sehingga pada tampilan roboplus motion akan seperti Gambar 51 berikut.

Gambar 51. Roboplus Motion Setelah *Connect*

Pada gambar. di atas terlihat nama-nama gerakan yang sudah tertanam pada kontroler. Setiap *page* gerakan terdiri dari beberapa *step* yang memuat nilai sudut setiap motor servo. Adapun nama gerakan dan step pada pengembangan trainer ini tertuang pada Tabel 19 berikut.

Tabel 19. Hasil Pengujian Mengambil Benda pada Kotak Ambil 1

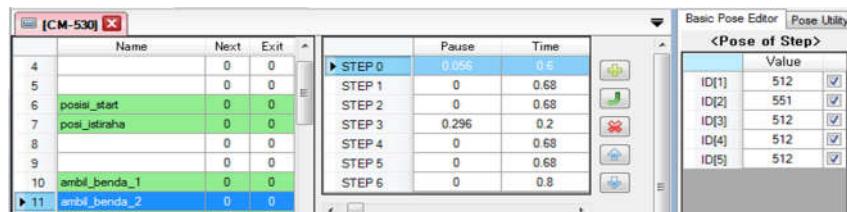
STEP	PAUSE	TIME	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
0	0.056	0.600	667	551	512	512	512
1	0	0.68	667	512	620	350	600
2	0	0.68	667	399	551	344	600
3	0.296	0.2	667	391	555	324	517
4	0	0.68	667	391	555	220	517
5	0	0.68	667	447	555	220	517
6	0	0.8	667	582	658	427	517



Gambar 52. Screen shoot Roboplus Motion posisi ambil benda 1

Tabel 20. Hasil Pengujian Mengambil Benda pada Kotak Ambil 2

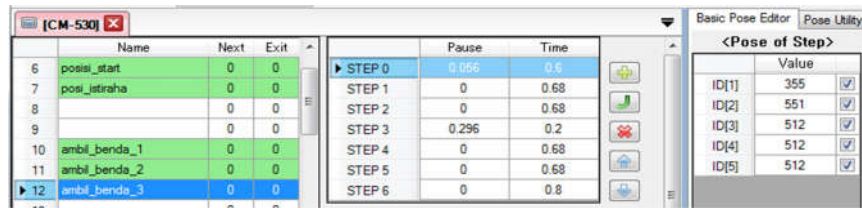
STEP	PAUSE	TIME	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
0	0.056	0.600	512	551	512	512	512
1	0	0.68	512	512	620	350	600
2	0	0.68	512	399	551	344	600
3	0.296	0.2	512	391	555	324	517
4	0	0.68	512	391	555	220	517
5	0	0.68	512	447	555	220	517
6	0	0.8	512	582	658	427	517



Gambar 53. Screen shoot Roboplus Motion posisi ambil benda 2

Tabel 21. Hasil Pengujian Mengambil Benda pada Kotak Ambil 3

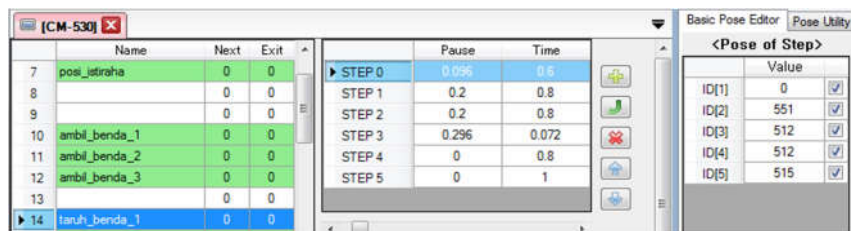
STEP	PAUSE	TIME	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
0	0.056	0.600	355	551	512	512	512
1	0	0.68	355	512	620	350	600
2	0	0.68	355	399	551	344	600
3	0.296	0.2	355	391	555	324	517
4	0	0.68	355	391	555	220	517
5	0	0.68	355	447	555	220	517
6	0	0.8	355	582	658	427	517



Gambar 54. Screen shoot RoboPlus Motion posisi ambil benda 3

Tabel 22. Hasil Pengujian Menaruh Benda pada Kotak Taruh 1

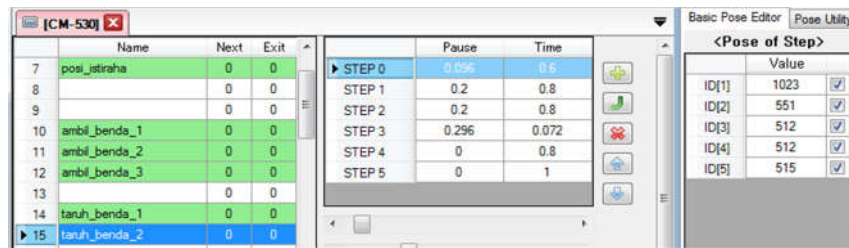
STEP	PAUSE	TIME	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
0	0.096	0.6	0	551	512	512	515
1	0.2	0.8	0	438	631	247	515
2	0.2	0.8	0	441	668	260	515
3	0.296	0.072	0	445	650	284	515
4	0	0.8	0	493	683	295	659
5	0	0.8	0	610	512	512	510



Gambar 55. Screen shoot RoboPlus Motion posisi taruh benda 1

Tabel 23. Hasil Pengujian Menaruh Benda pada Kotak Taruh 2

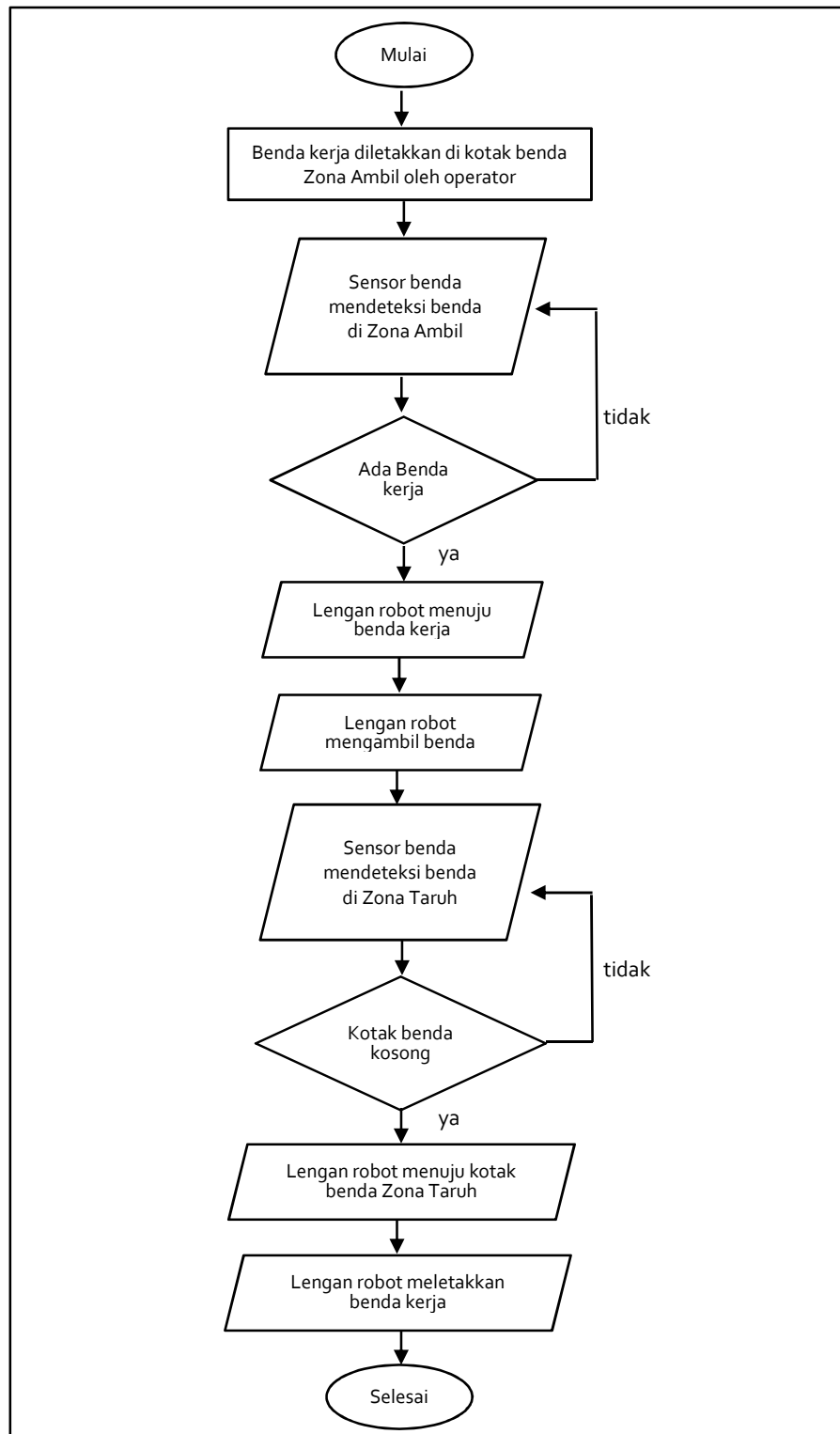
STEP	PAUSE	TIME	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
0	0.096	0.6	1023	551	512	512	515
1	0.2	0.8	1023	438	631	247	515
2	0.2	0.8	1023	441	668	260	515
3	0.296	0.072	1023	445	650	284	515
4	0	0.8	1023	493	683	295	659
5	0	0.8	1023	610	512	512	510



Gambar 56. Screen shoot posisi taruh benda 2

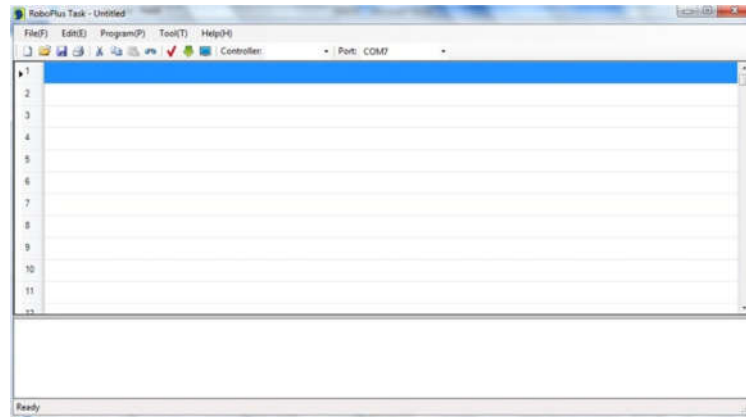
(3) membuat kode program pada roboplus task.

Program yang ditulis pada roboplus task digunakan untuk memanggil gerakan-gerakan robot yang sudah dibuat pada roboplus motion. Sebelum membuat kode program, terlebih dahulu ditentukan flowchart programnya. Pada pengembangan trainer lengan robot pemindah barang ini, flowchart yang ditentukan seperti terlihat pada Gambar 57 berikut.



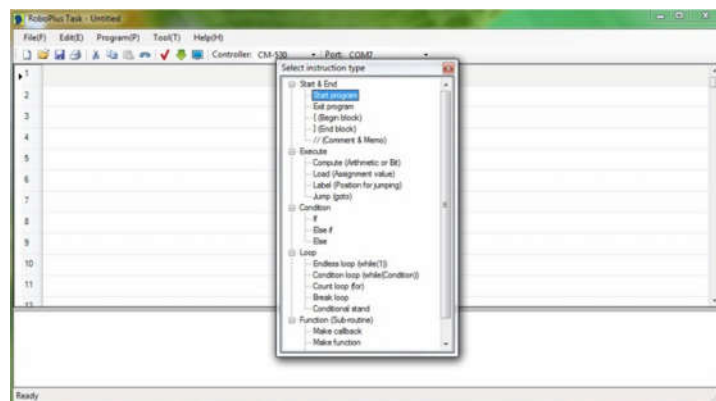
Gambar 57. Flowchart Kerja Lengan Robot

Tampilan awal roboplus task seperti terlihat pada Gambar 58 berikut.



Gambar 58. Tampilan Awal Roboplus Task

Untuk membuat kode program, maka pada setiap baris dimana akan ditempatkan kode program, baris diklik dua kali (*double click*) sehingga keluar pilihan-pilihan kode program yang mau ditulis seperti pada Gambar 59 berikut.



Gambar 59. Pilihan Kode Program pada Roboplus Task

Pada gambar di atas, terlihat kode-kode program yang dapat dipilih saat membuat program. Fungsi masing-masing kode tersebut adalah sebagai berikut

- (a) *start program*, berfungsi untuk memulai program
- (b) *exit program*, untuk mengakhiri program
- (c) *{*, untuk memulai sebuah blok program
- (d) *}*, untuk menutup sebuah blok program
- (e) *///*, untuk memberi komentar pada program
- (f) *Compute*, berguna untuk perhitungan aritmatika

- (g) *Load*, berfungsi untuk me-load *internal controller* pada CM-530
- (h) *Label*, untuk membuat inisialisasi posisi pada fungsi *jump*
- (i) *Jump*, berfungsi untuk melompati program pada label tertentu
- (j) *If, Else If, Else*, merupakan fungsi percabangan
- (k) *Endless loop*, fungsi ini akan terus mengulang program
- (l) *Condition loop*, fungsi ini akan mengulang program jika syaratnya terpenuhi.
- (m) *Count loop*, berfungsi untuk mengulang program sebanyak yang ditentukan
- (n) *Break loop*, berfungsi untuk keluar dari kondisi pengulangan
- (o) *Conditional stand*, berfungsi untuk mengulang program sampai syaratnya terpenuhi.
- (p) *Make function*, berfungsi untuk membuat subroutine
- (q) *Call function*, berfungsi untuk memanggil subroutine
- (r) *Exit function*, untuk keluar dari subroutine dan melanjutkan program

#### **d. Langkah Implementasi (*Implementation*)**

Proses uji beta merupakan tahapan pengujian yang dilakukan oleh pengguna yang dipilih (*selected users*). Pengguna terpilih tersebut akan menguji media trainer lengan robot yang dibuat untuk mengetahui kualitas media aspek *correctness*, *reliability*, dan *usability*. Pengguna melakukan pengujian menggunakan bantuan kuesioner yang berisi butir-butir parameter dari setiap faktor kualitas media trainer yang dijadikan fokus penelitian.

Uji coba lapangan dilakukan dengan menguji kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang. Hal ini untuk mengetahui unjuk kerja trainer pada situasi yang sesungguhnya. Uji coba lapangan ini dilakukan pada siswa



kelas XI jurusan Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih Kulon Progo untuk Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol.

Prosedur pelaksanaan uji coba lapangan meliputi (1) siswa dijelaskan dan didemonstrasikan unjuk kerja trainer lengan robot pemindah barang. (2) siswa dibagikan labsheet kemudian diminta mencoba mengoperasikan trainer sesuai instruksi pada labsheet. (3) siswa diminta mengisi kuesioner untuk mengetahui respon mereka terhadap media trainer lengan robot pemindah barang.

#### **e. Langkah Evaluation (*Evaluation*)**

Evaluasi produk dilakukan setelah uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar (uji lapangan). Data yang diperoleh berupa saran-saran untuk perbaikan kekurangan pada media trainer lengan robot. beberapa respon siswa terhadap kekurangan media antara lain gerak (*motion*) lengan belum optimal, sistem kerja belum jelas, dan benda kerja perlu diperbaiki.

Data hasil uji coba kemudian dirangkum dan dijadikan referensi ketika perbaikan produk yang dikembangkan. Produk akhir berupa media trainer lengan robot pemindah barang yang layak dijadikan sebagai media pembelajaran.

### **2. Data Hasil Evaluasi Produk**

Data hasil evaluasi oleh penilai dijadikan bahan untuk merevisi media trainer lengan robot pemindah barang. Revisi dilakukan berdasarkan saran dari ahli media, ahli materi, *peer viewer*, dan siswa. Dengan demikian, revisi dilakukan tiga kali. Revisi pertama dilakukan setelah mendapat masukan dari dosen ahli dan guru mata pelajaran, revisi kedua dilakukan setelah mendapat masukan dari *peer viewer*, dan revisi ketiga dilakukan setelah mendapat respon dari siswa saat uji coba lapangan.

### a. Data Hasil Validasi

#### 1) Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Media

Data hasil perhitungan dari penilaian oleh ahli media terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 24 berikut.

Tabel 24. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh Ahli Media

No	Aspek	Rerata Skor	Nilai	Kategori
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	13	A	Sangat Baik
2.	<i>Reliability</i> ( <i>Accuracy &amp; Simplicity</i> )	41	A	Sangat baik
3.	<i>Usability</i> ( <i>Operability &amp; Accesibility</i> )	33	A	Sangat Baik
Rerata Skor Total		87	A	Sangat Baik

Tabel 24 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil penilaian ahli media berdasarkan aspek *correctness*, *reliability*, dan *usability*. Dari penilaian ketiga aspek tersebut yang dilakukan oleh dua orang dosen ahli media diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media adalah 87 dengan kategori "Sangat Baik" berdasarkan pengelompokan skor skala lima (Lihat pada lampiran 5.f).

#### 2) Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Materi

Data hasil perhitungan dari penilaian oleh ahli materi terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 25 berikut.

Tabel 25. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh Ahli Materi

No	Aspek	Rerata Skor	Nilai	Kategori
1.	Kualitas Materi	49,5	B	Baik
2.	Kemanfaatan	21	B	Baik
Rerata Skor Total		70,5	B	Baik

Tabel 25 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil penilaian ahli materi berdasarkan aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Dari penilaian kedua aspek tersebut yang dilakukan oleh dua orang ahli materi diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi sebesar 70,5 dengan kategori “Baik” berdasarkan pengelompokan skor skala lima (Lihat pada lampiran 5.g).

### 3) Hasil Uji Kelayakan oleh *Peer Viewer*

Data hasil perhitungan dari penilaian oleh ahli fungsionalitas (*peer viewer*) terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 26 berikut.

Tabel 26. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh *Peer Viewer*

No	Aspek	Rerata Skor	Nilai	Kategori
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	14	A	Sangat Baik
2.	<i>Reliability</i> ( <i>Accuracy &amp; Simplicity</i> )	41,8	A	Sangat baik
3.	<i>Usability</i> ( <i>Operability, Accesibility &amp; Navigation</i> )	29	B	Baik
Rerata Skor Total		84,8	A	Sangat baik

Tabel 26 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil penilaian ahli fungsionalitas berdasarkan aspek *correctness*, *reliability*, dan *usability*. Dari penilaian ketiga aspek tersebut yang dilakukan oleh lima orang mahasiswa diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli fungsionalitas adalah 84,8 dengan kategori “Sangat Baik” berdasarkan pengelompokan skor skala lima (Lihat pada lampiran 5.h).

## b. Data Hasil Respon Penilaian Siswa

### 1) Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Data hasil perhitungan dari penilaian uji coba kelompok kecil terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 27 berikut.

Tabel 27. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No	Aspek	Rerata Skor	Nilai	Kategori
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	14	A	Sangat Baik
2.	<i>Reliability (Accuracy &amp; Simplicity)</i>	34,5	B	Baik
3.	<i>Usability (Operability, Accesibility &amp; Navigation)</i>	28,2	B	Baik
Rerata Skor Total		76,7	B	Baik

Tabel 27 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil uji coba kelompok kecil berdasarkan aspek *correctness*, *reliability*, dan *usability*. Dari penilaian ketiga aspek tersebut yang dilakukan oleh enam orang siswa sebagai responden diperoleh skor rerata total adalah 76,7 dengan kategori "Baik" berdasarkan pengelompokan skor skala lima (Lihat pada lampiran 5.i).

### 2) data Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan ini dilakukan terhadap 32 siswa kelas XI Jurusan Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih. Uji coba dilakukan dengan demonstrasi unjuk kerja trainer dan pengguna mencoba mengoperasikan trainer. Pada saat

uji coba diperoleh data penilaian pengguna media trainer lengan robot pemindah barang.

Setelah melakukan evaluasi media trainer lengan robot, siswa memberikan respon terhadap media yang telah dibuat. Hasil respon siswa menunjukkan bahwa media trainer lengan robot pemindah barang memperoleh rerata skor total sebesar 83 dengan kategori "sangat baik". Data hasil respon siswa terhadap media trainer lengan robot pemindah barang pada saat uji coba lapangan berdasarkan skala lima disajikan dalam Tabel 28 di bawah ini (Lihat lampiran 5.j).

Tabel 28. Data Kelayakan Media Trainer Lengan Robot oleh Siswa

No	Aspek	Rerata Skor	Nilai	Kategori
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	13,9	A	Sangat Baik
2.	<i>Reliability (Accuracy &amp; Simplicity)</i>	39,6	A	Sangat Baik
3.	<i>Usability (Operability &amp; Accesibility)</i>	29,5	A	Sangat Baik
Rerata Skor Total		83,0	A	Sangat Baik

## **B. Pembahasan Data**

### **1. Hasil Evaluasi Produk Oleh Ahli**

#### **a. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Media**

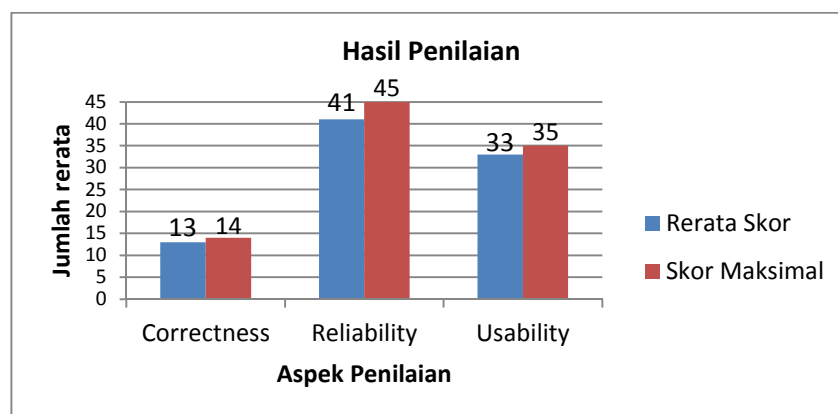
Penilaian ahli media terhadap produk yang dikembangkan melibatkan 2 orang dosen ahli media di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FTUNY sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang yang dinilai dari 3 aspek yaitu (1) aspek *correctness*, (2) aspek *reliability*, dan (3) aspek *usability*. Data hasil penilaian ahli media terlampir pada lampiran 5.f.

Masing-masing aspek penilaian tersebut terbagi menjadi beberapa indikator pencapaian. Aspek *correctness* terbagi menjadi dua indikator yaitu sejauh mana penerapan fungsi trainer yang dibutuhkan dapat tercapai (*completeness*) dan kekompakan trainer dalam setiap hal (*consistency*). Aspek *Reliability* terbagi menjadi dua indikator yaitu ketepatan gerak dan kontrol (*accuracy*) dan kemampuan pemahaman tanpa ada kesulitan (*simplicity*). Aspek *Usability* terbagi menjadi dua indikator yaitu kemudahan penggunaan media (*Operability*) dan kemudahan dalam mengakses media (*accessibility*).

Berdasarkan data hasil uji kelayakan ahli media, hasil respon terhadap media pada aspek *correctness* mendapat rerata skor 13 dengan kategori sangat baik, pada aspek *reliability* mendapat skor 41 dengan kategori sangat baik, dan pada aspek *usability* mendapat skor 33 dengan kategori sangat baik. Analisis deskriptif respon ahli media terhadap media yang dikembangkan disajikan pada Tabel 29 berikut.

Tabel 29. Analisis Deskriptif Respon Ahli Media

No	Aspek	Rerata Skor	Skor Maksimal
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	13	14
2.	<i>Reliability (Accuracy &amp; Simplicity)</i>	41	45
3.	<i>Usability (Operability &amp; Accesibility)</i>	33	35



Gambar 60. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media

#### b. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Materi

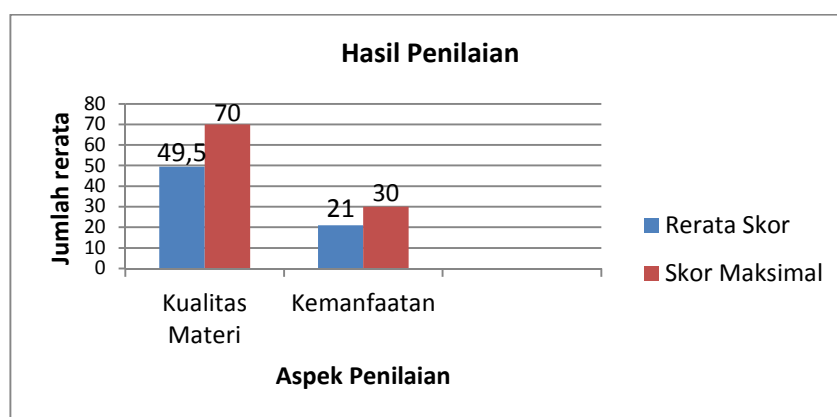
Penilaian ahli materi terhadap materi yang berkaitan dengan pemanfaatan produk yang dikembangkan melibatkan 2 orang dosen ahli materi di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FTUNY sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan materi trainer lengan robot pemindah barang yang dinilai dari 2 aspek yaitu (1) aspek kualitas materi dan (2) aspek kemanfaatan. Data hasil penilaian ahli materi terlampir pada lampiran 5.g.

Berdasarkan data hasil uji kelayakan ahli materi, hasil respon pada aspek kualitas materi mendapat rerata skor 49,5 dengan kategori baik dan pada aspek

kemanfaatan mendapat skor 21 dengan kategori baik. Analisis deskriptif respon ahli materi terhadap media yang dikembangkan disajikan pada Tabel 30 berikut.

Tabel 30. Analisis Deskriptif Respon Ahli materi

No	Aspek	Rerata Skor	Skor Maksimal
1.	Kualitas Materi	49,5	70
2.	kemanfaatan	21	30



Gambar 61. Diagram Hasil Penilaian Ahli Materi

### c. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Fungsionalitas (*Peer Viewer*)

Penilaian *peer viewer* terhadap produk yang dikembangkan melibatkan 5 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika FTUNY sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang yang dinilai dari 3 aspek yaitu (1) aspek *correctness*, (2) aspek *reliability*, dan (3) aspek *usability*. Data hasil penilaian *peer viewer* terlampir pada lampiran 5.h.

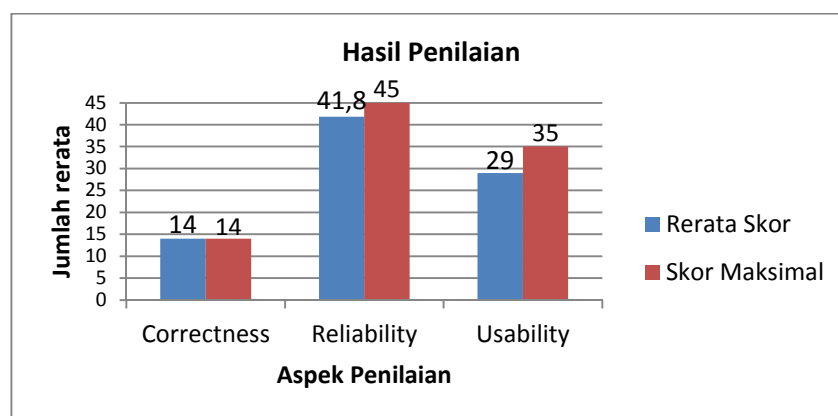
Berdasarkan data hasil uji kelayakan *peer viewer*, hasil respon terhadap media pada aspek *correctness* mendapat rerata skor 14 dengan kategori sangat baik, pada aspek *reliability* mendapat skor 41,8 dengan kategori sangat baik, dan pada aspek *usability* mendapat skor 29 dengan kategori baik. Analisis deskriptif



respon *peer viewer* terhadap media yang dikembangkan disajikan pada Tabel 31 berikut.

Tabel 31. Analisis Deskriptif Respon *Peer Viewer*

No	Aspek	Rerata Skor	Skor Maksimal
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	14	14
2.	<i>Reliability</i> ( <i>Accuracy &amp; Simplicity</i> )	41,8	45
3.	<i>Usability</i> ( <i>Operability &amp; Accesibility</i> )	29	35



Gambar 62. Diagram Hasil Penilaian *Peer Viewer*

## 2. Analisis Hasil Uji Coba Lapangan

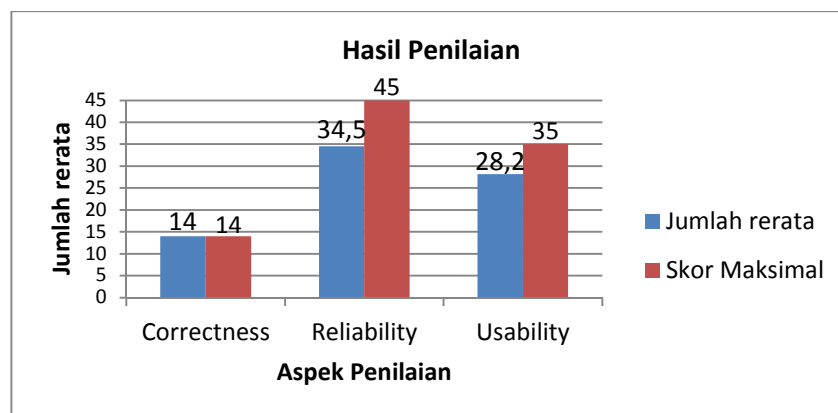
### a. Analisis Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil melibatkan 6 orang siswa kelas XI Program Keahlian Elektronika Industri sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang yang dinilai dari 3 aspek yaitu (1) aspek *correctness*, (2) aspek *reliability*, dan (3) aspek *usability*. Data hasil uji coba lapangan terlampir pada lampiran 5.i.

Berdasarkan data hasil uji coba kelompok kecil, hasil respon siswa terhadap media pada aspek *correctness* mendapat skor 14 dengan kategori sangat baik, pada aspek *reliability* mendapat skor 34,5 dengan kategori baik, dan pada aspek *usability* mendapat skor 28,2 dengan kategori baik. Analisis deskriptif respon siswa terhadap media disajikan pada Tabel 32 berikut.

Tabel 32. Analisis Deskriptif Respon Siswa terhadap Media Trainer Lengan Robot

No	Aspek	Jumlah Rerata	Skor Maksimal
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	14	14
2.	<i>Reliability</i> ( <i>Accuracy &amp; Simplicity</i> )	34,5	45
3.	<i>Usability</i> ( <i>Operability &amp; Accesibility</i> )	28,2	35



Gambar 63. Diagram Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

#### b. Analisis Hasil Uji Coba Kelompok Besar

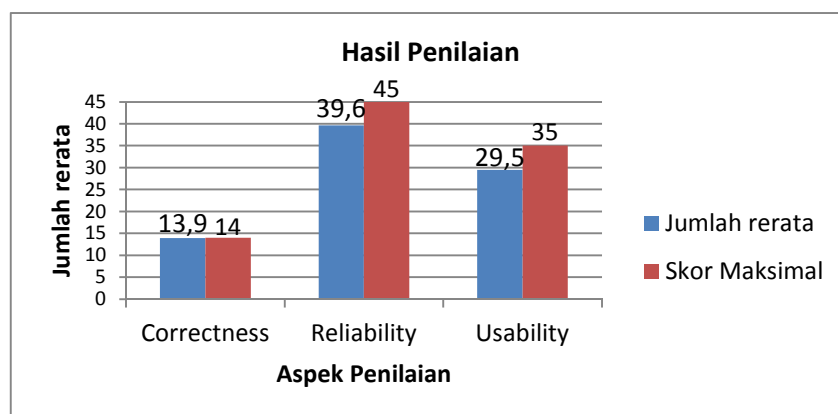
Uji coba lapangan melibatkan 32 orang siswa kelas XI Program Keahlian Elektronika Industri sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang yang dinilai dari 3 aspek

yaitu (1) aspek *correctness*, (2) aspek *reliability*, dan (3) aspek *usability*. Data hasil uji coba lapangan terlampir pada lampiran 5.j.

Berdasarkan data hasil uji coba lapangan, hasil respon siswa terhadap media pada aspek *correctness* mendapat skor 13,9 dengan kategori sangat baik, pada aspek *reliability* mendapat skor 39,6 dengan kategori sangat baik, dan pada aspek *usability* mendapat skor 29,5 dengan kategori sangat baik. Analisis deskriptif respon siswa terhadap media disajikan pada Tabel 33 berikut.

Tabel 33. Analisis Deskriptif Respon Siswa terhadap Media Trainer Lengan Robot

No	Aspek	Jumlah Rerata	Skor Maksimal
1.	<i>Correctness</i> ( <i>Completeness &amp; Consistency</i> )	13,9	14
2.	<i>Reliability</i> ( <i>Accuracy &amp; Simplicity</i> )	39,6	45
3.	<i>Usability</i> ( <i>Operability &amp; Accesibility</i> )	29,5	35



Gambar 64. Diagram Hasil Penilaian Kelompok Besar

### C. Kajian Produk

Media trainer lengan robot pemindah barang merupakan sebuah media pembelajaran yang dibuat menyerupai peralatan di industri yakni lengan robot yang dapat melakukan gerakan mencengkeram dan memindahkan benda kerja dari satu tempat ke tempat lain seperti gerakan yang dilakukan oleh lengan manusia. Trainer bekerja dengan mendeteksi keberadaan benda kerja pada zona merah (ambil) kemudian lengan robot (*actuator*) menuju benda kerja kemudian menjepitnya. Setelah itu kontroler membaca sensor benda yang ada pada zona taruh, jika ada kotak benda yang kosong, maka kontroler akan menuju kotak benda tersebut dan menaruh (meletakkan) benda kerja.

Trainer lengan robot memiliki 4 bagian utama yaitu (1) *actuator*, (2) *Controler*, (3) sensor, dan (4) *software*. Masing-masing bagian memiliki peran masing-masing dan tergabung menjadi satu membentuk trainer lengan robot.

*Actuator* pada trainer berupa motor servo *dinamixel* AX-12A berjumlah 5 buah yang tersusun membentuk lengan. Setiap motor memiliki nomor ID yang berbeda yaitu mulai dari nomor ID001 sampai ID005. Motor diletakkan atau disusun berdasarkan fungsi masing-masing, seperti ID001 berfungsi menggerakkan lengan berputar ke kanan-kiri diletakkan menempel dengan dasar kotak untuk menopang servo yang lain, sedangkan ID005 berfungsi untuk menggerakkan penjepit (*gripper*) dan diletakkan paling ujung.

*Controler* yang digunakan pada pengembangan trainer lengan robot ini adalah CM-530. Kontroler ini mampu mengendalikan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang terhubung dengannya. Jenis mikrokontroler yang

digunakan pada kontroler ini yaitu jenis ARM Cortex STM32F103RE yang memiliki 144 kaki yang terbagi dalam 6 port untuk input dan 5 port untuk output.

Sensor digunakan untuk mengenali keberadaan benda kerja pada kotak benda. Jenis sensor yang digunakan adalah photodiode. Sensor ini mampu mendeteksi adanya benda kerja pada kotak benda dengan indikator berupa *output* tegangan yang dibaca oleh kontroler.

*Software* yang digunakan pada pengembangan trainer lengan robot pemindah barang ini yaitu roboplus. *Software* ini terbagi menjadi tiga sub aplikasi yang memiliki fungsi berbeda. *Pertama*, roboplus manager berfungsi mengatur piranti yang terhubung dengan kontroler seperti *actuator* dan sensor. *Kedua*, roboplus motion berfungsi sebagai aplikasi untuk membuat gerakan (*motion*) lengan. *Ketiga*, roboplus task berfungsi untuk membuat kode program yang akan dijalankan pada trainer.

#### **D. Pembahasan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang. Penilaian diambil dari aspek *correctness*, *reliability*, dan *usability* untuk mengetahui kualitas kelayakan media. Penilaian menggunakan angket (kuesioner) dengan dua pilihan jawaban pada aspek *correctness* dan lima pilihan jawaban pada aspek *reliability* dan *usability*.

Trainer hasil pengembangan yang telah disusun berupa produk awal selanjutnya dilakukan serangkaian uji untuk mendapatkan penilaian produk sehingga menghasilkan trainer yang layak dijadikan media pembelajaran. Pihak

yang dipilih sebagai penilai (responden) antara lain ahli media, ahli materi, ahli fungsionalitas (*peer viewer*), dan siswa.

Uji pada penelitian ini meliputi validasi dan uji lapangan. Validasi dilakukan oleh dosen ahli media dan ahli materi dari jurusan Pendidikan Teknik Elektro FTUNY, 5 *peer viewer* dari mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro tingkat akhir. Validator diminta mengisi angket (kuesioner) dan memberikan saran untuk perbaikan kekurangan media. Uji lapangan merupakan proses lanjutan setelah uji validasi. Uji lapangan dapat dilakukan apabila hasil penilaian oleh semua validator mendapat rerata skor penilaian minimal kategori baik (B).

Hasil validasi ahli media mendapat jumlah rerata 87 dengan kategori sangat baik (A) dan hasil validasi ahli fungsionalitas (*peer viewer*) mendapat jumlah rerata 84,8 dengan kategori sangat baik (A). Kuesioner untuk kedua validator ini memiliki aspek penilaian yang sama yaitu aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan aspek *usability*. Masing-masing aspek penilaian terbagi menjadi beberapa indikator pencapaian. Aspek *correctness* terbagi menjadi dua indikator yaitu sejauh mana penerapan fungsi trainer yang dibutuhkan dapat tercapai (*completeness*) dan kekompakan trainer dalam setiap hal (*consistency*). Aspek *Reliability* terbagi menjadi dua indikator yaitu ketepatan gerak dan kontrol (*accuracy*) dan kemampuan pemahaman tanpa ada kesulitan (*simplicity*). Aspek *Usability* terbagi menjadi dua indikator yaitu kemudahan penggunaan media (*Operability*) dan kemudahan dalam mengakses media (*accessibility*). Hasil jumlah rerata kedua penilaian tersebut menunjukkan bahwa semua aspek dan indikator pencapaian sudah memenuhi syarat sebagai media pembelajaran dan layak untuk dikembangkan atau dilanjutkan pada proses uji lapangan.

hasil validasi ahli materi mendapat jumlah rerata 70,5 dengan kategori baik (B). Kuesioner ahli materi terdiri dua aspek penilaian yaitu aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Kualitas materi ditunjukkan oleh kesesuaian dan kelengkapan materi yang terkandung pada media yang dikembangkan dengan kurikulum pembelajaran. selain itu kualitas materi juga ditunjukkan oleh kemudahan siswa dalam memahami materi. Aspek kemanfaatan ditandai oleh sejauh mana materi pada media pembelajaran dapat membantu siswa dan guru dalam pembelajaran sehingga mendapatkan hasil belajar yang optimal. Hasil jumlah rerata validasi materi menunjukkan bahwa semua aspek materi sudah memenuhi syarat sebagai media pembelajaran dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

Saran-saran dari validator antara lain berkaitan dengan pembuatan manual penggunaan (*user manual*) trainer agar mudah dipahami oleh siswa, eksplorasi materi pelajaran yang berkaitan dengan media trainer lengan robot, dan perbaikan pada sistem kerja yang masih kurang. Saran-saran ini dijadikan bahan evaluasi atau revisi terhadap media trainer lengan robot sebelum diujicobakan di siswa.

Uji coba terhadap siswa dilakukan dalam dua tahap yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar (uji lapangan). Uji coba kelompok kecil melibatkan 6 siswa kelas XI Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih. Uji coba dilakukan dengan memperkenalkan media trainer yang akan dikembangkan guna mendapatkan penilaian dan masukan (saran) dari siswa sebelum dilakukan uji lapangan. Hasilnya diperoleh skor rerata total adalah 76,7 dengan kategori "Baik" berdasarkan pengelompokan skor skala lima. Saran-saran yang diberikan siswa

antara lain perbaikan pada gerak (*motion*) lengan saat memindahkan barang dan penjelasan lebih rinci terkait sistem kerja trainer.

Uji coba lapangan dilakukan dengan melibatkan 32 siswa kelas XI Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih Kulon Progo. Pada saat uji coba lapangan, dilakukan demonstrasi unjuk kerja trainer yaitu bagaimana cara menggunakan aplikasi roboplus motion, roboplus manager, dan roboplus task saat mengoperasikan trainer. Peneliti menjelaskan kepada siswa bagaimana cara membuat motion dan program lengan robot agar dapat mengambil dan menaruh benda sesuai alur kerja. Kemudian siswa dibagi menjadi dua kelompok dan diminta untuk mencoba menjalankan trainer sesuai instruksi peneliti. Setiap kelompok diwakili oleh satu orang siswa untuk mencoba mengoperasikan dan anggota yang lain memperhatikan dan suatu saat memberikan koreksi dan masukan kepada perwakilan tersebut tentang bagaimana cara mengoperasikan yang benar. Hasilnya adalah siswa mampu membuat gerakan lengan mengambil benda kerja pada kotak ambil. Ini menunjukkan bahwa media mudah dipahami sebagai alat bantu pembelajaran. Setelah siswa mencoba mengoperasikan trainer, peneliti membagikan kuesioner penilaian media kepada siswa yang di dalamnya memuat tiga aspek penilaian yaitu aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan aspek *usability*. Hasil respon siswa diperoleh jumlah rerata 83 dengan kategori sangat baik (A). Berdasarkan hasil penilaian siswa ini, maka media trainer lengan robot pemindah barang layak digunakan sebagai media pembelajaran.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dalam pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang maka dapat diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang menggunakan metode ADDIE yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*. Sistem robot terdiri dari sistem mekanik, sistem elektronik, dan sistem *software*. Sistem mekanik terdiri dari *box*, daerah kerja, konstruksi lengan, konstruksi penjepit, dan benda kerja. Sistem elektronik terdiri dari kontroler CM-530, sensor benda photodioda, dan *power supply*. Sistem *software* terdiri dari *motion* dan kode program. Trainer lengan robot mampu melakukan gerakan mengambil dan meletakkan benda kerja pada tempat yang sudah ditentukan.
2. Kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang berdasarkan penilaian ahli media, ahli materi, *peer viewer*, uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan. Penilaian oleh ahli media yang ditinjau dari tiga aspek (aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan Aspek *usability*) memperoleh skor total rerata sebesar 87 dengan kategori "Sangat Baik". Penilaian oleh ahli materi yang ditinjau dari dua aspek (aspek kualitas materi dan Aspek kemanfaatan) memperoleh skor total rerata sebesar 70,5 dengan kategori "Baik". Penilaian oleh *peer viewer* yang ditinjau dari tiga aspek (aspek *correctness*, aspek

*reliability*, dan Aspek *usability*) memperoleh skor total rerata sebesar 84,8 dengan kategori "Sangat Baik". Skor total jumlah rerata pada uji coba kelompok kecil adalah 76,7 dengan kategori "Baik" dan skor total jumlah rerata uji coba lapangan (kelompok besar) adalah 83,0 dengan kategori "Sangat Baik". Dari hasil uji coba tersebut maka media yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

## **B. Keterbatasan**

Pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang mempunyai beberapa keterbatasan diantaranya (1) lengan robot belum memiliki sensor benda pada bagian penjepit (*gripper*) sehingga robot tidak bisa memastikan benda kerja berhasil diambil dengan sempurna; (2) Trainer lengan robot belum memiliki *user manual* sehingga butuh waktu cukup lama bagi siswa untuk memahami sistem kerja trainer secara keseluruhan.

## **C. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran penelitian yang berkaitan dengan pengembangan media trainer lengan robot pemindah barang yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji efektivitas penggunaan media pembelajaran trainer lengan robot pemindah barang terhadap peningkatan hasil belajar siswa.
2. Pengembangan media trainer lengan robot pemidah barang ini bisa digunakan di sekolah pada mata pelajaran lain seperti sensor dan tranduser.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Faisal. (2015). *Pengembangan E-Modul Pembelajaran Pneumatik pada Mata Pelajaran Proses Dasar Kejuruan Mesin di SMKN 3 Yogyakarta*. Laporan Penelitian. FT UNY
- Daryanto. (2011). *Keterampilan Kejuruan Teknik Mekatronika*. Bandung: Satu Nusa
- Daryanto. (2010). *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media
- Endra Pitowarno. (2006). *Robotika Desain, Kontroler, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi
- giantika.ilearning.me (2014). *Interface pada Komputer Pc 2*. Diakses dari <http://giantika.ilearning.me/2014/02/19/interface-pada-komputer-pc-2>.  
Luvia, 2014. Pada tanggal 29 Desember 2015, Jam 07.00 WIB.
- hobbyking.com (2015). *Li Po Turnigy 2.2*. diakses dari <http://www.hobbyking.com>. Pada tanggal 26 Desember 2015, Jam 17.00 WIB.
- irmatrianjaswati-fst11.web.unair.ac.id (2015). *Artikel Sensor Photodiode*. Diakses dari [http://irmatrianjaswati-fst11.web.unair.ac.id/artikel\\_detail-84996-Sensor-sensor%20photodiode.html](http://irmatrianjaswati-fst11.web.unair.ac.id/artikel_detail-84996-Sensor-sensor%20photodiode.html). Pada tanggal 28 Desember 2015, Jam 15.00 WIB.
- Lee, William W. & Diana L. Owens (2004). *Multimedia-Base Instructional Design : Computer-based training, web-based training, distance broadcast training, performance-based solutions 2nd ed*. San Francisco: Pfeifer
- Mohamad Roisul Fata. (2015). *Pengembangan Perangkat Lunak Aplikasi Koreksi Lembar Jawab Berbasis Pengolahan Citra di SMK NU Hasyim Asy'ari Tarub dan SMKN 1 Adiwerna*. Laporan Penelitian. FT UNY
- Rayandra Asyhar. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi
- robotis.com (2015). *ROBOTIS e-Manual v1.21.00*. Diakses dari <http://support.robotis.com/en/product/auxdevice/controller/cm530.htm>. Pada tanggal 26 Desember 2015, Jam 04.00 WIB.
- robotis.com (2015). *ROBOTIS e-Manual v1.25.00*. Diakses dari [http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/ax\\_series/dxl\\_ax\\_actuator.htm](http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/ax_series/dxl_ax_actuator.htm). Pada tanggal 16 Desember 2015, Jam 15.00 WIB.

- Rusman, Deni Kurniawan, & Cepi Riayana. (2011). *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Depok: Rajawali Pers
- ryankudeta.wordpress.com (2015). *Pengertian Photodiode*. Diakses dari <https://ryankudeta.wordpress.com/2012/12/17/pengertian-photodiode/>. Pada tanggal 28 Desember 2015, Jam 13.00 WIB.
- sintasintya.wordpress.com (2014). *Macam dan Jenis Mikrokontroler Populer*. Diakses dari <https://sintasintya.wordpress.com/2014/11/04/3-macam-dan-jenis-mikrokontroler-populer/>. Pada tanggal 28 Desember 2015, Jam 15.00 WIB.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian & Pengembangan*. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur penelitian-Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rhineka Cipta
- Sukiman. (2011). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Pedagogia
- Taufik Dwi S.S. (2010). *Buku Pintar Robotika Bagaimana Merancang dan Membuat Robot Sendiri*. Yogyakarta: Andi
- teknikelektronika.com (2015). *Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya*. Diakses dari <http://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>. Pada tanggal 29 Desember 2015, Jam 05.00 WIB.
- Tri Hartono (2015). *Pengembangan Robot Lengan Lentur sebagai Media Pembelajaran pada Kompetensi Dasar Sistem Kontrol di SMKN 2 Pengasih*. Laporan Penelitian. FT UNY.
- Widhiarso. (2011). *SKALO Program Analisis Skala Guttman*. Diakses dari <http://widhiarso.staff.ugm.ac.id/wp/skalo-program-analisis-skala-guttman>. Pada tanggal 21 April 2016, Jam 14.00 WIB.
- Widodo. (2014). *Pengembangan E-Modul Praktik Mesin Bubut sebagai Sumber Belajar Kelas XI di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta*. Laporan Penelitian. FT UNY
- Wisnu Tri Nugroho. (2015). *Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri Yogyakarta*. Laporan Penelitian. FT UNY
- Zainal Arifin. (2011). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: Rosda

## KUESIONER LEMBAR EVALUASI OLEH AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perekayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih

Peneliti : Ahmad Habibullah

Validator :

### PETUNJUK:

Lembar kuesioner ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu selaku ahli media tentang produk berupa trainer lengan robot pemindah barang. Pendapat, saran, penilaian dan kritik Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk mengevaluasi dan memperbaiki produk yang dibuat agar menjadi lebih baik lagi.

Sehubungan dengan hal tersebut dimohon Bapak/Ibu memberikan pendapatnya pada setiap kolom pertanyaan dalam lembar evaluasi ini dengan memberikan tanda (√) pada kolom taraf ketercapaian dan skala penilaian.

### CONTOH:

Aspek	Pernyataan	Taraf Ketercapaian	
		YA	Tidak
<b>Correctness</b>	<b>Completeness</b>		
	1. Trainer ini sudah mampu melakukan proses pemindahan barang	√	

Aspek	Pernyataan	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
<b>Reliability</b>	<b>Accuracy</b>					
	1. Trainer ini sudah mampu melakukan proses pemindahan barang	√				

### KETERANGAN SKALA:

- 5 = Sangat Setuju**
- 4 = Setuju**
- 3 = Cukup Setuju**
- 2 = Kurang Setuju**
- 1 = Sangat Kurang Setuju**

### LEMBAR PENILAIAN OLEH VALIDATOR

Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini saya ucapkan terima kasih.

Aspek	Pernyataan	Taraf Ketercapaian	
		Ya	Tidak
<b>Correctness</b>	<b>Completeness</b>		
	1. Lengan robot telah mampu melakukan gerakan ambil benda kerja pada zona ambil		
	2. Lengan robot telah mampu melakukan gerakan taruh benda kerja pada zona taruh		
	3. Sensor benda berfungsi dengan baik		
	4. Tombol <i>power</i> berfungsi dengan baik		
	5. Tombol <i>play</i> berfungsi dengan baik		
	6. Tombol <i>mode</i> berfungsi dengan baik		
	7. Gripper mampu menjepit dan melepas benda kerja		
	8. Aplikasi <i>Roboplus Manager</i> berfungsi dengan baik		
	9. Aplikasi <i>Roboplus Motion</i> berfungsi dengan baik		
	10. Aplikasi <i>Roboplus Task</i> berfungsi dengan baik		
	11. Proses download berjalan dengan baik		
	<b>Consistency</b>		
	12. Lengan robot melakukan gerakan sama secara konsisten saat melakukan gerakan ambil dan menaruh benda		
	13. Sensor benda bekerja secara konsisten		
	14. Aplikasi Roboplus bekerja secara konsisten		

Aspek	Pernyataan	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
<b>Reliability</b>	<b>Accuracy</b>					
	15. Lengan robot mudah dalam melakukan ambil dan taruh benda kerja					
	16. Aplikasi Roboplus menyediakan <i>fitur</i> yang dibutuhkan pengguna dalam mengoperasikan lengan robot					
	17. Lengan robot mampu menaruh benda tepat pada kotak benda kerja					
	18. Trainer lengan robot membantu pengguna dalam mempelajari kinerja sistem robot					
	19. Aplikasi Roboplus membantu meningkatkan kemampuan pengguna dalam pemrograman					
	20. Trainer lengan robot dapat mempermudah guru (pengajar) dalam mempelajari perekayasaan sistem kontrol					
	21. Trainer lengan robot melakukan gerakan sesuai dengan rule kerja					
	<b>Simplicity</b>					
	22. Sistem kerja pada trainer lengan robot mudah dipahami tanpa kesulitan					
	23. Pengoperasian aplikasi Roboplus mudah dipahami tanpa kesulitan					
<b>Usability</b>	<b>Operability</b>					
	24. Trainer lengan robot mudah dioperasikan oleh pengguna					
	25. Aplikasi Roboplus mudah dioperasikan					

	oleh pengguna					
	26. Pemrograman menggunakan aplikasi Roboplus mudah dipelajari oleh pengguna					
	27. Pengguna dapat menjadi ahli dalam menggunakan aplikasi Roboplus ini dengan mudah					
	28. <i>Rule</i> kerja trainer lengan robot mudah dipahami oleh pengguna ketika membuat program					
<b><i>Accessibility</i></b>						
	29. Bahasa pemrograman yang digunakan mudah dipahami oleh pengguna					
	30. Bentuk tampilan aplikasi <i>roboplus</i> memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya					

Yogyakarta, ....., ..... 2016

Validator,

.....

NIP.



**ANGKET KELAYAKAN MATERI**  
**TERHADAP MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER LENGAN ROBOT**  
**PEMINDAH BARANG PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM**  
**KONTROL SISWA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA**  
**INDUSTRI SMK NEGERI 2 PENGASIH**

---

1. Petunjuk pengisian : Mohon isikan tanda centang/check (V) pada kolom jawaban yang menurut Bapak/Ibu merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai.

⊖ Kualitas materi

⊖ Kemanfaatan

3. Keterangan skala jawab:

**5 = sangat setuju**

**4 = Setuju**

**3 = Cukup Setuju**

**2 = Kurang Setuju**

**1 = sangat Kurang Setuju**

4. Contoh pengisian jawaban :

No	Kriteria Pengisian	Tingkat Kesesuaian				
		5	4	3	2	1
1	Materi yang terdapat dalam <i>jobsheet</i> memudahkan pengoperasian robot	V				

Jawaban statemen : saya sangat setuju bahwa materi yang terdapat dalam

*jobsheet* memudahkan pengoperasian robot

### LEMBAR PENILAIAN OLEH AHLI MATERI

Komentar atau saran Saudara mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan. Atas Kesediaan Saudara untuk mengisi lembar evaluasi ini saya ucapkan terima kasih.

No	Kriteria Pengisian	Tingkat Kesesuaian				
		5	4	3	2	1
A. Aspek Kualitas Materi						
1	Materi yang terdapat dalam <i>labsheet</i> ini sudah sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik					
2	Materi dalam <i>labsheet</i> ini sudah sesuai dengan kompetensi dasar pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik berkaitan akses I/O Berbantuan mikroprosessor dan mikrokontroller					
3	Materi yang disajikan dalam <i>labsheet</i> ini sudah lengkap					
4	Penyajian materi dalam <i>labsheet</i> ini sudah runtut					
5	Materi yang disajikan dalam <i>labsheet</i> ini sudah sesuai dengan media robot					
6	Penggunaan bahasa yang digunakan dalam <i>labsheet</i> ini mudah dipahami					
7	Materi yang disajikan dalam <i>labsheet</i> ini mudah dipahami oleh siswa SMK					
8	Dalam <i>labsheet</i> ini terdapat contoh latihan yang sesuai dengan materi					
9	Penyajian gambar dalam <i>labsheet</i> ini sudah jelas dan mudah dipahami					
10	Penyajian diagram alir dalam <i>labsheet</i> ini sudah					

	sesuai dengan teori yang digunakan					
11	<i>labsheet</i> ini memberikan keseimbangan penyajian antara tulisan dengan gambar					
12	Pemaparan input/output robot ini sudah jelas dan mudah dipahami					
13	Petunjuk penggunaan robot sudah jelas dan mudah dipahami					
14	<i>labsheet</i> ini memaparkan fungsi setiap bagian pada robot					
<b>B. Aspek Kemanfaatan</b>						
15	<i>labsheet</i> ini dapat membantu proses pembelajaran siswa dalam menggunakan robot					
16	<i>labsheet</i> ini dapat memudahkan siswa dalam memahami materi pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik					
17	<i>labsheet</i> ini dapat membantu guru pengajar dalam menyampaikan materi tentang pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik					
18	<i>labsheet</i> ini dapat membangkitkan minat dan perhatian siswa dalam menggunakan robot					
19	<i>labsheet</i> dapat digunakan siswa sebagai alat belajar mandiri					
20	<i>labsheet</i> ini dapat meningkatkan kompetensi siswa dalam pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik					

**KRITIK DAN SARAN:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## **KESIMPULAN**

1. Dengan ini, saya menyatakan bahwa media lengan robot \*)
  - a. Layak digunakan tanpa perbaikan
  - b. Layak digunakan dengan perbaikan
  - c. Tidak layak digunakan untuk penelitian

Yogyakarta, ....., ....., 2016

Validator

.....  
NIP .....

Keterangan:

\*) Lingkari opsi yang dipilih

**KUESIONER**  
**LEMBAR EVALUASI OLEH *PEER VIEWER***

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perencanaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih

Peneliti : Ahmad Habibullah

Nama *Peer Viewer* :

**PETUNJUK:**

Lembar kuesioner ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Saudara selaku pengguna tentang produk berupa trainer lengan robot pemindah barang. Pendapat, saran, penilaian dan kritik Saudara akan sangat bermanfaat untuk mengevaluasi dan memperbaiki produk yang dibuat agar menjadi lebih baik lagi.

Sehubungan dengan hal tersebut dimohon Saudara memberikan pendapatnya pada setiap kolom pertanyaan dalam lembar evaluasi ini dengan memberikan tanda (√) pada kolom taraf ketercapaian dan skala penilaian.

**CONTOH:**

Aspek	Pernyataan	Taraf Ketercapaian	
		YA	Tidak
<b>Correctness</b>	<b>Completeness</b>		
	1. Trainer ini sudah mampu melakukan proses pemindahan barang	√	

Aspek	Pernyataan	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
<b>Reliability</b>	<b>Accuracy</b>					
	1. Trainer ini sudah mampu melakukan proses pemindahan barang	√				

**KETERANGAN SKALA:**

- 5 = Sangat Setuju**
- 4 = Setuju**
- 3 = Cukup Setuju**
- 2 = Kurang Setuju**
- 1 = Sangat Kurang Setuju**

### LEMBAR PENILAIAN OLEH *PEER VIEWER*

Komentar atau saran Saudara mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan. Atas Kesediaan Saudara untuk mengisi lembar evaluasi ini saya ucapkan terimakasih.

Aspek	Pernyataan	Taraf Ketercapaian	
		Ya	Tidak
<b>Correctness</b>	<b>Completeness</b>		
	1. Lengan robot telah mampu melakukan gerakan ambil benda kerja pada zona ambil		
	2. Lengan robot telah mampu melakukan gerakan taruh benda kerja pada zona taruh		
	3. Sensor benda berfungsi dengan baik		
	4. Tombol <i>power</i> berfungsi dengan baik		
	5. Tombol <i>play</i> berfungsi dengan baik		
	6. Tombol <i>mode</i> berfungsi dengan baik		
	7. Gripper mampu menjepit dan melepas benda kerja		
	8. Aplikasi <i>Roboplus Manager</i> berfungsi dengan baik		
	9. Aplikasi <i>Roboplus Motion</i> berfungsi dengan baik		
	10. Aplikasi <i>Roboplus Task</i> berfungsi dengan baik		
	11. Proses download berjalan dengan baik		
	<b>Consistency</b>		
	12. Lengan robot melakukan gerakan sama secara konsisten saat melakukan gerakan ambil dan menaruh benda		
	13. Sensor benda bekerja secara konsisten		
	14. Aplikasi Roboplus bekerja secara konsisten		

Aspek	Pernyataan	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
<b>Reliability</b>	<b>Accuracy</b>					
	15. Lengan robot mudah dalam melakukan ambil dan taruh benda kerja					
	16. Aplikasi Roboplus menyediakan <i>fitur</i> yang dibutuhkan pengguna dalam mengoperasikan lengan robot					
	17. Lengan robot mampu menaruh benda tepat pada kotak benda kerja					
	18. Trainer lengan robot membantu pengguna dalam mempelajari kinerja sistem robot					
	19. Aplikasi Roboplus membantu meningkatkan kemampuan pengguna dalam pemrograman					
	20. Trainer lengan robot dapat mempermudah guru (pengajar) dalam mempelajari perekayasaan sistem kontrol					
	21. Trainer lengan robot melakukan gerakan sesuai dengan rule kerja					
	<b>Simplicity</b>					
	22. Sistem kerja pada trainer lengan robot mudah dipahami tanpa kesulitan					
	23. Pengoperasian aplikasi Roboplus mudah dipahami tanpa kesulitan					
<b>Usability</b>	<b>Operability</b>					
	24. Trainer lengan robot mudah dioperasikan oleh pengguna					
	25. Aplikasi Roboplus mudah dioperasikan					

	oleh pengguna					
	26. Pemrograman menggunakan aplikasi Roboplus mudah dipelajari oleh pengguna					
	27. Pengguna dapat menjadi ahli dalam menggunakan aplikasi Roboplus ini dengan mudah					
	28. <i>Rule</i> kerja trainer lengan robot mudah dipahami oleh pengguna ketika membuat program					
	<b><i>Accessibility</i></b>					
	29. Bahasa pemrograman yang digunakan mudah dipahami oleh pengguna					
	30. Bentuk tampilan aplikasi <i>roboplus</i> memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya					

**KRITIK DAN SARAN:**

.....

.....

.....

**KESIMPULAN**

1. Dengan ini, saya menyatakan bahwa media lengan robot \*)
  - a. Layak digunakan tanpa perbaikan
  - b. Layak digunakan dengan perbaikan
  - c. Tidak layak digunakan untuk penelitian

Yogyakarta, ....., ....., 2015  
Penilai

.....  
NIM. ....

Keterangan:

\*) Lingkari opsi yang dipilih



## KUESIONER

### LEMBAR EVALUASI OLEH SISWA

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perencanaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih

Peneliti : Ahmad Habibullah

Pengguna/Siswa :

#### PETUNJUK:

Lembar kuesioner ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Saudara selaku pengguna produk berupa trainer lengan robot pemindah barang. Pendapat, saran, penilaian dan kritik Saudara akan sangat bermanfaat untuk mengevaluasi dan memperbaiki produk yang dibuat agar menjadi lebih baik lagi.

Sehubungan dengan hal tersebut dimohon Saudara memberikan pendapatnya pada setiap kolom pertanyaan dalam lembar evaluasi ini dengan memberikan tanda (✓) pada kolom taraf ketercapaian dan skala penilaian.

#### CONTOH:

Aspek	Pernyataan	Taraf Ketercapaian	
		YA	Tidak
<b>Correctness</b>	<b>Completeness</b>		
	1. Trainer ini sudah mampu melakukan proses pemindahan barang	✓	

Aspek	Pernyataan	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
<b>Reliability</b>	<b>Accuracy</b>					
	1. Trainer ini sudah mampu melakukan proses pemindahan barang	✓				

#### KETERANGAN SKALA:

- 5 = Sangat Setuju**
- 4 = Setuju**
- 3 = Cukup Setuju**
- 2 = Kurang Setuju**
- 1 = Sangat Kurang Setuju**

### LEMBAR PENILAIAN OLEH SISWA

Komentar atau saran Saudara mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan. Atas Kesediaan Saudara untuk mengisi lembar evaluasi ini saya ucapkan terimakasih.

Aspek	Pernyataan	Taraf Ketercapaian	
		Ya	Tidak
<b>Correctness</b>	<b>Completeness</b>		
	1. Lengan robot telah mampu melakukan gerakan ambil benda kerja pada zona ambil		
	2. Lengan robot telah mampu melakukan gerakan taruh benda kerja pada zona taruh		
	3. Sensor benda berfungsi dengan baik		
	4. Tombol <i>power</i> berfungsi dengan baik		
	5. Tombol <i>play</i> berfungsi dengan baik		
	6. Tombol <i>mode</i> berfungsi dengan baik		
	7. Gripper mampu menjepit dan melepas benda kerja		
	8. Aplikasi <i>Roboplus Manager</i> berfungsi dengan baik		
	9. Aplikasi <i>Roboplus Motion</i> berfungsi dengan baik		
	10. Aplikasi <i>Roboplus Task</i> berfungsi dengan baik		
	11. Proses download berjalan dengan baik		
	<b>Consistency</b>		
	12. Lengan robot melakukan gerakan sama secara konsisten saat melakukan gerakan ambil dan menaruh benda		
	13. Sensor benda bekerja secara konsisten		
	14. Aplikasi Roboplus bekerja secara konsisten		

Aspek	Pernyataan	Skala Penilaian				
		5	4	3	2	1
<b>Reliability</b>	<b>Accuracy</b>					
	15. Lengan robot mudah dalam melakukan ambil dan taruh benda kerja					
	16. Aplikasi Roboplus menyediakan <i>fitur</i> yang dibutuhkan pengguna dalam mengoperasikan lengan robot					
	17. Lengan robot mampu menaruh benda tepat pada kotak benda kerja					
	18. Trainer lengan robot membantu pengguna dalam mempelajari kinerja sistem robot					
	19. Aplikasi Roboplus membantu meningkatkan kemampuan pengguna dalam pemrograman					
	20. Trainer lengan robot dapat mempermudah guru (pengajar) dalam mempelajari perekayasaan sistem kontrol					
	21. Trainer lengan robot melakukan gerakan sesuai dengan rule kerja					
	<b>Simplicity</b>					
	22. Sistem kerja pada trainer lengan robot mudah dipahami tanpa kesulitan					
	23. Pengoperasian aplikasi Roboplus mudah dipahami tanpa kesulitan					
<b>Usability</b>	<b>Operability</b>					
	24. Trainer lengan robot mudah dioperasikan oleh pengguna					
	25. Aplikasi Roboplus mudah dioperasikan					

	oleh pengguna					
	26. Pemrograman menggunakan aplikasi Roboplus mudah dipelajari oleh pengguna					
	27. Pengguna dapat menjadi ahli dalam menggunakan aplikasi Roboplus ini dengan mudah					
	28. <i>Rule</i> kerja trainer lengan robot mudah dipahami oleh pengguna ketika membuat program					
	<b><i>Accessibility</i></b>					
	29. Bahasa pemrograman yang digunakan mudah dipahami oleh pengguna					
	30. Bentuk tampilan aplikasi <i>roboplus</i> memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya					

#### **KRITIK DAN SARAN:**

.....

.....

.....

.....

#### **KESIMPULAN**

1. Dengan ini, saya menyatakan bahwa media lengan robot \*)
  - a. Layak digunakan tanpa perbaikan
  - b. Layak digunakan dengan perbaikan
  - c. Tidak layak digunakan untuk penelitian

Yogyakarta, ....., ....., 2015  
Pengguna

.....

NIS. ....

Keterangan:

\*) Lingkari opsi yang dipilih

Hal : Permohonan Validasi Instrumen Penelitian Media Pembelajaran Lengan Robot  
Lampiran : 1 bendel

Kepada Yth,

Bapak **Dr. Edy Supriyadi, M. Pd**

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro  
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:


Nama : Ahmad Habibullah  
NIM : 11518244002  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika  
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah  
Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem Kontrol  
Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di Smkn 2 Pengasih

Dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi instrumen penelitian terhadap penelitian media lengan robot sebagai media pembelajaran yang telah saya susun.

Demikian permohonan ini saya susun, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 19, Mei, 2016

Pemohon


  
Ahmad Habibullah  
NIM. 11518244002

Mengetahui,

Kaprodi, Jurusan Pend. Teknik Elektro

  
Herlambang Sigit Pramono, ST, M.Cs  
NIP. 196508291999031001

Dosen Pembimbing TAS

  
Sigit Yatmono, MT  
NIP. 197301251999031001

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI**  
**INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Edy Supriyadi, M. Pd  
NIP : 19611003 198703 1 002  
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Menyatakan bahwa instrumen TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ahmad Habibullah  
NIM : 11518244002  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika  
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perekayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Pengasih

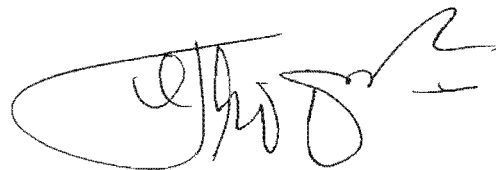
Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian  
☒ Layak digunakan dengan perbaikan  
☐ Tidak Layak digunakan untuk penelitian

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, *19*, *Mei*..... 2016

Validator,



**Dr. Edy Supriyadi, M. Pd**

NIP. 19611003 198703 1 002

☐ Beri Tanda (√)

**HASIL VALIDASI**  
**INSTRUMEN PENELITIAN TAS**

Nama Mahasiswa : Ahmad Habibullah  
NIM : 11518244002  
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Pengasih

**Saran/Tanggapan:**

① - Kisi-kisi instrumen perlu disesuaikan dengan 'Kajian pustaka'

② - Alternatif jawaban perlu diperbaiki (Ditertarikan mikroskop)

③ - Kebenaran materi dan format layout materi perlu ada

④ - Perbaiki beberapa butir (keseluruhan)

Yogyakarta, 19, Mei 2016

Validator,



**Dr. Edy Supriyadi, M. Pd**

NIP. 19611003 198703 1 002

Hal : Permohonan Validasi Instrumen Penelitian Media Pembelajaran Lengan Robot  
Lampiran : 1 bendel

Kepada Yth,

Bapak **Ketut Ima Ismara, M.Pd, M.Kes**

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro

di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Ahmad Habibullah

NIM : 11518244002

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah  
Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem Kontrol  
Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di Smkn 2 Pengasih

Dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi instrumen penelitian terhadap penelitian media lengan robot sebagai media pembelajaran yang telah saya susun.

Demikian permohonan ini saya susun, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 24.....Mei....., 2016

Pemohon



Ahmad Habibullah  
NIM. 11518244002

Mengetahui,

Kaprodi, Jurusan Pend. Teknik Elektro



Herlambang Sigit Pramono, ST, M.Cs  
NIP. 196508291999031001

Dosen Pembimbing TAS



Sigit Yatmono, MT  
NIP. 197301251999031001



**SURAT PERNYATAAN VALIDASI**  
**INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ketut Ima Ismara, M.Pd, M.Kes

NIP : 196109111990011001

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Menyatakan bahwa instrumen TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ahmad Habibullah

NIM : 11518244002

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot  
Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem  
Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri  
2 Pengasih

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

☐

Layak digunakan untuk penelitian

☒

Layak digunakan dengan perbaikan

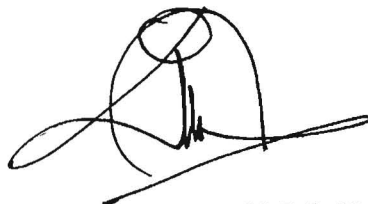
☐

Tidak Layak digunakan untuk penelitian

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 24, Mei ..... 2016

Validator,



**Ketut Ima Ismara, M.Pd, M.Kes**

NIP. 196109111990011001

☐

Beri Tanda (√)

**HASIL VALIDASI**  
**INSTRUMEN PENELITIAN TAS**

Nama Mahasiswa : Ahmad Habibullah  
NIM : 11518244002  
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Pengasih

**Saran/Tanggapan:**

- ① Gunakan kata dan bahasa yang baku dan tepat
- ② Peneliti tidak boleh memvalidasi software/perangkat lunak karya orang lain tanpa meminta izin, sehingga validasi yg terkait softwarenya diabaikan
- ③ Perlu dilakukan perbaikan pada instrumen seperti yg tertera pada lembar validasi yg telah di berikan

Yogyakarta, 24, Mei 2016  
Validator,

**Ketut Ima Ismara, M.Pd, M.Kes**  
NIP. 196109111990011001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

Telp. (0274) 586168 psw. 276,289,292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734

website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail: [ft@uny.ac.id](mailto:ft@uny.ac.id) ; [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)



Certificate No: QSC 00592

Nomor : 2846/H34/PL/2015

24 Nopember 2015

Lamp. : -

Hal : Ijin Penelitian

Yth.

- 1 . Gubernur DIY c.q. Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY
- 2 . Gubernur Provinsi DIY c.q. Ka. Bappeda Provinsi DIY
- 3 . Bupati Kabupaten Kulonprogo c.q. Kepala Badan Pelayanan Terpadu Kabupaten Kulonprogo
- 4 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Provinsi DIY
- 5 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Kabupaten Kulonprogo
- 6 . Kepala SMK Negeri 2 Pengasih

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pemindah Barang Untuk Mata Pelajaran Teknik Perakayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Pengasih , bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Ahmad Habibullah	11518244002	Pend. Teknik . Mekatronika - S1	SMK Negeri 2 Pengasih

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Sigit Yatmono, M.T.

NIP : 19730125 199903 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Tanggal 27 November 2015 s/d Selesai.

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.



Wakil Dekan I

Dr. Sunaryo Soenarto

NIP. 19580630 198601 1 001

Tembusan :  
Ketua Jurusan





**PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
SEKRETARIAT DAERAH**

Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)  
YOGYAKARTA 55213

**SURAT KETERANGAN / IJIN**

070/REG/VI/207/12/2015

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK** Nomor : **2846/H34/PL/2015**  
Tanggal : **27 NOVEMBER 2015** Perihal : **IJIN PENELITIAN/RISET**

- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
  2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 20 Tahun 2011, tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Kementerian Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
  3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah.
  4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

**DIIJINKAN** untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : **AHMAD HABIBULLAH** NIP/NIM : **11518244002**  
Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
Judul : **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAN SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI DI SMKN 2 PENGASIH**  
Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**  
Waktu : **10 DESEMBER 2015 s/d 10 MARET 2016**

**Dengan Ketentuan**

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan \*) dari Pemerintah Daerah DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website [adbang.jogjapro.go.id](http://adbang.jogjapro.go.id) dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website [adbang.jogjapro.go.id](http://adbang.jogjapro.go.id);
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta  
Pada tanggal **10 DESEMBER 2015**  
A.n Sekretaris Daerah  
Asisten Perekonomian dan Pembangunan  
Ub.  
Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Dra. Puji Astuti, M.Si

NIP. 19500525 198503 2 006

**Tembusan :**

1. GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (SEBAGAI LAPORAN)
2. BUPATI KULON PROGO C.Q KPT KULON PROGO
3. DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY
4. WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
5. YANG BERSANGKUTAN





**SURAT KETERANGAN / IZIN**

Nomor : 070.2 /00996/XII/2015

Memperhatikan : Surat dari Sekretariat Daerah Provinsi DIY Nomor: 070/REG/v/207/12/2015, Tanggal: 10 Desember 2015, Perihal: Izin Penelitian

Mengingat :

1. Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 61 Tahun 1983 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri;
2. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pengembangan, Pengkajian dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta;
3. Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo Nomor : 16 Tahun 2012 tentang Pembentukan Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Teknis Daerah;
4. Peraturan Bupati Kulon Progo Nomor : 73 Tahun 2012 tentang Uraian Tugas Unsur Organisasi Terendah Pada Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu..

Diizinkan kepada : **AHMAD HABIBULLAH**  
NIM / NIP : **11518244002**  
PT/Instansi : **UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
Keperluan : **IZIN PENELITIAN**  
Judul/Tema : **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI DI SMKN 2 PENGASIH**

Lokasi : **SMK NEGERI 2 PENGASIH KABUPATEN KULON PROGO**

Waktu : **10 December 2015 s/d 10 March 2016**

1. Terlebih dahulu menemui/melaporkan diri kepada Pejabat Pemerintah setempat untuk mendapat petunjuk seperlunya.
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku.
3. Wajib menyerahkan hasil Penelitian/Riset kepada Bupati Kulon Progo c.q. Kepala Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu Kabupaten Kulon Progo.
4. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk kepentingan ilmiah.
5. Apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan menjadi tanggung jawab sepenuhnya peneliti
6. Surat izin ini dapat diajukan untuk mendapat perpanjangan bila diperlukan.
7. Surat izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan tersebut di atas.

Ditetapkan di : **Wates**  
Pada Tanggal : **15 December 2015**

**KEPALA**  
**BADAN PENANAMAN MODAL**  
**DAN PERIZINAN TERPADU**

  
**AGUNG KURNIAWAN, S.IP., M.Si**  
**Pembina Tk.I ; IV/b**  
**NIP.19680805 199603 1 005**

Tembusan kepada Yth. :

1. Bupati Kulon Progo (Sebagai Laporan)
2. Kepala Bappeda Kabupaten Kulon Progo
3. Kepala Kantor Kesbangpol Kabupaten Kulon Progo
4. Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Kulon Progo
5. Kepala SMK Negeri 2 Pengasih
6. Yang bersangkutan
7. Arsip



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 2 PENGASIH  
Jalan KRT, Kertodiningrat, Margosari Pengasih, Kulon Progo, Yogyakarta  
Telpn (0274) 773029, Fax. (0274) 774289, 773888, e-mail : smk2pengasih\_kp@yahoo.com  
homepage : www.smk2pengasih.sch.id



F/4.2.3/KTU/2

06 Oktober 2009

SMK N 2 Pengasih

### SURAT IJIN PENELITIAN

No. : 070.2/1544

Dasar : Surat dari Fakultas Teknik UNY, No. 2846/H34/PL/2015, tanggal 24 November 2015

Dengan ini Kepala SMK N 2 Pengasih memberikan ijin kepada:

Nama : **AHMAD HABIBULLAH**  
NIM : 11518244002  
PT / INSTANSI : UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Untuk melaksanakan penelitian pada Instansi kami dengan ketentuan:

Waktu : 27 Nopember 2015 s.d Selesai

Judul :

**"PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER  
LENGAN ROBOT PEMINDAH BARANG UNTUK MATA  
PELAJARAN TEKNIK PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DI SMK N 2 PENGASIH"**

Surat ijin ini diberikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Kulon Progo, 26 November 2015

Kepala Sekolah

**Dra. Rr. ISTIHARI NUGRAHENI, M.Hum.**

NIP. 19611023 198803 2 001

## ANALISIS KEBUTUHAN

No	Pernyataan	Hasil Obeservasi
1.	Kebutuhan komputer (laptop) minimal	Netbook samsung NC108
2.	Kebutuhan kabel penghubung komputer dan CM-530	Kabel USB-mini
3.	Kebutuhan <i>charger</i> baterai	<i>Yuntong Intelegant Lithium Balance Charger</i>
4.	Kebutuhan <i>power Supply</i>	Adaptor Output 12 VDC
5.	Kebutuhan <i>software</i>	<i>Roboplus Task, Roboplus Motion, Roboplus Manager</i>
6.	Kebutuhan benda kerja	<i>Steroform</i>
7.	Kebutuhan <i>box trainer</i>	Akrilik
8.	penjepit	<i>Gripper</i> terbuat dari aluminium
9.	kontroler	CM-530
10.	Motor servo	<i>Dynamixel AX-12A</i>
11.	Sensor Benda	Sensor Photodioda
12.	tombol	Saklar <i>push button</i>
13.	Pengujian yang digunakan untuk kerja	Pengujian dilakukan dengan lengan robot mengambil dan menaruh benda kerja
14.	Pengujian yang digunakan untuk unjuk kerja trainer	Pengujian dilakukan oleh dosen dan siswa

### **Konversi Interval Skor Total Ke Skala Lima (Penilaian Ahli Media)**

**1. Aspek Correctness**

Jumlah Butir	= 14
Skala Tertinggi	= 1
Skala Terendah	= 0
Skor Tertinggi Ideal	= 14 x 1
	= 14
Skor Terendah Ideal	= 14 x 0
	= 0
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (14 + 0)
	= 7
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (14 - 0)
	= 2,33

**2. Aspek *Reliability***

Jumlah Butir	= 9
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 9 x 5
	= 45
Skor Terendah Ideal	= 9 x 1
	= 9
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (45 + 9)
	= 27
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (45 - 9)
	= 6

**3. Aspek *Reliability***

Jumlah Butir	= 7
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 7 x 5
	= 35
Skor Terendah Ideal	= 7 x 1
	= 7



$$\begin{aligned}\text{Skor Rerata Ideal } (X_i) &= \frac{1}{2} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} + \text{Skor Terendah Ideal}) \\ &= \frac{1}{2} \times (35 + 7) \\ &= 21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Simpangan Baku Ideal (Sbi)} &= \frac{1}{6} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} - \text{Skor Terendah Ideal}) \\ &= \frac{1}{6} \times (35 - 7) \\ &= 4,67\end{aligned}$$

Persamaan Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	A	Sangat Baik
2	$x_i + 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	B	Baik
3	$x_i - 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 0,60 \text{ Sbi}$	C	Cukup
4	$x_i - 1,80 \text{ Sbi} < X \leq x_i - 0,60 \text{ Sbi}$	D	Kurang
5	$X \leq x_i - 1,80 \text{ Sbi}$	E	Sangat Kurang

Rumus rerata skor pernyataan masing-masing aspek penilaia

$$X = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

Keterangan:

$X$  = Rerata skor

$\sum \bar{X}$  = jumlah skor

$n$  = jumlah penilai

Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi

Aspek Penilaian	Interval Skor	Nilai	Kategori
<i>Correctness</i>	$X > 11,2$	A	Sangat Baik
	$8,4 < X \leq 11,2$	B	Baik
	$5,6 < X \leq 8,4$	C	Cukup
	$2,8 < X \leq 5,6$	D	Kurang
	$X \leq 2,8$	E	Sangat Kurang
<i>Reliability</i>	$X > 37,8$	A	Sangat Baik
	$30,6 < X \leq 37,8$	B	Baik
	$23,4 < X \leq 30,6$	C	Cukup
	$16,2 < X \leq 23,4$	D	Kurang
	$X \leq 16,2$	E	Sangat Kurang
<i>Usability</i>	$X > 29,4$	A	Sangat Baik
	$23,8 < X \leq 29,4$	B	Baik
	$18,2 < X \leq 23,8$	C	Cukup
	$12,6 < X \leq 18,2$	D	Kurang
	$X \leq 12,6$	E	Sangat Kurang



### **Konversi Interval Skor Total Ke Skala Lima (Penilaian Ahli Materi)**

#### 1. Aspek Kualitas Materi

Jumlah Butir	= 14
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 14 x 5
	= 70
Skor Terendah Ideal	= 14 x 1
	= 14
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (70 + 14)
	= 42
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (70 – 14)
	= 9,33

#### 2. Aspek Kemanfaatan

Jumlah Butir	= 6
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 6 x 5
	= 30
Skor Terendah Ideal	= 6 x 1
	= 6
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (30 + 6)
	= 18
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (30 – 6)
	= 4

Persamaan Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > x_i + 1,80 S_{Bi}$	A	Sangat Baik
2	$x_i + 0,60 S_{Bi} < X \leq x_i + 1,80 S_{Bi}$	B	Baik
3	$x_i - 0,60 S_{Bi} < X \leq x_i + 0,60 S_{Bi}$	C	Cukup
4	$x_i - 1,80 S_{Bi} < X \leq x_i - 0,60 S_{Bi}$	D	Kurang
5	$X \leq x_i - 1,80 S_{Bi}$	E	Sangat Kurang

Rumus rerata skor pernyataan masing-masing aspek penilaia

$$X = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

Keterangan:

$X$  = Rerata skor

$\sum \bar{X}$  = jumlah skor

$n$  = jumlah penilai

Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Interval Skor	Nilai	Kategori
Aspek Kualitas Materi	$X > 58,79$	A	Sangat Baik
	$47,6 < X \leq 58,79$	B	Baik
	$36,4 < X \leq 47,6$	C	Cukup
	$25,2 < X \leq 47,6$	D	Kurang
	$X \leq 25,2$	E	Sangat Kurang
Aspek Kemanfaatan	$X > 25,2$	A	Sangat Baik
	$20,4 < X \leq 25,2$	B	Baik
	$15,6 < X \leq 20,4$	C	Cukup
	$10,8 < X \leq 15,6$	D	Kurang
	$X \leq 10,8$	E	Sangat Kurang

**Konversi Interval Skor Total Ke Skala Lima  
(Penilaian *Peer Viewer*)**

1. Aspek *Correctness*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Butir} &= 14 \\
 \text{Skala Tertinggi} &= 1 \\
 \text{Skala Terendah} &= 0 \\
 \text{Skor Tertinggi Ideal} &= 14 \times 1 \\
 &= 14 \\
 \text{Skor Terendah Ideal} &= 14 \times 0 \\
 &= 0 \\
 \text{Skor Rerata Ideal } (X_i) &= \frac{1}{2} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} + \text{Skor Terendah Ideal}) \\
 &= \frac{1}{2} \times (14 + 0) \\
 &= 7 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal (SBI)} &= \frac{1}{6} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} - \text{Skor Terendah Ideal}) \\
 &= \frac{1}{6} \times (14 - 0) \\
 &= 2,33
 \end{aligned}$$

2. Aspek *Reliability*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Butir} &= 9 \\
 \text{Skala Tertinggi} &= 5 \\
 \text{Skala Terendah} &= 1 \\
 \text{Skor Tertinggi Ideal} &= 9 \times 5 \\
 &= 45 \\
 \text{Skor Terendah Ideal} &= 9 \times 1 \\
 &= 9 \\
 \text{Skor Rerata Ideal } (X_i) &= \frac{1}{2} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} + \text{Skor Terendah Ideal}) \\
 &= \frac{1}{2} \times (45 + 9) \\
 &= 27 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal (SBI)} &= \frac{1}{6} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} - \text{Skor Terendah Ideal}) \\
 &= \frac{1}{6} \times (45 - 9) \\
 &= 6
 \end{aligned}$$

3. Aspek *Reliability*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Butir} &= 7 \\
 \text{Skala Tertinggi} &= 5 \\
 \text{Skala Terendah} &= 1 \\
 \text{Skor Tertinggi Ideal} &= 7 \times 5 \\
 &= 35 \\
 \text{Skor Terendah Ideal} &= 7 \times 1 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

$$\text{Skor Rerata Ideal } (X_i) = \frac{1}{2} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} + \text{Skor Terendah Ideal})$$

$$= \frac{1}{2} \times (35 + 7)$$

$$= 21$$

$$\text{Simpangan Baku Ideal (Sbi)} = \frac{1}{6} \times (\text{skor Tertinggi Ideal} - \text{Skor Terendah Ideal})$$

$$= \frac{1}{6} \times (35 - 7)$$

$$= 4,67$$

Persamaan Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	A	Sangat Baik
2	$x_i + 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	B	Baik
3	$x_i - 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 0,60 \text{ Sbi}$	C	Cukup
4	$x_i - 1,80 \text{ Sbi} < X \leq x_i - 0,60 \text{ Sbi}$	D	Kurang
5	$X \leq x_i - 1,80 \text{ Sbi}$	E	Sangat Kurang

Rumus rerata skor pernyataan masing-masing aspek penilaia

$$X = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

Keterangan:

$X$  = Rerata skor

$\sum \bar{X}$  = jumlah skor

$n$  = jumlah penilai

Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi

Aspek Penilaian	Interval Skor	Nilai	Kategori
<i>Correctness</i>	$X > 11,2$	A	Sangat Baik
	$8,4 < X \leq 11,2$	B	Baik
	$5,6 < X \leq 8,4$	C	Cukup
	$2,8 < X \leq 5,6$	D	Kurang
	$X \leq 2,8$	E	Sangat Kurang
<i>Reliability</i>	$X > 37,8$	A	Sangat Baik
	$30,6 < X \leq 37,8$	B	Baik
	$23,4 < X \leq 30,6$	C	Cukup
	$16,2 < X \leq 23,4$	D	Kurang
	$X \leq 16,2$	E	Sangat Kurang
<i>Usability</i>	$X > 29,4$	A	Sangat Baik
	$23,8 < X \leq 29,4$	B	Baik
	$18,2 < X \leq 23,8$	C	Cukup
	$12,6 < X \leq 18,2$	D	Kurang
	$X \leq 12,6$	E	Sangat Kurang

### Konversi Interval Skor Total Ke Skala Lima (Penilaian Siswa Uji Kelompok Kecil)

1. Aspek *Correctness*

Jumlah Butir	= 14
Skala Tertinggi	= 1
Skala Terendah	= 0
Skor Tertinggi Ideal	= 14 x 1
	= 14
Skor Terendah Ideal	= 14 x 0
	= 0
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (14 + 0)
	= 7
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (14 - 0)
	= 2,33

2. Aspek *Reliability*

Jumlah Butir	= 9
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 9 x 5
	= 45
Skor Terendah Ideal	= 9 x 1
	= 9
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (45 + 9)
	= 27
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (45 - 9)
	= 6

3. Aspek *Reliability*

Jumlah Butir	= 7
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 7 x 5
	= 35
Skor Terendah Ideal	= 7 x 1
	= 7
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (35 + 7)

$$\begin{aligned}
 &= 21 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal (Sbi)} &= \frac{1}{6} \times (\text{skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal}) \\
 &= \frac{1}{6} \times (35 - 7) \\
 &= 4,67
 \end{aligned}$$

Persamaan Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	A	Sangat Baik
2	$x_i + 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	B	Baik
3	$x_i - 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 0,60 \text{ Sbi}$	C	Cukup
4	$x_i - 1,80 \text{ Sbi} < X \leq x_i - 0,60 \text{ Sbi}$	D	Kurang
5	$X \leq x_i - 1,80 \text{ Sbi}$	E	Sangat Kurang

Rumus rerata skor pernyataan masing-masing aspek penilaia

$$X = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

Keterangan:

$X$  = Rerata skor

$\sum \bar{X}$  = jumlah skor

$n$  = jumlah penilai

Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi

Aspek Penilaian	Interval Skor	Nilai	Kategori
<i>Correctness</i>	$X > 11,2$	A	Sangat Baik
	$8,4 < X \leq 11,2$	B	Baik
	$5,6 < X \leq 8,4$	C	Cukup
	$2,8 < X \leq 5,6$	D	Kurang
	$X \leq 2,8$	E	Sangat Kurang
<i>Reliability</i>	$X > 37,8$	A	Sangat Baik
	$30,6 < X \leq 37,8$	B	Baik
	$23,4 < X \leq 30,6$	C	Cukup
	$16,2 < X \leq 23,4$	D	Kurang
	$X \leq 16,2$	E	Sangat Kurang
<i>Usability</i>	$X > 29,4$	A	Sangat Baik
	$23,8 < X \leq 29,4$	B	Baik
	$18,2 < X \leq 23,8$	C	Cukup
	$12,6 < X \leq 18,2$	D	Kurang
	$X \leq 12,6$	E	Sangat Kurang



### Konversi Interval Skor Total Ke Skala Lima (Penilaian Siswa Uji Lapangan)

1. Aspek *Correctness*

Jumlah Butir	= 14
Skala Tertinggi	= 1
Skala Terendah	= 0
Skor Tertinggi Ideal	= 14 x 1
	= 14
Skor Terendah Ideal	= 14 x 0
	= 0
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (14 + 0)
	= 7
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (14 - 0)
	= 2,33

2. Aspek *Reliability*

Jumlah Butir	= 9
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 9 x 5
	= 45
Skor Terendah Ideal	= 9 x 1
	= 9
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (45 + 9)
	= 27
Simpangan Baku Ideal (S <sub>Bi</sub> )	= $\frac{1}{6}$ x (skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{6}$ x (45 - 9)
	= 6

3. Aspek *Reliability*

Jumlah Butir	= 7
Skala Tertinggi	= 5
Skala Terendah	= 1
Skor Tertinggi Ideal	= 7 x 5
	= 35
Skor Terendah Ideal	= 7 x 1
	= 7
Skor Rerata Ideal ( $X_i$ )	= $\frac{1}{2}$ x (skor Tertinggi Ideal+Skor Terendah Ideal)
	= $\frac{1}{2}$ x (35 + 7)

$$\begin{aligned}
 &= 21 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal (Sbi)} &= \frac{1}{6} \times (\text{skor Tertinggi Ideal-Skor Terendah Ideal}) \\
 &= \frac{1}{6} \times (35 - 7) \\
 &= 4,67
 \end{aligned}$$

Persamaan Konversi Skor Ideal Menjadi Nilai Skala Lima

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X > x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	A	Sangat Baik
2	$x_i + 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 1,80 \text{ Sbi}$	B	Baik
3	$x_i - 0,60 \text{ Sbi} < X \leq x_i + 0,60 \text{ Sbi}$	C	Cukup
4	$x_i - 1,80 \text{ Sbi} < X \leq x_i - 0,60 \text{ Sbi}$	D	Kurang
5	$X \leq x_i - 1,80 \text{ Sbi}$	E	Sangat Kurang

Rumus rerata skor pernyataan masing-masing aspek penilaia

$$X = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

Keterangan:

$X$  = Rerata skor

$\sum \bar{X}$  = jumlah skor

$n$  = jumlah penilai

Konversi Skor Berdasarkan Aspek Validasi

Aspek Penilaian	Interval Skor	Nilai	Kategori
<i>Correctness</i>	$X > 11,2$	A	Sangat Baik
	$8,4 < X \leq 11,2$	B	Baik
	$5,6 < X \leq 8,4$	C	Cukup
	$2,8 < X \leq 5,6$	D	Kurang
	$X \leq 2,8$	E	Sangat Kurang
<i>Reliability</i>	$X > 37,8$	A	Sangat Baik
	$30,6 < X \leq 37,8$	B	Baik
	$23,4 < X \leq 30,6$	C	Cukup
	$16,2 < X \leq 23,4$	D	Kurang
	$X \leq 16,2$	E	Sangat Kurang
<i>Usability</i>	$X > 29,4$	A	Sangat Baik
	$23,8 < X \leq 29,4$	B	Baik
	$18,2 < X \leq 23,8$	C	Cukup
	$12,6 < X \leq 18,2$	D	Kurang
	$X \leq 12,6$	E	Sangat Kurang

DATA HASIL EVALUASI PRODUK OLEH AHLI MEDIA

VALIDATOR	BUTIR ASPEK PENILAIAN																										Analisis										
	CORRECTNESS														Sub Tot	Kate gori	RELIABILITY								Sub Tot	Kate gori			USABILITY								Sub Tot
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17	18	19	20	21	22			23	24	25	26	27	28	29	30			
Moch. Khairudin MT,Ph.D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	12	SB	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	35	SB	91	SB			
Ariadie Chandra N., MT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4	5	4	31	SB	83	SB		
	Jumlah														26		Jumlah								82		Jumlah								66		
	Rerata Skor														13	SB	Rerata Skor								41	SB	Rerata Skor								33	SB	

Keterangan:

SB : Sangat Baik

B : Baik

C : Cukup

K : Kurang

SK : Sangat Kurang

Lampiran 5.g

**DATA HASIL EVALUASI PRODUK OLEH AHLI MATERI**

VALIDATOR	BUTIR ASPEK PENILAIAN																						Analisis			
	ASPEK KUALITAS MATERI														Sub Tot	Kategori	ASPEK KEMANFAATAN						Sub Tot	Kategori		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17	18	19	20				
	Andik Asmara, M.Pd	3	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	2	44	C	3	3	3	4	3	2	18	C	62
Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T, M.T	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	5	55	B	4	4	4	4	4	4	24	B	79	B
	Jumlah														99		Jumlah						42			
	Rerata Skor														49,5	B	Rerata Skor						21	B		
Skor Total															141											
Rerata Skor															70,5											
Kategori															B											

**Keterangan:**

**SB** : Sangat Baik

**B** : Baik

**C** : Cukup

**K** : Kurang

**SK** : Sangat Kurang

DATA HASIL EVALUASI PRODUK OLEH *PEER VIEWER*

VALIDATOR	BUTIR ASPEK PENILAIAN																												Analisis								
	CORRECTNESS														Sub Tot	Kate gori	RELIABILITY										Sub Tot	Kate gori			USABILITY						Sub Tot
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			25	26	27	28	29	30			
Salman Agustiwan A.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	5	5	5	5	4	4	4	41	SB	4	4	4	4	3	3	3	25	B	80	SB
Rodiman AR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	5	5	5	4	4	4	3	38	SB	4	4	4	3	4	4	4	27	B	79	SB
Muhamad Iskandar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	5	4	5	5	5	5	4	43	SB	5	5	5	4	5	5	5	34	SB	91	SB
Febrian Yulius	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	5	4	4	5	5	5	5	43	SB	4	4	4	4	5	4	5	30	SB	87	SB
Machmudah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	5	5	4	5	5	5	5	44	SB	5	4	4	4	5	4	4	30	SB	88	SB
	Jumlah														70		Jumlah										209		Jumlah						146		
	Rerata Skor														14	SB	Rerata Skor										41,5	SB	Rerata Skor						29,2	B	
Skor Total														425																							
Rerata Skor														85																							
Kategori														SB																							

Keterangan:

SB : Sangat Baik

B : Baik

C : Cukup

K : Kurang

SK : Sangat Kurang

DATA HASIL UJI COBA KELOMPOK KECIL

VALIDATOR	BUTIR ASPEK PENILAIAN																										Analisis											
	CORRECTNESS														Sub Tot	Kategori	RELIABILITY												Sub Tot	Kategori	USABILITY						Sub Tot	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			27	28	29	30				
Siswa 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	3	4	4	4	3	4	4	33	B	4	4	4	3	3	4	5	27	B	74	B
Siswa 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	3	4	4	4	4	4	4	34	B	4	4	4	4	4	4	4	28	B	76	B
Siswa 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	B	4	4	4	4	4	4	4	28	B	78	B
Siswa 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	3	4	4	4	3	4	4	34	B	4	5	4	4	4	4	4	29	B	77	B
Siswa 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	4	4	4	5	4	4	4	36	B	4	4	4	5	4	5	4	30	SB	80	SB
Siswa 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	4	4	4	3	4	4	4	34	B	4	4	4	3	4	4	4	27	B	75	B
Jumlah															84		Jumlah										207		Jumlah						169			
Rerata Skor															14	SB	Rerata Skor										34,5	B	Rerata Skor						28,2	B		
Skor Total															460																							
Rerata Skor															76,7																							
Kategori															B																							

Keterangan:

SB : Sangat Baik

B : Baik

C : Cukup

K : Kurang

SK : Sangat Kurang

DATA HASIL UJI COBA LAPANGAN

VALIDATOR	BUTIR ASPEK PENILAIAN																									Analisis													
	CORRECTNESS														Sub Tot	Kate gori	RELIABILITY							Sub Tot	Kate gori			USABILITY						Sub Tot	Kate gori				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17	18	19	20	21			22	23	24	25	26	27	28	29			30	To tal	Kate gori	
Siswa 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	5	4	4	5	4	5	3	3	36	B	4	4	4	4	4	4	28	B	78	B		
Siswa 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	4	5	4	5	3	3	37	B	4	4	4	4	4	4	28	B	79	SB		
Siswa 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	5	4	4	5	5	5	5	42	SB	5	5	5	4	4	4	5	32	SB	88	SB	
Siswa 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	5	4	4	5	4	4	4	39	SB	5	4	4	4	4	4	4	29	B	82	SB	
Siswa 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	4	4	5	5	5	2	4	39	SB	4	4	5	4	4	4	4	29	SB	82	SB	
Siswa 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	B	4	4	4	4	4	4	4	28	B	78	B	
Siswa 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	5	4	4	4	4	4	38	SB	5	4	4	4	4	4	4	29	B	81	SB	
Siswa 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	4	4	4	5	5	4	4	37	B	4	4	4	3	4	4	4	27	B	78	B	
Siswa 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	5	5	5	5	5	4	5	43	SB	5	5	5	4	5	5	5	34	SB	91	SB	
Siswa 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	4	4	5	5	4	2	4	36	B	4	4	5	4	4	4	4	29	B	79	SB	
Siswa 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	3	5	5	5	3	3	4	38	SB	3	4	4	4	4	3	4	26	SB	78	B	
Siswa 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	4	5	5	5	5	5	5	44	SB	4	4	4	4	4	4	4	28	B	86	SB	
Siswa 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	4	5	5	4	5	4	4	41	SB	4	4	4	4	5	4	4	29	B	84	SB	
Siswa 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	4	4	5	5	4	4	4	39	SB	4	4	4	4	4	4	4	28	B	81	SB	
Siswa 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	SB	5	5	5	5	5	5	5	35	SB	94	SB	
Siswa 16	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	SB	5	4	5	5	5	5	5	4	4	42	SB	5	5	5	5	5	5	5	35	SB	89	SB	
Siswa 17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	4	5	5	5	4	4	4	41	SB	4	4	4	5	4	4	5	30	SB	85	SB	
Siswa 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	4	5	5	5	5	5	5	43	SB	5	5	5	5	5	4	5	34	SB	91	SB	
Siswa 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	5	5	5	4	5	4	3	40	SB	4	4	4	3	3	4	4	26	B	80	SB	
Siswa 20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	5	5	5	5	5	4	4	42	SB	5	5	4	5	4	4	5	32	SB	88	SB	
Siswa 21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	B	3	3	3	3	3	3	3	21	B	71	B	
Siswa 22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	4	5	4	4	4	4	4	39	SB	4	4	4	4	4	4	5	29	B	82	SB	
Siswa 23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	4	5	5	5	4	4	40	SB	5	4	5	5	4	4	5	32	SB	86	SB	
Siswa 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	4	5	5	4	4	4	39	SB	4	4	4	5	4	4	5	30	SB	83	SB	
Siswa 25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	5	5	5	5	5	5	4	4	43	SB	4	4	4	4	4	4	5	29	B	86	SB	
Siswa 26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	5	4	5	5	5	4	5	4	4	41	SB	4	4	5	4	4	4	4	29	B	84	SB	
Siswa 27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	4	5	5	5	4	3	3	36	B	4	4	4	4	4	4	4	28	B	78	B	
Siswa 28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13	SB	5	5	5	5	5	5	4	4	4	42	SB	4	4	4	4	4	5	5	30	SB	85	SB	
Siswa 29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	4	5	4	4	4	4	38	SB	4	5	4	4	4	4	4	29	SB	81	SB	
Siswa 30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	3	4	4	4	4	4	4	4	4	35	B	5	4	4	3	3	5	5	29	B	78	B	
Siswa 31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	5	4	5	5	5	4	5	4	41	SB	4	4	5	5	4	5	5	32	SB	87	SB	
Siswa 32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	SB	4	4	4	5	5	5	5	4	4	40	SB	3	4	4	5	5	4	4	29	B	83	SB	
	Jumlah														445		Jumlah											1268		Jumlah						943			
	Rerata Skor														13,9	SB	Rerata Skor											39,6	SB	Rerata Skor						29,5	SB		

Skor Total	2656
Rerata Skor	83

Keterangan:

SB      Sangat Baik

B        Baik

C        Cukup

K        Kurang

SK      Sangat Kurang





**Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penilaian Siswa Skala Guttman**  
**(Aspek *Correctness*)**

Tabel Data Hasil Penilaian (Butir pertanyaan telah diurutkan dari mudah ke sulit)

Siswa	Nomor Butir Pertanyaan														Skor Total	Eror
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Siswa 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	2
Siswa 17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13	0
Siswa 29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Siswa 32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0
Jumlah	32	32	32	32	31	32	32	32	32	32	32	32	32	30	445	2
p	1	1	1	1	0,97	1	1	1	1	1	1	1	1	0,94		
q	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06		
pq	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06		
k	14															
$\sum pq$	0,09															
var	0,15															
mean	13,91															
Reliabilitas (KR-21)	0,45															

$$n = \text{Jumlah Butir} \times \text{Jumlah Responden}$$

$$= 14 \times 32$$

$$= 448$$

$$E = 2$$

Koefisien Reprodusibilitas (KR)

$$= 1 - E/n$$

$$= 1 - 2/448$$

$$= 0,996 \text{ (KR lebih besar dari 0,90)}$$

Koefisien Skalabilitas (KS)

$$= 1 - E/0,5n$$

$$= 1 - 2/0,5 \times 448$$

$$= 0,991 \text{ (KS lebih besar dari 0,60)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas (KR > 0,90 dan KS > 0,60) maka semua butir pertanyaan **Valid**

### Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penilaian Siswa Skala Likert (Aspek *Reliability* dan *Usability*)

Siswa	Nomer Butir Pertanyaan																	Total (Y)	y <sup>2</sup>
	15	16	65	65	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Siswa 1	3	5	4	4	5	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	64	4096	
Siswa 2	4	5	4	4	5	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	65	4225	
Siswa 3	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	74	5476	
Siswa 4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	68	4624	
Siswa 5	5	5	4	4	5	5	5	2	4	4	4	5	4	4	4	4	68	4624	
Siswa 6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	4096	
Siswa 7	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	67	4489	
Siswa 8	3	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	64	4096	
Siswa 9	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	77	5929	
Siswa 10	4	4	4	4	5	5	4	2	4	4	4	5	4	4	4	4	65	4225	
Siswa 11	5	5	3	5	5	5	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	64	4096	
Siswa 12	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	72	5184	
Siswa 13	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	70	4900	
Siswa 14	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	67	4489	
Siswa 15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	80	6400	
Siswa 16	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	77	5929	
Siswa 17	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	71	5041	
Siswa 18	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	77	5929	
Siswa 19	5	4	5	5	5	4	5	4	3	4	4	4	3	3	4	4	66	4356	
Siswa 20	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	74	5476	
Siswa 21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	57	3249	
Siswa 22	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	68	4624	
Siswa 23	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	72	5184	
Siswa 24	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	69	4761	
Siswa 25	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	72	5184	
Siswa 26	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	70	4900	
Siswa 27	3	4	4	5	5	5	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	64	4096	
Siswa 28	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	72	5184	
Siswa 29	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	67	4489	
Siswa 30	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	3	5	5	64	4096	
Siswa 31	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	73	5329	
Siswa 32	4	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4	4	5	5	4	4	69	4761	
Σx	141	145	137	146	152	149	144	125	129	135	134	137	133	131	132	141			
(Σx) <sup>2</sup>	19881	21025	18769	21316	23104	22201	20736	15625	16641	18225	17956	18769	17689	17161	17424	19881			
ΣX*Y	9801	10032	9510	10127	10529	10333	9991	8697	8965	9384	9313	9520	9255	9107	9166	9807			
Σ(x <sup>2</sup> )	637	665	595	674	728	701	658	505	529	581	568	595	565	545	552	631			
ΣY																		2211	
Σ(Y <sup>2</sup> )																			153537
(ΣY) <sup>2</sup>	4888521																		
Jumlah Responden (N)	32																		
Jumlah Item (K)	16																		
S <sub>i</sub>	0,49	0,25	0,26	0,25	0,19	0,23	0,31	0,52	0,28	0,36	0,21	0,26	0,38	0,27	0,23	0,30	0,49	0,25	
S <sub>r</sub>	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	
Validitas item (R <sub>11</sub> )	0,53	0,17	0,55	0,50	0,39	0,51	0,47	0,53	0,62	0,60	0,75	0,67	0,68	0,68	0,60	0,75	0,53	0,17	
Reliabilitas (R <sub>wo</sub> )	0.85																		



1. Trainer lengan robot yang sudah jadi



2. Siswa memperhatikan ulasan materi dari peneliti



3. Siswa sedang mencoba mengoperasikan robot



```

1: START PROGRAM
2: {
3:   Motion Page = 6
4:   CALL WAIT_MOTION_DONE
5:   Timer = 0.256sec
6:   CALL WaitTimer
7:   CALL ambil_kotak_1
8:   CALL taruh_kotak_1
9:   CALL ambil_kotak_2
10:  CALL taruh_kotak_2
11:  IF ( ID[3]: Goal position <= 600 )
12:  {
13:    ENDLESS LOOP
14:    {
15:      IF ( PORT[1] <= 980 )
16:      {
17:        CALL ambil_kotak_3
18:        CALL taruh_kotak_1
19:        BREAK LOOP
20:      }
21:      IF ( PORT[2] <= 980 )
22:      {
23:        CALL ambil_kotak_3
24:        CALL taruh_kotak_2
25:        BREAK LOOP
26:      }
27:    }
28:  }
29:  Timer = 0.128sec
30:  CALL WaitTimer
31:  IF ( ID[3]: Goal position <= 600 )
32:  {
33:    ENDLESS LOOP
34:    {
35:      IF ( PORT[1] <= 980 )
36:      {
37:        IF ( PORT[3] >= 980 )
38:        {
39:          CALL ambil_kotak_1
40:          CALL taruh_kotak_1
41:        }
42:        IF ( PORT[4] >= 980 )
43:        {
44:          CALL ambil_kotak_2
45:          CALL taruh_kotak_1

```

```

46: }
47: IF ( PORT[5] >= 980 )
48: {
49:     CALL ambil_kotak_3
50:     CALL taruh_kotak_1
51: }
52: Timer = 0.128sec
53: CALL WaitTimer
54: IF ( PORT[1] <= 980 )
55: {
56:     IF ( PORT[3] <= 980 )
57:     {
58:         Motion Page = 7
59:         BREAK LOOP
60:     }
61:     IF ( PORT[4] <= 980 )
62:     {
63:         Motion Page = 7
64:         BREAK LOOP
65:     }
66:     IF ( PORT[5] <= 980 )
67:     {
68:         Motion Page = 7
69:         BREAK LOOP
70:     }
71: }
72: }
73: IF ( PORT[2] <= 980 )
74: {
75:     IF ( PORT[3] >= 980 )
76:     {
77:         CALL ambil_kotak_1
78:         CALL taruh_kotak_2
79:     }
80:     IF ( PORT[4] >= 980 )
81:     {
82:         CALL ambil_kotak_2
83:         CALL taruh_kotak_2
84:     }
85:     IF ( PORT[5] >= 980 )
86:     {
87:         CALL ambil_kotak_3
88:         CALL taruh_kotak_2
89:     }
90:     Timer = 0.128sec
91:     CALL WaitTimer
92:     IF ( PORT[2] <= 980 )

```

```

93: {
94:     IF (PORT[3] <= 980 )
95:     {
96:         Motion Page = 7
97:         BREAK LOOP
98:     }
99:     IF (PORT[4] <= 980 )
100:    {
101:        Motion Page = 7
102:        BREAK LOOP
103:    }
104:    IF (PORT[5] <= 980 )
105:    {
106:        Motion Page = 7
107:        BREAK LOOP
108:    }
109: }
110: }
111: }
112: }
113: }
114: FUNCTION ambil_kotak_1
115: {
116:     Motion Page = 10
117:     CALL WAIT_MOTION_DONE
118:     Timer = 0.128sec
119:     CALL WaitTimer
120: }
121: FUNCTION ambil_kotak_2
122: {
123:     Motion Page = 11
124:     CALL WAIT_MOTION_DONE
125:     Timer = 0.128sec
126:     CALL WaitTimer
127: }
128: FUNCTION ambil_kotak_3
129: {
130:     Motion Page = 12
131:     CALL WAIT_MOTION_DONE
132:     Timer = 0.128sec
133:     CALL WaitTimer
134: }
135: FUNCTION taruh_kotak_1
136: {
137:     Motion Page = 14
138:     CALL WAIT_MOTION_DONE
139:     Timer = 0.128sec

```

```

140:     CALL WaitTimer
141: }
142: FUNCTION taruh_kotak_2
143: {
144:     Motion Page = 15

145:     CALL WAIT_MOTION_DONE
146:     Timer = 0.128sec
147:     CALL WaitTimer
148: }
149: FUNCTION WaitTimer
150: {
151:     WAIT WHILE ( Timer > 0.000sec )
152: }
153: FUNCTION WAIT_MOTION_DONE
154: {
155: WAIT_MOTION_DONE :
156:     IF ( Motion Status == 1 )
157:         JUMP WAIT_MOTION_DONE
158:     RETURN
159: }

```



**SILABUS MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL**  
**(PAKET KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI)**

Satuan Pendidikan : SMK/MAK

Kelas / Semester : XI / 3 (76 JP)

Kompetensi Inti

KI-1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi dalam lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cermin bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.

KI-4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan perkembangan diri yang dipelajarinya secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1 memahami nilai-nilai keimanan dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya 1.2 mendeskripsikan						

<p>kebesaran tuhan yang menciptakan berbagai sumber energi di alam</p> <p>1.3 mengamalkan nilai-nilai keimanan sesuai dengan ajaran agama dalam kehidupan sehari-hari.</p>						
<p>2.1 menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; cermat; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi</p> <p>2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.</p>						

<p>3.1 Memahami prinsip dasar sistem kontrol</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memahami terminologi dan simbol (perbandingan system open loop versus closed loop)</li> <li>Mengenal software control dan electronic (Matlab/live wire/EWB/National Instruments/Eagle)</li> <li>Memahami jenis desain sistem (continues : Analog &amp; Desain Digital)</li> <li>Mampu menerapkan simulasi karakteristik transient respon system dengan menggunakan MATLAB</li> </ul>	<p><b>Prinsip Dasar Sistem Kontrol</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Terminologi dan simbol (perbandingan system open loop versus closed loop)</li> <li>jenis desain sistem (continues : Analog &amp; Desain Digital)</li> <li>mengetahui software control dan electronic (Matlab/live wire/EWB/National Instruments/Eagle)</li> <li>Penerapan simulasi karakteristik respon system dengan menggunakan MATLAB</li> </ol>	<p><b>mengamati</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>menjelaskan tayangan/gambaran (tentang Prinsip Dasar Sistem Kontrol, dan mengamati siswa dalam menyimak/memperhatikan tayangan</li> </ul> <p><b>Menanya</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kejelasan tentang prinsip dasar system kontrol</li> </ul> <p><b>Mendiskusikan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>membuat kelompok diskusi dengan topik terkait tayangan/gambar atau teks pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol meliputi : (Simbol, perbedaan antara berbagai jenis sistem kontrol dan media/peralatan sistem kontrol.</li> </ul> <p><b>Mendemonstrasikan</b></p> <p>Melakukan simulasi dan demonstrasi fungsi sinyal keluaran sesuai sifat dari beberapa contoh sistem kontrol dengan <i>software</i> Matlab atau dengan <i>software</i> elektronik yang lain.</p> <p><b>Mengeksplorasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengeksplor gambar simbol dari beberapa jenis kontrol dasar.</li> </ul>	<p><b>Tugas</b></p> <p>Menyelesaikan pengisian lembar kerja oleh siswa, dan/atau membuat rangkuman dari hasil tayangan dan diskusi.</p> <p><b>Observasi</b></p> <p>Melakukan pengamatan pada kegiatan kelompok siswa dalam diskusi atau individu dalam merangkum atau menggunakan <i>checklist</i> lembar pengamatan atau dalam bentuk lain.</p> <p><b>Fortofolio</b></p> <p>Rangkuman hasil penjelasan dan tayangan dalam bentuk tulisan dan pembuatan</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>Kementerian Pendidikan &amp; Kebudayaan, "<i>Perekayasaan Sistem Kontrol</i>"</li> <li>Eka Maulana, "<i>Sistem kontrol digital</i>"</li> </ol>
--	---	---	--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengeksplor sistem kontrol sederhana, mulai dari sifat/karakteristik sederhana sistem, prinsip kerja, fungsi, dan kegunaan.</li> </ul> <p><b>Mengasosiasikan</b> Mengelompokkan dan berbagai jenis sistem sensor untuk dibuat tabel fungsi, dan kegunaan serta untuk rangkuman dan kesimpulannya.</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan kesimpulan (tentang gambar simbol, sifat/karakteristik respon dan permodelan sederhana sistem kontrol, jenis dan fungsi serta prinsip kerja untuk keperluan materi pelajaran berikutnya.</p>	kesimpulan yang telah dijelaskan. <b>Tes</b> Essay.		
4.1 Menjelaskan perkembangan teknologi mikrokontroller 4.2 Menjelaskan system mikrokontroller 4.3 Memahami pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik berkaitan akses I/O Berbantuan mikroprosesor dan	Memahami algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali elektronik  Menenal software pemrograman peralatan sistem kendali elektronik	<b>Prinsip Dasar Pemrograman Sistem Kontrol</b> 1. Penjelasan singkat konsep algoritma dan bahasa pemrograman  2. Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan	<b>mengamati</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ menjelaskan tayangan/gambaran (tentang algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali dan Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan fungsi.) dan mengamati siswa dalam menyimak/memperhatikan tayangan</li> </ul> <p><b>Menanya</b></p>	<b>Tugas</b> Menyelesaikan pengisian lembar kerja oleh siswa, dan/atau membuat rangkuman dari hasil tayangan dan diskusi. <b>Observasi</b> Melakukan pengamatan		1. Suprpto "Bahasa Pemrograman untuk Sekolah Menengah Kejuruan"

mikrokontroller	Mampu menerapkan program yang sudah dibuat pada software ke peralatan kendali elektronik yang memiliki akses I/O	fungsi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kejelasan tentang algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali serta Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan fungsi.</li> <li>▪ <b>Mendiskusikan</b></li> <li>▪ membuat kelompok diskusi dengan topik terkait tayangan/gambar atau teks algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali serta Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan fungsi. meliputi : (contoh algoritma pemrograman sederhana, dan contoh Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan fungsi)</li> <li>▪ <b>Mendemonstrasikan</b> Melakukan simulasi dan demonstrasi pemrograman dasar sederhana dengan Roboplus yang langsung terhubung dengan trainer robot lengan.</li> <li>▪ <b>Mengeksplorasi</b> Mengeksplor penggunaan statement kendali IF dan</li> </ul>	<p>pada kegiatan kelompok siswa dalam diskusi atau individu dalam merangkum atau menggunakan <i>checklist</i> lembar pengamatan atau dalam bentuk lain.</p> <p><b>Fortofolio</b> Rangkuman hasil penjelasan dan tayangan dalam bentuk tulisan dan pembuatan kesimpulan yang telah dijelaskan.</p> <p><b>Tes</b> Essay.</p>		
-----------------	--	---------	--	--	--	--

			<p>pemanggilan fungsi menggunakan trainer robot lengan dengan mengakses I/O yang ada pada trainer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Mengasosiasikan</b> Menghubungkan algoritma pemrograman dengan penerapan pada akses I/O pada Trainer robot lengan.</li> <li>▪ <b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan kesimpulan tentang tentang algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali dan Penggunaan statement kendali IF dan pemanggilan fungsi serta penerapannya pada peralatan sistem pengendali elektronik berkaitan akses I/O Berbantuan mikroprosesor dan mikrokontroler.</li> </ul>			
--	--	--	--	--	--	--

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah : SMK Negeri 2 Pengasih  
Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol  
Kelas/Semester : I/1  
Alokasi Waktu : 4 x 45 Menit  
Guru/Pengampu :

### A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan proaktif serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti-3 : memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti-4 : mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

### B. Kompetensi Dasar

1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
  - Memahami prinsip dasar rangkaian *open-loop system*.
  - Memahami prinsip dasar rangkaian *close-loop system*.

- Memahami prinsip dasar rangkaian alih sistem

## 2. Ranah Psikomotorik

- Mempertajam pengertian macam-macam rangkaian kontrol
- Menggambarkan macam-macam rangkaian kontrol
- Mampu menyampaikan pendapat mengenai materi rangkaian kontrol

## 3. Ranah Afektif

### a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:

- Jujur
- Peduli
- Tanggung jawab

### b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:

- Bertanya
- Berpendapat
- Menjadi pendengar yang baik

## D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

### 1. Ranah Kognitif

- Siswa mampu menyebutkan jenis-jenis rangkaian kontrol pada perancangan pelajaran sistem kontrol
- Siswa mampu menjelaskan perbedaan jenis-jenis rangkaian kontrol pada perancangan sistem kontrol

### 2. Ranah Psikomotor

- Siswa mampu mempertajam pengertian rangkaian kontrol
- Siswa mampu menggambarkan macam-macam rangkaian kontrol
- Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait rangkaian kontrol

### 3. Afektif

#### a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:

- Jujur
- Peduli
- Tanggung jawab

#### b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:

- Bertanya
- Berpendapat
- Menjadi pendengar yang baik



#### E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 menit	pembuka	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa menjawab salam dari guru</li> <li>2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a dan mengondisikan diri siap belajar</li> <li>3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran</li> <li>4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran.</li> <li>5. Siswa termotivasi oleh guru.</li> <li>6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.</li> </ol>
2	40 menit	inti	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan penjelasan dari guru</li> <li>• Siswa membagi menjadi 4 kelompok dan menyiapkan sarana dan prasarana.</li> <li>• Siswa mencari materi mengenai sistem kontrol</li> <li>• Siswa memahami pengertian sistem kontrol dan jenisnya.</li> </ul> </li> </ol>
	70 menit		<ol style="list-style-type: none"> <li>b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengajukan pertanyaan mengenai materi sistem kontrol yang telah diajarkan</li> <li>• Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan</li> <li>• Siswa melakukan diskusi kelompok membahas mengenai karakteristik peralatan tangan sesuai dengan kelompok yang telah dibagi dan melakukan</li> </ul> </li> </ol>

			<p>pengamatan terhadap peralatan tangan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap kelompok membuat rangkuman hasil diskusi untuk disampaikan di depan kelas.</li> </ul>
	40 menit		<p>c. Konfirmasi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa perwakilan dari setiap kelompok mengemukakan hasil dari diskusi kelompok, siswa lain dapat mengajukan pertanyaan ataupun tanggapan mengenai hasil diskusi yang dilakukan tiap-tiap kelompok</li> <li>• Siswa mendengarkan penjelasan/konfirmasi dari guru</li> </ul>
3	15 Menit	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran</li> <li>2. Siswa melaksanakan evaluasi</li> <li>3. Siswa merefleksikan penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi</li> <li>4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya</li> <li>5. Siswa berdoa menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar</li> </ol>

#### F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan *Discovery Learning* dengan melakukan diskusi kelompok membahas dan mengamati mengenai sistem kontrol

#### G. Instrumen Penilaian

1. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	<p>Sikap</p> <p>a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasaan sistem kontrol</p> <p>b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok</p> <p>c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif</p>	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	<p>Pengetahuan</p> <p>Mengetahui jenis-jenis sistem kontrol dan fungsinya</p>	Tes tulis	Individu dan kelompok
3.	<p>Keterampilan</p> <p>Membedakan jenis-jenis sistem kontrol</p>	Pengamatan	Ketika diskusi

2. Tes Tulis

Soal tes tulis

3. Penilaian sikap, keterampilan, pengetahuan

H. Sumber Pembelajaran

1. Alat :

- Spidol dan papan tulis
- LCD dan perlengkapannya

2. Bahan :

- Perekayasaan sistem kontrol, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Sistem kontrol digital, Eka Maulana

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah : SMK Negeri 2 Pengasih  
Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol  
Kelas/Semester : I/1  
Alokasi Waktu : 4 x 45 Menit  
Guru/Pengampu :

### A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan proaktif serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti-3 : memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti-4 : mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

### B. Kompetensi Dasar

1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
  - Mengenal software kontrol dan elektronik
2. Ranah Psikomotorik

- Mempertajam pemahaman fungsi *software* kontrol dan elektronik
- Mampu menggunakan *software* kontrol dan elektronik
- Mampu menyampaikan pendapat mengenai materi rangkaian kontrol

### 3. Ranah Afektif

- a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
  - Jujur
  - Peduli
  - Tanggung jawab
- b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
  - Bertanya
  - Berpendapat
  - Menjadi pendengar yang baik

## D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

### 1. Ranah Kognitif

- Siswa mampu menyebutkan macam-macam *software* kontrol dan elektronik
- Siswa mampu menjelaskan fungsi *software* kontrol dan elektronik pada perencanaan sistem kontrol

### 2. Ranah Psikomotor

- Siswa mampu mempertajam fungsi *software* kontrol dan elektronik
- Siswa mampu menggunakan *software* kontrol dan elektronik
- Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait *software* kontrol dan elektronik

### 3. Afektif

- a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
  - Jujur
  - Peduli
  - Tanggung jawab
- b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
  - Bertanya
  - Berpendapat
  - Menjadi pendengar yang baik

## E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 menit	pembuka	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa menjawab salam dari guru</li> <li>2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a dan mengondisikan diri siap belajar</li> <li>3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran</li> <li>4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran.</li> <li>5. Siswa termotivasi oleh guru.</li> <li>6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.</li> </ol>
2	40 menit	inti	a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan penjelasan dari guru</li> <li>• Siswa membagi menjadi 4 kelompok dan menyiapkan sarana dan prasarana</li> <li>• Siswa mencari materi mengenai <i>software</i> kontrol dan elektronik</li> <li>• Siswa memahami fungsi <i>software</i> kontrol dan elektronik</li> </ul>
	70 menit		b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengajukan pertanyaan mengenai materi <i>software</i> kontrol dan elektronik yang telah diajarkan</li> <li>• Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan</li> <li>• Siswa melakukan diskusi kelompok membahas mengenai <i>software</i> kontrol dan elektronik sesuai dengan kelompok yang telah dibagi dan melakukan</li> </ul>

			<p>pengamatan terhadap macam-macam <i>software</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap kelompok membuat rangkuman hasil diskusi untuk disampaikan di depan kelas.</li> </ul>
	40 menit		<p>c. Konfirmasi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa perwakilan dari setiap kelompok mengemukakan hasil dari diskusi kelompok, siswa lain dapat mengajukan pertanyaan ataupun tanggapan mengenai hasil diskusi yang dilakukan tiap-tiap kelompok</li> <li>• Siswa mendengarkan penjelasan/konfirmasi dari guru</li> </ul>
3	15 Menit	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran</li> <li>2. Siswa melaksanakan evaluasi</li> <li>3. Siswa merefleksikan penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi</li> <li>4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya</li> <li>5. Siswa berdoa menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar</li> </ol>

#### F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan *Discovery Learning* dengan melakukan diskusi kelompok membahas dan mengamati *software* kontrol dan elektronik

#### G. Instrumen Penilaian

## 1. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasa sistem kontrol b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	Pengetahuan Mengetahui jenis-jenis <i>software</i> kontrol dan elektronik kontrol dan fungsinya	Tes tulis	Individu dan kelompok
3.	Keterampilan Membedakan fungsi dari masing-masing <i>software</i> kontrol dan elektronik	Pengamatan	Ketika diskusi

## 2. Tes Tulis

Soal tes tulis

## 3. Penilaian sikap, keterampilan, pengetahuan

## H. Sumber Pembelajaran

### 1. Alat :

- Spidol dan papan tulis
- LCD dan perlengkapannya

### 2. Bahan :

- Perekayasa sistem kontrol, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Sistem kontrol digital, Eka Maulana



## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah : SMK Negeri 2 Pengasih  
Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol  
Kelas/Semester : I/1  
Alokasi Waktu : 4 x 45 Menit  
Guru/Pengampu :

### A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan proaktif serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti-3 : memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti-4 : mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

### B. Kompetensi Dasar

1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
  - Mengenal jenis desain sistem
2. Ranah Psikomotorik

- Mempertajam pemahaman jenis desain sistem
- Mampu menggunakan jenis desain sistem
- Mampu menyampaikan pendapat mengenai materi jenis desain sistem

### 3. Ranah Afektif

- Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
  - Jujur
  - Peduli
  - Tanggung jawab
- Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
  - Bertanya
  - Berpendapat
  - Menjadi pendengar yang baik

### D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

#### 1. Ranah Kognitif

- Siswa mampu menyebutkan macam-macam jenis desain sistem
- Siswa mampu menjelaskan fungsi jenis desain sistem
- Siswa mampu membedakan desain sistem *continues* dan digital

#### 2. Ranah Psikomotor

- Siswa mampu mempertajam materi desain sistem
- Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait desain sistem

#### 3. Afektif

- Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
  - Jujur
  - Peduli
  - Tanggung jawab
- Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
  - Bertanya
  - Berpendapat
  - Menjadi pendengar yang baik

### E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 menit	pembuka	1. Siswa menjawab salam dari guru

			<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a dan mengondisikan diri siap belajar</li> <li>3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran</li> <li>4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran.</li> <li>5. Siswa termotivasi oleh guru.</li> <li>6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.</li> </ol>
2	40 menit	inti	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan penjelasan dari guru</li> <li>• Siswa membagi menjadi 4 kelompok dan menyiapkan sarana dan prasarana</li> <li>• Siswa mencari materi mengenai desain sistem</li> <li>• Siswa memahami perbedaan desain sistem</li> </ul> </li> </ol>
	70 menit		<ol style="list-style-type: none"> <li>b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengajukan pertanyaan mengenai materi desain sistem yang telah diajarkan</li> <li>• Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan</li> <li>• Siswa melakukan diskusi kelompok membahas mengenai desain sistem sesuai dengan kelompok yang telah dibagi dan melakukan pengamatan terhadap macam-macam desain sistem</li> <li>• Setiap kelompok membuat rangkuman hasil diskusi untuk disampaikan di depan</li> </ul> </li> </ol>

			kelas.
	40 menit		c. Konfirmasi <ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa perwakilan dari setiap kelompok mengemukakan hasil dari diskusi kelompok, siswa lain dapat mengajukan pertanyaan ataupun tanggapan mengenai hasil diskusi yang dilakukan tiap-tiap kelompok</li> <li>Siswa mendengarkan penjelasan/konfirmasi dari guru</li> </ul>
3	15 Menit	Penutup	1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran 2. Siswa melaksanakan evaluasi 3. Siswa merefleksikan penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi 4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya 5. Siswa berdoa menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar

#### F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan *Discovery Learning* dengan melakukan diskusi kelompok membahas dan mengamati jenis-jenis desain sistem

#### G. Instrumen Penilaian

1. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
----	--------------------	-------------------	-----------------

1.	<p>Sikap</p> <p>a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasaan sistem kontrol</p> <p>b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok</p> <p>c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif</p>	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	<p>Pengetahuan</p> <p>Mengetahui jenis-jenis desain sistem</p>	Tes tulis	Individu dan kelompok
3.	<p>Keterampilan</p> <p>Membedakan fungsi dari masing-masing desain sistem</p>	Pengamatan	Ketika diskusi

## 2. Tes Tulis

Soal tes tulis

## 3. Penilaian sikap, keterampilan, pengetahuan

## H. Sumber Pembelajaran

### 1. Alat :

- Spidol dan papan tulis
- LCD dan perlengkapannya

### 2. Bahan :

- Perekayasaan sistem kontrol, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Sistem kontrol digital, Eka Maulana

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah : SMK Negeri 2 Pengasih  
Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol  
Kelas/Semester : I/1  
Alokasi Waktu : 4 x 45 Menit  
Guru/Pengampu :

### A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan proaktif serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti-3 : memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti-4 : mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

### B. Kompetensi Dasar

1. Memahami pemrograman peralatan sistem pengendali elektronik berkaitan akses I/O Berbantuan mikroprosesor dan mikrokontroler

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif

- Memahami algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali elektronik
- Mensimulasikan algoritma dan bahasa pemrograman menggunakan trainer robot lengan

## 2. Ranah Psikomotorik

- Menggunakan dan menjalankan trainer robot lengan pemindah barang dengan baik dan benar

## 3. Ranah Afektif

### a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:

- Jujur
- Peduli
- Tanggung jawab

### b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:

- Bertanya
- Berpendapat
- Menjadi pendengar yang baik

## D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

### 1. Ranah Kognitif

- Siswa mampu menjelaskan algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali elektronik
- Siswa mampu mensimulasikan algoritma dan bahasa pemrograman menggunakan trainer robot lengan

### 2. Ranah Psikomotor

- Siswa bisa mensimulasikan mensimulasikan algoritma dan bahasa pemrograman menggunakan trainer robot lengan
- Siswa dapat menggunakan robot dengan benar

### 3. Afektif

#### a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:

- Jujur
- Peduli
- Tanggung jawab

#### b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:

- Bertanya

- Berpendapat
- Menjadi pendengar yang baik

#### E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 menit	pembuka	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa menjawab salam dari guru</li> <li>2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a dan mengondisikan diri siap belajar</li> <li>3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran</li> <li>4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran.</li> <li>5. Siswa termotivasi oleh guru.</li> <li>6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.</li> </ol>
2	40 menit	inti	a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan penjelasan dari guru</li> <li>• Mempelajari materi pada <i>jobsheet</i></li> <li>• Siswa menyiapkan sarana dan prasarana</li> <li>• Siswa menginstalasi pengkabelan robot</li> <li>• Siswa mendemonstrasikan pemrograman sederhana menggunakan robot</li> <li>• Siswa menganalisis hasil praktik</li> </ul>
	70 menit		b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengajukan pertanyaan mengenai kesulitan di dalam menjalankan praktik</li> <li>• Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan</li> </ul>
	40 menit		c. Konfirmasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mendengarkan</li> </ul>



			<p>penjelasan/konfirmasi dari guru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mendapatkan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan</li> <li>• Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi</li> <li>• Siswa yang kurang aktif mendapatkan motivasi</li> </ul>
3	15 Menit	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran</li> <li>2. Siswa melaksanakan evaluasi</li> <li>3. Siswa merefleksikan penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi</li> <li>4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya</li> <li>5. Siswa berdoa menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar</li> </ol>

#### F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan strategi pembelajaran kooperatif (*cooperative learning*) menggunakan kelompok diskusi yang berbasis proyek (*project-based learning*)

#### G. Instrumen Penilaian

##### 1. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam	Pengamatan	Selama pembelajaran

	<p>pembelajaran perekayasaan sistem kontrol</p> <p>b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok</p> <p>c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif</p>		dan saat diskusi
2.	<p>Pengetahuan</p> <p>Mengetahui demonstrasi pemrograman menggunakan trainer robot lengan</p>	Tes tulis	Individu dan kelompok
3.	<p>Keterampilan</p> <p>Mampu mengoperasikan robot lengan</p>	Pengamatan	Ketika diskusi

## 2. Tes Tulis

Soal tes tulis

## 3. Penilaian sikap, keterampilan, pengetahuan


## H. Sumber Pembelajaran

### 1. Alat :

- Spidol dan papan tulis
- LCD dan perlengkapannya
- Trainer lengan robot

### 2. Bahan :

- Buku BSE Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol
- Petunjuk Penggunaan Trainer Robot Lengan

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

### A. Indikator Pencapaian Kompetensi


1. Ranah Kognitif
  - a. Memahami algoritma dan bahasa pemrograman sederhana pada peralatan sistem kendali elektronik
  - b. Mensimulasikan algoritma dan bahasa pemrograman menggunakan trainer robot lengan
2. Ranah Psikomotorik
  - a. Menggunakan dan menjalankan trainer robot lengan pemindah barang dengan baik dan benar
3. Ranah Afektif
  - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:  
Jujur  
Peduli  
Tanggung jawab
  - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:  
Bertanya  
Berpendapat  
Menjadi pendengar yang baik

### B. Robot Lengan Pemindah Barang

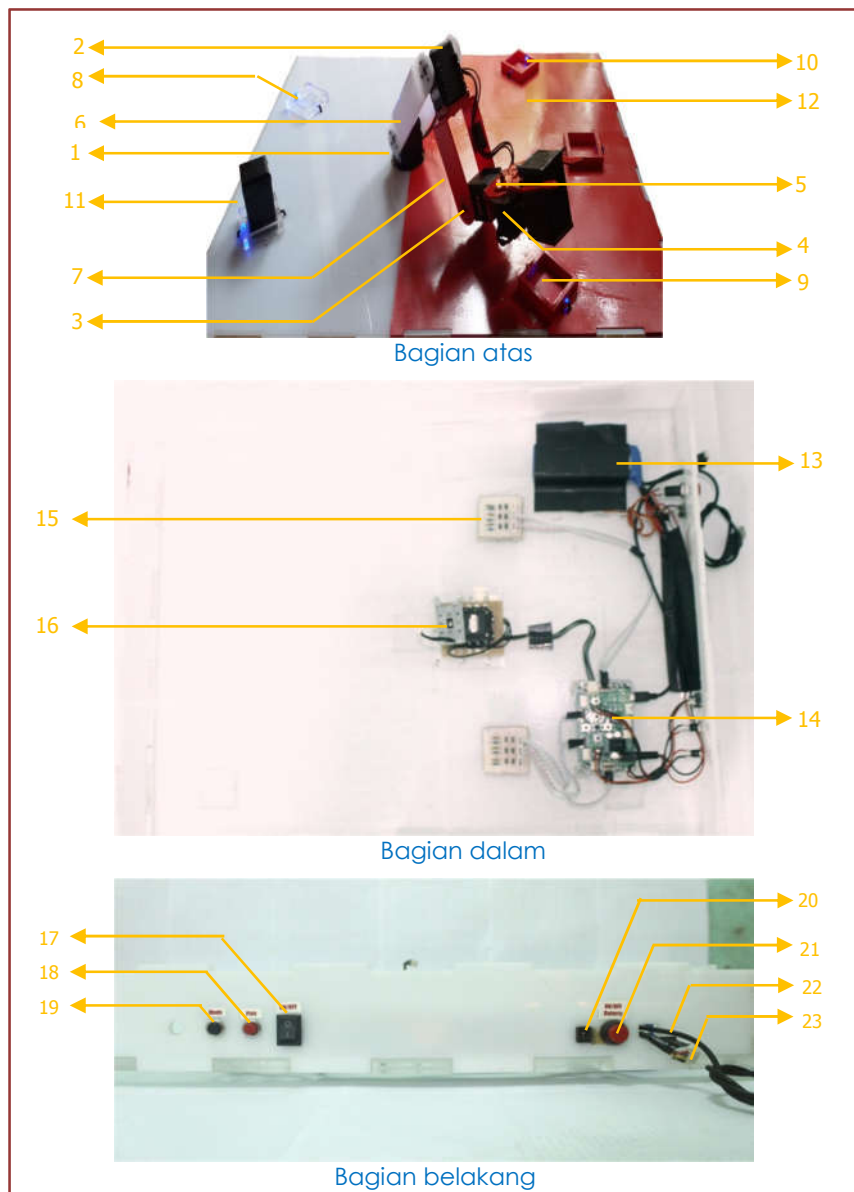
Robot lengan adalah robot yang biasa digunakan untuk mengambil dan memindahkan barang yang bergerak dengan cepat secara otomatis maupun diprogram dan dapat terpasang pada robot yang bergerak maupun tempat yang statis. Robot lengan yang digunakan sebagai media pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.




Gambar 1. Trainer Robot Lengan

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Trainer robot lengan terdiri dari *software* dan *hardware*. Untuk *software* menggunakan RoboPlus sedangkan *hardware* terdiri dari *controller* (CM530), *actuator*, sensor benda, catu daya, dan rangka robot. komunikasi robot dengan komputer menggunakan *port* usb. Bagian-bagian trainer robot lengan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.




Gambar 2. Bagian-bagian Trainer Robot Lengan

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Adapun penjelasan bagian-bagian trainer lengan robot di atas adalah sebagai berikut:

1. Motor Servo 2  
Berfungsi sebagai sendi penumpu lengan robot dan tempat melekatnya link 1. Motor ini menggerakkan lengan ke depan dan ke belakang. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID2.
2. Motor Servo 3  
Berfungsi menggerakkan lengan ke atas dan ke bawah. Pada servo ini melekat link 1 dan link 2. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID3.
3. Motor Servo 4  
Berfungsi menggerakkan *gripper* ke atas dan ke bawah. Pada servo ini melekat link 2 dan gripper. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID4.
4. Motor Servo 5  
Berfungsi menggerakkan *gripper* dalam melakukan gerakan menjepit dan melepaskan benda kerja. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID5.
5. Gripper  
Bagian ini berfungsi sebagai penjepit benda kerja
6. Link 1  
Berfungsi sebagai penghubung motor servo 1 dan servo 2.
7. Link 2  
Berfungsi sebagai penghubung motor servo 2 dan servo 3.
8. Kotak Taruh  
Sebagai tempat menaruh benda kerja. Kotak ini terletak pada zona taruh.
9. Kotak Ambil  
Sebagai tempat mengambil benda kerja. Kotak ini terletak pada zona ambil.
10. Sensor Benda  
Berfungsi mendeteksi keberadaan benda pada kotak ambil dan kotak taruh.
11. Benda Kerja
12. Zona Kerja  
Berfungsi sebagai arena kerja lengan robot. zona kerja dibagi menjadi dua bagian yaitu zona ambil dan zona taruh.
13. Baterai  
Berfungsi sebagai *power supply* trainer. Baterai yang digunakan adalah baterai jenis *Lithium Polimer* (LiPo) yang memiliki daya 2200 mAH.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

14. CM-530

Berfungsi sebagai pusat kontrol robot.

15. Terminal Sensor Benda

Berfungsi sebagai tempat menghubungkan sensor benda yang ada pada kotak benda melalui kabel penghubung.

16. Motor Servo 1

Berfungsi sebagai sendi penumpu lengan robot dan tempat melekatnya motor servo 2. Motor ini menggerakkan lengan ke kiri dan ke kanan. Dalam pemrograman trainer, servo ini memiliki alamat ID1.

17. Saklar on-off

Berfungsi sebagai penyambung dan pemutus arus power baik dari baterai maupun adaptor.

18. Tombol Play

Berfungsi sebagai tombol untuk memulai unjuk kerja trainer robot lengan.

19. Tombol Mode

Berfungsi untuk memilih mode kontrol pada CM-530. pada kontroler CM-530 trainer robot lengan ini terdapat 3 mode dimana pada setiap mode ditandai dengan warna nyala lampu kelap-kelip yang berbeda (merah-mode *run*, biru-mode *program*, hijau-mode *manage*).

20. Terminal Power Luar

Berfungsi sebagai tempat menghubungkan sumber listrik (*power*) dari adaptor.

21. Tombol Saklar Baterai

Berfungsi sebagai penyambung dan pemutus sumber listrik dari baterai. Saat trainer menggunakan sumber listrik dari baterai maka tombol ini aktif (*on*) dan saat sumber listrik berasal dari adaptor maka tombol *off*.


22. Kabel USB

Berfungsi sebagai penghubung kontroler CM-530 dan komputer.

23. Socket Charger Baterai

Berfungsi sebagai terminal penghubung baterai dan pengisi daya (*charger*).

Lengan robot bergerak mengikuti *flowchart* kerja yang sudah dibuat. jenis gerakan, yaitu gerakan *start*, mengambil benda kotak 1, mengambil benda kotak 2, mengambil benda kotak 3, menaruh benda kotak 1, menaruh benda kotak 2, dan gerakan istirahat. Gerakan mengambil benda dilakukan di zona ambil sedangkan gerakan menaruh benda dilakukan di zona taruh.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :


Tugas utama robot lengan ini adalah memindahkan barang dari zona ambil ke zona taruh. pada setiap zona terdapat sensor yang menjadi penanda keberadaan benda dan menjadi petunjuk robot melakukan tugasnya.

Unjuk kerja robot diawali dengan gerakan *start*. Gerakan ini mulai dilakukan setelah tombol play ditekan. Gerakan istirahat merupakan gerakan penutup dari rangkaian kerja robot. gerakan ini terjadi ketika tidak ada lagi benda kerja pada zona ambil yang akan dipindahkan.

dapun *flowchart* kerja lengan robot dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



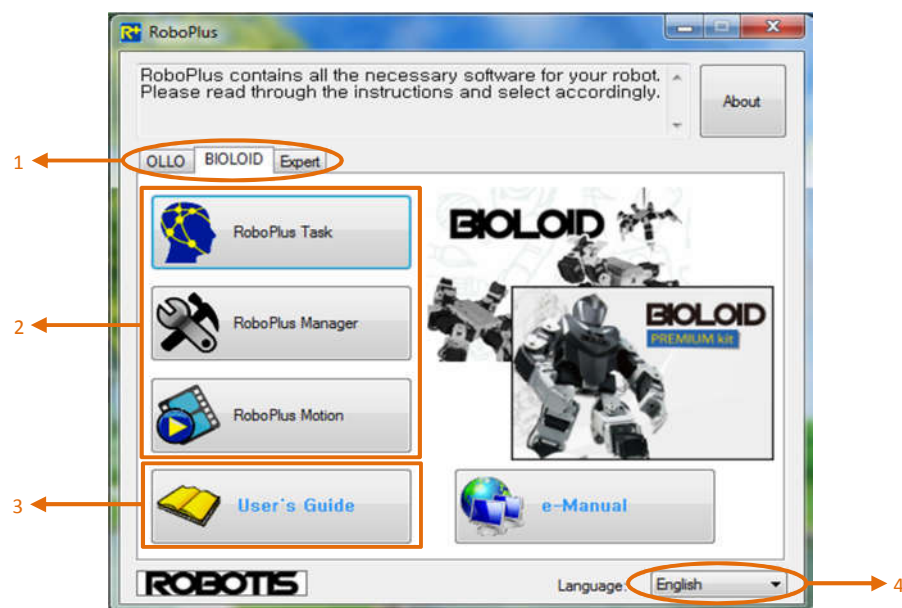


	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :


Berdasarkan *flowchart* diatas, tampak bahwa unjuk kerja robot dibagi menjadi dua, yaitu model urut dan model acak (otomatis). Model urut digambarkan pada blok berwarna biru sedangkan mode otomatis digambarkan pada blok berwarna merah. Kedua model tersebut menjadi satu kesatuan membentuk sebuah sistem unjuk kerja robot karena model pertama yang dikerjakan oleh robot yaitu model urut kemudian dilanjutkan dengan model otomatis.

Model urut dan model otomatis dibedakan oleh beberapa hal. *Pertama*, jumlah benda kerja yang dipindahkan pada zona ambil. pada model urut benda kerja pada zona ambil yang akan dipindahkan berjumlah 3 buah, sedangkan pada model otomatis berjumlah 1 buah. *Kedua*, penggunaan sensor benda. Pada model urut sensor benda tidak digunakan sebagai penanda, sedangkan pada model otomatis sensor benda menjadi penentu kerja robot. sensor benda menjadi syarat untuk melakukan suatu kerja seperti mengambil benda kerja pada kotak ambil yang terisi di zona ambil dan menaruh benda kerja pada kotak taruh yang masih kosong.

RoboPlus merupakan *software* dari robotis yang berfungsi untuk memprogram CM-530. RoboPlus merupakan gabungan dari 3 *software* yaitu RoboPlus Task, RoboPlus Motion, RoboPlus Manager yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Tampilan *software* yang digunakan untuk mengoperasikan trainer robot lengan seperti Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Tampilan Jendela RoboPlus

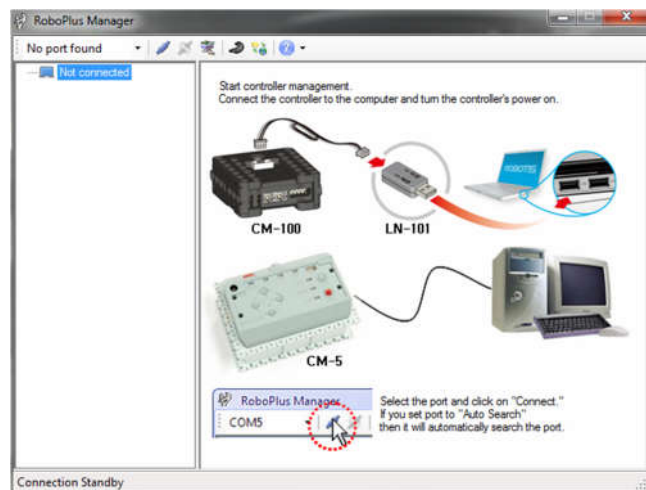
	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Keterangan Gambar 4 sebagai berikut :

1. Jenis robot yang dioperasikan.
2. Sub menu utama aplikasi roboplus
3. Petunjuk penggunaan (*user's guide*)
4. Bahasa pengoperasian.

a. Roboplus Manager


Roboplus manager merupakan salah satu bagian aplikasi dari roboplus yang berfungsi untuk mengatur piranti-piranti yang tersambung dengan CM-530. Tampilan aplikasi roboplus manager dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

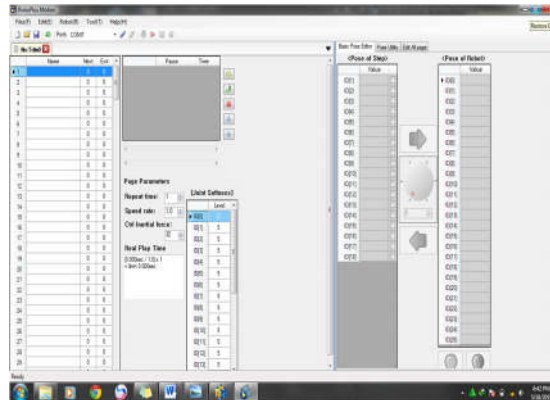


Gambar 5. Tampilan Aplikasi Roboplus Manager

b. Roboplus Motion

Roboplus motion merupakan salah satu aplikasi dari roboplus yang berfungsi untuk memprogram servo tipe AX yang tersambung dengan CM-530. Pemrograman pada servo meliputi pengontrolan sudut putar servo, pengontrolan besar torsi servo, pengontrolan kecepatan putar servo dan pengontrolan tingkat kekasaran putaran servo. Selain itu, pada aplikasi ini mampu membaca posisi masing-masing servo. Tampilan aplikasi roboplus motion dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




Gambar 6. Tampilan Aplikasi Roboplus Motion

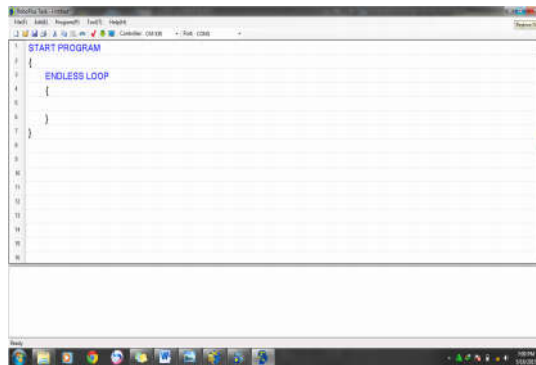
#### c. Roboplus Task

*Software* ini berfungsi untuk memprogram alur logika robot. Bahasa yang digunakan pada roboplus task adalah bahasa C. berikut adalah fungsi-fungsi yang terdapat dalam roboplus task (Robotis e-Manual v1.05.00-Roboplus Task):

- 1) *start program*, berfungsi untuk memulai program
- 2) *exit program*, untuk mengakhiri program
- 3) *{*, untuk memulai sebuah blok program
- 4) *}*, untuk menutup sebuah blok program
- 5) *//*, untuk memberi komentar pada program
- 6) *Compute*, berguna untuk perhitungan aritmatika
- 7) *Load*, berfungsi untuk me-load *internal controller* pada CM-530
- 8) *Label*, untuk membuat inisialisasi posisi pada fungsi *jump*
- 9) *Jump*, berfungsi untuk melompati program pada label tertentu
- 10) *If, Else If, Else*, merupakan fungsi percabangan
- 11) *Endless loop*, fungsi ini akan terus mengulang program
- 12) *Condition loop*, fungsi ini akan mengulang program jika syaratnya terpenuhi.
- 13) *Count loop*, berfungsi untuk mengulang program sebanyak yang ditentukan
- 14) *Break loop*, berfungsi untuk keluar dari kondisi pengulangan
- 15) *Conditional stand*, berfungsi untuk mengulang program sampai syaratnya terpenuhi.
- 16) *Make function*, berfungsi untuk membuat subroutine
- 17) *Call function*, berfungsi untuk memanggil subroutine
- 18) *Exit function*, untuk keluar dari subroutine dan melanjutkan program

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Tampilan *software* roboplus task dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Roboplus Task

### C. Alat dan Bahan

1. Komputer
2. Trainer lengan robot
3. Multitester
4. Kabel USB
5. obeng


### D. Keselamatan Kerja


1. Gunakan alat keselamatan kerja (alat pelindung diri)
2. Jangan bermain-main menggunakan alat dan benda kerja
3. Pelajari SOP sebelum melakukan praktik
4. Kembalikan alat-alat praktik ke tempatnya
5. Pakaian kerja / *wearpack*

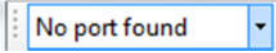

### E. Langkah Kerja

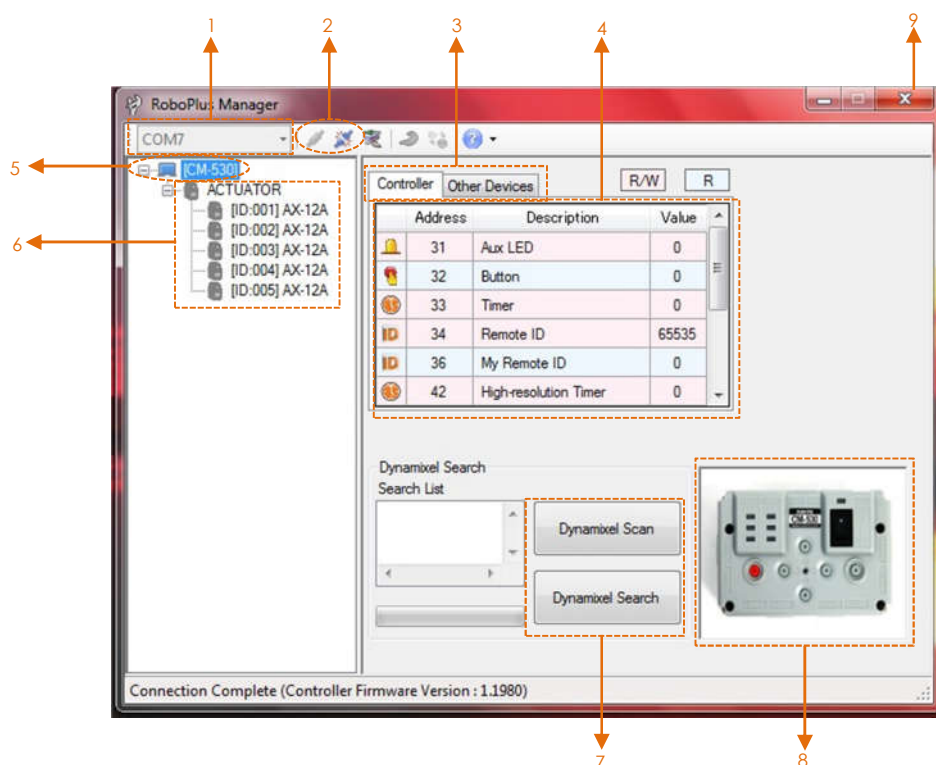
#### 1. Mengoperasikan roboplus manager

Langkah-langkah mengoperasikan roboplus manager untuk mengatur piranti-piranti yang terhubung pada pembuatan robot lengan ini yaitu sebagai berikut.

- a. Bukalah **icon** roboplus manager , kemudian tunggu beberapa saat hingga jendela utama roboplus manager terbuka. Tampilan utama roboplus manager seperti Gambar 5.
- b. Hubungkan kontroler robot (CM-530) dengan komputer melalui kabel USB.
- c. Hidupkan robot dengan menekan tombol **power (ON/OFF)** kemudian tunggu beberapa saat hingga robot telah siap untuk dijalankan.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :


- d. Pada bagian **select a port** , pilihlah port kontroler sesuai dengan yang tercantum pada device manager komputer.
- e. Tekan tombol **connect**  kemudian tunggu beberapa saat hingga kontroler terhubung dengan komputer. Setelah terhubung, tampilan jendela roboplus manager seperti Gambar 8 di bawah ini.

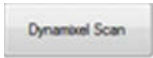



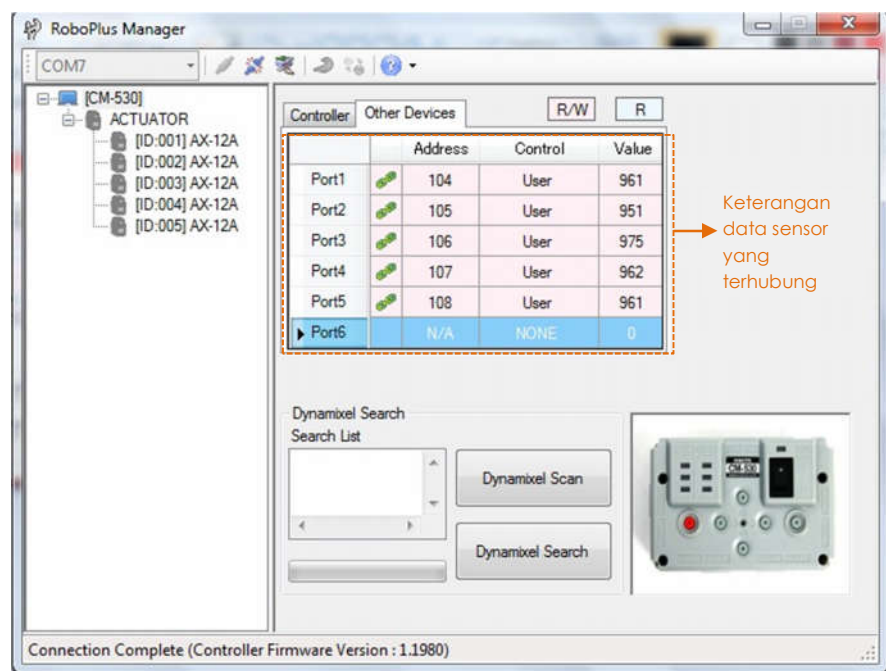
Gambar 8. *Roboplus Manager* Setelah Terhubung.

Keterangan Gambar 8 adalah sebagai berikut:



1. Select a port
2. Tombol connect dan disconnect
3. Pilihan menu (sub-menu) pada roboplus manager
4. Isi masing-masing submenu
5. Jenis kontroler yang terhubung
6. Jenis aktuator dan alamat masing-masing aktuator yang terhubung
7. Tombol pencarian aktuator yang terhubung
8. Gambar jenis kontroler yang terhubung
9. close


	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

- f. Pada gambar 8 terlihat bahwa kontroler yang terhubung yaitu **CM-530**. Selain itu jenis aktuator yang terhubung dengan kontroler juga terlihat lengkap dengan spesifikasinya. Jumlah aktuator yang terhubung yaitu 5 buah dengan nomor ID mulai dari ID-001 sampai ID-005. Jika jumlah kontroler yang terhubung dengan kontroler tidak sesuai dengan yang tampil pada roboplus manager, maka lakukan pemindaian dengan menekan tombol .
- g. Untuk mengaktifkan pembacaan sensor benda yang terletak di kotak benda, tekan menu **other device** . Tampilan menu other device seperti Gambar 9 berikut.



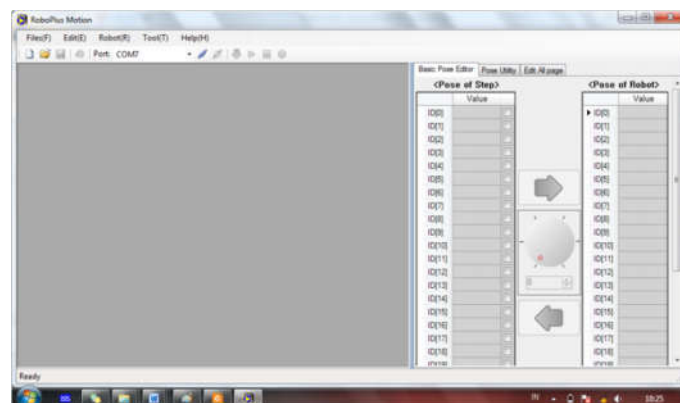
Gambar 9. Tampilan Other Device

- h. Pada gambar 9, terlihat sensor benda yang terhubung berjumlah 5 buah mulai dari port 1 sampai port 5 dan nomor address mulai dari 104 sampai 108. Nilai ADC pembacaan sensor tertuang pada kolom **value**. Jika sensor benda belum terbaca, maka pada kolom **control** pilih **user** dan sesuaikan dengan port dimana sensor benda terhubung.
- i. Setelah semua piranti terhubung dengan baik, maka putus koneksi kontroler dan komputer dengan menekan tombol **disconnect** .
- j. Klik **close**  untuk menutup aplikasi roboplus manager.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

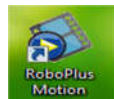
## 2. Mengoperasikan roboplus motion

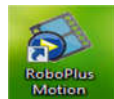


Roboplus motion berfungsi sebagai aplikasi untuk membuat gerakan-gerakan lengan robot seperti gerakan naik-turun, ke kiri-kanan, dan menjepit. Ketika membuat gerakan, ada beberapa bagian roboplus motion yang perlu diperhatikan yaitu bagian *page*, *step*, *page parameter*, dan *basic pose editor*. Tampilan jendela roboplus motion dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.




Gambar 10. Tampilan Jendela Roboplus Motion

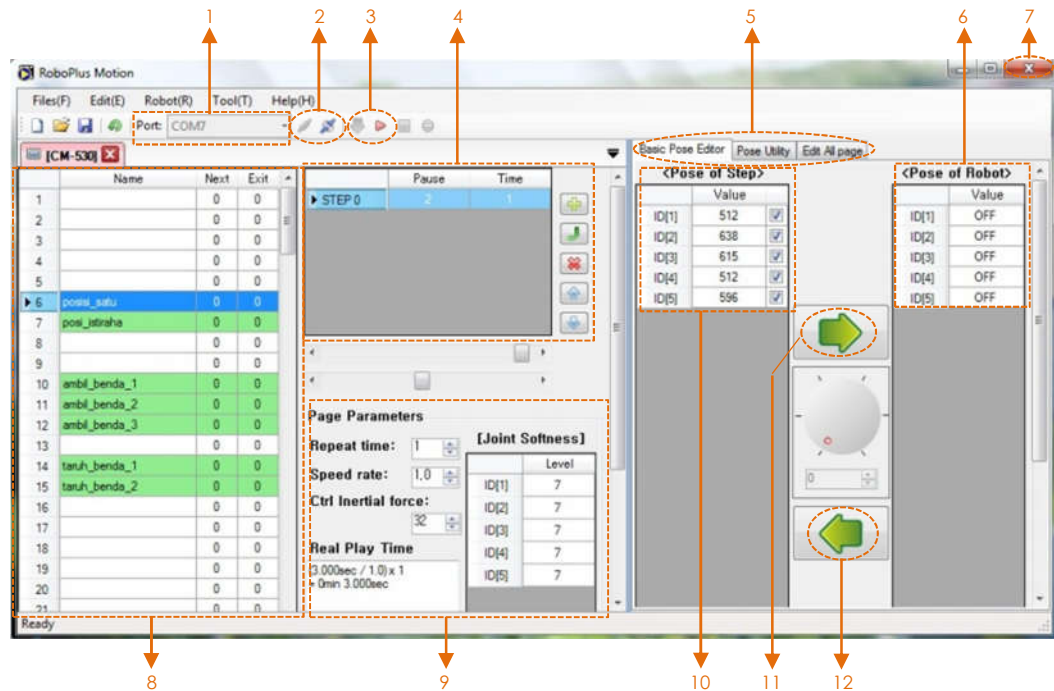
Langkah-langkah mengoperasikan roboplus motion untuk mengatur piranti-piranti yang terhubung pada pembuatan robot lengan ini yaitu sebagai berikut.



- 1) Bukalah **icon** roboplus motion , kemudian beberapa saat hingga jendela utama roboplus motion terbuka. Tampilan utama roboplus motion seperti Gambar 10.
- 2) Hubungkan kontroler robot (CM-530) dengan komputer melalui kabel USB.
- 3) Hidupkan robot dengan menekan tombol **power (ON/OFF)** kemudian tunggu beberapa saat hingga robot telah siap untuk dijalankan.
- 4) Pada bagian **select a port** , pilihlah port kontroler sesuai dengan yang tercantum pada device manager komputer.
- 5) Tekan tombol **connect**  kemudian tunggu beberapa saat hingga kontroler terhubung dengan komputer. Setelah terhubung, tampilan jendela *roboplus motion* seperti Gambar 11 berikut.



	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




Gambar 11. Tampilan Jendela *Roboplus Motion* Setelah Terhubung

Keterangan Gambar 11 adalah sebagai berikut:

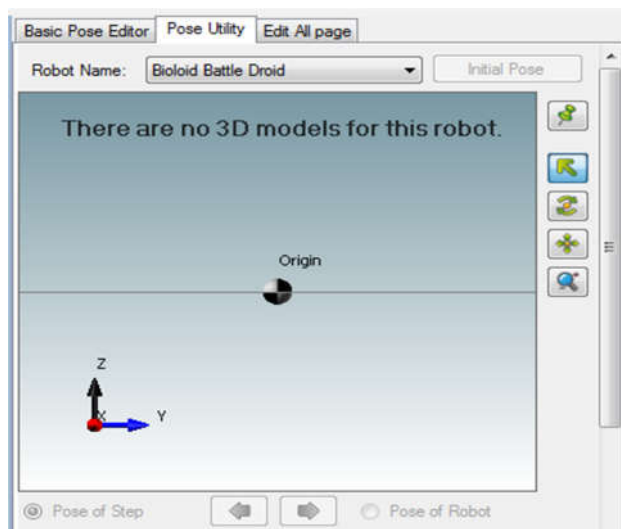
1. Select a port
  2. Tombol connect & disconnect
  3. Tombol download & play
  4. Step motion pada masing-masing page
  5. Sub-menu roboplus motion
  6. Pose of robot
  7. Tombol close
  8. Motion page
  9. Page parameter
  10. Pose of step
  11. Kirim nilai Pose of step ke Pose of robot
  12. Kirim nilai Pose of robot ke Pose of step
- 6) Untuk membuat *motion* (gerakan) robot ada beberapa bagian roboplus motion yang perlu diperhatikan yaitu bagian **page**, **step**, **page parameter**, **Pose Utility**, **Edit All Page**, dan **basic Pose Editor**.
- Page**, berfungsi untuk membuat nama gerakan yang akan dibuat
- Step**, berfungsi sebagai tempat membuat *step* gerakan dalam satu *page*



	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

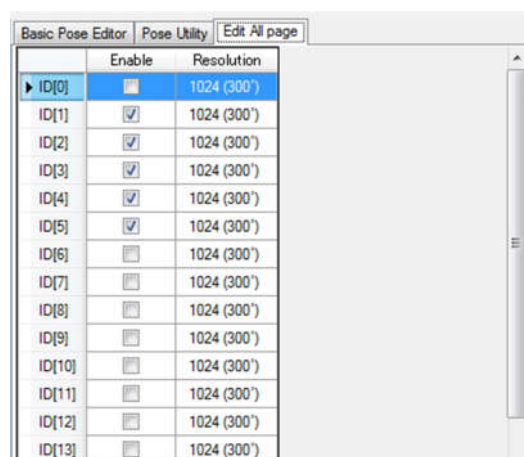
**Page parameter**, berfungsi sebagai tempat pengaturan servo seperti *repeat time*, *speed rate*, *control inertial force*, *real play time*, dan *joint softness*.

**Pose Utility**, sebagai tempat tampilan 3D *body* robot. tampilan dari menu Pose Utility seperti Gambar 12 di bawah ini.




Gambar 12. Tampilan *Pose Utility*

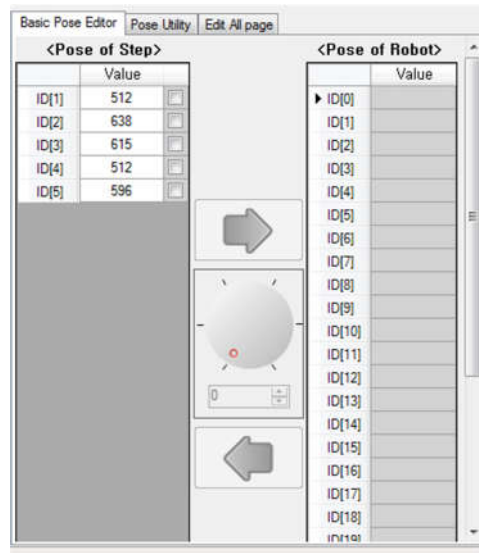
**Edit All Page**, berfungsi sebagai tempat menyeleksi ID servo yang digunakan. Tampilan menu Edit All Page dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Menu *Edit All Page*

**Basic Pose Editor**, berfungsi sebagai tempat mengatur nilai resolusi sudut servo (*actuator*). Tampilan menu Basic Pose Editor dapat dilihat pada Gambar 14 berikut.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :



Gambar 14. Menu *Basic Pose Editor*






Pada bagian menu *basic pose editor* ini juga terdapat fasilitas untuk mengatur sudut gerakan robot secara manual. Fasilitas tersebut bernama **Torque Off**



dan **Torque On**




**Torque Off** berfungsi untuk mematikan servo sehingga bisa diatur secara manual, kemudian **Torque On** berfungsi untuk mengaktifkan servo kembali.

- 7) Untuk mencoba gerakan yang sudah dibuat pada robot, maka pilih page yang akan dicoba, kemudian tekan tombol **play** . Kemudian untuk berhenti, tekan tombol **stop** .
- 8) Setelah gerakan robot jadi, maka untuk men-*download* motion ke CM-530 tekan tombol **Download** . Tunggu beberapa saat sampai proses *download* selesai.
- 9) Setelah semua piranti terhubung dengan baik, maka putus koneksi kontroler dan komputer dengan menekan tombol **disconnect** .
- 10) Untuk menutup aplikasi, tekan tombol **close** .

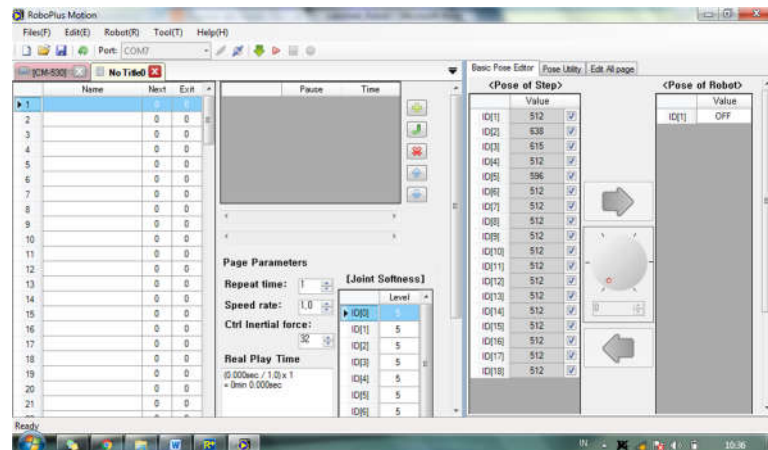
### **Contoh Pengoperasian 1**

#### **Membuat Gerakan Ambil Benda pada kotak Ambil 1**

Langkah-langkah dalam membuat Gerakan Ambil Benda pada kotak Ambil 1 yaitu sebagai berikut :

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

- Lakukan langkah sesuai penjelasan langkah-langkah pengoperasian *roboplus motion* sebelumnya.
- Pada langkah 6), pilih menu **File** kemudian pilih **New** sehingga akan muncul jendela *roboplus motion* yang baru. Tampilan jendela baru seperti Gambar 15 berikut.




Gambar 15. Jendela baru *roboplus motion*

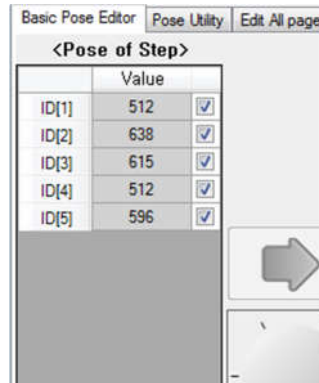
- Aturlah ID motor servo sesuai dengan ID servo yang digunakan pada trainer robot lengan pada sub-menu **Edit All Page**. Pengaturan dilakukan dengan mencentang ID servo yang digunakan. ID servo yang digunakan yakni ID[1], ID[2], ID[3], ID[4], dan ID[5]. Pengaturan ID servo seperti Gambar 16 berikut.

Basic Pose Editor   Pose Utility   Edit All page		
	Enable	Resolution
ID[0]	<input type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[1]	<input checked="" type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[2]	<input checked="" type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[3]	<input checked="" type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[4]	<input checked="" type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[5]	<input checked="" type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[6]	<input type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[7]	<input type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[8]	<input type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[9]	<input type="checkbox"/>	1024 (300°)
ID[10]	<input type="checkbox"/>	1024 (300°)

Gambar 16. Pengaturan ID servo

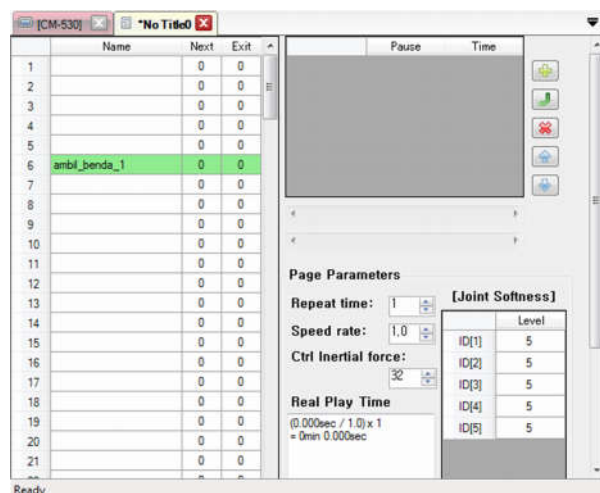
- Setelah itu kembali ke sub-menu **Basic Pose Editor**, daftar ID servo yang tertera pada Pose of Step berubah seperti Gambar 17 berikut.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




Gambar 17. ID servo setelah diatur

- e. langkah selanjutnya adalah membuat nama gerakan (*motion*) pada motion page. Klik kali (**double click**) pada page nomor 6 kolom name, kemudian tulis nama gerakan yang akan dibuat. sebagai contoh tulislah nama gerakannya ambil\_benda\_1 kemudian **enter**. Tampilan nama gerakan yang sudah dibuat seperti Gambar 18 berikut.



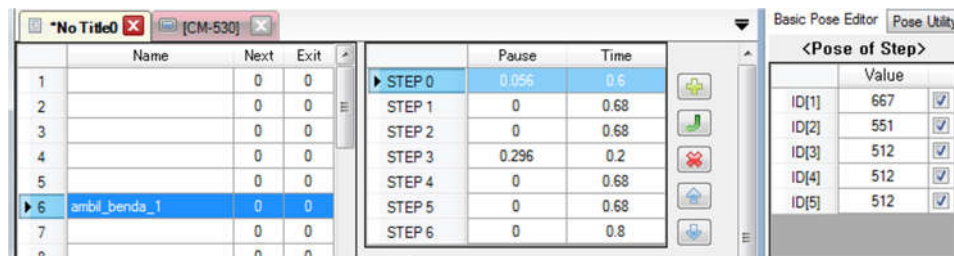
Gambar 18. Tampilan nama gerakan setelah dibuat

- f. Pada page ambil\_benda\_1 yang sudah dibuat, tambahkan step gerakan pada bagian step motion dan aturlah nilai resolusi sudut masing-masing ID servo dengan ketentuan sebagai berikut

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Tabel 1. Ketentuan Nilai Gerakan Mengambil Benda pada Kotak Ambil 1

STEP	PAUSE	TIME	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
0	0.056	0.600	667	551	512	512	512
1	0	0.68	667	512	620	350	600
2	0	0.68	667	399	551	344	600
3	0.296	0.2	667	391	555	324	517
4	0	0.68	667	391	555	220	517
5	0	0.68	667	447	555	220	517
6	0	0.8	667	582	658	427	517




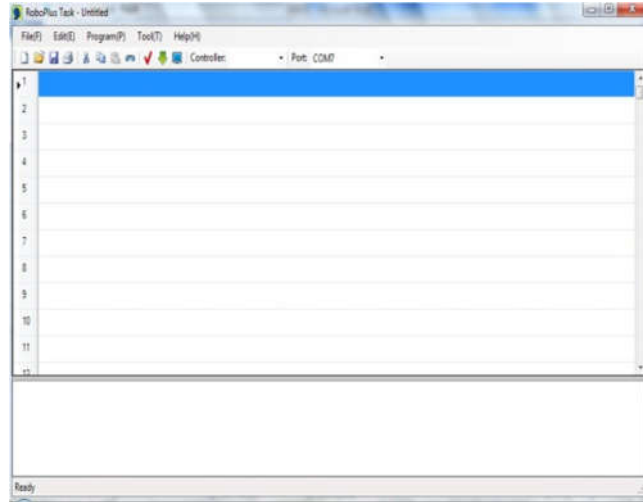
Gambar 19. Pembuatan step motion pada gerakan ambil\_benda\_1

- g. langkah selanjutnya adalah menyimpan file motion yang sudah dibuat. penyimpanan dilakukan dengan mengklik icon  atau menekan **ctrl + s** atau pilih menu **file** kemudian pilih **save**
- h. Untuk mencoba gerakan yang sudah dibuat pada robot, maka pilih page yang akan dicoba (page ambil\_benda\_1), kemudian tekan tombol **play** . Kemudian untuk berhenti, tekan tombol **stop** 
- i. Langkah selanjutnya adalah men-download motion ke CM-530 dengan menekan tombol **Download** . Tunggu beberapa saat sampai proses *download* selesai.
- j. Setelah download selesai, maka putus koneksi kontroler dan komputer dengan menekan tombol **disconnect** .
- k. Tutup aplikasi dengan menekan tombol **close** .

### 3. Mengoperasikan roboplus task

Roboplus task digunakan untuk membuat kode program yang akan di-*download* ke CM-530. Bahasa pemrograman yang digunakan pada roboplus task yaitu bahasa C. Tampilan roboplus task dapat dilihat pada Gambar 20 berikut ini

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

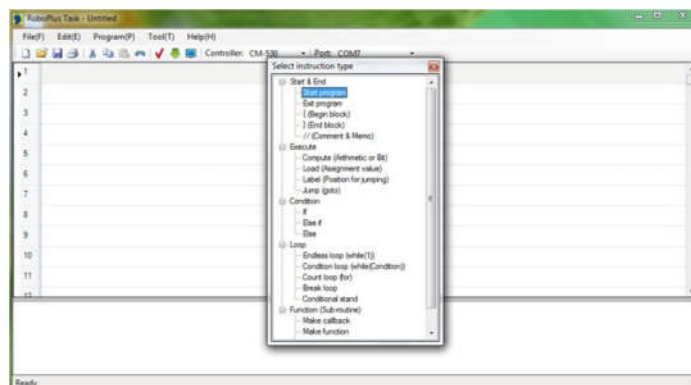


Gambar 20. Tampilan Jendela RoboPlus Task


Langkah-langkah mengoperasikan roboplus task untuk mengatur piranti-piranti yang terhubung pada pembuatan robot lengan ini yaitu sebagai berikut.



- Bukalah **icon roboplus Task**, kemudian beberapa saat hingga jendela utama roboplus task terbuka. Tampilan utama roboplus task seperti gambar 21. di atas.
- Hubungkan kontroler robot (CM-530) dengan komputer melalui kabel USB.
- Hidupkan robot dengan menekan tombol **power (ON/OFF)** kemudian tunggu beberapa saat hingga robot telah siap untuk dijalankan.
- Untuk membuat kode program, maka pada setiap baris dimana akan ditempatkan kode program, baris diklik dua kali (*double click*) sehingga keluar pilihan-pilihan kode program yang mau ditulis seperti pada Gambar 21 berikut.



Gambar 21. Pilihan Kode Program pada RoboPlus Task

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

e. Pada gambar di atas, terlihat kode-kode program yang dapat dipilih saat membuat program. Fungsi masing-masing kode tersebut adalah sebagai berikut

- 1) **start program**, berfungsi untuk memulai program
- 2) **exit program**, untuk mengakhiri program
- 3) **{**, untuk memulai sebuah blok program
- 4) **}**, untuk menutup sebuah blok program
- 5) **//**, untuk memberi komentar pada program
- 6) **Compute**, berguna untuk perhitungan aritmatika
- 7) **Load**, berfungsi untuk me-load *internal controller* pada CM-530
- 8) **Label**, untuk membuat inisialisasi posisi pada fungsi *jump*
- 9) **Jump**, berfungsi untuk melompati program pada label tertentu
- 10) **If, Else If, Else**, merupakan fungsi percabangan
- 11) **Endless loop**, fungsi ini akan terus mengulang program
- 12) **Condition loop**, fungsi ini akan mengulang program jika syaratnya terpenuhi.
- 13) **Count loop**, berfungsi untuk mengulang program sebanyak yang ditentukan
- 14) **Break loop**, berfungsi untuk keluar dari kondisi pengulangan
- 15) **Conditional stand**, berfungsi untuk mengulang program sampai syaratnya terpenuhi.
- 16) **Make function**, berfungsi untuk membuat subroutine
- 17) **Call function**, berfungsi untuk memanggil subroutine
- 18) **Exit function**, untuk keluar dari subroutine dan melanjutkan program



f. Berikut contoh potongan program pembuka robot lengan pemindah barang.

```

START PROGRAM
{
  Motion Page = 6
  CALL WAIT_MOTION_DONE
  Timer = 0.256sec
  CALL WaitTimer
  CALL ambil_kotak_1
  CALL taruh_kotak_1
  CALL ambil_kotak_2
  CALL taruh_kotak_2
}


```

Gambar 22. Potongan Program Robot pada RoboPlus Task

g. Setelah program selesai dibuat, maka langkah selanjutnya adalah men-*download* program ke dalam robot (CM-530). Akan tetapi, sebelum men-*download*, program perlu dicek benar salahnya dalam penulisan kode. Fasilitas yang digunakan untuk mengecek program yaitu tombol **Check Program** . Untuk men-*download* program, tekan tombol **download Program** .

h. Untuk menutup aplikasi, tekan tombol **close** .



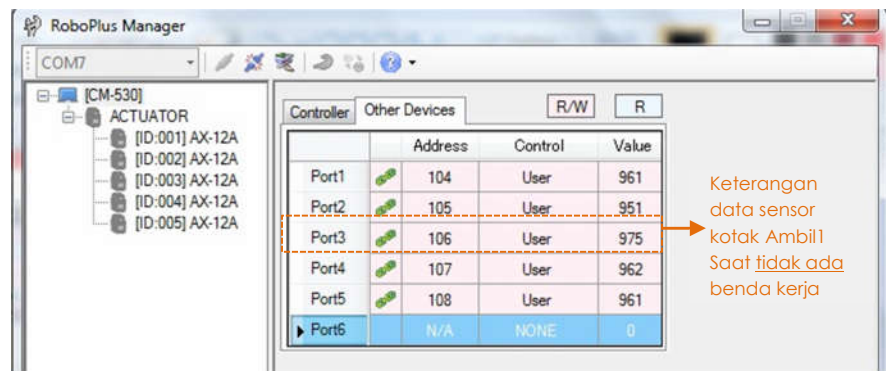
	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

## **Contoh Pengoperasian 2**

### **Membuat Task Trainer Robot Lengan Mengambil Benda di Kotak 1 saat ada benda kerja di dalamnya**

Langkah-langkah dalam membuat task Gerakan Ambil Benda pada kotak Ambil 1 yaitu sebagai berikut :


1. Cermatilah langkah-langkah pengoperasian *roboplus task* pada penjelasan sebelumnya.
2. Agar robot dapat mengenali dan mengambil benda kerja saat ada benda kerja di dalam kotak ambil 1 maka pembacaan sensor benda perlu diperhatikan. Untuk mengetahui nilai pembacaan sensor benda pada kotak ambil 1 (alamat pembacaan port 3) maka harus membuka roboplus manager seperti Gambar 23 berikut.




Gambar 23. Pembacaan Sensor Benda pada *roboplus manager*

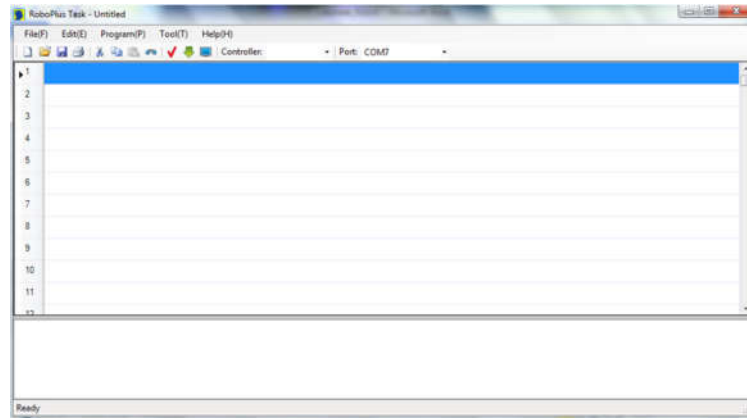
Catatan:

saat ada benda kerja pada kotak ambil 1, maka pembacaan nilai (value) lebih besar dari 990

3. Bukalah ***icon roboplus Task*** , kemudian beberapa saat hingga jendela utama roboplus task terbuka.

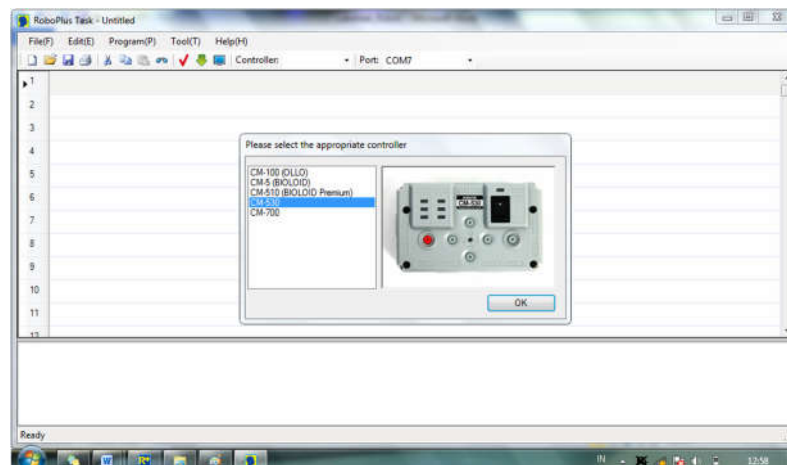


	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




Gambar 22. Jendela *Roboplus Task*

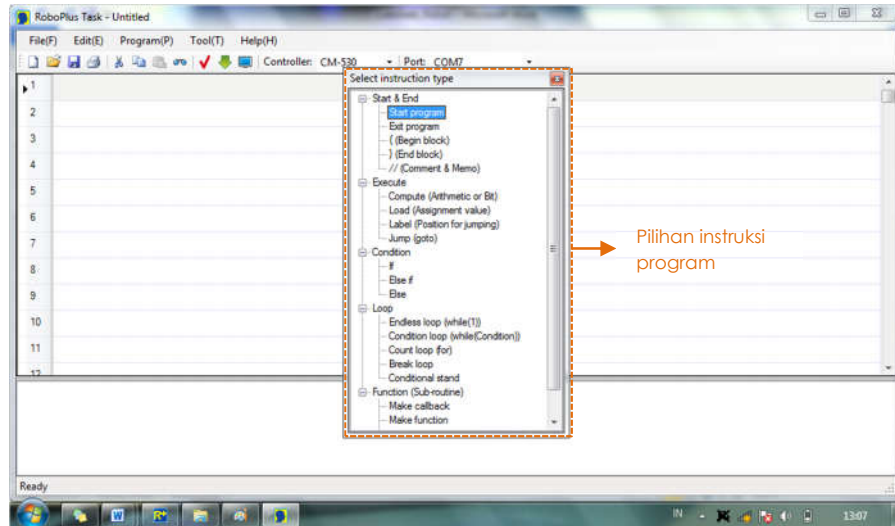
4. Untuk menulis program untuk trainer, **double click** baris (misalnya baris ke-1) maka akan muncul pilihan jenis kontroler yang mau kita gunakan. Cara yang lain adalah dengan memilih baris (misalnya baris ke-1) kemudian klik **enter**. Kemudian pilihlah CM-530 kemudian klik **ok** karena trainer yang kita gunakan menggunakan kontroler tersebut. Adapun tampilan pilihan kotroler yang dimaksud adalah pada Gambar 23 berikut.



Gambar 23. Tampilah Pilihan Jenis Kontroler

5. Setelah itu maka akan muncul pilihan instruksi untuk membuat program seperti Gambar 24 berikut.

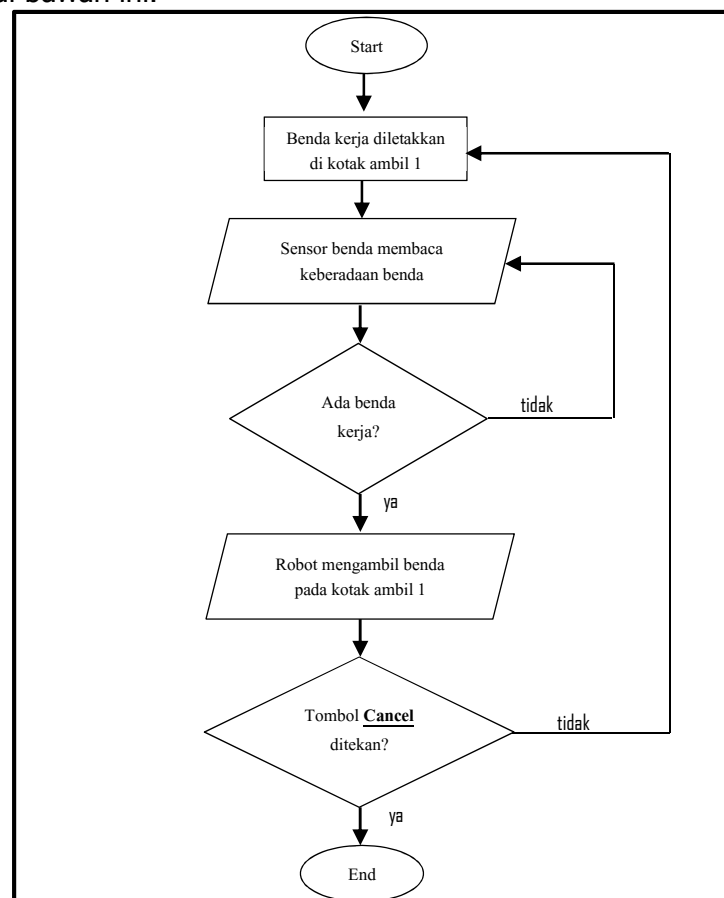
	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




6.

Gambar 24. Pilihan Instruksi Program *RoboPlus Task*

Sebelum menyusun program yang akan dibuat, perhatikanlah rule kerja trainer yang sudah ditentukan sebelumnya. Misalnya rule kerja yang akan dibuat seperti *flowchart* di bawah ini.

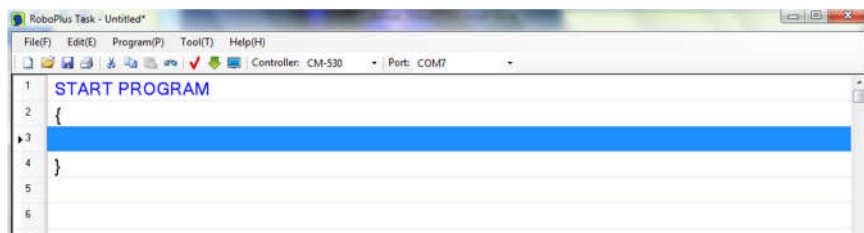


Gambar 25. Flowchart kerja pengoperasian 2

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Berdasarkan Gambar 25, saat trainer mulai dijalankan (*start*) benda kerja ditaruh pada kotak ambil 1 oleh operator (*user*). Robot membaca keberadaan benda kerja melalui sensor benda yang ada di kotak ambil 1. Jika ada benda kerja, robot melakukan gerakan ambil benda pada kotak ambil 1. Sebaliknya jika tidak ada benda, maka robot kembali membaca keberadaan benda. Setelah benda kerja di ambil, jika operator merasa kerja robot sudah cukup, maka operator menekan tombol **cancel (menu)** dan robot akan berhenti bekerja, tetapi jika belum cukup, maka operator menaruh benda kerja pada kotak ambil 1 dan robot bekerja mengikuti alur selanjutnya.

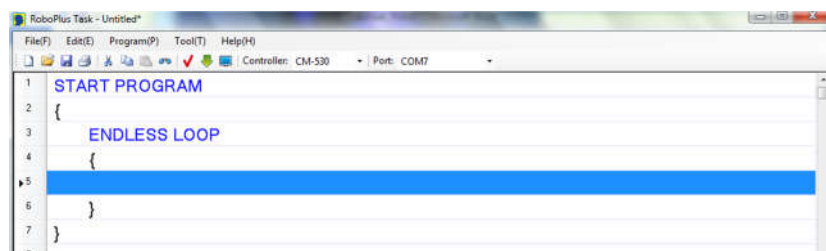
- Langkah selanjutnya adalah menyusun program sesuai flowchart. Pada tampilan pilihan instruksi program pilihlah **start program** sebagai instruksi memulai program. Setelah itu akan muncul tampilan seperti Gambar 26 berikut.



Gambar 26. Instruksi Start Program


Berdasarkan Gambar 26, setelah **start program** dipilih maka secara otomatis akan terisi pada baris ke-1 dan disertai tanda kurung kurawal (baris ke-2 dan ke-4) serta satu baris kosong yakni baris ke-3 untuk menulis program selanjutnya.

- Pada baris ke-3, tambahkan instruksi **endless loop** dengan cara **double click** (pada baris ke-3) dan pilih instruksi tersebut pada pilihan instruksi program sehingga akan muncul tampilan seperti Gambar 27 berikut.



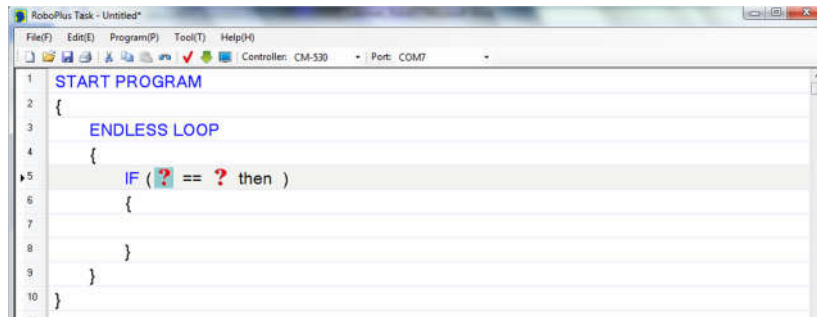
Gambar 27. Instruksi Endless Loop

Instruksi endless loop bertujuan untuk membuat perulangan (*looping*) pada instruksi di dalamnya. Program kerja trainer dalam mengambil benda kerja di kotak

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

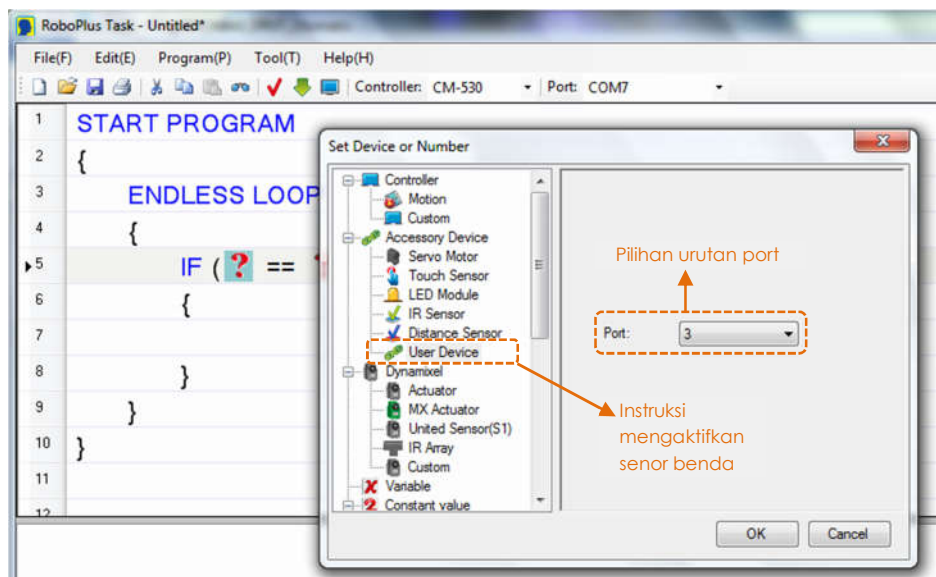
ambil 1 akan terus berulang sesuai keinginan operator dan diakhiri dengan menekan tombol **cancel**.

9. Pada baris ke-5, buatlah instruksi **if** seperti tampilan Gambar 28 berikut.




Gambar 28. Instruksi If

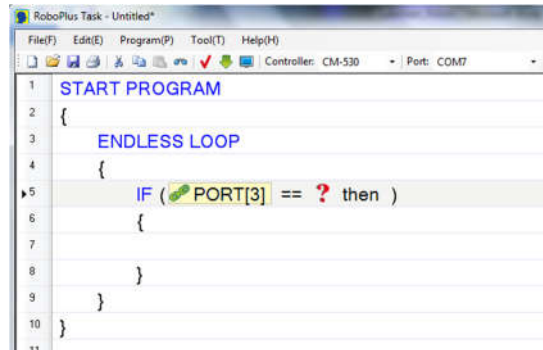
Pada simbol **tanda tanya** ? pada kedua ruas sama dengan (==) bertujuan sebagai tempat menuliskan syarat suatu instruksi yang akan dijalankan. Pada pemrograman kali ini, syarat agar robot mengambil benda pada kotak ambil 1 adalah apabila ada benda kerja di dalamnya (nilai port 3  $\geq$  990). Untuk membuat instruksi syarat adalah **double click** pada **tanda tanya** ? (sebelah kiri tanda ==) lalu pilih **user device** dan ganti pilihan port menjadi angka **3** seperti tampilan Gambar 29 berikut.



Gambar 29. Instruksi menentukan syarat

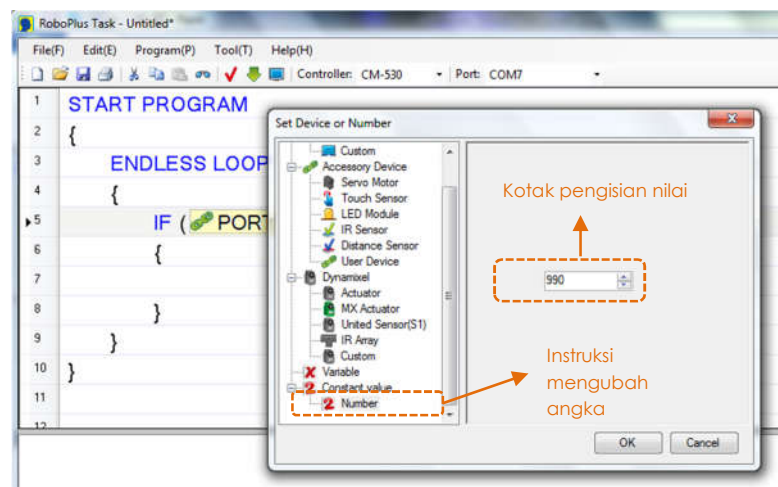
Kemudian pilih **ok** sehingga tampilan yang muncul seperti Gambar 30 berikut.

	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :



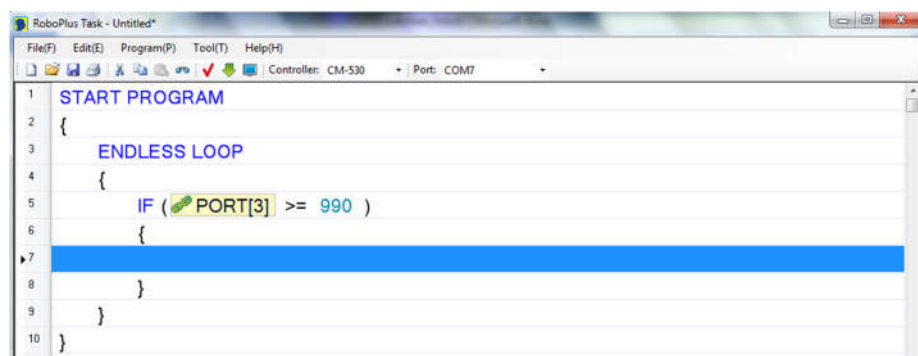
Gambar 30. Instruksi Memilih Sensor Benda

Kemudian **double click** simbol sama dengan (==) lalu pilih simbol lebih besar atau sama dengan ( $\geq$ ). Setelah itu **double click** pada **tanda tanya** ? (sebelah kanan) kemudian pilih **Number** pada **Constant Value** kemudian ubah nilai menjadi **990** pada kotak pengisian nilai seperti Gambar 31 berikut




Gambar 31. Instruksi Menentukan Nilai

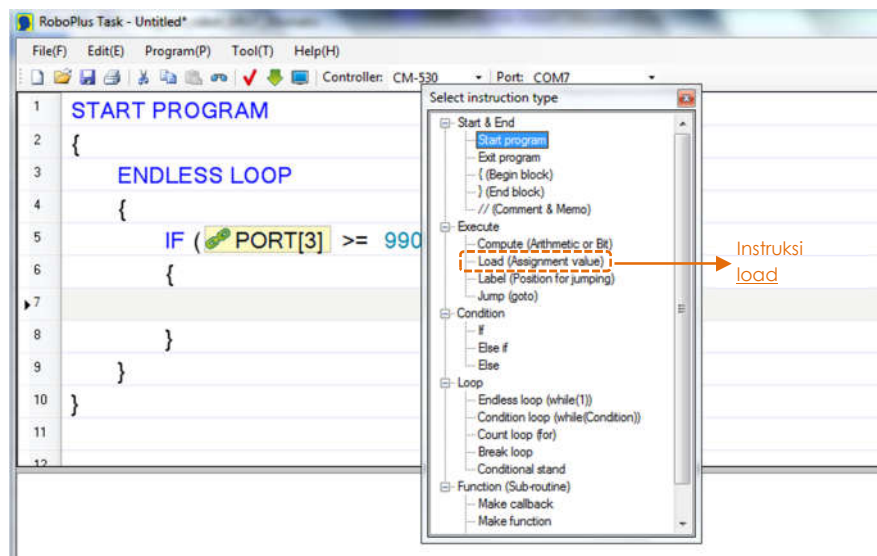
kemudian pilih **ok** sehingga tampilannya seperti Gambar 32 berikut.



Gambar 32. Instruksi Syarat secara Lengkap


	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

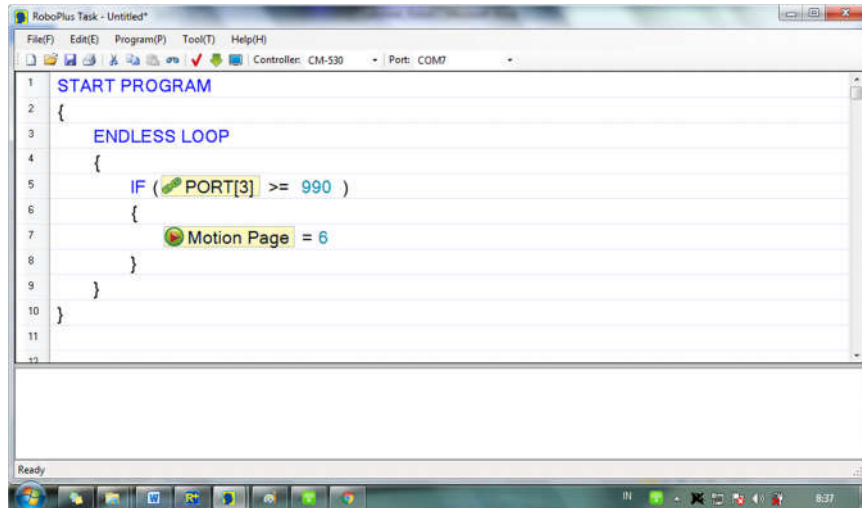
10. Langkah selanjutnya adalah membuat program gerakan yang akan dikerjakan robot. adapun gerakan yang dimaksud adalah gerakan mengambil benda kerja pada kotak ambil 1. Buatlah instruksi pada baris ke-7 dengan langkah seperti pada instruksi sebelumnya. Pada pilihan instruksi, pilihlah **load** (assignment value) seperti Gambar 33 berikut.



Gambar 33. Instruksi Load

Kemudian akan muncul simbol **? = ?** pada baris ke-7. Pada simbol **tanda tanya** **?** (sebelah kiri simbol = ), ubahlah menjadi instruksi **Motion Page** dan Pada simbol **tanda tanya** **?** (sebelah kanan simbol = ), ubahlah menjadi angka **6** karena *motion page* gerakan ambil benda yang sudah dibuat pada roboplus motion sebelumnya (contoh pengoperasian 1) yaitu pada *page* ke-6. Tampilan akhirnya seperti Gambar 34 berikut.

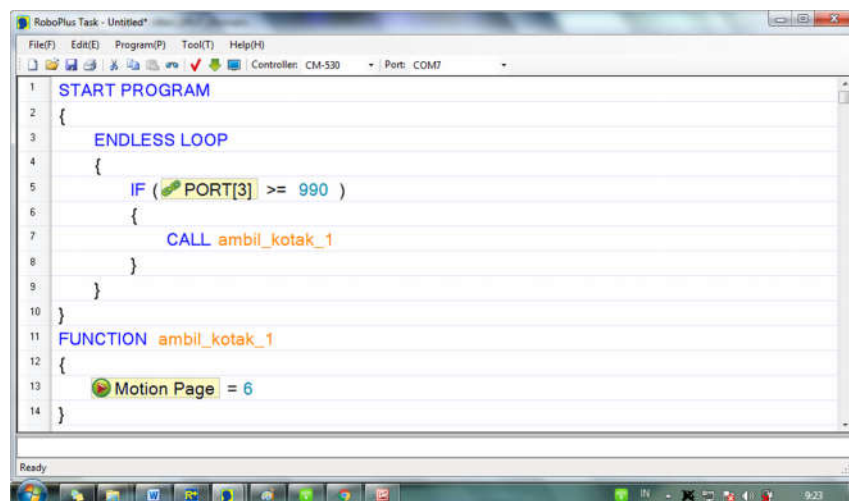
	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




Gambar 34. Program Jadi

Catatan:


Jika ingin menghemat penulisan program apabila instruksi yang akan dibuat jumlahnya banyak, maka dapat menggunakan **fungsi** (function) dan pada program utama hanya memanggil (call) nama fungsinya saja. Misalnya pada program jadi pada Gambar 34 dapat dimodifikasi menjadi seperti Gambar 35 berikut

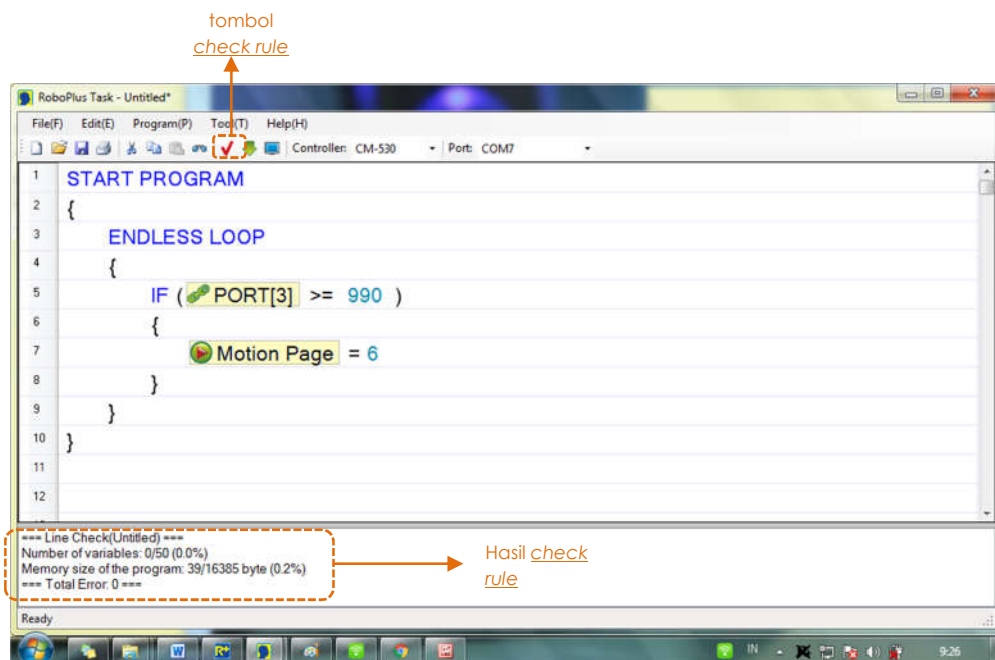


Gambar 35. Program menggunakan Fungsi



11. Setelah program yang dibuat selesai, maka perlu diperiksa (*check*) benar dan salah penulisan programnya. Program yang benar apabila jumlah salah (*total error*) adalah **0**. Untuk mengeceknya, gunakan tombol **check rule**  kemudian lihat keterangan hasil pemeriksaan seperti Gambar 36 berikut

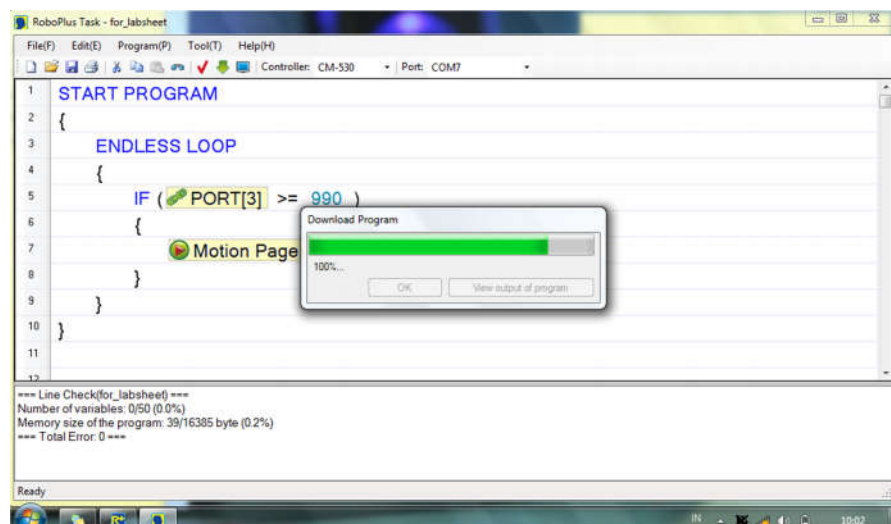


	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :




Gambar 36. Tampil Hasil *check rule*

12. Langkah selanjutnya adalah menyimpan file program yang sudah dibuat. untuk menyimpan file program, tekan tombol **save**  atau klik menu **file** kemudian pilih **save** atau **save as**.
13. Setelah file disimpan, langkah selanjutnya adalah men-*download* program ke trainer. Sebelum men-*download* pastikan komputer terhubung dengan CM-530 trainer (kondisi **on**). Klik tombol **download**  dan tunggu proses *download* selesai seperti Gambar 37 berikut



Gambar 37. Proses Download Roboplus Task



	<b>Jurusan Teknik Elektronika Industri</b> <b>SMK N 2 PENGASIH</b>	Tanggal :
	<b>LABSHEET PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL</b>	Waktu :4x45 menit
	<b>Penerapan Simulasi Algoritma dan Bahasa Pemrograman Menggunakan Trainer Robot Lengan</b>	Semester :

Catatan:

Untuk mencoba menjalankan hasil program yang sudah di-*download* pada trainer, pilihlah **mode play** yang ditandai nyala lampu kelap-kelip warna merah CM-530 menggunakan **tombol mode** kemudian tekan **tombol play**.

#### F. Tugas

Buatlah program *motion* (pada *roboplus motion*) robot lengan mengambil benda kerja pada kotak ambil 1 dan menaruh benda kerja pada kotak taruh 1 kemudian buatlah *task* (pada *roboplus task*) dengan ketentuan saat kotak taruh 1 keadaan kosong, maka robot melakukan gerakan ambil benda kerja di kotak ambil 1 kemudian langsung menaruhnya pada kotak taruh 1. Proses kerja akan terus berulang (kotak taruh 1 kosong dan kotak ambil 1 terisi) sebelum tombol cancel ditekan.