

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH
BERBANTUAN TRAINER *HUMAN MACHINE INTERFACE* UNTUK
PENINGKATAN KOMPETENSI PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Pendidikan



Oleh:
Febriyanto
NIM. 11501241037

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015**

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH
BERBANTUAN TRAINER *HUMAN MACHINE INTERFACE* UNTUK
PENINGKATAN KOMPETENSI PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK**

Oleh:

Febriyanto
NIM. 11501241037

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui: (1) gambaran penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC, (2) perbedaan hasil kompetensi merakit sistem PLC antara pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* dan pembelajaran konvensional, serta (3) efektivitas pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain penelitian *pretest-posttest control group*. Subyek penelitian adalah siswa kelas XII Program Keahlian Otomasi Industri di SMKN 2 Depok berjumlah 29 siswa. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen tes dan lembar observasi. Instrumen tes digunakan untuk mengukur kompetensi ranah kognitif sedangkan lembar observasi untuk mengukur kompetensi ranah afektif dan psikomotor. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, uji *Mann-Whitney*, dan uji *Wilcoxon*.

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) semua siswa (100%) hasil belajar ranah kognitif dan afektif termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan ranah psikomotorik sebagian besar (93,33%) termasuk dalam kategori sangat baik dan sebagian kecil (6,67%) termasuk kategori baik, (2) terdapat perbedaan kompetensi antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* dan siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional dengan nilai Sig.hitung sebesar 0,45 pada ranah kognitif; 0,45 pada ranah kognitif; dan 0,003 pada ranah psikomotorik lebih kecil dari pada Sig.penelitian sebesar 0,050, (3) terdapat efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* dalam meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC dengan rerata *standart gain* kelas eksperimen sebesar 0,73 pada ranah kognitif; 0,59 pada ranah afektif; dan 0,56 pada ranah psikomotorik lebih besar daripada rerata *standart gain* kelas kontrol yang sebesar 0,54 pada ranah kognitif; 0,31 pada ranah afektif; dan 0,16 pada ranah psikomotorik.

Kata kunci: kompetensi, hasil belajar, merakit sistem PLC, pembelajaran berbasis masalah, trainer *Human Machine Interface*.

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH
BERBANTUAN TRAINER *HUMAN MACHINE INTERFACE* UNTUK
PENINGKATAN KOMPETENSI PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK**

Disusun oleh:

Febriyanto
NIM. 11501241037

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

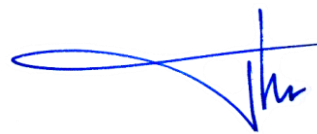
Sleman, Mei 2015

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pend. Teknik Elektro,



Moh. Khairudin, Ph.D.
NIP. 19790412 200212 1 002

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd
NIP.19680406 199003 1 001




HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN TRAINER *HUMAN MACHINE INTERFACE* UNTUK PENINGKATAN KOMPETENSI PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK

Disusun oleh:
Febriyanto
NIM. 11501241037

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 5 Juni 2015

TIM PENGUJI			
Nama	Jabatan	Tandatangan	Tanggal
Totok Heru T M, M.Pd.	Ketua Penguji		22/06/15
Ariadie Chandra Nugraha, M.T.	Sekretaris Penguji		23/06/15
Dr. Istanto Wahyu Djatmiko	Penguji		23/06/2015

Yogyakarta, Juni 2015

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,




Dr. Moch. Bruri Triyono

NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriyanto

NIM : 11501241037

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro-S1

Judul TAS : Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer
Human Machine Interface untuk Peningkatan Kompetensi
Perakitan Sistem PLC SMK N 2 Depok

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Sleman, Mei 2015
Yang menyatakan



Febriyanto
NIM. 11501241037

MOTTO

“Awali dengan Bismillah”

“Kesungguhan tidak akan mengecewakan”

“Tidak ada orang yang bodoh, yang ada hanya orang yang malas belajar”

“Better late than never”

“Usaha sertai Do'a, Allah maha kaya”

“Bukan hasil! tapi proses untuk mendapatkan hasil”

“Pokok e kudu semangat”

“Nasib bukanlah takdir, tentukan sendiri nasibmu”

“Akhiri dengan Alhamdulillah”

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT karya ini
Penulis Persembahkan kepada:*

*Bapak, Ibu, Kakek, Nenek dan seluruh keluargaku tercinta. Terimakasih atas
segala hal yang tak ternilai harganya dan tak mungkin bisa kubalas*

*Pakdheku Mustafa yang super baik dan harus lebih dulu dipanggil Allah SWT,
semoga ditempatkan di surga yang terbaik, aamiin*

Teman-teman seperjuangan Anggun, Rohjai, dan Arif alias Pak lurah

Senpai Amel yang telah banyak saya repotkan dalam karya ini

*Teman-teman TKF201 Pendidikan Teknik Elektro kelas A angkatan 2011 yang
luar biasa dan semua teman di jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY yang
luar biasa juga*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer *Human Machine Interface* untuk Peningkatan Kompetensi Perakitan Sistem PLC SMK N 2 Depok". Penyusunan skripsi ini dibuat sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Di dalam proses penyelesaian tugas akhir ini dengan segala keterbatasan penulis, banyak sekali pihak-pihak yang telah membantu dan mendorong sehingga tugas akhir ini selesai. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada.

- 1) Bapak Totok Heru Trimaryadi, M. Pd, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi,
- 2) Bapak Ilmawan M., S.Pd., M.T. dan Bapak Yuwono Indro H., M.Eng., selaku validator instrumen penelitian,
- 3) Bapak Dr. Istanto Wahyu Djatmiko, selaku penguji utama yang memberikan koreksi perbaikan terhadap Tugas Akhir Skripsi ini,
- 4) Bapak Ariadie Chandra Nugraha, M.T., selaku sekretaris penguji yang memberikan koreksi perbaikan terhadap Tugas Akhir Skripsi ini,
- 5) Bapak Drs. Suroto selaku guru mata diklat Merakit Sistem PLC untuk Keperluan Industri SMK N 2 Depok yang telah memberikan kesempatan dan bimbingan selama penelitian,
- 6) Bapak Ketut Ima Ismara, M.Pd, M.Kes, selaku ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta,
- 7) Bapak Moh.Khairudin, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta,
- 8) Bapak Drs. Nurkholis, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas A Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2011,
- 9) Bapak Dr. Moch. Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta,

- 10) Bapak Drs. Aragani Mizan Zakaria, selaku kepala sekolah SMK N 2 Depok yang memberikan kesempatan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi,
- 11) Para guru dan staff SMK N 2 Depok yang telah memberikan bantuan dalam pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini,
- 12) Siswa kelas XII Program Keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok yang sangat kooperatif saat penelitian,
- 13) Seluruh Dosen, Karyawan, dan Teknisi bengkel di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta,
- 14) Rohjai Badarudin, mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang menjadi partner selama penelitian,
- 15) Anggun Ratnasari, Arif Budiarto, Rinto Edi pracoyo, dan semua teman-teman kelas A angkatan 2011 Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, terimakasih atas bantuan dan dukungannya,
- 16) Amelia F. Husna yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Skripsi,
- 17) Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan di dalam penyusunan tugas akhir skripsi ini. Penulis mengharapkan segala masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan penyusunan tugas akhir skripsi ini. Penulis berharap semoga tugas akhir skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca.

Sleman, Mei 2015
Penulis,

Febriyanto
NIM. 11501241037

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Kajian Teori	9
1. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).....	9
2. Kompetensi.....	13
3. Hasil Belajar.....	15
4. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) Problem Based Learning (PBL).16	
5. Media Pembelajaran	24
B. Kajian Penelitian yang Relevan	28
C. Kerangka Berfikir.....	29
D. Pertanyaan dan Hipotesis Penelitian.....	31

BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Desain dan Prosedur Eksperimen.....	33
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
C. Subyek Penelitian	34
D. Metode Pengumpulan Data	35
E. Instrumen Penelitian	35
F. Validitas Internal dan Eksternal	42
1. Validitas Internal	42
2. Validitas Eksternal	44
G. Teknik Analisis Data	45
1. Deskripsi Data	45
2. Uji Hipotesis.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Deskripsi Data.....	48
1. Kompetensi Ranah Kognitif.....	48
2. Kompetensi Ranah Afektif	51
3. Kompetensi Ranah Psikomotorik	55
B. Uji Hipotesis	59
C. Pembahasan Hasil Penelitian	66
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	79
A. Simpulan	79
B. Implikasi.....	80
C. Keterbatasan Penelitian	80
D. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Silabus Merakit Sistem PLC Untuk Keperluan Otomasi Industri	12
Tabel 2. Format Desain Penelitian	34
Tabel 3. Kisi-kisi Tes Hasil Belajar	36
Tabel 4. Kisi-kisi Penilaian Ranah Afektif	37
Tabel 5. Kisi-kisi Penilaian Ranah Psikomotorik	37
Tabel 6. Klasifikasi Indeks Kesukaran	38
Tabel 7. Klasifikasi Daya Pembeda	39
Tabel 8. Uji Reliabilitas Instrumen Tes	41
Tabel 9. Uji Reliabilitas Instrumen Observasi	42
Tabel 10. Tabel Kategori Skor	45
Tabel 11. Hasil Perhitungan <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	48
Tabel 12. Distribusi Kategori Skor <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	49
Tabel 13. Hasil Perhitungan <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	49
Tabel 14. Distribusi Kategori Skor <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	49
Tabel 15. Hasil Perhitungan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	50
Tabel 16. Distribusi Kategori Skor <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	50
Tabel 17. Hasil Perhitungan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	50
Tabel 18. Distribusi Kategori Skor <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	51
Tabel 19. Rerata Peningkatan Kompetensi Ranah Kognitif	51
Tabel 20. Hasil Perhitungan Afektif Awal Kelas Eksperimen	52
Tabel 21. Distribusi Kategori Skor Afektif Awal Kelas Eksperimen	52
Tabel 22. Hasil Perhitungan Afektif Awal Kelas Kontrol	53
Tabel 23. Distribusi Kategori Skor Afektif Awal Kelas Kontrol	53
Tabel 24. Hasil Perhitungan Afektif Akhir Kelas Eksperimen	54
Tabel 25. Distribusi Kategori Skor Afektif Akhir Kelas Eksperimen	54
Tabel 26. Hasil Perhitungan Afektif Akhir Kelas Kontrol	54
Tabel 27. Distribusi Kategori Skor Afektif Akhir Kelas Kontrol	54
Tabel 28. Rerata Peningkatan Kompetensi Ranah Afektif	55

Tabel 29. Hasil Perhitungan Psikomotorik Awal Kelas Eksperimen	56
Tabel 30. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Awal Kelas Eksperimen	56
Tabel 31. Hasil Perhitungan Psikomotorik Awal Kelas Kontrol.....	56
Tabel 32. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Awal Kelas Kontrol	56
Tabel 33. Hasil Perhitungan Psikomotorik Akhir Kelas Eksperimen	57
Tabel 34. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Akhir Kelas Eksperimen	58
Tabel 35. Hasil Perhitungan Psikomotorik Akhir Kelas Kontrol	58
Tabel 36. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Akhir Kelas Eksperimen	58
Tabel 37. Rerata Peningkatan Kompetensi Ranah Kognitif	59
Tabel 38. Hasil Uji Hipotesis <i>Pretest</i> Hasil Belajar Ranah Kognitif	60
Tabel 39. Hasil Uji Hipotesis <i>Posttest</i> Hasil Belajar Ranah Kognitif	60
Tabel 40. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal Hasil Belajar Ranah Afektif	61
Tabel 41. Hasil Uji Hipotesis Afektif Akhir Hasil Belajar Ranah Afektif.....	61
Tabel 42. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik Awal Hasil Belajar Ranah Psikomotorik	62
Tabel 43. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik Akhir Hasil Belajar Ranah Psikomotorik	62
Tabel 44. Hasil Uji Hipotesis <i>Pretest-Posttest</i> Kelas Eksperimen	63
Tabel 45. Hasil Uji Hipotesis <i>Pretest-Posttest</i> Kelas Kontrol.....	64
Tabel 46. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal – Afektif Akhir Eksperimen	64
Tabel 47. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal – Afektif Akhir Kelas Kontrol.....	65
Tabel 48. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal – Afektif Akhir Eksperimen	65
Tabel 49. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik Awal – Psikomotorik Akhir Kelas Kontrol	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka Berfikir	31
Gambar 2. Diagram Batang Perbandingan Hasil <i>Pretest</i>	67
Gambar 3. Diagram Batang Perbandingan Hasil Afektif Awal	68
Gambar 4. Diagram Batang Perbandingan Hasil Psikomotorik Awal	69
Gambar 5. Diagram Batang Perbandingan Hasil Posttest	70
Gambar 6. Diagram Batang Perbandingan Hasil Afektif Akhir	71
Gambar 7. Diagram Batang Perbandingan Hasil Psikomotorik Akhir	72
Gambar 8. Diagram Batang Perbandingan Rerata <i>Standart Gain</i>	76

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 SURAT KETERANGAN VALIDASI	87
LAMPIRAN 2 SILABUS DAN INSTRUMEN PENELITIAN.....	90
LAMPIRAN 3 UJI COBA INSTRUMEN DAN DATA MENTAH PENELITIAN.....	112
LAMPIRAN 4 HASIL ANALISIS DATA.....	126
LAMPIRAN 5 SURAT-SURAT PENELITIAN	136
LAMPIRAN 6 BAHAN AJAR	141

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah. Idealnya lulusan SMK akan langsung mendapatkan pekerjaan yang layak sesuai dengan kompetensi dan keterampilannya. Pendidikan kejuruan merupakan jenis pendidikan yang berorientasi pada keterampilan dimana produk atau lulusan pendidikan ini mudah memasuki pasar kerja atau mampu menciptakan pekerjaan sendiri (Muniarti & Nasir, 2009:10). Fakta yang terjadi saat ini tidak demikian. Dikutip dari News.okezone.com (2014), lulusan SMK selama ini kurang memuaskan akibat kurangnya kompetensi lulusan yang ditandai oleh kurangnya kesesuaian lulusan dan kebutuhan dunia usaha dunia industri (DUDI).

Kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas di dunia industri menuntut SMK untuk membekali lulusannya dengan kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan dunia usaha maupun dunia industri. Oleh karena itu SMK harus mempersiapkan peserta didiknya agar siap masuk ke dunia kerja dengan membekali berbagai macam kompetensi yang menunjang kebutuhan dunia kerja. Keberhasilan peserta didik dalam menguasai suatu kompetensi tidak lepas dari proses pendidikan. Utami Marwati (2015) menyatakan bahwa keberhasilan belajar di sekolah dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya tenaga pendidik/guru. Guru dituntut lebih kreatif dan inovatif dalam menyampaikan pembelajaran di kelas supaya materi pembelajaran yang disampaikan kepada peserta didik dapat diterima dengan mudah dan menyenangkan. Interaksi antara guru dan peserta

didik sangat diperlukan sehingga dapat mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Kenyataannya, interaksi antara guru dan siswa masih kurang. Seperti yang dikutip dalam Kompasiana.com (2012), proses pembelajaran di kelas seharusnya menyenangkan sehingga membuat anak semakin kreatif dan aktif dalam bertanya. Oleh karena itu guru dituntut menciptakan suasana belajar yang mendorong siswa lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran.

Dewasa ini masih banyak guru yang menerapkan pembelajaran *teacher centered* (pembelajaran berpusat pada guru). Usaha MenDikBud mengubah pembelajaran yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa dengan menerapkan Kurikulum 2013 hanya berlaku "setengah jalan". Dikutip dalam Antaranews.com (2014), Mendikbud Anies Baswedan mengeluarkan putusan pada Desember 2014 untuk kembali pada Kurikulum 2006 atau Kurikulum Satuan Pendidikan (KTSP). Pemberlakuan Kurikulum 2013 dibatasi pada 6.221 sekolah percontohan karena guru dinilai belum siap.

Muslimin (2011), model pembelajaran berpusat pada guru menyebabkan interaksi rendah, membosankan siswa, dan siswa hanya sebagai pendengar dan menghafal saja. Pembelajaran yang berpusat pada guru akan menurunkan daya tarik dan keaktifan peserta didik karena pembelajaran terkesan membosankan. Hal ini diakibatkan strategi pembelajaran yang diterapkan guru di kelas masih kurang. Laeli Farida (2014) menyatakan variasi metode pembelajaran oleh seorang pendidik akan sangat menentukan sikap senang atau tidaknya peserta didik pada suatu mata pelajaran. Kurangnya penerapan strategi pembelajaran menyebabkan turunnya daya tarik dan keaktifan siswa terhadap suatu pelajaran. Hal tersebut dapat berakibat pada pencapaian kompetensi siswa yang tidak maksimal dan pada

akhirnya lulusan SMK akan kesulitan mendapatkan pekerjaan di dunia kerja maupun dunia industri.

Pembelajaran seharusnya menitikberatkan pada peran siswa sebagai pusat pembelajaran. Doni Koesoema A (2013) menjelaskan siswa adalah individu yang harus dihargai keberadaannya sebagai individu karena mereka adalah pembelajar utama dalam pendidikan. Siswa adalah subyek yang belajar. Tugas pendidik adalah menumbuhkan gairah belajar dalam diri siswa. Pembelajaran yang berpusat pada siswa akan mendorong lebih aktif dan dominan dalam kelas, sehingga kualitas pembelajaran meningkat. Peran guru dalam merencanakan pembelajaran sangat penting karena akan menentukan arah pembelajaran yang dilakukan oleh siswa. Salah satu pembelajaran yang dapat diterapkan agar siswa menjadi pusat pembelajaran adalah pembelajaran berbasis masalah.

Penggunaan media pembelajaran juga dapat mempengaruhi keberhasilan proses pembelajaran. Oemar Hamalik (1989) mengemukakan bahwa pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa. Pemanfaatan media pembelajaran oleh guru masih kurang. Dikutip dari Kompas.com (2010), hasil penelitian "Potret Profesionalitas Guru Kota Yogyakarta dalam Kegiatan Belajar-Mengajar" yang dilakukan Jaringan Penelitian Pendidikan Kota Yogyakarta (JP2KY) awal tahun 2010, menunjukkan 75 persen guru peserta penelitian belum menggunakan media pembelajaran dalam mengajar. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kurangnya inovasi guru dalam pemanfaatan media pembelajaran.

Upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dapat dilakukan dengan menerapkan variasi pembelajaran dan variasi media pembelajaran yang baru. Pembelajaran bervariasi yang memadukan beberapa pendekatan pembelajaran dan dukungan penggunaan media pembelajaran yang bervariasi pula akan lebih mengoptimalkan penguasaan kompetensi (Nana Syaodih S, 2007:121). Adanya variasi pembelajaran sehingga dapat ditentukan pembelajaran yang relevan dengan kondisi siswa. Media pembelajaran dapat menjadi daya tarik tersendiri bagi peserta didik, terutama peserta didik SMK yang banyak melakukan praktik saat proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran yang relevan dengan materi pembelajaran dapat mengoptimalkan hasil pembelajaran.

B. Identifikasi Masalah

Lulusan SMK yang kurang memuaskan akibat dari kurangnya kompetensi lulusan. Hal ini membuat lulusan SMK yang kompetensinya kurang menjadi sulit mendapatkan pekerjaan. Dunia usaha dunia industri (DUDI) membutuhkan SDM yang berkualitas dan berkompeten di bidangnya. Oleh karena itu, SMK dituntut untuk mempersiapkan lulusannya dengan kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan dunia usaha maupun dunia industri.

Keberhasilan peserta didik dalam menguasai suatu kompetensi dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya tenaga pendidik/guru. Guru dituntut untuk kreatif dan inovatif dalam menciptakan suasana belajar yang efektif dan menyenangkan. Kenyataannya guru masih menerapkan pembelajaran yang berpusat pada guru. Kreativitas dan strategi pembelajaran yang dimiliki guru masih kurang. Hal ini mengakibatkan interaksi dengan siswa menjadi rendah, siswa menjadi bosan, dan siswa hanya sebagai pendengar dan menghafal saja.

Pembelajaran seharusnya menitikberatkan pada peran siswa sebagai pusat pembelajaran. Siswa adalah subyek yang belajar dan tugas pendidik adalah menumbuhkan gairah belajar dalam diri siswa. Pembelajaran yang berpusat pada siswa akan mendorong siswa lebih aktif sehingga kualitas pembelajaran meningkat.

Inovasi guru dalam penyajian materi dengan media pembelajaran masih kurang. Guru seharusnya dapat mempersiapkan pembelajaran dengan matang. Pemilihan strategi didukung media pembelajaran yang sesuai materi pembelajaran akan menarik minat siswa sehingga pembelajaran akan lebih efektif. Pembelajaran yang baik seharusnya dapat mendorong siswa lebih aktif, menarik minat siswa untuk belajar, dan memotivasi siswa meningkatkan rasa ingin tahunya. Hal tersebut membuat siswa terbiasa melakukan pembelajaran secara mandiri di sekolah maupun di luar sekolah. Oleh karena itu guru dituntut untuk mengembangkan kreativitas dan inovasi dalam menyajikan materi pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi efektif dan menyenangkan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, kompetensi merupakan hal yang harus dikuasai oleh peserta didik SMK. Salah satu kompetensi yang dibutuhkan dunia industri di bidang otomasi adalah kompetensi merakit sistem PLC. Kompetensi merakit sistem PLC merupakan kompetensi dasar yang diajarkan pada kelas XII program keahlian Otomasi Industri. Kompetensi Merakit PLC merupakan salah satu kompetensi yang harus dikuasai siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Pembelajaran berbasis masalah dengan media pembelajaran Trainer *Human Machine Interface* (Trainer HMI) dipilih karena dinilai relevan dengan kebutuhan pembelajaran pada mata pelajaran Merakit Sistem PLC untuk Keperluan Industri. Efektivitas pembelajaran pada penelitian ini diukur dari segi ketercapaian sasaran pembelajaran yang telah ditetapkan melalui nilai Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) pada kompetensi dasar Merakit Sistem PLC.

Kompetensi merakit sistem PLC merupakan kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri untuk mendukung pengetahuan dan keterampilan di bidang otomasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran berbasis masalah menggunakan media pembelajaran Trainer HMI yang diterapkan pada pembelajaran kompetensi dasar Merakit Sistem PLC.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah maka rumusan masalah yang diajukan yaitu:

1. Bagaimanakah gambaran pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII program keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok?
2. Apakah terdapat perbedaan hasil kompetensi merakit sistem PLC antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* dan pembelajaran konvensional berbantuan Trainer PLC Omron pada siswa kelas XII program keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok?

3. Apakah pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* dapat efektif untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII program keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diteliti, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Mengetahui gambaran pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII program keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok.
2. Mengetahui perbedaan hasil kompetensi merakit sistem PLC antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* dan pembelajaran konvensional berbantuan Trainer PLC Omron pada siswa kelas XII program keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok?
3. Mengetahui efektivitas pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer *Human Machine Interface* untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII program keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok?

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi beberapa pihak. Adapun hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pihak berikut ini.

1. Bagi sekolah, dapat memberikan inovasi pembelajaran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk kemajuan sekolah sebagai usaha peningkatan mutu pendidikan.

2. Bagi Guru, dapat memberikan masukan tentang variasi dan media pembelajaran yang dapat digunakan guru khususnya untuk proses pembelajaran perakitan sistem PLC.
3. Bagi peserta didik, dapat memancing minat, kreativitas, dan keaktifan dalam proses pembelajaran sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar.
4. Bagi peneliti, dapat meningkatkan pengetahuan mengenai variasi dan media pembelajaran yang efektif diterapkan di SMK khususnya untuk peningkatan kompetensi merakit sistem PLC.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

Pendidikan kejuruan merupakan bagian dari sistem pendidikan yang mempersiapkan lulusannya memiliki bekal yang cukup untuk bekerja di perusahaan serta menguasai satu bidang pekerjaan dari sekian banyak bidang pekerjaan lainnya. Peserta didik pendidikan kejuruan mendalami setiap bidang studi atau pendidikan kejuruan yang mengarah pada kesiapannya ketika memasuki dunia kerja. Hal ini sesuai dengan isi Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No.20 Th.2003 pasal 15 yang menjelaskan tentang pendidikan kejuruan adalah pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja di bidang tertentu.

Mata pelajaran yang bersifat produktif menjadi salah satu perbedaan antara SMK dan SMA. Pembelajaran produktif merupakan mata diklat yang berfungsi membekali siswa agar memiliki kompetensi kerja, sesuai standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (Kurikulum SMK, 2006:8). Rudi Susilana dan Cipi Riyana (2009:1) menerangkan pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang melibatkan seseorang dalam upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai positif dengan memanfaatkan berbagai sumber untuk belajar. Pembelajaran di SMK lebih menekankan pada penguasaan mata pelajaran produktif, namun pelajaran yang bersifat normatif dan adaptif tetap harus dikuasai peserta didik. Setiap peserta didik SMK harus menjalani pembelajaran pada semua

pelajaran normatif, adaptif, produktif, muatan lokal, dan pengembangan diri (Putu Sudira, 2006:12).

Pembelajaran di SMK lebih difokuskan pada pelajaran produktif, meskipun begitu pelajaran yang bersifat normatif dan adaptif tetap diajarkan. Jatah pembelajaran yang diberikan siswa SMK lebih banyak kepada materi kejuruan dibanding materi normatif maupun adaptif (Suwati, 2008:36-37). SMK lebih memfokuskan penguasaan di bidang kejuruan atau teknologi dengan tujuan untuk mematangkan pengetahuan dan keterampilan siswa di bidang tersebut. Siswa SMK diharapkan siap menghadapi tuntutan dunia kerja dunia industri setelah mereka lulus.

SMK memiliki banyak program keahlian yang disesuaikan dengan kebutuhan dunia kerja. Program keahlian di SMK juga menyesuaikan permintaan pasar, masyarakat, dan perkembangan teknologi. Peserta didik dapat memilih program keahlian yang diminati untuk dipelajari selama di SMK. Kurikulum di SMK disusun dan disesuaikan dengan kebutuhan dunia kerja yang ada agar peserta didik dapat mudah beradaptasi ketika memasuki dunia kerja. Masa studi selama tiga atau empat tahun diharapkan lulusan SMK mampu bekerja dan mengembangkan potensi di bidangnya.

Tujuan pendidikan menengah kejuruan menurut UU Nomor 20 Tahun 2003 dibagi menjadi dua, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum pendidikan menengah kejuruan adalah (Kurikulum SMK, 2006:6) : 1) meningkatkan keimanan dan ketakwaan peserta didik kepada Tuhan Yang Maha Esa; 2) mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi warga Negara yang berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, demokratis, dan

bertanggung jawab; 3) mengembangkan potensi peserta didik agar memiliki wawasan kebangsaan, memahami dan menghargai keanekaragaman budaya bangsa Indonesia; dan 4) mengembangkan potensi peserta didik agar memiliki kepedulian terhadap lingkungan hidup dengan secara aktif turut memelihara dan melestarikan lingkungan hidup, serta memanfaatkan sumber daya alam dengan efektif dan efisien.

Tujuan khusus pendidikan menengah kejuruan adalah sebagai berikut: 1) menyiapkan peserta didik agar menjadi manusia produktif, mampu bekerja mandiri, mengisi lowongan pekerjaan yang ada sebagai tenaga kerja tingkat menengah sesuai dengan kompetensi dalam program keahlian yang dipilihnya; 2) menyiapkan peserta didik agar mampu memilih karir, ulet, dan gigih dalam berkompentensi, beradaptasi, di lingkungan kerja dan mengembangkan sikap profesional dalam bidang keahlian yang diminatinya; 3) membekali peserta didik dengan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni agar mampu mengembangkan diri di kemudian hari baik secara mandiri maupun melalui jenjang pendidikan yang lebih tinggi; dan 4) membekali peserta didik dengan kompetensi-kompetensi yang sesuai dengan program keahlian yang dipilih.

Keterampilan yang harus dimiliki oleh peserta didik disesuaikan dengan program keahlian yang dipilihnya. Salah satu program keahlian yang tersedia di SMK adalah Teknik Otomasi Industri (TOI). Program Keahlian TOI memiliki beberapa standar kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didiknya, salah satunya adalah kompetensi merakit sistem PLC. Kompetensi MSPLC merupakan salah satu kompetensi pokok yang diajarkan di Program Keahlian TOI.

Standar kompetensi merakit sistem PLC memiliki beberapa kompetensi dasar yang tercantum pada Tabel 1 yang merupakan silabus standar kompetensi MSPLC untuk keperluan industri. Semua kompetensi dasar yang ada harus dikuasai oleh peserta didik.

Tabel 1. Silabus Merakit Sistem PLC Untuk Keperluan Otomasi Industri

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
17.1 Mengukur tata letak komponen yang akan dirakit.	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan jumlah dan fungsi komponen. • Membuat layout komponen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tata letak komponen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan jumlah dan fungsi komponen. • Membuat layout komponen.
17.2. Merakit sistem kendali berbasis PLC.	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC. • Merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan otomasi industri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Merakit sistem kendali berbasis PLC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC. • Merakit sistem kendali berbasis PLC.
17.3. Mengetes sistem kendali berbasis PLC yang sudah dirakit.	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan prosedur mengetes sistem kendali berbasis PLC yang sudah dirakit. • Mengetes sistem kendali berbasis PLC yang sudah dirakit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetes sistem kendali berbasis PLC yang sudah dirakit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan prosedur mengetes sistem kendali berbasis PLC yang sudah dirakit. • Mengetes sistem kendali berbasis PLC yang sudah dirakit.

Praktik merupakan upaya untuk memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik. Belajar berdasarkan pengalaman akan mempermudah peserta didik merefleksi atau mengingat kembali pengalaman-pengalaman yang telah

dialaminya. Pembelajaran praktik merupakan suatu proses pendidikan yang berfungsi membimbing peserta didik secara sistematis dan terarah untuk dapat melakukan suatu keterampilan. SMK sebagai sekolah kejuruan lebih banyak memberikan pembelajaran praktik dibanding sekolah umum, hal ini dikarenakan SMK harus menyiapkan lulusan yang tidak hanya mempunyai pengetahuan namun juga keterampilan psikomotorik.

2. Kompetensi

Kompetensi adalah penguasaan terhadap suatu tugas, keterampilan, sikap, dan apresiasi yang diperlukan untuk menunjang keberhasilan (Crunkilton dalam E. Mulyasa, 2008: 38). Menurut Udin Saefudin Sa'ud (2008: 143), kompetensi dapat diartikan sebagai kemampuan dasar yang dapat dilakukan oleh para siswa pada tahap pengetahuan, keterampilan, dan bersikap. Dari pendapat-pendapat di atas, peserta didik SMK diharuskan mempunyai kompetensi-kompetensi di bidang keahliannya untuk menunjang keberhasilannya setelah lulus sekolah. Kompetensi sendiri terdiri dari tiga ranah, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik.

a. Ranah Kognitif

Sunarti dan Selly Rahmawati (2014:15) mengemukakan ranah kognitif dinilai meliputi tingkatan menghafal, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, dan mengevaluasi.

- 1) Tingkatan hafalan (ingatan) mencakup kemampuan menghafal verbal atau menghafal parafrasa materi pembelajaran berupa fakta, konsep, prinsip, dan prosedur.

- 2) Tingkatan pemahaman meliputi kemampuan membandingkan, mengidentifikasi karakteristik, menggeneralisasi, dan menyimpulkan.
- 3) Tingkatan aplikasi mencakup kemampuan dalam menerapkan rumus atau prinsip terhadap kasus-kasus yang terjadi di lapangan.
- 4) Tingkatan analisis meliputi kemampuan mengklasifikasi, menggolongkan, memerinci, dan mengurai suatu objek.
- 5) Tingkatan sintesis meliputi kemampuan untuk memadukan berbagai unsur atau komponen, menyusun, membentuk bangunan, mengarang, melukis, dan menggambar.
- 6) Tingkatan evaluasi atau penilaian mencakup kemampuan menilai terhadap objek studi menggunakan kriteria tertentu.

b. Ranah Afektif

Bloom menggradasikan ranah afektif menjadi lima tingkatan yaitu penerimaan, partisipasi, penilaian dan penentuan sikap, organisasi, serta pembentukan pola hidup (Sunarti dan Selly Rahmawati, 2014:45). Sunarti dan Selly Rahmawati juga menjabarkan berbagai jenis tingkatan ranah afektif yang dinilai yaitu kemampuan siswa dalam:

- 1) Penerimaan: memberikan respons atau reaksi terhadap nilai-nilai yang dihadapkan kepadanya.
- 2) Partisipasi: menikmati atau menerima nilai, norma, dan objek yang mempunyai nilai etika dan estetika.
- 3) Penilaian dan penentuan sikap: menilai (*valuing*) ditinjau dari segi baik-buruk, adil-tidak adil, indah-tidak indah terhadap objek studi.

- 4) Organisasi: menerapkan dan mempraktikkan nilai, norma, etika, dan estetika dalam perilaku sehari-hari.
- 5) Pembentukan pola hidup: penilaian perlu dilakukan terhadap daya tarik, minat, motivasi, ketekunan belajar, sikap siswa terhadap mata pelajaran tertentu beserta proses pembelajarannya.

c. Ranah Psikomotorik

Psikomotorik merupakan kemampuan peserta didik yang berkaitan dengan gerakan tubuh atau bagian-bagiannya, mulai dari gerakan yang sederhana sampai dengan gerakan yang bersifat kompleks (Zainal Arifin, 2013:23). Pendapat lain menerangkan ranah psikomotorik adalah ranah yang berkaitan dengan gerak refleks, gerak dasar yang fundamental, keterampilan perceptual, keterampilan fisik, gerakan terampil, komunikasi melalui gerakan (S.Nasution, 2006:72). Nana Sudjana (2013:23) menjelaskan aspek psikomotorik berkenaan dengan hasil belajar keterampilan dan kemampuan bertindak. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, psikomotorik merupakan hasil belajar keterampilan dan kemampuan peserta didik yang berhubungan dengan gerakan tubuh dari yang sederhana hingga kompleks. Dalam pembelajaran merakit sistem PLC ranah ini diwujudkan dengan kemampuan peserta didik melakukan unjuk kerja praktik.

3. Hasil Belajar

Hasil belajar siswa adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya (Nana Sudjana, 2013:22). Pendapat lain menjelaskan bahwa hasil belajar merupakan hasil dari suatu interaksi tindak belajar dan tindak mengajar (Dimiyati dan Mudjiono, 2009:3). Dari pendapat-

pendapat di atas disimpulkan bahwa hasil belajar adalah hasil suatu proses pembelajaran yang berupa kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah proses pembelajaran.

Hasil belajar yang diperoleh peserta didik terdiri dari beberapa ranah. Menurut Nana Sudjana (2013:22), dalam sistem pendidikan nasional rumusan tujuan pendidikan, baik tujuan kurikuler maupun tujuan instruksional, menggunakan klasifikasi hasil belajar dari Benjamin Bloom yang secara garis besar membaginya menjadi tiga ranah, yakni ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotoris. Ranah kognitif berkenaan dengan hasil belajar intelektual, ranah afektif berkenaan dengan sikap, dan ranah psikomotoris berkenaan dengan hasil belajar keterampilan dan kemampuan bertindak. Ketiga ranah tersebut yang menjadi objek penilaian hasil belajar.

Keberhasilan proses pembelajaran dapat diukur melalui penilaian hasil belajar siswa. Zainal Arifin (2013: 26) mengemukakan hasil belajar merupakan gambaran apa yang harus digali, dipahami, dan dikerjakan oleh peserta didik. Siswa harus berusaha untuk mendapatkan hasil belajar yang maksimal di samping guru juga membantu menerapkan strategi pembelajaran yang efektif.

4. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) / Problem Based Learning (PBL)

Penerapan model pembelajaran merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil suatu pembelajaran. Model pembelajaran yaitu pedoman berupa program atau petunjuk strategi mengajar yang dirancang untuk mencapai suatu pembelajaran (Daryanto & Muljo R, 2012:241). Pendapat lain menurut M. Hosnan (2014:181) model pembelajaran dapat didefinisikan sebagai sebuah kerangka konseptual yang melukiskan prosedur yang sistematis dalam

mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar tertentu. Rusmono (2012:24) menyatakan bahwa model pembelajaran adalah cara yang ditempuh guru untuk menciptakan situasi yang menyenangkan dan mendukung kelancaran proses belajar mengajar demi tercapainya prestasi belajar siswa. Dari pendapat-pendapat di atas dapat diambil kesimpulan bahwa model pembelajaran adalah pedoman yang telah dirancang dan ditempuh guru dalam proses pembelajaran demi tercapainya prestasi belajar siswa.

Student Centered Learning (SCL) merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan di sekolah. Menurut M. Hosnan (2014:193) SCL merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa, menekankan pada minat, kebutuhan, dan kemampuan individu, menjanjikan model belajar yang menggali motivasi instrinsik untuk membangun masyarakat yang suka dan selalu belajar. M. Hosnan (2014:199-204) menambahkan beberapa model pembelajaran yang termasuk dalam SCL yaitu: 1) *small group discussion*, 2) *role play and simulation*, 3) *discovery learning*, 4) *self directed learning*, 5) *cooperative learning*, 6) *collaborative learning*, 7) *contextual learning*, 8) *project based learning*, dan 9) *problem based learning/inquiry*. Setiap model pembelajaran mempunyai kelebihan dan kekurangan. Tidak semua model pembelajaran cocok diterapkan pada suatu mata pelajaran tertentu. Guru harus dapat memilih model pembelajaran yang tepat untuk suatu topik atau mata pelajaran. Menurut Rusman (2011:133-134) beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih model pembelajaran yaitu: 1) tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, 2) bahan/materi ajar, 3) kondisi siswa, dan 4) ketersediaan sarana-prasarana belajar. Dalam penelitian ini, peneliti memilih Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) sebagai model yang digunakan.

a. Pengertian Pembelajaran Berbasis Masalah/*Problem Based Learning*

Pembelajaran berdasarkan masalah merupakan suatu pembelajaran yang didasarkan pada banyaknya permasalahan yang membutuhkan penyelidikan autentik yakni penyelidikan yang membutuhkan penyelesaian nyata dari permasalahan yang nyata (Trianto, 2013:90). Menurut M. Hosnan (2014:203) *Problem Based Learning/Inquiry* adalah belajar dengan memanfaatkan masalah, siswa harus melakukan pencarian/penggalian informasi (*inquiry*) untuk dapat memecahkan masalah tersebut. Pendapat lain menurut Richard I. Arends (2007:380), PBM merupakan model pembelajaran yang menyuguhkan berbagai situasi bermasalah yang autentik dan bermakna kepada siswa, yang dapat berfungsi sebagai batu loncatan untuk investigasi dan penyelidikan. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut dapat diketahui bahwa PBM merupakan pembelajaran dengan memanfaatkan suatu permasalahan yang menuntut siswa mencari informasi untuk menyelesaikan masalah tersebut sehingga pembelajaran menjadi bermakna.

M. Hosnan (2014:308) juga menambahkan PBM merupakan salah satu model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered*). Pembelajaran yang berpusat pada siswa akan mengembangkan minat belajar dan siswa menyusun pengetahuan mereka sendiri. Peran guru sebagai fasilitator yang memfasilitasi peserta didik untuk aktif menyelesaikan dan membangun pengetahuannya. Rusmono (2012:74) menerangkan bahwa, dalam PBM siswa diharapkan untuk terlibat dalam proses penelitian yang mengharuskan setiap siswa mampu untuk mengidentifikasi permasalahan, mengumpulkan data, dan

menggunakan data tersebut untuk pemecahan masalah. Berdasarkan pendapat tersebut, permasalahan yang diajukan dalam pembelajaran selain relevan dengan materi juga perlu dipertimbangkan sejauh mana permasalahan tersebut dapat menarik minat siswa untuk menyelesaikannya. Masalah yang menarik akan membuat siswa lebih bersemangat dan memicu rasa ingintahu sehingga berdampak pada keaktifan siswa.

b. Karakteristik Pembelajaran Berbasis Masalah

Karakteristik strategi PBM menurut Baron (dalam Rusmono, 2012:74), adalah 1) menggunakan permasalahan dalam dunia nyata, 2) pembelajaran dipusatkan pada penyelesaian masalah, 3) tujuan pembelajaran ditentukan oleh siswa, dan 4) guru berperan sebagai fasilitator. Sedangkan menurut Wina Sanjaya (2014:214-215) terdapat tiga karakteristik utama PBM, yaitu: 1) PBM merupakan pembelajaran yang tidak mengharapkan siswa hanya sekedar mendengarkan, mencatat, kemudian menghafal, namun dalam PBM siswa harus aktif berpikir, berkomunikasi, mencari dan mengolah data serta menyimpulkan; 2) Pembelajaran diarahkan untuk menyelesaikan masalah, dengan kata lain PBM menempatkan masalah sebagai kunci proses pembelajaran; 3) Pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan pendekatan berpikir ilmiah. Pendapat lain menurut Arends (2007:381) karakteristik *Problem Based Learning* adalah sebagai berikut:

1) Pengajuan pertanyaan atau masalah

PBM mengorganisasikan pembelajaran dengan masalah yang penting bagi siswa. Siswa dihadapkan pada situasi kehidupan nyata, mencoba membuat pertanyaan terkait masalah dan memungkinkan munculnya berbagai solusi untuk menyelesaikan permasalahan.

2) Berfokus pada keterkaitan antardisiplin

Meskipun PBM berpusat pada pelajaran tertentu (sains, matematika, sejarah), namun permasalahan yang diteliti benar-benar nyata untuk dipecahkan.

3) Penyelidikan autentik

PBM menuntut siswa melakukan penyelidikan autentik untuk menemukan solusi nyata untuk masalah nyata. Siswa harus menganalisis dan menetapkan masalah, kemudian mengembangkan hipotesis dan membuat prediksi, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melaksanakan percobaan (bila diperlukan), dan menarik kesimpulan.

4) Menghasilkan produk dan mempublikasikan

PBM menuntut siswa menghasilkan produk tertentu dalam bentuk karya nyata atau peragaan yang dapat mewakili penyelesaian masalah yang mereka temukan.

5) Kolaborasi

PBM ditandai oleh siswa yang saling bekerja sama, membentuk kelompok-kelompok kecil. Bekerja sama memberi motivasi secara berkelanjutan dalam penugasan yang lebih kompleks dan meningkatkan pengembangan keterampilan sosial.

Dari pendapat-pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa karakteristik utama PBM adalah pengajuan masalah-masalah nyata yang sering dijumpai siswa dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan diharapkan mampu mendorong keaktifan dan memacu rasa ingin tahu siswa selama pembelajaran sehingga siswa mampu menyelesaikan masalah baik secara individu maupun kelompok.

c. Langkah-langkah Pembelajaran Berbasis Masalah / *Problem Based Learning*

Pembelajaran berbasis masalah didasarkan pada aktivitas peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang diajukan. Proses penyelesaian masalah berdampak pada terbentuknya keterampilan menyelesaikan masalah dan berpikir kritis untuk membangun pengetahuan baru oleh peserta didik. Rusmono (2012:82) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah lebih mementingkan proses dan bukan hanya sekedar hasil yang diperoleh. Hasil belajar akan maksimal jika proses pembelajaran juga berjalan dengan maksimal. Proses pembelajaran tersebut dilakukan dalam langkah-langkah atau sintaks pembelajaran berbasis masalah.

Penerapan model pembelajaran berbasis masalah menurut M. Hosnan (2014:301) terdiri atas lima langkah yaitu:

- 1) Orientasi siswa pada masalah. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang dibutuhkan, memotivasi siswa agar terlibat pada aktivitas pemecahan masalah.
- 2) Mengorganisasi siswa untuk belajar. Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.
- 3) Membimbing penyelidikan individual dan kelompok. Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalahnya.

- 4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Guru membantu siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai, seperti laporan, video, model serta membantu berbagai tugas dengan temannya.
- 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Guru membantu siswa melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan dan proses-proses yang mereka gunakan.

Langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah yang dilaksanakan dengan baik dan sistematis dapat mengembangkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik akan mendapatkan pengetahuan baru dan keterampilan sesuai dengan kompetensi dasar tertentu.

d. Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran Berbasis Masalah / *Problem Based Learning*

Setiap pembelajaran mempunyai kelebihan dan kekurangan, maka dari itu pemilihan model, strategi ataupun metode harus disesuaikan dengan materi dan kebutuhan pembelajaran. Pembelajaran berbasis masalah menurut beberapa ahli juga mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan PBM menurut Wina Sanjaya (2014:220) sebagai berikut.

- 1) Memberi tantangan bagi peserta didik untuk menemukan pengetahuan baru dan mengukur kemampuan peserta didik.
- 2) Meningkatkan aktivitas pembelajaran peserta didik.
- 3) Membantu dalam mengolah pengetahuan peserta didik untuk memahami permasalahan dalam kehidupan nyata.
- 4) Membantu merangsang perkembangan kemampuan berpikir peserta didik untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi.

Pembelajaran berbasis masalah juga mempunyai beberapa kekurangan yang dinyatakan oleh Wina Sanjaya (2014:221) sebagai berikut.

1. Membutuhkan waktu yang cukup lama untuk persiapan pembelajaran.
2. Peserta didik enggan untuk berpartisipasi dalam memecahkan permasalahan apabila minimnya minat dan tidak memiliki kepercayaan untuk dapat memecahkan permasalahan.

Pendapat lain mengenai kelebihan dan kekurangan PBM diungkapkan oleh Uden dan Beaumont dalam Jamil Suprihatiningrum (2013:222) yang menyatakan beberapa kelebihan PBM adalah sebagai berikut.

- 1) Siswa mampu mengingat dengan lebih baik informasi yang didapat setelah menerima materi yang diberikan.
- 2) Siswa dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis.
- 3) Pengetahuan dimiliki siswa lebih tertanam sehingga pembelajaran lebih bermakna.
- 4) Meningkatkan semangat belajar.
- 5) Menjadikan siswa dapat bekerja mandiri ataupun bekerja secara berkelompok.
- 6) Meningkatkan keterampilan siswa dalam berkomunikasi.

Uden dan Beaumont juga mengungkapkan beberapa kekurangan pembelajaran berbasis masalah sebagai berikut.

- 1) Membutuhkan persiapan pembelajaran (alat, problem, konsep) yang kompleks.
- 2) Sulitnya mencari problem yang relevan.

3) Pada awal menyelesaikan problem masalah sering terjadi miss-konsepsi sendiri.

Kelebihan dan kekurangan pembelajaran berbasis masalah yang telah dijelaskan oleh beberapa ahli dapat dijadikan pedoman dalam penerapannya. Baik dalam hal pemilihan strategi, persiapan sebelum dilaksanakan, dan pelaksanaannya itu sendiri sehingga penggunaan pembelajaran berbasis masalah dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang optimal.

5. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Media merupakan salah satu komponen komunikasi, yaitu sebagai pembawa pesan dari komunikator menuju komunikan (Criticos dalam Daryanto, 2013:4-5). Media adalah alat bantu apa saja yang dapat dijadikan sebagai penyalur pesan guna mencapai tujuan pengajaran (Djamarah dan Aswan Zain, 2013:121). Media adalah perantara dalam menyampaikan pesan, sedangkan media yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran disebut media pembelajaran.

Pendapat Roymond H. Simanora (2009:65) menyebutkan media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan. Menurut Daryanto (2013:6) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan bahan pembelajaran sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar. Menurut Rusman (2012:119) media pembelajaran yaitu berupa *software* dan *hardware* untuk membantu proses interaksi guru dengan siswa, interaksi siswa dengan lingkungan belajar, dan sebagai alat bantu bagi guru untuk menunjang penggunaan metode pembelajaran yang digunakan.

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut media pembelajaran merupakan alat penyampai bahan pembelajaran yang dapat mendukung siswa untuk mencapai tujuan belajar dan membantu guru untuk menunjang metode pembelajaran yang digunakan. Komunikasi terjadi antara guru dengan siswa dalam proses pembelajaran. Guru menyampaikan pesan berupa bahan pembelajaran kepada siswa, untuk itu diperlukan media pembelajaran agar komunikasi dapat berlangsung dengan efektif.

Media pembelajaran memegang peranan penting dalam kelancaran komunikasi antara guru dengan siswa. Menurut Arief S. Sadiman, dkk (2012: 17-18) kegunaan media pembelajaran adalah untuk memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu verbalistik, mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera dalam kegiatan pembelajaran, menimbulkan keaktifan siswa, serta memberikan stimulus, pengalaman, dan persepsi yang sama pada siswa. Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran mempunyai banyak kegunaan untuk menunjang keberhasilan proses pembelajaran.

b. Media Pembelajaran Trainer *Human Machine Interface* (Trainer HMI)

1). PLC Siemens

PLC atau *Programmable Logic Controller* merupakan sistem kendali otomatis yang saat ini banyak digunakan di industri sehingga menuntut siswa TOI untuk menguasai kompetensi di bidang ini. Menurut William Bolton (2006:3) *Programmable logic controller* (PLC) merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan mengimplementasikan fungsi seperti logika (*logic*),

pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika guna mengontrol mesin dan proses.

Banyak jenis-jenis PLC yang digunakan di dunia otomasi industri, antara lain Omron, Schneider, Mitsubishi, Festo, Micrex, Siemens dan masih banyak lagi. PLC Siemens adalah PLC yang dibuat oleh PT. Siemens German dan merupakan jenis PLC yang banyak digunakan di industri sebagai sistem otomasinya. Suatu PLC dapat diprogram dengan suatu perangkat lunak (*software*). Perangkat lunak yang digunakan untuk memrogram PLC Siemens salah satunya adalah *Simatic Manager STEP 7*.

2). *Human Machine Interface* (HMI)

Human Machine Interface (HMI) atau sering juga disebut dengan *Man Machine Interface* (MMI) adalah software yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol mesin atau proses di suatu pabrik. Menurut Jean Yves Fiset (2009:3), HMI dibuat dengan tujuan meningkatkan efektifitas, efisiensi dan kepuasan dalam penggunaannya. HMI mempermudah pemantauan dan pengontrolan suatu sistem otomasi di industri. Penerapan HMI dalam bidang otomasi industri, HMI di-*install* pada komputer desktop. Aplikasi (*project*) dibuat terlebih dahulu sesuai dengan fungsi yang diinginkan sebelum HMI digunakan. Hampir sebagian besar HMI mengakses data peralatan melalui program pengendali yang dikenal dengan PLC (*Programmable Logic Controller*). HMI hanya mengakses data untuk memantau serta mengontrol, sedangkan alur program prosesnya sendiri sudah terprogram dalam PLC.

Sama halnya dengan PLC, terdapat banyak jenis HMI yang tersedia di pasaran. Selain PLC, Siemens German juga memproduksi HMI untuk melengkapi

produk di bidang otomasinya. HMI Siemens pun banyak digunakan di industri yang telah menerapkan sistem otomasi. Salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk memrogram HMI Siemens adalah *WinCC Flex 2008*.

3). Trainer *Human Machine Interface* (Trainer HMI)

Trainer HMI merupakan media pembelajaran yang bersifat simulasi. Simulasi merupakan multimedia yang menyamai proses dinamis yang terjadi di dunia nyata (Daryanto, 2013:55). Menurut Rusman (2012:231) menjelaskan bahwa penggunaan model simulasi merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya dan tanpa resiko. Dari pendapat di atas, trainer HMI dikatakan bersifat simulasi karena dapat digunakan untuk menyimulasikan suatu sistem yang mendekati suasana sebenarnya tanpa resiko. Sistem yang dimaksud adalah kendali otomasi dengan PLC Siemens. Jenis PLC yang digunakan adalah PLC Siemens dikarenakan PLC jenis ini banyak digunakan di industri, sehingga siswa akan lebih terbiasa ketika lulus nanti. Simulasi yang dapat dilakukan dengan trainer HMI misalnya; simulasi sistem kendali lampu lalu lintas, simulasi sistem kendali lift tiga lantai, dan sistem HMI.

Media pembelajaran Trainer HMI akan digunakan selama penelitian dengan menggunakan bahasa pemrograman *Ladder Diagram*. *Software* yang dipakai adalah SIMATIC STEP-7 untuk pemrograman PLC dan *software* SIMATIC WINCC Flexible 2008 untuk sistem HMI.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian eksperimen yang dilakukan Ingrid Dwi Astuti (2014), Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* pada Mata Pelajaran Jaringan Dasar Kelas X Program Keahlian Teknik Komputer Jaringan SMK Ma'arif 1 Wates. Subyek penelitian adalah siswa kelas X Program Keahlian Teknik Komputer Jaringan SMK Ma'arif 1 Wates. Subyeknya sebanyak 53 siswa. Desain penelitian menggunakan *non-equivalent control group*. Hasil penelitian adalah penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* lebih efektif dibanding penggunaan pembelajaran konvensional. Efektivitas dilihat pada skor *gain* kelas eksperimen sebesar 0,80 sedangkan skor *gain* kelas kontrol sebesar 0,64. Terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan hasil belajar pada aspek kognitif dan psikomotorik antara siswa yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dan pembelajaran konvensional.

Teknik pengumpulan data melalui instrumen tes dan instrumen non tes. Penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Enggar Nindi Yonatan (2014), Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Peningkatan Kompetensi Penggunaan Alat Ukur Multimeter Pada Siswa SMK 1 Sedayu Kelas X Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan. Penelitian tersebut merupakan skripsi mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Desain penelitian ini menggunakan kuasi eksperimen. Subyeknya sebanyak 64 siswa, dengan sampel tiap kelas sebanyak 32 siswa. Teknik pengumpulan data melalui tes, observasi, dan penilaian melalui Lembar kerja Siswa. Hasil dari penelitian adalah penggunaan model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan menggunakan media pembelajaran papan simulasi lebih baik

dalam meningkatkan kompetensi aspek afektif dibandingkan dengan aspek kognitif dan psikomotorik. Nilai rerata aspek afektif mencapai 80,99 sedangkan aspek kognitif di urutan kedua yaitu 77,71, dan aspek psikomotorik mencapai nilai rerata 65,94.

Penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Wahyu Imam Ma'rifat (2014), Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Media Pembelajaran Interaktif untuk Peningkatan Kompetensi Analisis Hukum-Hukum Kelistrikan dan Teori Kelistrikan di SMK Negeri 3 Wonosari. Penelitian tersebut merupakan skripsi mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Desain penelitian ini menggunakan *randomized control group pretest-posttes design*. Subyeknya sebanyak 62 siswa, dengan sampel tiap kelas sebanyak 31 siswa. Teknik pengumpulan data melalui tes yang terdiri dari *pretest* dan *posttest*. Hasil dari penelitian adalah penggunaan model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan menggunakan media pembelajaran media interaktif lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kompetensi analisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan kelas X program keahlian Elektronika Industri SMK N 3 Wonosari.

C. Kerangka Berfikir

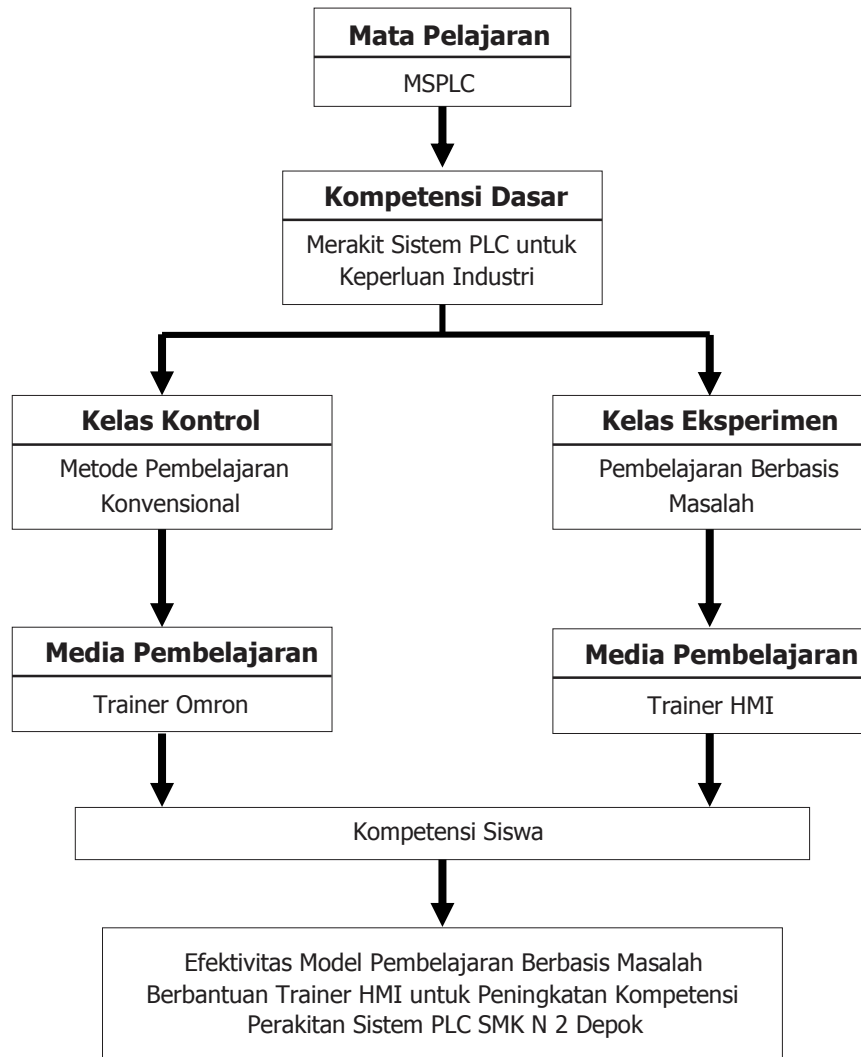
Kegiatan pembelajaran merupakan kegiatan utama yang berperan penting dalam peningkatan kompetensi siswa di SMK. Keberhasilan kegiatan pembelajaran dapat dilihat dari kualitas lulusannya dalam menguasai kompetensi yang telah diajarkan. Kompetensi unjuk kerja merupakan keterampilan minimal yang harus dikuasai untuk menunjukkan bahwa siswa telah menguasai standar kompetensi atau kompetensi yang ditentukan. Keberhasilan pencapaian kompetensi unjuk

kerja tersebut sangat bergantung pada kemampuan guru dalam mengelola kelas. Guru dituntut untuk memiliki kemampuan metodologis dalam hal perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran termasuk di dalamnya penguasaan dalam pemilihan pembelajaran dan penggunaan media pembelajaran.

Pembelajaran berbasis masalah adalah strategi yang diterapkan peneliti untuk meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang merakit sistem PLC. Pembelajaran ini dinilai relevan dengan pembelajaran merakit sistem PLC karena menuntut siswa untuk aktif dan kreatif dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan guru. Pembelajaran berbasis masalah mendorong siswa akan lebih terampil dalam menyelesaikan masalah-masalah di bidang merakit sistem PLC.

Strategi berikutnya yang diterapkan peneliti adalah penggunaan media pembelajaran. Media pembelajaran alat penyampai pesan atau bahan pembelajaran. Media pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi Merakit Sistem PLC adalah Trainer HMI. Trainer tersebut dapat digunakan sebagai simulasi sistem otomasi yang ada di industri. Adanya media ini siswa diharapkan dapat lebih memahami tentang perakitan sistem PLC dan dapat menguasai kompetensi tersebut.

Oleh karena itu perlu dikaji lebih mendalam tentang efektivitas penggunaan media pembelajaran Trainer HMI dalam pembelajaran berbasis masalah untuk peningkatan kompetensi siswa dalam bidang merakit sistem PLC. Skema rencana penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berfikir

D. Pertanyaan dan Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berfikir, maka dapat dirumuskan pertanyaan dan hipotesis penelitian sebagai berikut.

1. Pertanyaan Penelitian

Bagaimanakah gambaran pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC pada siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok?

2. Hipotesis Penelitian

a. Hipotesis Pertama

“Tidak terdapat perbedaan kompetensi merakit sistem PLC antara kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional berbantuan Trainer PLC Omron pada siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok”.

b. Hipotesis Kedua

“Terdapat efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI terhadap kompetensi merakit sistem PLC kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok”.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain dan Prosedur Eksperimen

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *True Experimental Design* dengan bentuk *Pretest-Posttest Control Group Design*. Dalam penelitian ini terdapat dua kelompok yang diambil secara acak (*random*) serta adanya *pretest* dan *posttest* di setiap kelompok. Pembagian kelas eksperimen dengan kelas kontrol menggunakan teknik *random* sampling. Cara melakukan pemilihan pada penelitian ini dengan membuat undian berupa kertas sejumlah 29 dan ditulis angka 1-29 yang merupakan nomor presensi siswa. Undian diacak dan diambil satu-persatu sebanyak 15 kertas tanpa dibuka terlebih dahulu, sehingga terdapat dua kelompok kertas undian dengan jumlah 15 dan 14. Pemilihan kelas eksperimen dengan membuka kelompok kertas undian yang sejumlah 15 dan memasukkan nomor presensi yang tertulis di dalam kertas. Kelas kontrol dipilih dari kelompok kertas undian yang sejumlah 14.

Kelas eksperimen (*intervens*) adalah kelas dengan perlakuan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI pada pembelajaran Merakit Sistem PLC. Sementara kelas kontrol (*non-intervens*) tidak diberi perlakuan apapun atau mendapatkan pembelajaran konvensional. Sebelum perlakuan diberikan, dilakukan tes awal untuk mengukur kemampuan awal siswa. Setelah mendapatkan perlakuan, dilakukan tes akhir untuk melihat hasil belajar siswa. Desain penelitian digambarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Format Desain Penelitian

Kelas	Pretest	Treatment	Media	Posttest
R1	O ₁	Xpbm	Trainer HMI	O ₂
R2	O ₃	-	Trainer PLC OMRON	O ₄

Keterangan:

R1 = Kelas Eksperimen

R2 = Kelas Kontrol

O₁ = Kemampuan awal kelas eksperimen

O₂ = Kemampuan akhir kelas eksperimen

O₃ = Kemampuan awal kelas kontrol

O₄ = Kemampuan akhir kelas kontrol

Xpbm = Perlakuan (*treatment*) / Pembelajaran Berbasis Masalah

- = Tanpa perlakuan (*treatment*) / Pembelajaran Konvensional

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMK N 2 Depok Sleman yang beralamat di Jl.STM Pembangunan, Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2015. Kelas yang digunakan adalah kelas XII Program Keahlian Teknik Otomasi Industri Tahun ajaran 2014/2015.

C. Subyek Penelitian

Subyek dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII Program Keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok Sleman Yogyakarta. Jumlah siswanya sebanyak 29 siswa. Pengambilan subyek pada kelas XII dikarenakan kompetensi Merakit Sistem PLC diajarkan pada kelas XII. Kelas eksperimen dan kelas kontrol ditentukan dengan acak menggunakan undian. Jumlah subyek kelas eksperimen sebanyak 15 dan kelas kontrol sebanyak 14.

D. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah tes dan lembar observasi. Tes digunakan untuk mengetahui hasil belajar ranah kognitif sedangkan lembar observasi untuk mengetahui hasil belajar ranah afektif dan psikomotorik.

Tes dilakukan dalam dua tahap, yaitu *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa dan *posttest* dilakukan untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah diberi perlakuan. Sama halnya dengan tes, pengukuran ranah afektif dan psikomotorik dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama dilakukan observasi awal untuk mengetahui kemampuan awal siswa dan observasi akhir untuk mengetahui hasil belajar siswa. Hasil skor rerata kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dibandingkan hasil skor rerata kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

E. Instrumen Penelitian

Penyusunan instrumen penelitian dilakukan dengan cara menentukan kisi-kisi, menuliskan butir-butir, dan terakhir melakukan *expert judgement*.

1. Instrumen Tes

Tes berupa soal-soal yang memuat indikator sesuai standar kompetensi dan kompetensi dasar yang ada pada silabus Merakit Sistem PLC untuk Keperluan Industri. Indikator yang digunakan untuk menentukan tes ini dapat dilihat pada tabel 3. Teknik penyekoran pada instrumen ini adalah teknik binomial. Jawaban benar mendapatkan skor satu (1) dan jawaban salah mendapatkan skor (0).

Tabel 3. Kisi-kisi Tes Hasil Belajar

Kompetensi Dasar	Indikator
Merakit sistem kendali berbasis PLC	Mampu menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC.
	Mampu merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan otomasi industri.

2. Lembar Observasi

Lembar observasi digunakan untuk mengumpulkan data dan mengetahui aktivitas siswa dalam penerapan pembelajaran di kelas. Penyusunan ini bertujuan untuk mengamati peningkatan ranah afektif maupun psikomotorik siswa dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar yang telah dilaksanakan dengan PBM.

Lembar observasi ini terdiri dari beberapa kriteria aspek penilaian kompetensi siswa saat proses pembelajaran. Kriteria aspek penilaian tersebut meliputi: a) Aspek afektif, aspek ini menilai kemampuan afektif siswa saat melakukan unjuk kerja. Indikator penilaian ranah afektif yang digunakan pada instrumen ini berdasarkan lima tingkatan ranah afektif menurut Bloom. b) Aspek persiapan kerja, aspek ini menilai kemampuan psikomotorik dalam hal persiapan, ketelitian, dan kesiagaan siswa sebelum melakukan unjuk kerja, c) Aspek proses, aspek ini menilai kemampuan psikomotorik siswa saat melakukan unjuk kerja, d) Aspek hasil kerja, aspek ini menilai kemampuan siswa yang berupa ranah kognitif dari kebenaran soal saat mengerjakan Lembar Kerja Siswa, e) Aspek waktu, aspek ini menilai kecepatan dan ketepatan siswa dalam menyelesaikan masalah.

Masing-masing kriteria penilaian mempunyai rentang skor yang sama namun mempunyai bobot tersendiri. Setiap kriteria mempunyai skor terendah satu (1) dan skor tertinggi empat (4). Skor tersebut digunakan untuk menilai kompetensi siswa dalam hal unjuk kerja merakit sistem PLC.

Tabel 4. Kisi-kisi Penilaian Ranah Afektif

Indikator	Indikator
Penerimaan	Saling Menghargai
Partisipasi	Disiplin Kehadiran Keaktifan
Penilaian sikap	Sopan santun Percaya diri
Organisasi	Kerja sama
Pembentukan pola	Tanggung jawab Keselamatan kerja

Tabel 5. Kisi-kisi Penilaian Ranah Psikomotorik

Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian
Persiapan Kerja	Persiapan alat dan bahan
	Pemeriksaan komponen
	Pemeriksaan alat dan bahan
Proses	Pembuatan ladder diagram
	Download dan Transfer program
	Pemasangan komponen dan kabel jumper
Hasil Kerja	Uji coba PLC dengan software HMI
	Uji coba komponen input/output dengan hardware trainer PLC
	Penyelesaian tugas
Waktu	Waktu penyelesaian praktik

3. Uji Instrumen

Uji instrumen dilakukan untuk mengetahui kelayakan instrumen penelitian. Instrumen dianalisis kelayakannya dengan melihat indeks kesukaran, daya pembeda, validitas, dan reliabilitas.

a. Tingkat Kesukaran (*Difficulty Index*)

Kualitas soal yang baik disamping memenuhi validitas dan reliabilitas adalah adanya keseimbangan dari soal tersebut. Tingkat kesukaran dinamakan indeks kesukaran dan dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{B}{Js}$$

(Suharsimi Arikunto, 2013:223)

Keterangan :

P : Indeks kesukaran

B : Banyak siswa yang menjawab soal itu dengan benar

Js : Jumlah seluruh siswa peserta tes

Kriteria yang digunakan adalah semakin kecil indeks kesukaran, semakin sukar soal tersebut. Sebaliknya, semakin besar indeks kesukaran, semakin mudah soal tersebut. Kriteria yang digunakan dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Klasifikasi Indeks Kesukaran

No	Rentang Nilai Tingkat Kesukaran P	Klasifikasi
1.	0,71 – 1,00	Mudah
2.	0,31 – 0,70	Sedang
3.	0,00 – 0,30	Sukar

(Suharsimi Arikunto, 2013:225)

Hasil perhitungan tingkat kesukaran instrumen penelitian ini menggunakan bantuan *software Microsoft Excel 2013* dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil perhitungan tingkat kesukaran dapat dicocokkan dengan klasifikasi indeks kesukaran pada tabel 6 dan hasilnya terdapat 17 soal kategori mudah dan 13 soal kategori sedang.

b. Daya Pembeda (*Discriminating Power*)

Daya pembeda soal adalah kesanggupan soal dalam membedakan subyek yang tergolong tinggi prestasinya dengan siswa yang tergolong kurang atau lemah prestasinya. Daya pembeda dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai

berikut.

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B$$

(Suharsimi Arikunto, 2013:228)

Keterangan :

D : Indeks daya pembeda

J_A : Banyaknya peserta kelompok atas

J_B : Banyaknya peserta kelompok bawah

B_A : Banyaknya peserta kelompok atas menjawab benar

B_B : Banyaknya peserta kelompok bawah menjawab benar

P_A : Proporsi peserta kelompok atas menjawab benar

P_B : Proporsi peserta kelompok bawah menjawab benar

Besar nilai indeks daya pembeda yang ideal adalah mendekati angka satu.

Indeks daya pembeda sekitar nol menunjukkan bahwa item tersebut mempunyai daya beda rendah. Nilai indeks daya pembeda negatif menunjukkan bahwa item tersebut tidak ada gunanya sama sekali. Klasifikasi daya pembeda ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Daya Pembeda

No	Rentang Nilai D	Klasifikasi
1.	0,00 – 0,19	Jelek
2.	0,20 – 0,39	Cukup
3.	0,40 – 0,69	Baik
4.	0,70 – 1,00	Baik sekali
5.	Nilai D negatif	Tidak baik

(Suharsimi Arikunto, 2013:232)

Perhitungan daya pembeda juga menggunakan bantuan *software Microsoft Excel 2013* dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil perhitungan daya pembeda pada setiap butir soal dicocokkan dengan klasifikasi daya pembeda yang ditunjukkan pada tabel 7. Berdasarkan pencocokan tersebut akan diketahui apakah butir soal layak atau tidak untuk digunakan. Hasil dari pencocokan perhitungan instrumen menunjukkan terdapat tujuh butir soal yang tidak layak dari tiga puluh soal. Nomor-nomor butir tersebut adalah 1, 3, 4, 11, 12, 19, dan 23.

c. Validitas

Validitas instrumen menggambarkan tingkat instrumen mampu mengukur apa yang akan diukur. Validitas yang diuji pada penelitian ini adalah validitas

konstruk dan isi. Peneliti menggunakan *expert judgment* untuk mengalisis instrumen penelitian. *Expert judgment* adalah validasi berdasarkan pendapat para ahli di bidangnya. Para ahli dalam penelitian ini adalah dosen-dosen dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY.

Berdasarkan uji validitas yang telah dilakukan, instrumen tes dinyatakan valid dan layak digunakan untuk penelitian. Instrumen lainnya yaitu lembar observasi juga dinyatakan valid dan layak digunakan untuk mengetahui sikap dan kemampuan siswa selama penelitian.

d. Reliabilitas

Reliabilitas instrumen menggambarkan tingkat kehandalan suatu instrumen. Tingkat reliabilitas menunjukkan konsistensi dan stabilitas suatu pengukuran. Uji reliabilitas untuk instrumen pada penelitian ini menggunakan dua rumus yaitu *Kuder-Richardson* (KR-20) untuk menguji reliabilitas soal tes pilihan ganda dan *Alpha Cronbach* untuk lembar observasi.

Instrumen tes adalah soal pilihan ganda atau instrumen skor diskrit. Jawaban benar diberi skor 1 (satu) dan jawaban salah diberi skor 0 (nol). Menurut Eko Putro W (2012:160) tingkat reliabilitas instrumen skor diskrit dapat dicari dengan menggunakan rumus KR-20. Uji reliabilitas untuk instrumen soal pilihan ganda dalam penelitian ini menggunakan rumus *Kuder-Richardson* (KR-20) sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2}\right)$$

(Suharsimi Arikunto, 2013:115)

Keterangan :

r_{11} : Reliabilitas tes secara keseluruhan

n : Banyaknya butir tes

S^2 : Varians total

p : Proporsi subyek yang menjawab item dengan benar

q : Proporsi subyek yang menjawab item dengan salah

Harga varians total (S^2) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{\sum x^2}{N}}{N}$$

(Suharsimi Arikunto, 2013:112)

Keterangan :

$\sum x$: Jumlah skor total

N : Jumlah responden

Perhitungan reliabilitas *Kuder-Richardson* ini dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Excel 2013*. Adapun data yang dihasilkan dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Reliabilitas Instrumen Tes

KR-20	N
0.647	23

Besar r_{tabel} adalah 0,367 dengan $N=29$ dan taraf signifikansi 5%. Nilai r_{hitung} lebih besar dibanding r_{tabel} maka instrumen dapat dinyatakan reliabel.

Lembar observasi merupakan instrumen skor non diskrit yang artinya penilaiannya bukan 1 dan 0 (satu dan nol), tetapi bersifat gradual. Instrumen skor non diskrit analisis reliabilitasnya menggunakan rumus *Alpha* (Eko Putro W, 2014:163). Rumus Alpha adalah sebagai berikut.

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{St^2} \right\}$$

(Sugiyono, 2014:365)

Keterangan :

r_i : Reliabilitas yang dicari

$\sum \sigma_i^2$: Jumlah varians skor tiap-tiap item

σ_t^2 : Varians total

Perhitungan reliabilitas *Alpha Cronbach* ini dilakukan dengan bantuan *software SPSS Versi 16.0*. Adapun data yang dihasilkan dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Reliabilitas Instrumen Observasi

<i>Alpha Cronbach</i>	N
0.843	19

Kemudian hasil perolehan r_{hitung} dikonsultasikan dengan r_{tabel} . Besar r_{tabel} adalah 0,367 dengan $N=29$ dan taraf signifikansi 5%. Nilai r_{hitung} lebih besar dibanding r_{tabel} maka instrumen dapat dinyatakan reliabel.

F. Validitas Internal dan Eksternal

1. Validitas Internal

Validitas ini berkaitan dengan sejauhmana hubungan sebab akibat antara variabel bebas dan variabel terikat yang ditemukan dalam penelitian. Sesuai desain penelitian *Pretest-Posttest Control Group*, validitas internal dijabarkan sebagai berikut.

- a. *History*, faktor ini dikontrol melalui penggunaan dua kelompok sampel yang memiliki kemampuan relatif sama dalam kompetensi merakit sistem PLC.
- b. *Maturation*, faktor ini dikontrol melalui penggunaan kelompok sampel dengan usia yang relatif sama. Hal ini dilaksanakan dengan pengambilan sampel kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dalam satu kelas yaitu kelas XII Teknik Otomasi Industri tahun ajaran 2014/2015.

- c. *Testing*, faktor ini dikontrol melalui butir soal yang dibuat secara variatif baik dalam instrumen tes maupun dalam lembar observasi. Pengujian instrumen tersebut dilakukan dengan cara *expert judgement* oleh dua dosen yang berkompeten dalam bidang pendidikan dan mata pelajaran merakit sistem PLC.
- d. *Statistical regression*, faktor ini dikontrol melalui instrumen tes dan lembar observasi yang telah diuji reliabilitasnya.
- e. *Selection*, faktor ini dikontrol melalui penggunaan dua kelompok sampel mempunyai kemampuan dasar di bidang PLC yang relatif setara. Hal ini dilihat dari materi pembelajaran yang telah dikuasai mempunyai tingkatan yang sama.
- f. *Mortality*, faktor ini dikontrol melalui penggunaan jumlah data yang sama pada saat pretest dan posttest baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol.
- g. *Interactions effect*, faktor ini dikontrol melalui dua kelompok siswa yang belum pernah mendapat materi pembelajaran seperti yang ada pada *jobsheet* (Lembar Kerja Siswa).
- h. *Instrumentation effect*, faktor ini dikontrol melalui penggunaan instrumen yang belum pernah diujikan pada siswa kelas XII Program Keahlian Teknik Otomasi Industri.
- i. *Experimentar effect*, faktor ini dikontrol melalui guru mata pelajaran yang telah di *training* metode pembelajaran berbasis masalah sesuai dengan desain penelitian. Hal ini untuk menghindari interaksi langsung antara peneliti dengan kedua kelompok.

- j. *Participant sophisticated*, faktor ini dikontrol melalui kedua kelompok siswa yang belum pernah mendapat perlakuan pembelajaran merakit sistem PLC dengan pembelajaran berbasis masalah dan Trainer HMI.

2. Validitas Eksternal

Suatu penelitian eksperimen dikatakan valid jika hasil yang diperoleh tidak dipengaruhi oleh variabel luar yang bukan merupakan manipulasi atau perlakuan yang disengaja. Perlu dilakukan pengontrolan validitas eksternal untuk memastikan perbedaan yang diamati merupakan hasil langsung dari manipulasi variabel bebas. Kontrol yang dilakukan untuk memenuhi validitas ini adalah:

- a. *Interaction of selection and treatment*, faktor ini dikontrol melalui penggunaan dua kelas XII pada program keahlian yang sama dan dilakukan pemilihan secara acak terhadap kelas yang dijadikan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.
- b. *Interaction of setting and treatment*, faktor ini dikontrol dengan melakukan generalisir terhadap populasi siswa kelas XII Program Keahlian Teknik Otomasi Industri pada setting kondisi kelas, rentan waktu belajar, kelompok usia belajar, sekolah, dan penggunaan materi yang sama pada setiap kelas.
- c. *Multiple treatment interference*, faktor ini dikontrol melalui upaya agar sebelum eksperimen dilakukan, kedua kelompok sampel tidak pernah mendapat perlakuan pembelajaran menggunakan pembelajaran berbasis masalah.

G. Teknik Analisis Data

1. Deskripsi Data

Deskripsi data merupakan teknik analisis data yang digunakan untuk mempresentasikan data agar mudah dipahami. Tujuan deskripsi data adalah memberikan informasi secara sistematis dari fakta-fakta yang ditemui di lapangan selama penelitian. Analisis data deskriptif dilakukan untuk mendapatkan data *mean*, *modus*, *median* dan simpangan baku (*standard deviation*) dari penelitian.

Pengategorian skor dilakukan berdasarkan *Mean Ideal* dan *Standard Deviation Ideal* yang diperoleh. Identifikasi kecenderungan skor masing-masing variabel menggunakan rerata ideal (M_i) dan simpangan baku ideal (SD_i) tiap-tiap variabel. Kecenderungan skor didasarkan atas skor ideal dapat dikonsultasikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tabel Kategori Skor

Kecenderungan Skor	Kategori
$Skor \geq M_i + 1,5.SD_i$	Sangat Baik
$M_i + 1,5.SD_i > Skor \geq M_i$	Baik
$M_i > Skor \geq M_i - 1,5.SD_i$	Cukup
$Skor < M_i - 1,5.SD_i$	Kurang

Keterangan :

M_i : Rerata / mean ideal

SD_i : Standar Deviasi Ideal

M_i : $1/2$ (Skor ideal tertinggi + Skor ideal terendah)

SD_i : $1/6$ (Skor ideal tertinggi – Skor ideal terendah)

Selain untuk mengetahui kategori skor, deskripsi data ini juga untuk mengetahui prosentase nilai siswa pada ranah kognitif yang telah mencapai Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) sebesar 76,00 pada kompetensi dasar MSPLC. Skor hasil pengukuran diubah terlebih dahulu dalam bentuk nilai yang digunakan di sekolah, yaitu nilai dengan skala 100. Konversi dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{nilai} = \frac{\text{skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan atau tidak antar variabel dari dua kelompok. Teknik analisis data untuk uji hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah nonparametrik. Analisis data uji nonparametrik digunakan dengan pertimbangan sampel penelitian kurang dari 30.

Uji nonparametrik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji *Mann-Whitney* untuk dua kelompok sampel yang independen dan uji *Wilcoxon* untuk dua kelompok sampel yang berhubungan.

Pengujian pertama dilakukan pada dua kelompok independen dengan uji *Mann-Whitney*. Terdapat dua rumus yang digunakan dalam perhitungan untuk mengetahui mana harga U yang lebih kecil. Harga U yang lebih kecil tersebut yang digunakan untuk pengujian dan membandingkan dengan U tabel. Jika harga U hitung lebih besar dari U tabel, maka H_0 diterima. Rumus uji *Mann-Whitney U-Test* untuk menguji perbedaan rerata dua kelompok independen adalah sebagai berikut.

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Keterangan :

- n_1 = jumlah sampel 1
- n_2 = jumlah sampel 2
- U_1 = jumlah peringkat 1
- U_2 = jumlah peringkat 2
- R_1 = jumlah rangking pada sampel n_1
- R_2 = jumlah rangking pada sampel n_2

(Sugiyono, 2014:153)

Pengujian kedua dilakukan pada kelompok sampel yang berhubungan dengan teknik uji *Wilcoxon*. Teknik ini digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berhubungan. Harga z dihitung dan dikonsultasikan dengan harga z tabel. Jika z hitung lebih kecil dari z tabel, maka H_0 diterima. Rumus uji *Wilcoxon* adalah sebagai berikut.

$$z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

Keterangan :

N = jumlah pasangan yang dijenjangkan
T = jumlah jenjang/rangking yang kecil

(Sugiyono, 2014:137)

Perbedaan peningkatan kompetensi juga diuji dalam penelitian ini. Peningkatan yang dimaksud dinyatakan dalam nilai *standart gain*. Perhitungan *standart gain* untuk mengetahui peningkatan nilai dari hasil kemampuan awal dan kemampuan akhir. Nilai *standart gain* ditentukan dengan rumus berikut.

$$G_{ST} = \frac{X_2 - X_1}{X_{maks} - X_1}$$

Keterangan:

G_{ST} = *standart gain*
 X_{maks} = skor maksimum
 X_1 = skor awal
 X_2 = skor akhir

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group* dengan paradigma penelitian $\frac{R_1 \ O_1 \ X \ O_2}{R_2 \ O_3 \ O_4}$. Berdasarkan paradigma tersebut, data yang didapatkan adalah kompetensi yang dijabarkan menjadi empat, yaitu kompetensi awal kelas eksperimen (O_1), kompetensi akhir (setelah diberi perlakuan) kelas eksperimen (O_2), kompetensi awal kelas kontrol (O_3), dan kompetensi akhir kelas kontrol (O_4). Kompetensi terdiri dari tiga ranah yaitu, kognitif, afektif, dan psikomotorik. Data selengkapnya diuraikan sebagai berikut.

1. Kompetensi Ranah Kognitif

Ranah kognitif siswa diukur melalui tes soal pilihan ganda. Tes tersebut berisi 23 soal dengan penyekoran binomial. Skor minimal pada tes ini adalah nol (0) dan skor maksimal adalah 23. Tes dilakukan dua kali yaitu *pretest* dan *posttest*. Perhitungan hasil penyekoran tes menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0*.

Pretest dilakukan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Data perhitungan *pretest* untuk kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 11. Hasil Perhitungan *Pretest* Kelas Eksperimen

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
15	16,27	17,00	14,00	3,22	12,00	21,00

Hasil analisis data menunjukkan skor pada ranah kognitif memiliki M_i (*Mean Ideal*) sebesar 11,50 dan SD_i (*Standard Deviation*) sebesar 3,83. Distribusi kategori skor *pretest* kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Distribusi Kategori Skor *Pretest* Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	17,25 – 23,00	Sangat Baik	7	46,67%
2	11,50 – 17,24	Baik	8	53,33%
3	7,67 – 11,49	Cukup	-	-
4	0,00 - 7,66	Kurang	-	-
Total			15	100,00%

Tabel 12 dapat diketahui sebagian kecil (46,67%) skor *pretest* kelas eksperimen dalam kategori sangat baik dan sebagian kecil lainnya (53,33%) dalam kategori baik. Selanjutnya data deskriptif *pretest* untuk kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 13. Distribusi kategori skor *pretest* kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 13. Hasil Perhitungan *Pretest* Kelas Kontrol

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
14	16,36	15,50	14,00	3,75	11,00	22,00

Tabel 14. Distribusi Kategori Skor *Pretest* Kelas Kontrol

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	17,25 – 23,00	Sangat Baik	6	42,86%
2	11,50 – 17,24	Baik	7	50,00%
3	7,67 – 11,49	Cukup	1	7,14%
4	0,00 - 7,66	Kurang	-	-
Total			14	100,00%

Tabel 14 dapat dijelaskan sebagian kecil (42,86%) skor *pretest* kelas kontrol dalam kategori sangat baik, sebagian kecil lainnya (50,00%) dalam kategori baik, dan sebagian kecil lagi (7,14%) dalam kategori cukup.

Berdasarkan data deskriptif skor *pretest* diketahui data empirik *pretest* kelas eksperimen memiliki rata-rata 16,27 dengan skor minimum 12,00 dan skor maksimum 21,00. Data empirik *pretest* kelas kontrol memiliki rata-rata 16,36

dengan skor minimum 11,00 dan skor maksimum 22,00. Terdapat selisih skor rata-rata *pretest* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol sebesar 0,09. Setelah dilakukan *pretest* selanjutnya subjek penelitian pada kelas eksperimen diberikan perlakuan pada kegiatan pembelajarannya. Pengujian hasil kompetensi ranah kognitif setelah diberi perlakuan tersebut menggunakan *posttest*. *Posttest* dilakukan pada masing-masing kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil perhitungan *posttest* pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 15. Distribusi kategori skor *posttest* kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 15. Hasil Perhitungan *Posttest* Kelas Eksperimen

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
15	21,20	21,00	23,00	1,57	18,00	23,00

Tabel 16. Distribusi Kategori Skor *Posttest* Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	17,25 – 23,00	Sangat Baik	15	100,00%
2	11,50 – 17,24	Baik	-	-
3	7,67 – 11,49	Cukup	-	-
4	0,00 - 7,66	Kurang	-	-
Total			15	100,00%

Tabel 16 dapat diketahui semua (100,00%) skor *posttest* kelas eksperimen dalam kategori sangat baik. Selanjutnya data deskriptif *posttest* untuk kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 17. Distribusi kategori skor *posttest* kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 17. Hasil Perhitungan *Posttest* Kelas Kontrol

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
14	19,50	19,00	18,00	2,35	16,00	23,00

Tabel 18. Distribusi Kategori Skor *Posttest* Kelas Kontrol

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	17,25 – 23,00	Sangat Baik	11	78,57%
2	11,50 – 17,24	Baik	3	21,43%
3	7,67 – 11,49	Cukup	-	-
4	0,00 - 7,66	Kurang	-	-
Total			14	100,00%

Tabel 18 dapat dijelaskan sebagian besar (78,57%) skor *posttest* kelas kontrol dalam kategori sangat baik, sebagian kecil (21,43%) dalam kategori baik. Berdasarkan data deskriptif skor *posttest* diketahui data empirik *posttest* kelas eksperimen memiliki rata-rata 21,20 dengan skor minimum 18,00 dan skor maksimum 23,00. Data empirik *posttest* kelas kontrol memiliki rata-rata 19,50 dengan skor minimum 16,00 dan skor maksimum 23,00. Terdapat selisih skor rata-rata *posttest* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol sebesar 1,70.

Berdasarkan dari kemampuan awal dan kemampuan akhir siswa pada ranah kognitif, diperoleh data peningkatan kompetensi merakit sistem PLC. Peningkatan ini dinyatakan dengan nilai *standart gain* yang dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rerata Peningkatan Kompetensi Ranah Kognitif

Kelas	<i>Standart Gain</i>
Eksperimen	0,73
Kontrol	0,54

2. Kompetensi Ranah Afektif

Kompetensi siswa pada ranah afektif diukur dengan lembar observasi yang diisi oleh observer. Lembar observasi ini berisi sembilan butir dengan rentang skor 1-4 pada setiap butirnya. Skor minimal pada instrumen ini adalah sembilan (9) dan

skor maksimalnya adalah tiga puluh enam (36). Perhitungan data deskriptif ranah afektif ini juga dengan bantuan *software SPSS versi 16.0*.

Data kompetensi ranah afektif ini juga digolongkan menjadi dua, yaitu data pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol. Selain itu pada setiap kelas juga terdapat dua data, yaitu kompetensi afektif awal dan kompetensi akhir setelah kelas eksperimen diberi perlakuan. Hasil perhitungan skor afektif awal pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil Perhitungan Afektif Awal Kelas Eksperimen

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
15	26,93	28,00	26,00	3,01	18,00	30,00

Hasil analisis data menunjukkan skor pada ranah afektif memiliki *Mi (Mean Ideal)* sebesar 22,50 dan *SDi (Standard Deviation)* sebesar 4,50. Distribusi kategori skor *pretest* kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Distribusi Kategori Skor Afektif Awal Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	29,25 – 36,00	Sangat Baik	2	13,33%
2	22,50 - 29,24	Baik	12	80,00%
3	15,75 – 22,49	Cukup	1	6,67%
4	0,00 – 15,74	Kurang	-	-
Total			15	100,00%

Tabel 21 dapat dijelaskan sebagian kecil (13,33%) skor afektif awal kelas eksperimen dalam kategori sangat baik, sebagian besar (80,00%) dalam kategori baik, dan sebagian kecil lainnya (6,67%) dalam kategori cukup. Selanjutnya data deskriptif afektif awal untuk kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 22. Distribusi kategori skor afektif awal kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 22. Hasil Perhitungan Afektif Awal Kelas Kontrol

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
14	26,71	29,00	29,00	5,27	17,00	32,00

Tabel 23. Distribusi Kategori Skor Afektif Awal Kelas Kontrol

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	29,25 – 36,00	Sangat Baik	5	35,71%
2	22,50 - 29,24	Baik	6	42,86%
3	15,75 – 22,49	Cukup	3	21,43%
4	0,00 – 15,74	Kurang	-	-
Total			14	100%

Berdasarkan data pada Tabel 23 dapat diketahui sebagian kecil (35,71%) skor afektif awal kelas kontrol dalam kategori sangat baik, sebagian kecil lainnya (42,86%) dalam kategori baik, dan sebagian kecil lagi (21,43%) dalam kategori cukup.

Berdasarkan data deskriptif skor afektif awal diketahui data empirik afektif awal kelas eksperimen memiliki rata-rata 26,93 dengan skor minimum 18,00 dan skor maksimum 30,00. Data empirik afektif awal kelas kontrol memiliki rata-rata 26,71 dengan skor minimum 17,00 dan skor maksimum 32,00. Terdapat selisih skor rata-rata afektif awal antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol sebesar 0,22.

Setelah dilakukan pengukuran afektif awal selanjutnya subyek penelitian pada kelas eksperimen diberikan perlakuan pada kegiatan pembelajarannya. Pengujian hasil kompetensi ranah afektif setelah diberi perlakuan tersebut menggunakan observasi afektif akhir yang dilakukan pada masing-masing kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil perhitungan afektif akhir pada kelas

eksperimen dapat dilihat pada Tabel 24. Distribusi kategori skor afektif akhir kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 24. Hasil Perhitungan Afektif Akhir Kelas Eksperimen

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
15	32,33	33,00	33,00	1,34	30,00	34,00

Tabel 25. Distribusi Kategori Skor Afektif Akhir Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	29,25 – 36,00	Sangat Baik	15	100%
2	22,50 - 29,24	Baik	-	-
3	15,75 – 22,49	Cukup	-	-
4	0,00 – 15,74	Kurang	-	-
Total			15	100%

Tabel 25 dapat diketahui semua (100%) skor afektif akhir kelas eksperimen dalam kategori sangat baik. Selanjutnya data deskriptif afektif akhir untuk kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 26. Distribusi kategori skor afektif akhir kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 26. Hasil Perhitungan Afektif Akhir Kelas Kontrol

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
14	29,50	30,00	29,00	3,86	23,00	35,00

Tabel 27. Distribusi Kategori Skor Afektif Akhir Kelas Kontrol

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	29,25 – 36,00	Sangat Baik	7	50%
2	22,50 - 29,24	Baik	7	50%
3	15,75 – 22,49	Cukup	-	-
4	0,00 – 15,74	Kurang	-	-
Total			14	100%

Tabel 27 dapat dijelaskan sebagian (50%) skor afektif akhir kelas kontrol dalam kategori sangat baik, sebagian lainnya (50%) dalam kategori baik.

Berdasarkan data deskriptif skor afektif akhir diketahui data empirik afektif akhir kelas eksperimen memiliki rata-rata 32,06 dengan skor minimum 30,00 dan skor maksimum 34,00. Data empirik afektif akhir kelas kontrol memiliki rata-rata 29,50 dengan skor minimum 23,00 dan skor maksimum 35,00. Terdapat selisih skor rata-rata afektif akhir antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol sebesar 2,56.

Berdasarkan dari kemampuan awal dan kemampuan akhir siswa pada ranah afektif, diperoleh data peningkatan kompetensi merakit sistem PLC. Peningkatan ini dinyatakan dengan nilai *standart gain* yang dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Rerata Peningkatan Kompetensi Ranah Afektif

Kelas	<i>Standart Gain</i>
Eksperimen	0,59
Kontrol	0,31

3. Kompetensi Ranah Psikomotorik

Kompetensi siswa pada ranah psikomotorik juga diukur dengan lembar observasi yang diisi oleh observer. Lembar observasi ini berisi 10 butir dengan rentang skor 1-4 pada setiap butirnya. Skor minimal pada instrumen ini adalah 10 dan skor maksimalnya adalah 40. Perhitungan data deskriptif ranah psikomotorik ini juga dengan bantuan *software SPSS versi 16.0*.

Seperti halnya data kompetensi ranah afektif, data kompetensi ranah psikomotorik ini juga digolongkan menjadi dua, yaitu data pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol. Setiap kelas juga terdapat dua data, yaitu kompetensi psikomotorik awal dan kompetensi akhir setelah kelas eksperimen diberi perlakuan. Hasil perhitungan psikomotorik awal pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 29. Distribusi kategori skor ditunjukkan pada Tabel 30.

Tabel 29. Hasil Perhitungan Psikomotorik Awal Kelas Eksperimen

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
15	29,24	30,50	22,83	5,59	20,67	37,33

Hasil analisis data menunjukkan skor pada ranah psikomotorik memiliki *Mean Ideal* sebesar 25,00 dan *SDi (Standard Deviation)* sebesar 5,00. Distribusi kategori skor *pretest* kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 30.

Tabel 30. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Awal Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	32,50 – 40,00	Sangat Baik	5	33,33%
2	25,00 – 32,49	Baik	6	40,00%
3	17,50 – 24,99	Cukup	4	26,67%
4	0,00 – 17,49	Kurang	-	-
Total			15	100,00%

Tabel 29 dapat dijelaskan sebagian kecil (33,33%) skor psikomotorik awal kelas eksperimen dalam kategori sangat baik, sebagian kecil lainnya (40%) dalam kategori baik, dan sebagian kecil lagi (26,67%) dalam kategori cukup. Selanjutnya data deskriptif psikomotorik awal untuk kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 31. Distribusi kategori skor afektif awal kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 32.

Tabel 31. Hasil Perhitungan Psikomotorik Awal Kelas Kontrol

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
14	29,88	31,17	33,33	5,39	18,83	35,67

Tabel 32. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Awal Kelas Kontrol

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	32,50 – 40,00	Sangat Baik	6	42,86%
2	25,00 – 32,49	Baik	5	35,71%
3	17,50 – 24,99	Cukup	3	21,43%
4	0,00 – 17,49	Kurang	-	-
Total			14	100%

Tabel 32 dapat diketahui sebagian kecil (42,86%) skor psikomotorik awal kelas kontrol dalam kategori sangat baik, sebagian kecil lainnya (35,71%) dalam kategori baik, dan sebagian kecil lagi (21,43%) dalam kategori cukup.

Berdasarkan data deskriptif skor psikomotorik awal diketahui data empirik psikomotorik awal kelas eksperimen memiliki rata-rata 29,24 dengan skor minimum 20,67 dan skor maksimum 37,33. Data empirik psikomotorik awal kelas kontrol memiliki rata-rata 29,88 dengan skor minimum 18,83 dan skor maksimum 35,67. Terdapat selisih skor rata-rata psikomotorik awal antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol sebesar 0,64.

Setelah dilakukan pengukuran psikomotorik awal selanjutnya subyek penelitian pada kelas eksperimen diberikan perlakuan pada kegiatan pembelajarannya. Pengujian hasil kompetensi ranah psikomotorik setelah diberi perlakuan tersebut menggunakan observasi psikomotorik akhir yang dilakukan pada masing-masing kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil perhitungan psikomotorik akhir pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 33. Distribusi kategori skor afektif akhir kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 33. Hasil Perhitungan Psikomotorik Akhir Kelas Eksperimen

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
15	35,90	36,17	35,83	2,10	31,67	38,50

Tabel 34. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Akhir Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	32,50 – 40,00	Sangat Baik	14	93,33%
2	25,00 – 32,49	Baik	1	6,67%
3	17,50 – 24,99	Cukup	-	-
4	0,00 – 17,49	Kurang	-	-
Total			15	100%

Tabel 34 dapat diketahui sebagian besar (93,33%) skor psikomotorik akhir kelas eksperimen dalam kategori sangat baik dan sebagian kecil (6,67%) dalam kategori baik. Selanjutnya data deskriptif psikomotorik akhir untuk kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 35. Distribusi kategori skor psikomotorik akhir kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 36.

Tabel 35. Hasil Perhitungan Psikomotorik Akhir Kelas Kontrol

N	Rerata	Median	Modus	Std. Deviasi	Skor Minimum	Skor Maksimum
14	31,87	31,67	24,50	4,05	24,50	37,83

Tabel 36. Distribusi Kategori Skor Psikomotorik Akhir Kelas Eksperimen

No	Interval	Kategori	Jumlah Siswa	Prosentase
1	32,50 – 40,00	Sangat Baik	6	42,86%
2	25,00 – 32,49	Baik	7	50%
3	17,50 – 24,99	Cukup	1	7,14%
4	0,00 – 17,49	Kurang	-	-
Total			14	100%

Tabel 36 dapat dijelaskan sebagian kecil (42,86%) skor psikomotorik akhir kelas kontrol dalam kategori sangat baik, sebagian kecil lainnya (50%) dalam kategori baik, dan sebagian kecil lagi (7,14%) dalam kategori cukup. Berdasarkan data deskriptif skor psikomotorik akhir diketahui data empirik psikomotorik akhir kelas eksperimen memiliki rata-rata 35,90 dengan skor minimum 31,67 dan skor maksimum 38,50. Data empirik psikomotorik akhir kelas kontrol memiliki rata-rata

31,87 dengan skor minimum 24,50 dan skor maksimum 37,83. Terdapat selisih skor rata-rata afektif akhir antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol sebesar 4,03.

Berdasarkan dari kemampuan awal dan kemampuan akhir siswa pada ranah kognitif, diperoleh data peningkatan kompetensi merakit sistem PLC. Peningkatan ini dinyatakan dengan nilai *standart gain* yang dapat dilihat pada Tabel 37.

Tabel 37. Rerata Peningkatan Kompetensi Ranah Kognitif

Kelas	<i>Standart Gain</i>
Eksperimen	0,56
Kontrol	0,16

B. Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan sementara dari permasalahan yang ada, sehingga pengujian dilakukan untuk mengetahui kebenaran hipotesis secara empiris. Pengujian dilakukan pada masing-masing ranah kompetensi.

1. Hipotesis Pertama

H_a : Terdapat perbedaan kompetensi merakit sistem PLC antara kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional berbantuan Trainer PLC Omron pada siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Pengujian hipotesis ini meliputi pengujian kemampuan awal dan kemampuan akhir. Statistik yang digunakan adalah uji non-parametrik menggunakan teknik uji *Mann-Whitney* untuk dua kelompok sampel independen.

a. Ranah Kognitif

Pengujian pertama untuk melihat kemampuan awal siswa pada ranah kognitif melalui data skor *pretest*. Uji skor *pretest* kelas eksperimen dengan kelas kontrol bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan skor *pretest* atau tidak. Pengujian hipotesis ini menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0* dan hasil perhitungan Sig._{hitung} dibandingkan dengan Sig._{penelitian} sebesar 5%. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 38.

Tabel 38. Hasil Uji Hipotesis *Pretest* Hasil Belajar Ranah Kognitif

<i>Mann-Whitney U</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
101,500	0,877

Tabel 38 diketahui nilai Sig. sebesar $0,877 > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Tidak ada perbedaan *pretest* hasil belajar ranah kognitif siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil pengujian lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

Pengujian hipotesis yang kedua adalah untuk melihat kemampuan akhir siswa pada ranah kognitif melalui data skor *posttest*. Uji skor *posttest* kelas eksperimen dengan kelas kontrol bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan skor *posttest* atau tidak. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 39.

Tabel 39. Hasil Uji Hipotesis *Posttest* Hasil Belajar Ranah Kognitif

<i>Mann-Whitney U</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
59,500	0,045

Tabel 39, nilai Sig. sebesar $0,045 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat perbedaan *posttest* hasil belajar ranah kognitif siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

b. Ranah Afektif

Pengujian pertama untuk melihat kemampuan awal siswa pada ranah afektif melalui data skor afektif awal. Uji skor afektif awal kelas eksperimen dengan kelas kontrol bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan skor afektif awal atau tidak. Pengujian hipotesis ini menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0* dan hasil perhitungan Sig._{hitung} dibandingkan dengan Sig._{penelitian} sebesar 5%. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 40.

Tabel 40. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal Hasil Belajar Ranah Afektif

<i>Mann-Whitney U</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
90,500	0,524

Tabel 40 dapat diketahui nilai Sig. sebesar $0,524 > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Tidak ada perbedaan afektif awal hasil belajar ranah afektif siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pengujian hipotesis yang kedua adalah untuk melihat kemampuan akhir siswa pada ranah afektif melalui data skor afektif akhir. Uji skor afektif akhir kelas eksperimen dengan kelas kontrol bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan skor afektif akhir atau tidak. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 41.

Tabel 41. Hasil Uji Hipotesis Afektif Akhir Hasil Belajar Ranah Afektif

<i>Mann-Whitney U</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
59,500	0,045

Tabel 41 didapatkan nilai Sig. sebesar $0,045 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat perbedaan afektif akhir hasil belajar ranah afektif siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

c. Ranah Psikomotorik

Pengujian pertama untuk melihat kemampuan awal siswa pada ranah psikomotorik melalui data skor psikomotorik awal. Uji skor psikomotorik awal kelas eksperimen dengan kelas kontrol bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan skor psikomotorik awal atau tidak. Pengujian hipotesis ini menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0* dan hasil perhitungan Sig.hitung dibandingkan dengan Sig.penelitian sebesar 5%. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 42.

Tabel 42. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik Awal Hasil Belajar Ranah Psikomotorik

<i>Mann-Whitney U</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
99,000	0,793

Tabel 42 diketahui nilai Sig. sebesar $0,793 > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Tidak ada perbedaan psikomotorik awal hasil belajar ranah psikomotorik siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pengujian hipotesis yang kedua adalah untuk melihat kemampuan akhir siswa pada ranah psikomotorik melalui data skor psikomotorik akhir. Uji skor psikomotorik akhir kelas eksperimen dengan kelas kontrol bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan skor psikomotorik akhir atau tidak. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 43.

Tabel 43. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik Akhir Hasil Belajar Ranah Psikomotorik

<i>Mann-Whitney U</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
37,000	0,003

Tabel 43 didapatkan nilai Sig. sebesar $0,003 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat perbedaan psikomotorik akhir hasil belajar psikomotorik siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

2. Hipotesis Kedua

H_a : Terdapat efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Pengujian hipotesis ini meliputi pengujian kemampuan awal - kemampuan akhir kelas eksperimen dan kelas kontrol. Statistik yang digunakan adalah uji non-parametrik menggunakan teknik uji *Wilcoxon* untuk dua kelompok sampel berhubungan.

a. Ranah Kognitif

Pengujian pertama adalah kemampuan awal - kemampuan akhir siswa pada ranah kognitif melalui data skor *pretest-posttest* kelas eksperimen. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya efektivitas untuk meningkatkan hasil belajar ranah kognitif pada kelas eksperimen. Pengujian hipotesis ini menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0* dan hasil perhitungan Sig.hitung dibandingkan dengan Sig.penelitian sebesar 5%. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 44.

Tabel 44. Hasil Uji Hipotesis *Pretest-Posttest* Kelas Eksperimen

<i>Wilcoxon</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
Z = -3,310	0,001

Tabel 44 diketahui nilai Sig. sebesar $0,001 > 0,05$ sehingga H_a diterima. Terdapat peningkatan hasil belajar ranah kognitif siswa pada kelas eksperimen.

Pengujian kedua adalah kemampuan awal - kemampuan akhir siswa pada ranah kognitif melalui data skor *pretest-posttest* kelas kontrol. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya efektivitas untuk meningkatkan hasil

belajar ranah kognitif pada kelas kontrol. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 45.

Tabel 45. Hasil Uji Hipotesis *Pretest-Posttest* Kelas Kontrol

<i>Wilcoxon</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
Z = -3,317	0,001

Tabel 45 didapatkan nilai Sig. sebesar $0,001 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat peningkatan hasil belajar ranah kognitif siswa pada kelas kontrol.

b. Ranah Afektif

Pengujian pertama adalah kemampuan awal - kemampuan akhir siswa pada ranah afektif melalui data skor afektif awal – afektif akhir kelas eksperimen. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya efektivitas untuk meningkatkan hasil belajar ranah afektif pada kelas eksperimen. Pengujian hipotesis ini menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0* dan hasil perhitungan Sig.hitung dibandingkan dengan Sig.penelitian sebesar 5%. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 46.

Tabel 46. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal – Afektif Akhir Eksperimen

<i>Wilcoxon</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
Z = -3,426	0,001

Tabel 46 dijelaskan nilai Sig. sebesar $0,001 > 0,05$ sehingga H_a diterima. Terdapat peningkatan hasil belajar ranah afektif siswa pada kelas eksperimen.

Pengujian kedua adalah kemampuan awal - kemampuan akhir siswa pada ranah afektif melalui data skor *pretest-posttest* kelas kontrol. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya efektivitas untuk meningkatkan hasil

belajar ranah afektif pada kelas kontrol. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 47.

Tabel 47. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal – Afektif Akhir Kelas Kontrol

<i>Wilcoxon</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
Z = -3,205	0,001

Tabel 47 didapatkan nilai Sig. sebesar $0,001 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat peningkatan hasil belajar ranah afektif siswa pada kelas kontrol.

c. Ranah Psikomotorik

Pengujian pertama adalah kemampuan awal - kemampuan akhir siswa pada ranah psikomotorik melalui data skor psikomotorik awal – psikomotorik akhir kelas eksperimen. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya efektivitas untuk meningkatkan hasil belajar ranah psikomotorik pada kelas eksperimen. Pengujian hipotesis ini menggunakan bantuan *software SPSS versi 16.0* dan hasil perhitungan Sig._{hitung} dibandingkan dengan Sig._{penelitian} sebesar 5%. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 48.

Tabel 48. Hasil Uji Hipotesis Afektif Awal – Afektif Akhir Eksperimen

<i>Wilcoxon</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
Z = -3,409	0,001

Tabel 48 diketahui nilai Sig. sebesar $0,001 > 0,05$ sehingga H_a diterima. Terdapat peningkatan hasil belajar ranah psikomotorik siswa pada kelas eksperimen.

Pengujian kedua adalah kemampuan awal - kemampuan akhir siswa pada ranah psikomotorik melalui data skor *pretest-posttest* kelas kontrol. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya efektivitas untuk meningkatkan

hasil belajar ranah psikomotorik pada kelas kontrol. Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 49.

Tabel 49. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik Awal – Psikomotorik Akhir Kelas Kontrol

<i>Wilcoxon</i>	Asymp. Sig. (2-tailed)
Z = -2,324	0,020

Tabel 49 diketahui nilai Sig. sebesar $0,020 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat peningkatan hasil belajar ranah psikomotorik siswa pada kelas kontrol.

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Uraian sebelumnya telah memaparkan hasil perhitungan deskripsi data dan pengujian hipotesis. Pembahasan lebih rinci mengenai penelitian ini diuraikan pada pembahasan berikut.

1. Gambaran Penggunaan Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer HMI pada Siswa Kelas XII Program Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

a. Gambaran Kompetensi Awal Siswa

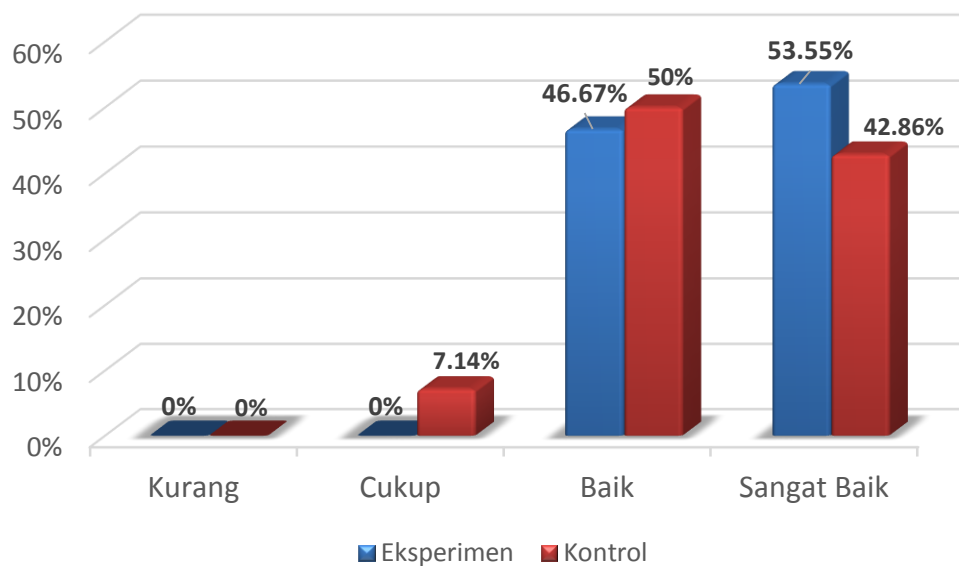
Kompetensi awal siswa merupakan kemampuan awal siswa sebelum diberi perlakuan. Pengukuran kompetensi awal dilakukan pada masing-masing kelompok kelas dan pada ketiga ranah kompetensi. Ranah kognitif diukur melalui *pretest*, sedangkan ranah afektif dan psikomotorik diukur melalui observasi awal.

1) Ranah Kognitif

Berdasarkan data yang diperoleh melalui *pretest* pada kelas eksperimen, diketahui nilai rerata *pretest* siswa adalah 70,72 dengan nilai terendah 52,17 dan nilai tertinggi 91,30. Sebesar 47,00% nilai *pretest* kelas eksperimen telah mencapai

KKM, sedangkan sisanya sebesar 53,00% belum mencapai KKM yang ditetapkan sebesar 76,00.

Rerata nilai *pretest* siswa kelas kontrol sebesar 71,12 dengan nilai terendah 47,83 dan nilai tertinggi 95,65. Sebesar 43,00% nilai *pretest* kelas eksperimen telah mencapai KKM, sedangkan sisanya sebesar 57,00% belum mencapai KKM.



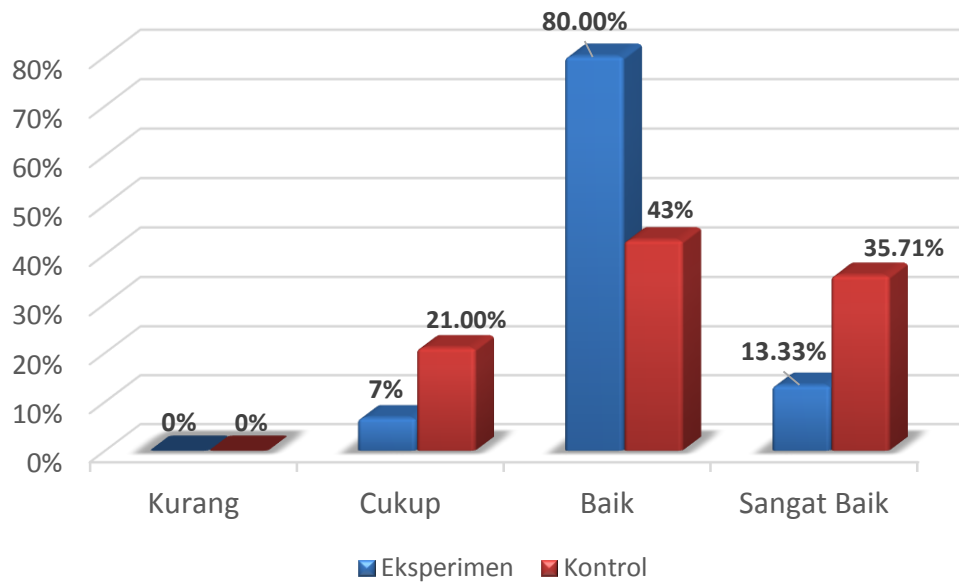
Gambar 2. Diagram Batang Perbandingan Hasil *Pretest*

Gambar 2 digambarkan kemampuan awal ranah kognitif kedua kelompok sebelum diberi perlakuan. Tidak ada satupun siswa dalam kategori kurang. Kategori cukup terdapat 7,14% siswa dari kelompok kontrol. Kategori baik terdapat 46,67% siswa kelas eksperimen dan 50,00% siswa kelas kontrol. Sebanyak 53,55% siswa kelas eksperimen pada kategori sangat baik, sedangkan siswa kelas kontrol sebanyak 42,86%.

2) Ranah Afektif

Berdasarkan data yang diperoleh melalui observasi awal pada kelas eksperimen, diketahui nilai rerata akhir siswa adalah 74,81 dengan nilai terendah

50,00 dan nilai tertinggi 83,33. Rerata nilai awal pada siswa kelas kontrol adalah 74,20 dengan nilai terendah 47,22 dan nilai tertinggi 88,89.

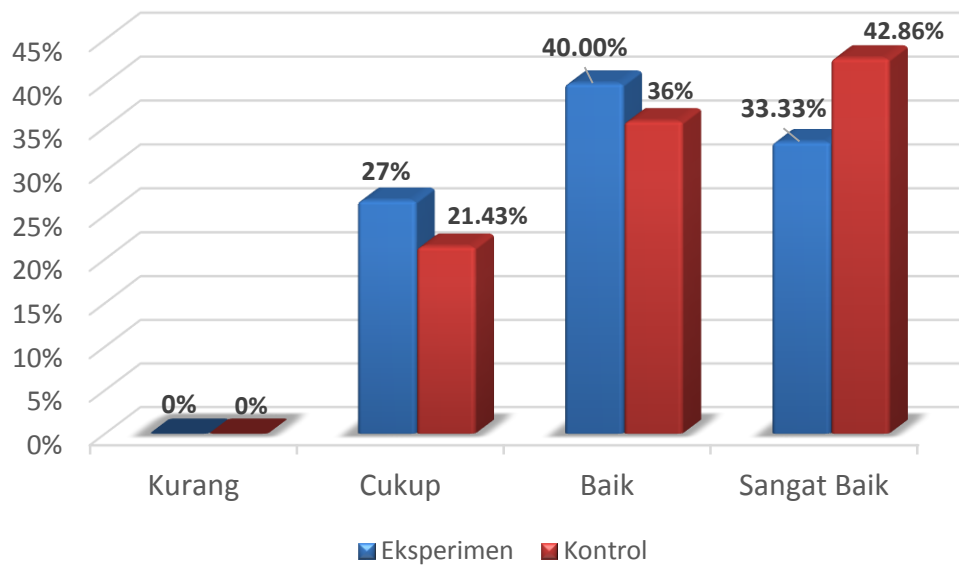


Gambar 3. Diagram Batang Perbandingan Hasil Afektif Awal

Gambar 3 dijelaskan kemampuan awal ranah afektif kedua kelompok sebelum diberi perlakuan. Tidak ada satupun siswa dalam kategori kurang. Kategori cukup terdapat 7,14% siswa dari kelompok eksperimen dan 21,00% siswa dari kelompok kontrol. Kategori baik terdapat 80% siswa kelas eksperimen dan 43% siswa kelas kontrol. Sebanyak 13,33% siswa kelas eksperimen pada kategori sangat baik, sedangkan siswa kelas kontrol sebanyak 35,71%.

3) Ranah Psikomotorik

Berdasarkan data yang diperoleh melalui pengukuran awal pada kelas eksperimen, diketahui nilai rerata awal siswa adalah 73,11 dengan nilai terendah 51,67 dan nilai tertinggi 93,33. Rerata nilai awal pada siswa kelas kontrol adalah 74,70 dengan nilai terendah 47,08 dan nilai tertinggi 89,17.



Gambar 4. Diagram Batang Perbandingan Hasil Psikomotorik Awal

Gambar 4 digambarkan kemampuan awal ranah psikomotorik kedua kelompok sebelum diberi perlakuan. Tidak ada satupun siswa dalam kategori kurang. Kategori cukup terdapat 27,00% siswa dari kelompok eksperimen dan 21,43% siswa dari kelompok kontrol. Kategori baik terdapat 40,00% siswa kelas eksperimen dan 36,00% siswa kelas kontrol. Sebanyak 33,33% siswa kelas eksperimen pada kategori sangat baik, sedangkan siswa kelas kontrol sebanyak 42,86%.

b. Gambaran Kompetensi Akhir Siswa

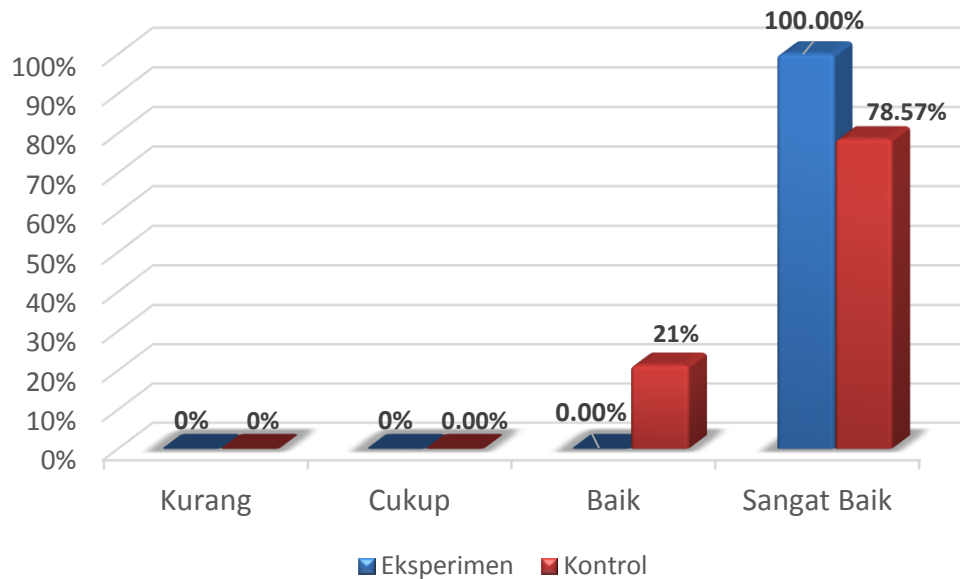
Kompetensi akhir siswa merupakan hasil belajar siswa setelah diberi perlakuan. Pengukuran kompetensi akhir dilakukan pada masing-masing kelompok kelas dan pada ketiga ranah kompetensi. Ranah kognitif diukur melalui *posttest*, sedangkan ranah afektif dan psikomotorik diukur melalui observasi akhir.

1) Ranah Kognitif

Berdasarkan data yang diperoleh melalui *posttest* pada kelas eksperimen, diketahui nilai rerata *posttest* siswa adalah 92,17 dengan nilai terendah 78,26 dan

nilai tertinggi 100,00. Hasil belajar siswa ranah kognitif kelas eksperimen 100,00% telah mencapai KKM yang ditetapkan sebesar 76,00.

Rerata nilai *posttest* siswa kelas kontrol adalah 84,78 dengan nilai terendah 69,57 dan nilai tertinggi 100,00. Sebesar 79,00% nilai *posttest* kelas eksperimen telah mencapai KKM, sedangkan sisanya sebesar 21,00% belum mencapai KKM.

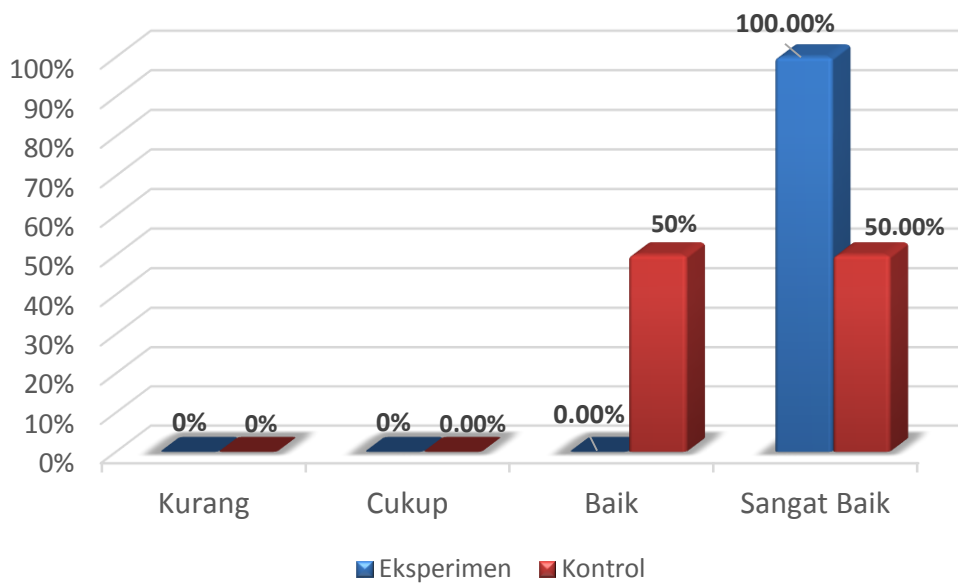


Gambar 5. Diagram Batang Perbandingan Hasil Posttest

Gambar 5 digambarkan kemampuan akhir ranah kognitif kedua kelompok setelah diberi perlakuan. Tidak ada satupun siswa dalam kategori kurang dan cukup. Kategori baik sebesar 21,43% siswa pada kelas kontrol dan tidak terdapat satupun siswa pada kelas eksperimen. Sebanyak 100,00% siswa kelas eksperimen pada kategori sangat baik, sedangkan siswa kelas kontrol sebanyak 78,57%.

2) Ranah Afektif

Berdasarkan data yang diperoleh melalui observasi akhir pada kelas eksperimen, diketahui nilai rerata akhir siswa adalah 89,81 dengan nilai terendah 83,88 dan nilai tertinggi 94,44. Rerata nilai akhir pada siswa kelas kontrol adalah 81,94 dengan nilai terendah 63,89 dan nilai tertinggi 97,22.

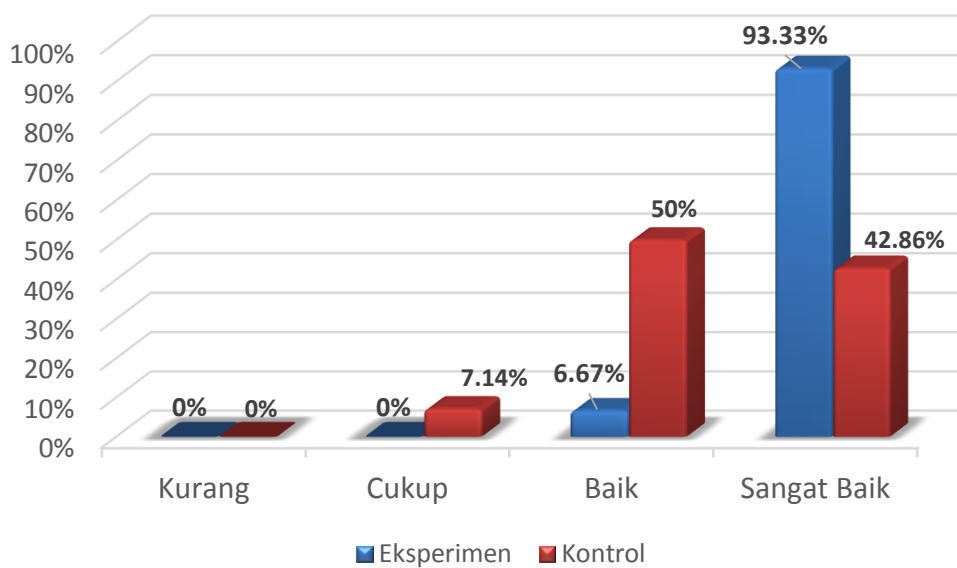


Gambar 6. Diagram Batang Perbandingan Hasil Afektif Akhir

Gambar 6 digambarkan kemampuan akhir ranah afektif kedua kelompok setelah diberi perlakuan. Tidak ada satupun siswa dalam kategori kurang dan cukup. Kategori baik terdapat 50,00% siswa kelas kontrol dan tidak ada satupun siswa kelas eksperimen. Sebanyak 100,00% siswa kelas eksperimen pada kategori sangat baik, sedangkan siswa kelas kontrol sebanyak 50,00%.

3) Ranah Psikomotorik

Berdasarkan data yang diperoleh melalui pengukuran akhir pada kelas eksperimen, diketahui nilai rerata akhir siswa adalah 89,75 dengan nilai terendah 79,17 dan nilai tertinggi 96,25. Rerata nilai akhir pada siswa kelas kontrol adalah 79,67 dengan nilai terendah 61,25 dan nilai tertinggi 94,58.



Gambar 7. Diagram Batang Perbandingan Hasil Psikomotorik Akhir

Gambar 7 dijelaskan kemampuan akhir ranah psikomotorik kedua kelompok setelah diberi perlakuan. Tidak ada satupun siswa dalam kategori kurang. Kategori cukup tidak ada siswa dari kelompok eksperimen dan 7,14% siswa dari kelompok kontrol. Kategori baik terdapat 6,67% siswa kelas eksperimen dan 50% siswa kelas kontrol. Sebanyak 93,33% siswa kelas eksperimen pada kategori sangat baik, sedangkan siswa kelas kontrol sebanyak 42,86%.

2. Perbedaan Kompetensi Merakit Sistem PLC antara Kelas yang Menggunakan Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer HMI dan Kelas yang Menggunakan Pembelajaran Konvensional pada Siswa Kelas XII Program Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Pengujian perbedaan kompetensi diuji melalui data empirik kemampuan kemampuan akhir siswa pada kedua kelas. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kompetensi antara siswa yang menggunakan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dan siswa yang

menggunakan pembelajaran konvensional. Pengujian dilakukan pada masing-masing ranah kompetensi.

Pengujian hipotesis pada ranah kognitif dilakukan melalui data empirik *posttest* kedua kelas. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap data *posttest*, diperoleh harga Sig._{hitung} sebesar 0,045. Harga tersebut dibandingkan dengan Sig._{penelitian} sebesar 5% atau 0,050. Harga Sig._{hitung} lebih kecil daripada Sig._{penelitian} sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan *posttest* hasil belajar ranah kognitif antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pengujian hipotesis pada ranah afektif dilakukan melalui data empirik afektif akhir kedua kelas. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap data afektif akhir, diperoleh harga Sig._{hitung} sebesar 0,045. Harga tersebut dibandingkan dengan Sig._{penelitian} sebesar 5% atau 0,050. Harga Sig._{hitung} lebih kecil daripada Sig._{penelitian} sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan afektif akhir hasil belajar ranah afektif antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pengujian hipotesis pada ranah psikomotorik dilakukan melalui data empirik psikomotorik akhir kedua kelas. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap data psikomotorik akhir, diperoleh harga Sig._{hitung} sebesar 0,003. Harga tersebut dibandingkan dengan Sig._{penelitian} sebesar 5% atau 0,050. Harga Sig._{hitung} lebih kecil daripada Sig._{penelitian} sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan psikomotorik akhir hasil belajar ranah psikomotorik antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kompetensi ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Enggar Nindi Yonatan (2014). Hasil penelitian tersebut membuktikan adanya perbedaan antara penerapan model pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kompetensi penggunaan alat ukur multimeter siswa kelas X program keahlian Teknik Ketenagalistrikan SMK 1 Sedayu tahun ajaran 2013/2014.

Penggunaan pembelajaran berbasis masalah pada penelitian ini mengalami beberapa hambatan. Siswa masih merasa bingung dengan apa yang harus mereka lakukan pada awalnya. Hal ini dikarenakan siswa terbiasa dengan pembelajaran konvensional. Seperti pernyataan Uden dan Beaumont dalam Jamil Suprihatiningrum (2013:222), pada awal menyelesaikan masalah sering terjadi miss-konsepsi. Hal tersebut diatasi dengan cara guru memancing pemahaman siswa dengan memberi konsep-konsep dasar yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah. Guru juga memotivasi siswa untuk tidak takut mencoba dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan.

Perbedaan perlakuan pembelajaran antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menimbulkan kecemburuan antara kedua kelas tersebut. Beberapa siswa memrotes adanya perbedaan perlakuan dan penggunaan media pembelajaran. Hal ini dapat diatasi dengan memberikan pemahaman kepada siswa bahwa perbedaan perlakuan tersebut merupakan bagian dari penelitian. Perlakuan yang sama akan kembali dilakukan setelah penelitian selesai.

Siswa pada kelas eksperimen menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran dan minat belajar mereka terlihat meningkat. Hal tersebut menguatkan pernyataan Wina Sanjaya (2014:220) bahwa pembelajaran berbasis masalah meningkatkan aktivitas dan mengembangkan minat belajar siswa secara terus menerus sekalipun belajar pada pendidikan formal telah berakhir.

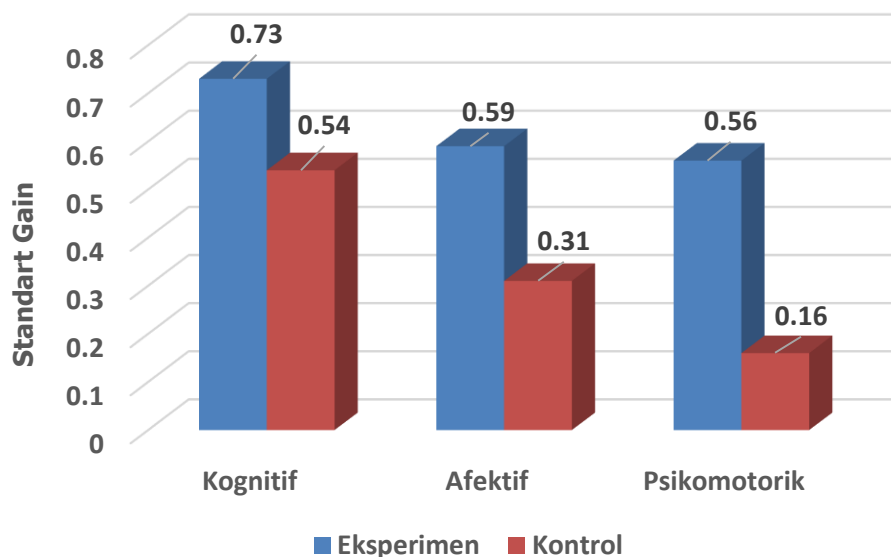
3. Efektivitas Penggunaan Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer HMI untuk Meningkatkan Kompetensi Merakit Sistem PLC pada Siswa Kelas XII Program Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah diamati melalui peningkatan kompetensi siswa dalam merakit sistem PLC. Peningkatan kompetensi ranah kognitif diamati melalui hasil *pretest – posttest*, sedangkan ranah afektif dan psikomotorik melalui hasil observasi awal – akhir. Hasil pengujian hipotesis peningkatan kompetensi dapat menyimpulkan apakah terdapat efektivitas dalam penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit PLC atau tidak.

Efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC dilakukan dengan menguji data empirik pada kelas eksperimen. Pengujian dilakukan dengan teknik uji *Wilcoxon*. Hasil uji *Wilcoxon* pada kompetensi ranah kognitif melalui data empirik *pretest* dengan rerata 16,27 dan *posttest* dengan rerata 21,20 mendapatkan harga Sig.hitung sebesar 0,001. Uji *Wilcoxon* pada kompetensi ranah afektif melalui data empirik afektif awal dengan rerata 26,93 dan afektif akhir dengan rerata 32,06 menghasilkan harga Sig.hitung sebesar 0,001. Kompetensi ranah psikomotorik diuji melalui data empirik psikomotorik awal dengan rerata

29,24 dan psikomotorik akhir dengan rerata 35,90 mendapatkan harga Sig.hitung sebesar 0,001. Harga Sig.hitung pada masing-masing ranah kompetensi tersebut lebih kecil dibanding Sig.penelitian sebesar 5% atau 0,050, sehingga dapat disimpulkan terdapat efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI terbukti terdapat efektivitas dalam meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC, namun perlu diketahui pembelajaran mana yang lebih efektif antara pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran konvensional. Hal tersebut dapat diketahui dengan membandingkan peningkatan hasil belajar kedua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Peningkatan hasil belajar yang dibandingkan dalam bentuk nilai rerata *standart gain*. Perhitungan *standart gain* dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 8. Diagram Batang Perbandingan Rerata *Standart Gain*

Gambar 8 ditunjukkan rerata standart gain ranah kognitif kelas eksperimen sebesar 0,73 termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,54 termasuk dalam kategori sedang. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian Wahyu Imam Ma'rifat (2014) yang dilakukan di SMK N 3 Wonosari pada mata pelajaran teknik listrik kelas X program keahlian Elektronika Industri. Hasil penelitian tersebut mendapatkan rerata gain sebesar 0,70 pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah dan 0,54 pada kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC pada ranah kognitif.

Rerata gain ranah afektif kelas eksperimen sebesar 0,59 sedangkan kelas kontrol sebesar 0,31. Harga rerata gain kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kompetensi ranah afektif siswa kelas eksperimen lebih baik dibanding kelas kontrol. Sesuai dengan pernyataan Taufiq Amir (2009:29) bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membangun kerja tim, kepemimpinan, dan keterampilan sosial. Siswa kelas eksperimen tidak sungkan bertanya kepada guru maupun teman, tidak takut dalam mengungkapkan pendapat, dan dapat menghargai pendapat temannya.

Hal serupa terjadi pada ranah psikomotorik, yaitu rerata gain kelas eksperimen sebesar 0,56 lebih tinggi dibanding rerata gain kelas kontrol yang sebesar 0,16. Hal tersebut senada dengan hasil penelitian Ingrid Dwi Astuti (2014) yang dilakukan di SMK Ma'arif 1 Wates pada mata pelajaran jaringan dasar kelas X program keahlian Teknik Komputer Jaringan. Hasil penelitian tersebut

rerata gain kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah lebih besar daripada kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional, yaitu 0,80 berbanding 0,64. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC pada ranah psikomotorik.

Hasil uji efektivitas menyimpulkan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kompetensi ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Hal tersebut berarti pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dapat efektif untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC siswa kelas XII Program Keahlian Otomasi Industri SMK N 2 Depok adalah sebagai berikut.

Semua siswa (100%) hasil belajar ranah kognitif dan afektif termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan ranah psikomotorik sebagian besar (93,33%) termasuk dalam kategori sangat tinggi dan sebagian kecil (6,67%) termasuk kategori baik.

Terdapat perbedaan kompetensi hasil belajar dalam merakit sistem PLC antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dan siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional. Hal ini dibuktikan dengan nilai Sig_{hitung} sebesar 0,45 pada ranah kognitif; 0,45 pada ranah kognitif; dan 0,003 pada ranah psikomotorik lebih kecil dari pada $Sig_{penelitian}$ sebesar 0,050 setelah diberikan perlakuan.

Terdapat perbedaan efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dalam meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC pada siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok. Hal ini dibuktikan dengan rerata *standart gain* kelas eksperimen sebesar 0,73 pada ranah kognitif; 0,59 pada ranah afektif; dan 0,56 pada ranah psikomotorik lebih besar daripada rerata *standart gain* kelas kontrol yang sebesar

0,54 pada ranah kognitif; 0,31 pada ranah afektif; dan 0,16 pada ranah psikomotorik.

B. Implikasi

Model pembelajaran berbasis masalah yang disertai dengan penggunaan media pembelajaran trainer HMI memberikan variasi baru bagi siswa dalam melakukan proses pembelajaran. Siswa lebih mudah memahami materi yang diajarkan karena pembelajaran menuntut siswa untuk aktif mencari informasi dalam menyelesaikan masalah. Siswa akan mendapatkan gambaran nyata mengenai suatu sistem otomasi di industri dari hasil proses pencarian informasi dan pemecahan masalah yang diajukan. Sehingga siswa akan lebih terlatih dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kompetensi merakit sistem PLC.

C. Keterbatasan Penelitian

Penggunaan kelas eksperimen dan kelas kontrol pada penelitian ini masih dalam satu kelas yaitu kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok, sehingga memungkinkan adanya bias dalam pengambilan data hasil belajar siswa. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan dalam mengontrol kemungkinan siswa bertukar informasi terkait pembelajaran berbasis masalah saat di luar jam pembelajaran.

D. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang didapat. Saran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Bagi Siswa

Siswa diharapkan mampu lebih aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran dan mampu beradaptasi dengan penerapan model pembelajaran

maupun media pembelajaran yang baru. Pembelajaran berbasis masalah dengan media pembelajaran Trainer HMI ini diterapkan guna membantu siswa dalam menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang perakitan sistem PLC. Oleh karena itu siswa hendaknya lebih aktif dalam kegiatan belajar. Aktif dalam mencari informasi, berdiskusi, bertanya, dan menyelesaikan masalah sehingga kompetensi siswa akan mengalami peningkatan. Ketika mengalami kesulitan langsung dapat didiskusikan bersama teman atau guru sehingga permasalahan akan lebih mudah dan cepat diselesaikan. Siswa hendaknya saling membantu teman dalam tugas yang bersifat kelompok, saling menghargai pendapat teman ketika berdiskusi, dan saling memberikan masukan saran agar proses pembelajaran berjalan lebih baik.

2. Bagi Guru

Guru hendaknya lebih memberikan model pembelajaran yang berpusat kepada siswa dalam kegiatan pembelajaran. Penerapan model pembelajaran yang berpusat kepada siswa akan menimbulkan ketertarikan, keaktifan, dan interaksi siswa. Keaktifan siswa dalam pembelajaran juga akan mendorong kemandirian siswa itu sendiri, sehingga akan lebih mempermudah peran guru sebagai pengajar dalam menyampaikan pelajaran. Pemilihan model pembelajaran harus didasarkan pada materi yang akan diajarkan, karena tidak semua materi cocok dengan model pembelajaran yang sama. Perlu dilakukan pengajian model pembelajaran yang sesuai sehingga dapat diterapkan pada suatu materi pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran perlu digunakan sebagai penunjang model pembelajaran. Hal tersebut akan memancing minat belajar dan dapat memberikan gambaran yang lebih nyata kepada siswa.

3. Bagi Sekolah

Sekolah sebaiknya memberikan dukungan kepada para guru dalam kegiatan pembelajaran. Misalnya melakukan suatu pelatihan kepada guru dalam memilih dan melaksanakan strategi, model, dan media pembelajaran. Selain itu juga mendukung guru dalam pemanfaatan media pembelajaran, baik dalam hal pelatihan penggunaan maupun pengadaan media yang dibutuhkan sehingga pembelajaran diharapkan dapat berlangsung secara maksimal.

4. Bagi Peneliti

Bagi peneliti berikutnya pembelajaran dapat dilakukan menggunakan model dan media pembelajaran yang lebih variatif, sehingga diperoleh informasi yang lebih luas tentang efektivitas model dan media pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2006). Kurikulum SMK Edisi 2006. Diakses dari <http://www.pdpersi.co.id/pusdiknakes/data/smk.pdf> pada tanggal 11 Februari 2015 pukul 10.50 WIB.
- Antaraneews.com. (2014). Jalan Tengah untuk Kurikulum 2013. Diakses dari <http://www.antaraneews.com/berita/469034/jalan-tengah-untuk-kurikulum-2013> pada tanggal 4 Februari 2015 pukul 17.10 WIB.
- Arief S. Sadiman, dkk. (2012). Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Daryanto. (2013). Media Pembelajaran. Yogyakarta: Gava Media.
- Daryanto & Muljo Rahardjo. (2012). Model Pembelajaran Inovatif. Yogyakarta: Gava Media.
- Dimiyati & Mudjiono. (2009). Belajar dan pembelajaran. Jakarta: Rineka Cipta.
- Disdiknas. (2003). UU RI No.20 Tahun 2003. Jakarta.
- Djamarah & Anwar Zain. (2013). Strategi Belajar Mengajar.rev.ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Doni Koesoema A. (2013). Berpusat pada Pembelajar. Diakses dari <http://edukasi.kompas.com/read/2013/02/28/09505095/Berpusat.pada.Pem.belajar> pada tanggal 15 Februari 2015 pada pukul 16.00 WIB.
- E. Mulyasa (2008). Kurikulum Berbasis Kompetensi. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Eko Putro Widyoko. (2012). Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Enggar Nindi Yonatan. (2014). Efektivitas Metode Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Peningkatan Kompetensi Penggunaan Alat Ukur Multimeter pada Siswa SMK 1 Sedayu Kelas X Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan. Skripsi: Pendidikan Teknik Mekatronika UNY.
- Inggrid Dwi Astuti. (2014). Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* pada Mata Pelajaran Jaringan Dasar Kelas X Program Keahlian Teknik Komputer Jaringan SMK Ma'arif 1 Wates. Skripsi: Pendidikan Teknik Mekatronika UNY.
- Jamil Suprihatiningrum. (2013). Strategi Pembelajaran: Teori dan Aplikasi. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.

- Jean Yves Fiset. (2009). *Human-Machine Interface Design for Process Control Applications*. USA: ISA-Instrumentation, Systems, and Automation Society
- Kompas.com. (2010). Ah, Pengajaran Guru Masih Membosankan!. Diakses dari <http://edukasi.kompas.com/read/2010/05/25/11123511/Ah..Pengajaran.Guru.Masih.Membosankan>. pada tanggal 4 Februari 2015 pukul 14.00 WIB.
- Kompasiana.com. (2012). Guru Dominasi Kelas. Diakses dari <http://edukasi.kompasiana.com/2012/03/27/guru-dominasi-kelas-450123.html> pada tanggal 4 Februari 2015 pukul 16.50 WIB.
- Laeli Farida. (2014). Menyenangkan Kadang Membosankan. Diakses dari http://www.kompasiana.com/laelifarida/menyenangkan-kadang-membosankan_5528f7166ea834dd3d8b461f pada tanggal 3 April 2015 pada pukul 19.30 WIB.
- M. Hosnan. (2014). *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Muniarti A.R. & Nasir Usman. (2009). *Implementasi Manajemen Strategik dalam Pemberdayaan Sekolah Menengah Kejuruan*. Bandung: Citapustaka Media Perintis.
- Muslimin. (2011). *Perlunya Inovasi dalam Pembelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia*. Jurnal: Universitas Negeri Gorontalo.
- Nana Sudjana. (2013). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Nana Syaodih Sukmadinata. (2007). *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan*. Bandung: PT. Imperial Bhakti Utama.
- News.okezone.com. (2014). Mutu Pendidikan SMK di Indonesia Masih Rendah. Diakses dari <http://news.okezone.com/read/2014/12/27/65/1084668/mutu-pendidikan-smk-di-indonesia-masih-rendah> pada tanggal 3 Februari 2015 pukul 19.00 WIB.
- Oemar Hamalik. (1989). *Media Pendidikan*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Putu Sudira. (2006). *Pembelajaran di SMK*. Diakses dari <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/BUKU-PEMBELAJARAN%20di%20SMK.pdf> tanggal 3 Februari 2015 pukul 12.30 WIB.
- Richard I. Arends. (2007). *Learning to Teach – Belajar untuk Mengajar*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

- Roymond H. Simanora. (2009). Buku Ajar Pendidikan Dalam Keperawatan. Jakarta: EGC.
- Rudi S. & Cepi R. (2009). Media Pembelajaran. Bandung: CV Wacana Prima.
- Rusman. (2011). Model-model Pembelajaran. Jakarta: Rajawali Pers.
- Rusman. (2012). Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer. Bandung: Alfabeta.
- Rusmono. (2012). Strategi Pembelajaran dengan Problem Base Learning itu perlu. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- S. Nasution. (2006). Kurikulum dan Pengajaran. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sugiyono. (2014). Statistika Untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2013). Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedua. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sunarti & Selly R. (2014). Penilaian Dalam Kurikulum 2013. Yogyakarta: ANDI.
- Suwati. (2008). Sekolah Bukan Untuk Mencari Pekerjaan. Bandung: PT Karya Kita.
- Taufiq Amir. (2009). Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning. Jakarta: Prenada Media.
- Trianto. (2013). Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif. Jakarta: Kencana Prenada Media.
- Udin Saefudin Sa'ud. (2008). Inovasi Pendidikan. Bandung: Alfabeta.
- Utami Marwati. (2015). Berbagi Ilmu Melalui KKG. Diakses dari <http://bangka.tribunnews.com/2015/06/11/opini-berbagi-ilmu-melalui-forum-kkg-pada-tanggal-11-juni-2015-pukul-18.30-wib>.
- Wahyu Imam Ma'arif. (2014). Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Media Pembelajaran Interaktif untuk Peningkatan Kompetensi Analisis Hukum-Hukum Kelistrikan dan Teori Kelistrikan di SMK N 3 Wonosari. Skripsi: Pendidikan Teknik Elektro UNY.
- William Bolton. (2006). *Programmable Logic Controllers*. Berlington: Elsevier Newnes.
- Wina Sanjaya. (2014). Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Media Grup.
- Zainal Arifin. (2013). Evaluasi Pembelajaran. Bandung: Remaja Rosdakarya.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
SURAT KETERANGAN VALIDASI



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281
Telp. (0274) 586168 psw. 276.289.292 (0274) 586734 Fax (0274) 586734
Website : <http://elektro.uny.ac.id> , <http://ft.uny.ac.id> e-mail : ft@uny.ac.id



SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T.,M.T.

NIP : 19801203 200501 1 003

Telah membaca instrumen penelitian dari proposal penelitian yang berjudul "Efektifitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer HMI untuk Peningkatan Kompetensi Perakitan Sistem PLC SMK N 2 Depok", yang diajukan oleh:

Nama : Febriyanto

NIM : 11501241037

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

Setelah memperhatikan butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi instrumen, maka instrumen ini Layak / Tidak layak *) digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian dengan saran sebagai berikut:

Butir-butir soal disesuaikan dengan indikator.
Tata tulis diperbaiki. (tabel, gambar, paginasi, kalimat program).

Demikian keterangan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 6 Maret 2015

Validator

Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T.,M.T.

NIP. 19801203 200501 1 003

*) Coret yang tidak perlu



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281
Telp. (0274) 586168 psw. 276,289,292 (0274) 586734 Fax (0274) 586734
Website : <http://elektro.uny.ac.id> , <http://ft.uny.ac.id> e-mail : ft@uny.ac.id



Certificate No: QSC 00592

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Yuwono Indro H., S.Pd., M.Eng.

NIP : 19760720 2001112 002

Telah membaca instrumen penelitian dari proposal penelitian yang berjudul "Efektifitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer HMI untuk Peningkatan Kompetensi Perakitan Sistem PLC SMK N 2 Depok", yang diajukan oleh:

Nama : Febriyanto

NIM : 11501241037

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

Setelah memperhatikan butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi instrumen, maka instrumen ini Layak / Tidak layak *) digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian dengan saran sebagai berikut:

.....
.....
.....

Demikian keterangan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Maret 2015

Validator

Yuwono Indro H., S.Pd., M.Eng.

NIP. 19760720 2001112 002

*) Coret yang tidak perlu

LAMPIRAN 2
SILABUS DAN INSTRUMEN PENELITIAN

Silabus

Tabel 1. Silabus Merakit Sistem PLC untuk Keperluan Industri 2

Nama Sekolah : SMK N 2 Depok Sleman
 Mata Pelajaran : Kompetensi Kejuruan
 Kelas/Semester : XII/2
 Standar Kompetensi : Merakit Sistem PLC untuk Keperluan Otomasi Industri 2
 Kode Kompetensi : 012. KK. 17
 Alokasi Waktu : 64 jam

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	KKM	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
						TM	PS	PI	
1.1. Mengukur tata letak komponen yang akan dirakit	1.1.1. Menentukan jumlah dan fungsi komponen (mandiri)	Jumlah dan fungsi komponen	Menentukan jumlah dan fungsi komponen	Porto folio	76	4	4 (8)		<ul style="list-style-type: none"> - A beginners guide to PLC Omron - Pengenalan dasar-dasar PLC; Budiyanto - Modul PLC Festo - Trainer PLC
	1.1.2. Membuat layout komponen (kreatif)	Tata letak komponen	Membuat layout komponen	Tes praktik					
1.2. Merakit sistem kendali berbasis PLC/SCADA	1.2.1. Menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC (mandiri)	Fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC	Menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC/SCADA	Tes tertulis	76	4	8 (16)		<ul style="list-style-type: none"> - A beginners guide to PLC Omron - Pengenalan dasar-dasar PLC; Budiyanto - Modul PLC Festo - Trainer PLC
	1.2.2. Merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan otomasi industri (rasa ingin tahu)	Merakit sistem kendali Modular Production System	Merakit sistem kendali Distributing Station Merakit sistem kendali motor berbasis PLC	Unjuk kerja					
1.3. Mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit	1.3.1. Menjelaskan prpsedur mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit (mandiri)	Mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit	Menjelaskan prosedur mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit	Tes tertulis	76	8	8 (16)	2 (8)	<ul style="list-style-type: none"> - A beginners guide to PLC Omron - Pengenalan dasar-dasar PLC; Budiyanto - Modul PLC Festo - Trainer PLC
	1.3.2. Mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit (jujur)	Mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit	Mengetes sistem kendali berbasis PLC/SCADA yang sudah dirakit	Unjuk kerja					

Kisi-kisi Instrumen

Tabel 2. Kisi-kisi Instrumen Tes Penilaian Ranah Kognitif

Kompetensi Dasar	Indikator	Sub Indikator	Nomor Butir	
Merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan industri 2	Mampu menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC.	1. Menjelaskan fungsi komponen PLC.	1,2	
		2. Menjelaskan fungsi komponen input/output pada suatu sistem kendali berbasis PLC.	3,4,5	
		3. Menjelaskan prinsip kerja suatu rangkaian kendali berbasis PLC.	11,12,13,14,15,16,17,18	
	Mampu merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan otomasi industri.		1. Merakit sistem kendali berbasis PLC.	6,7,8,9,10,19,20,21,22
			2. Menguji sistem kendali yang telah dirakit.	23,24,25,26,27,28,29,30

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Ranah Afektif

Aspek penilaian	Indikator	Sub Indikator	No. Butir
I. Sikap Kerja (100%)	Partisipasi	1.1 Disiplin	1
		1.2 Kehadiran	2
		1.3 Keaktifan	3
	Penerimaan	1.4 Saling menghargai	4
	Organisasi	1.5 Kerja sama	5
	Penilaian sikap	1.6 Sopan santun	6
		1.7 Percaya diri	7
	Pembentukan pola	1.8 Keselamatan kerja	8
		1.9 Tanggung jawab	9

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Ranah Psikomotorik

Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	No. Butir
II. Persiapan Kerja (15%)	2.1 Persiapan alat dan bahan	10
	2.2 Pemeriksaan komponen	11
	2.3 Pemeriksaan alat dan bahan	12
III. Proses (50%)	3.1 Pembuatan ladder diagram	13
	3.2 Download dan Transfer program	14
	3.3 Pemasangan komponen dan kabel jumper	15
IV. Hasil Kerja (20%)	4.1 Uji coba PLC dengan software HMI	16
	4.2 Uji coba komponen input/output dengan hardware trainer PLC	17
	4.3 Penyelesaian tugas	18
V. Waktu (15%)	5.1 Waktu penyelesaian praktik	19

Instrumen Penelitian

Instrumen 1. Tes

TES

Identitas Responden :

Nama : _____

Kelas : _____

No Presensi : _____



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015**

PETUNJUK PENGISIAN TES

1. Soal tidak boleh dicoret-coret!
2. Jawablah pertanyaan pada lembar jawaban yang telah disediakan!
3. Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang anda anggap benar pada lembar jawaban!

Contoh:

NO	JAWABAN			
1.	A	B	C	D

4. Jika terjadi kesalahan dalam mengisi lembar jawaban, maka berilah tanda (=) pada kolom yang anda jawab salah, selanjutnya berilah tanda (X) pada kolom yang sesuai dengan jawaban anda!

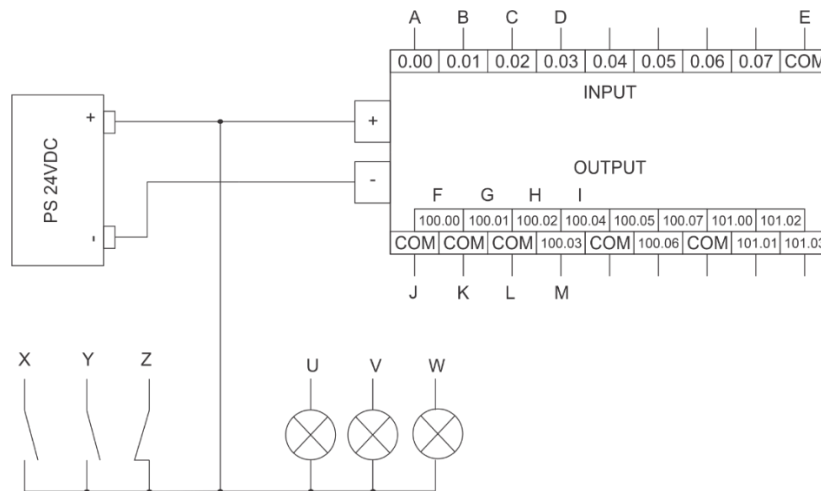
Contoh:

NO	JAWABAN			
1.	A	B	C	D

1. Fungsi modul input/output pada PLC adalah
 - a. Membuat program *ladder diagram*
 - b. Menghubungkan sistem pada PLC dengan sistem di luar PLC
 - c. Memproses sinyal input untuk mendapatkan sinyal output yang diharapkan
 - d. Mentransfer program dari alat pemrogram ke unit prosesor

2. *Proximity switch* adalah komponen input berfungsi sebagai
 - a. Sensor suara
 - b. Sensor suhu
 - c. Sensor cahaya
 - d. Sensor jarak

Gambar berikut digunakan untuk soal 3-7

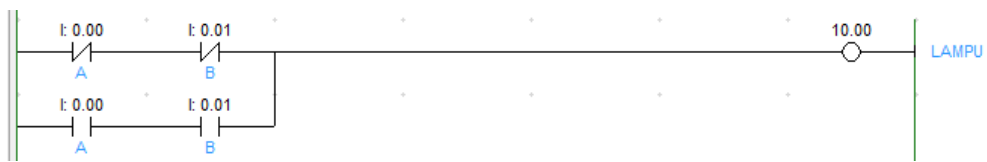


Gambar 1. Pengawatan PLC

3. Titik X merupakan sensor *proximity* yang akan digunakan dalam suatu sistem kendali PLC. Agar sensor berfungsi dengan baik, maka sensor dihubungkan dengan titik
 - a. C
 - b. E
 - c. F
 - d. U

4. Titik U, V, dan W merupakan lampu indikator yang akan digunakan dalam suatu sistem kendali PLC. Agar lampu berfungsi dengan baik, maka lampu dihubungkan dengan titik
 - a. A, B, dan C
 - b. X, Y, dan Z
 - c. J, K, dan L
 - d. F, G, dan H

11. Program berikut merupakan penerapan logika



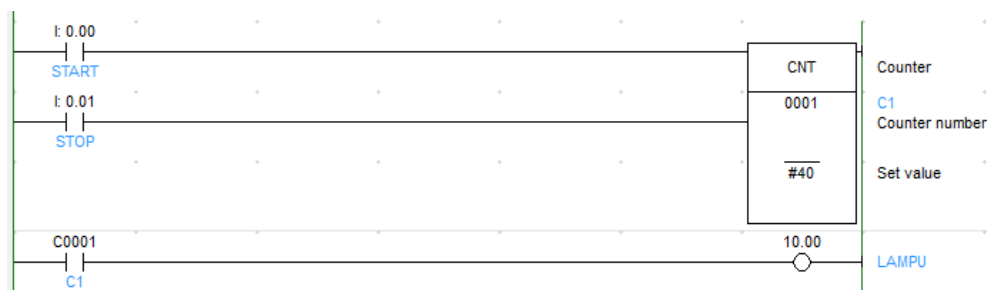
- a. NOT
- b. NOR
- c. XOR
- d. XNOR

12. LAMPU akan menyala jika tombol START ditekan selama



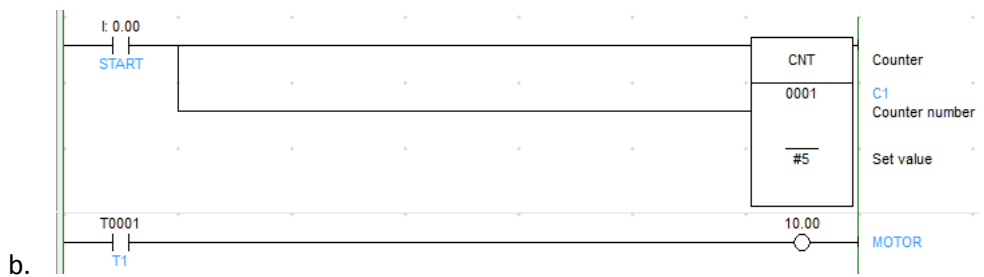
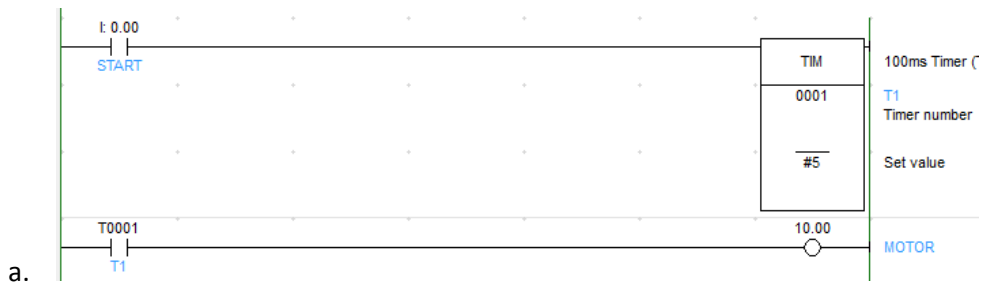
- a. 4 detik
- b. 40 detik
- c. 4 menit
- d. 40 menit

13. LAMPU akan menyala jika tombol START ditekan sebanyak



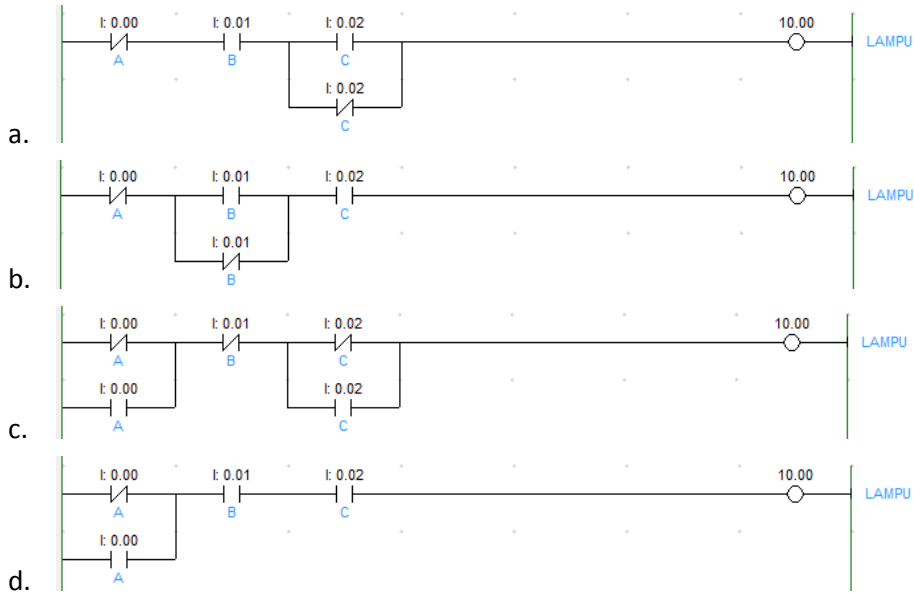
- a. 1 kali
- b. 4 kali
- c. 10 kali
- d. 40 kali

14. Tombol START ditekan, lima detik kemudian MOTOR menyala. MOTOR tetap menyala meskipun tombol START dilepas. Program manakah yang sesuai?



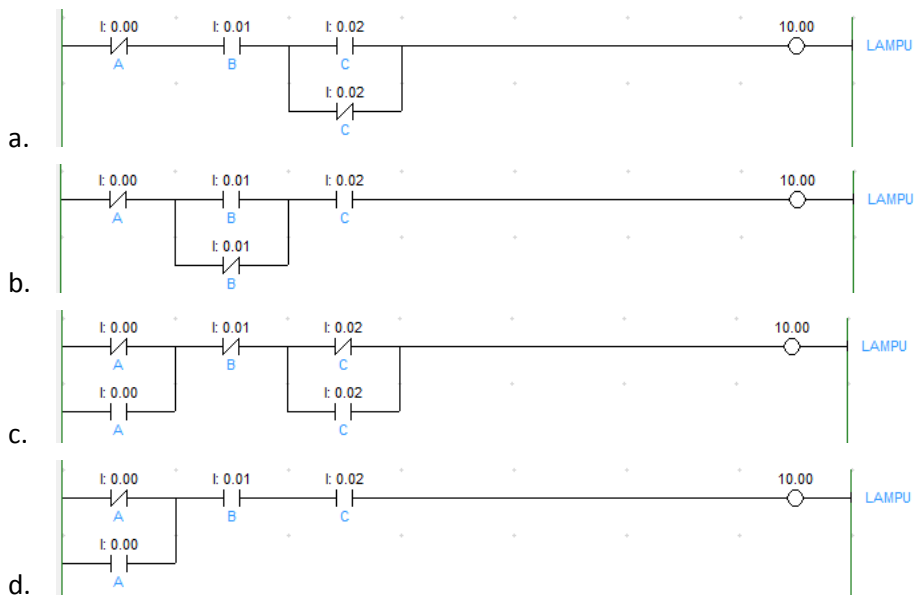
15. Berdasarkan tabel kebenaran berikut, diagram ladder manakah yang sesuai?

A	B	C	LAMPU
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	1
1	1	1	1



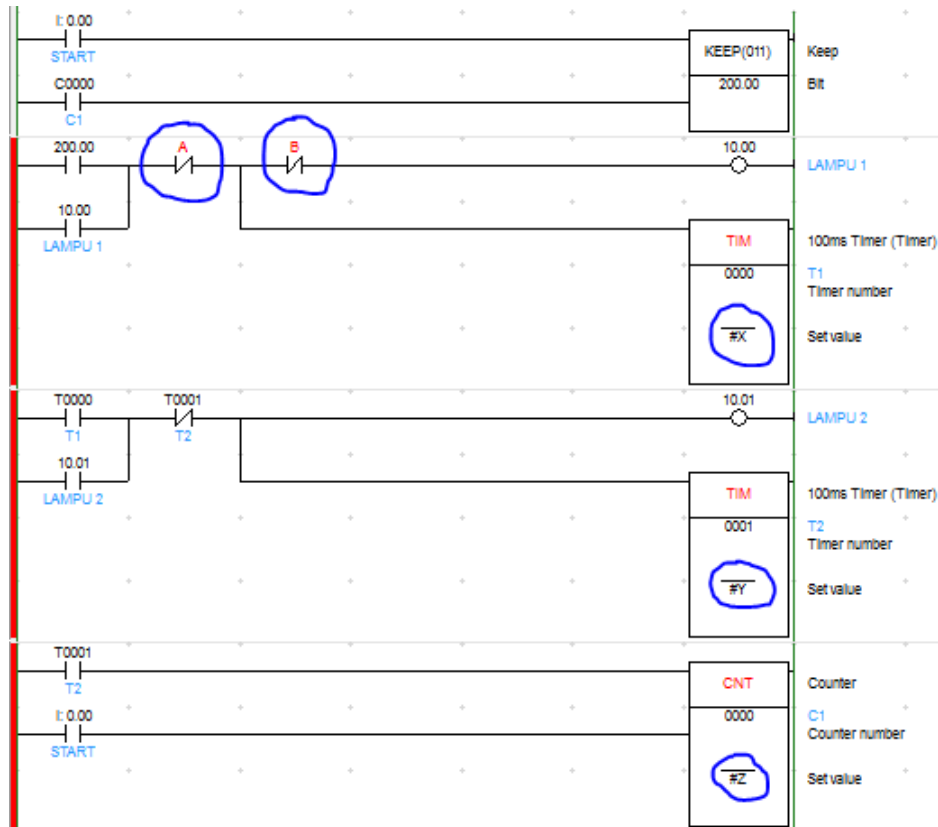
16. Berdasarkan tabel kebenaran berikut, diagram ladder manakah yang sesuai?

A	B	C	LAMPU
0	0	0	1
1	0	1	1
0	1	1	0
1	1	1	0



Untuk soal no 24 -25.

Dua buah lampu menyala bergantian. LAMPU 1 menyala setelah tombol START ditekan. Dua detik kemudian LAMPU 1 mati dan LAMPU 2 menyala. Sama seperti sebelumnya, LAMPU 2 menyala selama tiga detik kemudian LAMPU 2 mati dan LAMPU 1 kembali menyala. Siklus ini berulang sebanyak tiga kali kemudian semua LAMPU mati.



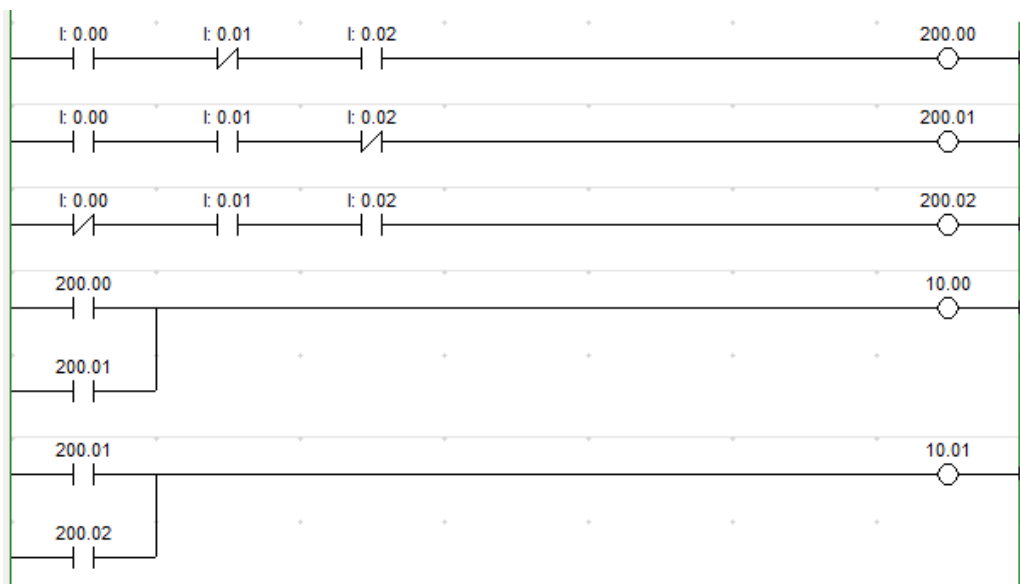
17. Agar sistem dapat beroperasi dengan baik, maka kontak A dan B secara berurutan diberi alamat

- a. 10.00 dan 10.01
- b. 10.01 dan 10.00
- c. T0000 dan T0001
- d. T0001 dan T0000

18. Nilai X,Y pada *timer* dan Z pada *counter* secara berurutan adalah

- a. 2, 3, dan 3
- b. 3, 2, dan 3
- c. 20, 30, dan 3
- d. 30, 20, dan 3

19. Perhatikan gambar berikut!



Apa yang terjadi apabila kontak 0.00, 0.01, dan 0.02 dalam posisi ON?

- Memori 200.00 ON sehingga koil 10.00 ON
- Memori 200.01 ON sehingga koil 10.00 dan 10.01 ON
- Memori 200.02 ON sehingga koil 10.02 ON
- Tidak ada memori dan koil yang ON

20. Berdasarkan gambar pada soal no 26. Jika kontak 0.00 dan 0.01 dalam posisi ON sedangkan kontak 0.02 dalam posisi OFF, apa yang terjadi?

- Memori 200.00 ON sehingga koil 10.00 ON.
- Memori 200.01 ON sehingga koil 10.00 dan 10.01 ON.
- Memori 200.02 ON sehingga koil 10.02 ON.
- Tidak ada memori dan koil yang ON.

21. Perhatikan gambar berikut!



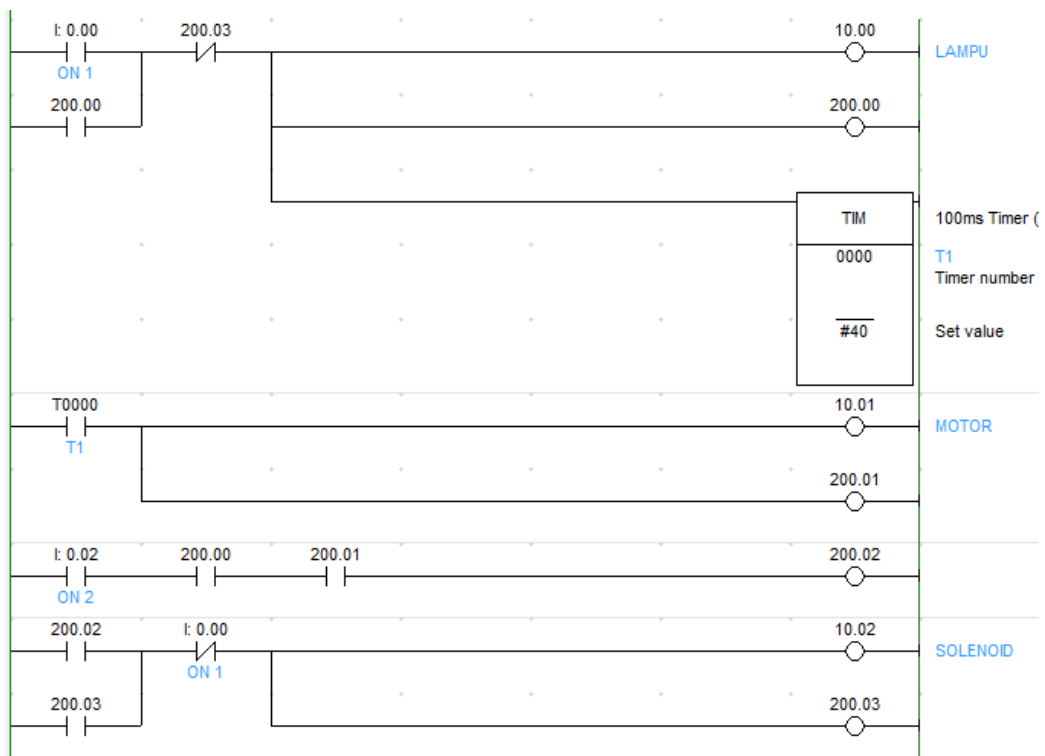
Sekuensial (urutan kerja) yang paling benar adalah . . .

- Kontak 0.00 di-ON-kan koil 10.00 ON kemudian disusul koil 10.01 ON
- Kontak 0.00 di-ON-kan koil 10.00 ON selama 4 detik kemudian berganti koil 10.01 ON
- Kontak 0.00 di-ON-kan koil 10.00 ON selama 4 detik kemudian disusul koil 10.01 ON
- Kontak 0.00 di-ON-kan koil 10.00 ON selama 40 detik kemudian berganti koil 10.01 ON

22. Berdasarkan program pada soal no 28. jika kontak 0.00 dalam kondisi ON selang 5 detik kemudian kontak 0.01 di-ON-kan, apa yang terjadi?

- Koil 10.00 dan 10.01 OFF.
- Koil 10.00 ON sedangkan 10.01 OFF.
- Koil 10.00 OFF sedangkan 10.01 ON.
- Koil 10.00 dan 10.01 ON.

23. Perhatikan gambar berikut!



Tombol ON 1 dan tombol ON 2 digunakan sebagai input untuk mengendalikan LAMPU, MOTOR, dan SOLENOID. Tombol ON 1 ditekan maka akan menjalankan program. Ketika LAMPU dan MOTOR dalam kondisi ON kemudian tombol ON 2 ditekan, apa yang terjadi?

- LAMPU, MOTOR, dan SOLENOID ON.
- LAMPU, MOTOR, dan SOLENOID OFF.
- LAMPU OFF sedangkan MOTOR dan SOLENOID ON.
- LAMPU dan MOTOR OFF sedangkan SOLENOID ON.

Instrumen 2. Kriteria Penilaian Observasi

Tabel 5. Kriteria Penilaian Ranah Afektif

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Kriteria Nilai	Skor
I	Afektif 1.1 Disiplin	1	Datang tepat waktu	4
			Datang terlambat 10 menit	3
			Datang terlambat 15 menit	2
			Datang terlambat lebih dari 20 menit	1
	1.2 Kehadiran	2	Kehadiran 100%	4
			Kehadiran tidak 100% namun dengan surat ijin	3
			Absen satu kali kehadiran	2
			Absen lebih dari satu kali	1
	1.3 Keaktifan	3	Aktif dalam : <ul style="list-style-type: none"> • mengemukakan pendapat, • menanggapi pendapat, • bertanya, dan • menyelesaikan permasalahan. 	4
			Aktif namun kurang dua sub poin di atas	3
			Kurang tiga sub poin	2
			Tidak aktif	1
	1.4 Saling menghargai	4	Mau menerima masukan dari teman ketika diskusi dan tidak menjelek-jelekkkan teman ketika teman melakukan kesalahan.	4
			Tidak mau menerima masukan dari teman namun tidak menjelek-jelekkkan teman ketika teman melakukan kesalahan.	3
			Mau menerima masukan dari teman ketika diskusi namun menjelek-jelekkkan teman ketika teman melakukan kesalahan.	2
			Tidak mau menerima masukan dari teman dan menjelek-jelekkkan teman ketika teman melakukan kesalahan.	1
	1.5 Kerja sama	5	Kerjasama dan serius dalam melakukan percobaan serta aktif diskusi antar teman	4
			Melakukan praktik dengan kerjasama namun kurang serius	3
			Melakukan praktik tanpa kerjasama / individu	2
			Melakukan praktik semaunya atau bahkan tidak ikut berpartisipasi	1
1.6 Sopan santun	6	Menjaga sopan santun terhadap guru, teman, karyawan, atau siapapun.	4	
		Menjaga sopan hanya kepada guru dan karyawan.	3	

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Kriteria Nilai	Skor
			Menjaga sopan santun hanya kepada guru.	2
			Tidak menjaga sopan santun kepada siapapun.	1
	1.7 Percaya diri	7	<ul style="list-style-type: none"> • Berani berpendapat, bertanya, dan menjawab pertanyaan. • Berani presentasi di depan kelas. • Tidak mudah putus asa dalam menyelesaikan masalah. 	4
			<ul style="list-style-type: none"> • Berani berpendapat, bertanya, dan menjawab pertanyaan. • Berani presentasi di depan kelas. • Mudah putus asa. 	3
			<ul style="list-style-type: none"> • Berani berpendapat, bertanya, dan menjawab pertanyaan. • Tidak berani presentasi di depan kelas. • Mudah putus asa. 	2
			Tidak percaya diri	1
	1.8 Keselamatan kerja	8	Memperhatikan peralatan keselamatan kerja sesuai intruksi guru dan prosedur kerja pada LKS atau <i>jobsheet</i>	4
			Memperhatikan peralatan keselamatan kerja namun kurang memperhatikan instruksi guru dan prosedur kerja pada LKS atau <i>jobsheet</i>	3
			Kurang memperhatikan peralatan keselamatan kerja, kurang memperhatikan instruksi guru dan prosedur kerja pada LKS atau <i>jobsheet</i>	2
			Tidak memakai peralatan keselamatan kerja dan tidak memperhatikan instruksi guru serta prosedur kerja pada LKS atau <i>jobsheet</i>	1
	1.9 Tanggung jawab	9	Membersihkan dan mengembalikan peralatan praktik ke tempat semula serta bekerja dengan hati-hati	4
			Membersihkan dan mengembalikan peralatan praktik ke tempat semula tetapi bekerja kurang hati-hati	3
			Hanya mengembalikan peralatan praktik tanpa membersihkan dan bekerja kurang hati-hati	2
			Tidak membersihkan dan mengembalikan alat serta bekerja kurang hati-hati	1

Tabel 6. Kriteria Penilaian Ranah Psikomotorik

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Kriteria Nilai	Skor
II	2.1 Persiapan alat dan bahan	10	Menyiapkan alat dan bahan sesuai dengan petunjuk pada LKS atau <i>jobsheet</i> .	4
			Ada 1 item yang kurang	3
			Ada 2 item yang kurang	2
			Ada lebih dari 2 item yang kurang	1
	2.2 Pemeriksaan komponen	11	Melakukan pemeriksaan jumlah, spesifikasi, dan kelayakan komponen <ul style="list-style-type: none"> Siswa memastikan kondisi trainer PLC dapat digunakan dengan memeriksa input/outputnya dalam kondisi baik Siswa memastikan kondisi komputer dapat digunakan dengan memeriksa <i>software</i> yang akan dipakai Siswa memastikan kondisi tombol tekan dan komponen input lainnya dalam kondisi baik Siswa memastikan lampu indikator dan komponen output lainnya dalam kondisi baik 	4
			Melakukan pemeriksaan jumlah, spesifikasi dan kelayakan komponen seperti poin di atas namun ada sub poin yang tidak dilakukan	3
			Melakukan pemeriksaan hanya jumlah komponen atau spesifikasi komponen saja (siswa memeriksa tiap komponen hanya dengan melihat tanpa menguji kerja komponen)	2
			Siswa tidak melakukan pemeriksaan komponen	1
	2.3 Pemeriksaan alat dan bahan	12	Memeriksa spesifikasi dan memastikan alat dan bahan dalam kondisi baik	4
			Melakukan pemeriksaan namun ada 2 komponen yang tidak diperiksa	3
			Melakukan pemeriksaan namun ada lebih dari 2 komponen yang tidak diperiksa	2
Siswa tidak melakukan pemeriksaan alat dan bahan			1	
III	Proses (Sistematis & Cara Kerja) (50%)	13	Pembuatan ladder diagram sesuai dengan algoritma dan pengalamatan input/output benar.	4

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Kriteria Nilai	Skor
	3.1 Pembuatan ladder diagram		Pembuatan ladder diagram sesuai dengan algoritma, namun pengalamatan input/output ada yang salah.	3
			Pembuatan ladder diagram tidak sesuai dengan algoritma, namun pengalamatan input/output benar.	2
			Pembuatan ladder diagram tidak sesuai dengan algoritma dan pengalamatan input/output salah.	1
	3.2 <i>Download</i> dan Transfer program	14	Download dan Transfer program berhasil dalam satu kali transfer	4
			Download dan Transfer program berhasil dalam dua kali transfer	3
			Download dan Transfer program berhasil dalam tiga kali transfer	2
			Download dan Transfer program tidak berhasil	1
	3.3 Pemasangan komponen dan kabel <i>jumper</i>	15	Pemasangan komponen dan kabel jumper benar	4
			Pemasangan komponen benar namun pemasangan kabel jumper salah	3
			Pemasangan komponen salah namun pemasangan kabel jumper benar	2
			Pemasangan komponen dan kabel jumper tidak benar	1
	IV	Hasil Kerja (20%) 4.1 Uji Coba PLC dengan <i>software</i> HMI	16	Rangkaian dapat bekerja dengan baik (berhasil) dalam satu kali uji coba
Rangkaian dapat bekerja dengan baik setelah dilakukan satu kali revisi selama 5 menit				3
Rangkaian dapat bekerja setelah dilakukan dua kali revisi selama 5 menit setiap kali revisinya				2
Rangkaian tidak dapat dioperasikan meskipun telah dilakukan revisi sebanyak dua kali				1
4.2 Uji Coba Komponen Input/Output dengan <i>Hardware</i> trainer PLC		17	Komponen input/output dapat bekerja dengan baik (berhasil) dalam satu kali uji coba	4
			Komponen input/output dapat bekerja dengan baik setelah dilakukan satu kali revisi selama 5 menit	3
			Komponen input/output dapat bekerja dengan baik setelah dilakukan dua kali revisi selama 5 menit setiap kali revisinya	2

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Kriteria Nilai	Skor
			Komponen input/output tidak dapat dioperasikan meskipun telah dilakukan revisi sebanyak dua kali	1
	4.3 Penyelesaian tugas	18	Mampu menyelesaikan semua permasalahan yang ada pada <i>jobsheet</i>	4
			Mampu menyelesaikan 75% permasalahan yang ada pada <i>jobsheet</i>	3
			Mampu menyelesaikan 50% permasalahan yang ada pada <i>jobsheet</i>	2
			Menyelesaikan kurang dari 50% permasalahan yang ada pada <i>jobsheet</i>	1
V	Waktu (15%) 5.1 Waktu penyelesaian praktik	19	Siswa dapat menyelesaikan pekerjaan sebelum batas waktu yang ditentukan	4
			Siswa dapat menyelesaikan pekerjaan 5 menit setelah batas waktu yang ditentukan	3
			Siswa dapat menyelesaikan pekerjaan 10 menit setelah batas waktu yang ditentukan	2
			Siswa tidak dapat menyelesaikan, atau dapat menyelesaikan pekerjaan lebih dari 10 menit setelah batas waktu yang ditentukan	1

Instrumen 3. Lembar Observasi

Tabel 7. Lembar Observasi Penilaian Ranah Afektif dan Psikomotorik

No. Butir	Deskripsi Item	Nomor Responden														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aspek Sikap Kerja (Afektif) /100%																
1	Disiplin															
2	Kehadiran															
3	Keaktifan															
4	Saling menghargai															
5	Kerja sama															
6	Sopan santun															
7	Percaya diri															
8	Keselamatan kerja															
9	Tanggung jawab															
	Total nilai															
Aspek Persiapan Kerja (Psikomotorik) /15%																
10	Persiapan alat dan bahan															
11	Pemeriksaan komponen															
12	Pemeriksaan alat dan bahan															

Aspek Proses / 50%																
13	Pembuatan ladder diagram															
14	<i>Download</i> dan transfer program															
15	Pemasangan komponen dan kabel <i>jumper</i>															
Aspek Hasil Kerja / 20%																
16	Uji coba PLC dengan <i>software</i>															
17	Uji coba komponen input/output dengan <i>hardware</i>															
18	Penyelesaian tugas															
Aspek Waktu / 15%																
19	Waktu penyelesaian praktik															
	Total nilai															

LAMPIRAN 3
UJI COBA INSTRUMEN DAN DATA MENTAH PENELITIAN

Daftar Siswa Kelas XII TOI

Tabel 8. Daftar Siswa Kelas Eksperimen

No Responden	Nama Siawa	NIS
1	ASNA SEPTIANI WULANDARI	14051
2	BAGUS MAULANA TAUFIQ QURROHMAN	14052
3	BINTANG JALU RAIS AL AMIN	14053
4	FEBRI PURI ANTA	14058
5	GUSTI GIANASMARA	14059
6	INTAN WAHYU WULANDARI	14061
7	MUH RAGIL WIBOWO	14063
8	MUHAMMAD ICHLASUL AMAL	14064
9	PRASETYO WAHYU ARTANTO	14067
10	RAHMAT NUR SHIDIQ	14068
11	SELA OKTAVIASARI	14073
12	SEPTYAN WAHYU PRABOWO	14075
13	SYOIFUL ABDULLAH	14077
14	THOHA PRESIDANA	14078
15	TITA WURI PRIHATININGTYAS	14079

Tabel 9. Daftar Siswa Kelas Kontrol

No Responden	Nama Siswa	NIS
16	AL HUDA NUR FIRMANSYAH	14050
17	BRIGITTA ENDAH SUSILOWATI	14054
18	CANDRA HARIYANTO	14055
19	ELLIS SETYAWATI	14056
20	KHABIB UMAM	14062
21	MUHAMMAD IMAM MUTTAQIIN	14065
22	MULIA ANDU MUQORROBIN	14066
23	RIZKA BUDININGRUM	14069
24	SAMSARAJI DEYANBUNAYYA	14071
25	SATRIO BINTANG PRAKOSO	14072
26	SEPTIAN REZA PAHLEPI	14074
27	SINGGIH OKTAVIANTO	14076
28	WILLIAM GHUSTAFFAROGA	14080
29	WULANDARI RAHMADINI	14081

Tabel 10. Analisis Butir Tes

No Res	No Soal																															
	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		
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
3	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
5	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
8	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	
9	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	
13	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
14	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

No Res	No Soal																														
	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	
18	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	
19	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
20	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	
21	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	
22	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
23	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
25	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
27	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	1	0.7	1	0.9	0.7	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	1	0.9	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.8
D	0	0.44	0	-0.1	0.3	0.31	0.30	0.22	0.22	0.22	0	0.07	0.45	0.45	0.23	0.23	0.23	0.22	0.15	0.23	0.3	0.21	-0.1	0.29	0.21	0.22	0.22	0.21	0.30	0.21	
Ket	G	S	G	G	S	S	S	S	S	S	G	G	S	S	S	S	S	S	S	G	S	S	S	G	S	S	S	S	S	S	

Keterangan :

P = Indeks Kesukaran

G = Gugur

D = Indeks Beda

S = Shahih

Tabel 11. Klasifikasi Butir Tes

No. Soal	Indeks Kesukaran (P)	Klasifikasi Kesukaran	Indeks Daya Beda (D)	Klasifikasi Daya Beda
1	1	Mudah	0	Jelek
2	0.7	Sedang	0.44	Baik
3	1	Mudah	0	Jelek
4	0.9	Mudah	-0.1	Tidak Baik
5	0.7	Sedang	0.3	Cukup
6	0.5	Sedang	0.31	Cukup
7	0.6	Sedang	0.3	Cukup
8	0.8	Mudah	0.22	Cukup
9	0.8	Mudah	0.22	Cukup
10	0.8	Mudah	0.22	Cukup
11	1	Mudah	0	Jelek
12	0.9	Mudah	0.07	Jelek
13	0.4	Sedang	0.45	Baik
14	0.4	Sedang	0.45	Baik
15	0.6	Sedang	0.23	Cukup
16	0.6	Sedang	0.23	Cukup
17	0.6	Sedang	0.23	Cukup
18	0.8	Mudah	0.22	Cukup
19	0.8	Mudah	0.15	Jelek
20	0.6	Sedang	0.23	Cukup
21	0.7	Sedang	0.30	Cukup
22	0.8	Mudah	0.21	Cukup
23	0.9	Mudah	-0.01	Tidak Baik
24	0.7	Sedang	0.29	Cukup
25	0.8	Mudah	0.21	Cukup
26	0.8	Mudah	0.22	Cukup
27	0.8	Mudah	0.22	Cukup
28	0.8	Mudah	0.21	Cukup
29	0.5	Sedang	0.30	Cukup
30	0.8	Mudah	0.21	Cukup

Keterangan :

Soal Mudah = 17

Soal Sedang = 13

Soal Tidak Baik = 2

Soal Jelek = 5

Soal Cukup = 20

Soal Baik = 3

Tabel 12. Uji Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas Instrumen Tes

KR-20	N
0.647	23

Reliabilitas Instrumen Lembar Observasi

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.843	.852	19

Tabel 13. Data Mentah *Pretest* Hasil Belajar Siswa

No Responden	No Soal																							Skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
2	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	12	
3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	18	
5	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	13	
6	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
7	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	19	
8	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	14	
9	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	20	
10	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	21
12	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	14	
13	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	
14	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	
15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
16	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
17	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	
18	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	13	
19	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	12	
20	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	14	
21	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	11	
22	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	14	

No Responden	No Soal																							Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	21
24	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	13
25	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
26	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	20
27	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
28	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
29	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	20

Tabel 14. Data Mentah *Posttest* Hasil Belajar Siswa

No Responden	No Soal																							Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	20
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	20
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
8	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	22
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	21
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	21
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	18
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	20
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
18	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
19	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	19
20	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	18
21	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	16
22	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	18

No Responden	No Soal																							Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
24	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	17
25	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	22
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
28	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	22

Tabel 15. Data Mentah Hasil Belajar Afektif Awal Siswa

No Responden	No Butir									Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	2	3	3	3	4	3	3	3	3	27
2	4	2	3	2	3	3	4	3	2	26
3	3	4	3	4	3	4	2	3	2	28
4	4	4	3	4	4	4	2	3	2	30
5	4	4	3	3	4	4	2	3	2	29
6	4	3	2	4	3	4	3	3	3	29
7	4	3	3	2	2	3	4	3	2	26
8	1	4	4	2	2	3	3	4	3	26
9	4	3	3	2	3	4	3	4	4	30
10	4	4	4	2	2	3	4	3	2	28
11	1	2	1	4	1	4	1	3	1	18
12	1	1	4	2	3	3	3	3	4	24
13	4	3	4	2	3	3	4	3	3	29
14	4	3	4	2	2	3	4	4	2	28
15	2	4	2	2	3	3	2	4	4	26
16	4	4	2	2	3	3	4	3	4	29
17	3	4	3	1	1	2	1	3	2	20
18	3	4	3	2	4	3	3	3	2	27
19	3	3	4	4	4	4	3	3	4	32
20	4	4	1	2	3	3	1	3	2	23
21	4	4	2	2	3	4	3	4	3	29
22	2	1	1	4	1	2	2	3	1	17
23	1	1	3	4	3	3	3	4	3	25
24	3	4	2	2	4	4	3	4	3	29
25	3	4	2	4	4	4	3	4	4	32
26	3	4	4	3	4	4	4	3	3	32
27	4	1	1	4	1	1	1	3	2	18
28	4	4	1	4	4	4	2	3	4	30
29	4	4	3	4	3	4	3	3	3	31

Tabel 16. Data Mentah Hasil Belajar Afektif Akhir Siswa

No Responden	No Butir									Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	4	3	4	3	4	4	3	4	4	33
2	4	3	3	4	3	4	4	3	3	31
3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	31
4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	33
5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	33
6	4	4	3	4	3	4	3	3	3	31
7	4	4	3	4	4	4	4	3	3	33
8	3	4	4	4	4	3	3	3	3	31
9	4	4	4	3	4	4	3	4	4	34
10	4	4	4	3	4	4	4	3	4	34
11	3	4	3	4	4	4	2	3	3	30
12	3	4	4	4	3	3	4	4	4	33
13	4	4	4	3	4	3	4	4	4	34
14	4	4	4	3	4	3	4	4	3	33
15	4	4	3	3	3	4	2	4	4	31
16	4	4	3	2	3	3	4	4	4	31
17	4	4	3	3	1	2	2	3	3	25
18	3	4	3	3	4	4	3	3	2	29
19	3	4	4	4	4	4	3	4	3	33
20	4	4	2	3	3	3	2	3	4	28
21	4	4	2	2	4	4	3	4	4	31
22	2	2	2	4	3	2	2	3	3	23
23	1	2	3	4	2	4	3	4	3	26
24	3	4	2	3	3	4	3	4	3	29
25	4	4	2	4	4	4	3	4	4	33
26	4	4	4	3	4	4	4	3	4	34
27	2	3	2	4	4	2	2	3	2	24
28	4	4	2	4	4	4	2	4	4	32
29	4	4	4	4	4	4	4	4	3	35

Tabel 17. Data Mentah Hasil Belajar Psikomotorik Awal Siswa

No Responden	No Butir										Skor
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	3	1	1	1	4	3	2	3	3	2	24.17
2	3	1	1	2	3	3	2	3	3	3	25.67
3	3	2	3	2	4	4	2	3	3	3	30.5
4	3	2	3	3	4	4	3	3	4	3	33.5
5	4	2	3	3	4	4	3	3	4	2	32.5
6	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	22.83
7	3	2	4	2	3	3	3	2	2	2	25.5
8	4	2	4	4	3	3	2	4	3	3	32.17
9	4	1	1	4	4	3	2	4	3	3	31.83
10	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	37
11	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	22.83
12	2	2	2	2	3	1	2	2	3	2	20.67
13	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	37.33
14	3	2	4	4	3	4	3	4	4	4	36.17
15	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	26
16	4	2	3	4	4	4	3	4	3	3	35.67
17	3	2	2	1	4	4	2	1	2	1	23.33
18	4	2	2	4	4	4	3	4	3	3	35.17
19	4	2	3	4	4	3	2	4	3	3	33.33
20	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3	30.5
21	4	2	3	4	4	4	3	4	3	3	35.67
22	2	2	3	1	3	1	2	2	2	2	18.83
23	3	1	1	3	4	3	2	3	2	2	26.83
24	4	2	3	4	3	4	3	3	3	3	33.33
25	4	2	2	3	4	3	3	3	4	3	31.83
26	4	2	3	4	4	3	3	4	3	3	34
27	2	1	1	1	4	3	2	2	2	2	22.33
28	4	1	1	4	3	3	3	3	3	3	30.17
29	3	1	1	2	4	3	2	3	3	3	27.33

Tabel 18. Data Mentah Hasil Belajar Psikomotorik Akhir Siswa

No Responden	No Butir										Skor
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	35.83
2	4	2	2	3	4	4	4	3	4	2	32.67
3	3	2	3	4	4	4	3	4	4	3	35.83
4	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	37.33
5	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4	37.83
6	3	2	2	3	4	4	2	4	3	4	35.17
7	3	2	4	4	4	4	4	4	4	3	37
8	4	2	4	4	4	4	3	4	3	3	36.17
9	4	2	2	4	4	4	3	4	4	3	35.83
10	4	2	2	4	4	4	3	4	4	4	37.33
11	4	2	3	3	4	4	3	3	3	3	33.33
12	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	37.33
13	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	38
14	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	38.5
15	4	2	3	3	4	3	3	3	3	3	31.67
16	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	37.83
17	3	2	2	3	4	4	3	2	2	1	28
18	4	2	2	4	4	3	4	3	3	4	35
19	4	2	3	4	4	3	2	4	3	2	31.83
20	4	2	3	3	4	3	2	3	3	3	31
21	4	2	3	4	4	4	4	4	4	2	35.5
22	3	2	3	2	4	3	2	2	2	1	24.5
23	3	2	2	4	3	3	2	3	2	2	27.83
24	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4	34.33
25	3	2	2	3	4	3	3	3	4	3	31.33
26	4	2	3	3	4	3	4	4	4	4	35.17
27	3	2	2	2	3	4	3	2	2	2	26.17
28	4	2	3	3	3	3	2	4	3	4	31.5
29	3	2	4	4	4	3	3	4	4	4	36.17

LAMPIRAN 4
HASIL ANALISIS DATA

1. Hasil Analisis Deskriptif

Tabel 19. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif Ranah Kognitif

		Statistics			
		Pretest_Eks	Pretest_Kon	Posttest_Eks	Posttest_Kon
N	Valid	15	14	15	14
	Missing	14	15	14	15
Mean		16.2667	16.3571	21.2000	19.5000
Median		17.0000	15.5000	21.0000	19.0000
Mode		14.00	14.00 ^a	23.00	18.00
Std. Deviation		3.21751	3.75412	1.56753	2.34521
Minimum		12.00	11.00	18.00	16.00
Maximum		21.00	22.00	23.00	23.00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Tabel 20. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif Ranah Afektif

		Statistics			
		Afektif_Awal_Eks	Afektif_Awal_Kon	Afektif_Akhir_Eks	Afektif_Akhir_Kon
N	Valid	15	14	15	14
	Missing	14	15	14	15
Mean		26.9333	26.7143	32.3333	29.5000
Median		28.0000	29.0000	33.0000	30.0000
Mode		26.00	29.00 ^a	33.00	29.00 ^a
Std. Deviation		3.01109	5.26861	1.34519	3.85806
Minimum		18.00	17.00	30.00	23.00
Maximum		30.00	32.00	34.00	35.00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Tabel 21. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif Ranah Psikomotorik

		Statistics			
		Psikomotor_Awal_Eks	Psikomotor_Awal_Kon	Psikomotor_Akhir_Eks	Psikomotor_Akhir_Kon
N	Valid	15	14	15	14
	Missing	14	15	14	15
Mean		29.2444	29.8810	35.9000	31.8690
Median		30.5000	31.1667	36.1667	31.6667
Mode		22.83	33.33 ^a	35.83 ^a	24.50 ^a
Std. Deviation		5.59296	5.38970	2.09762	4.05000
Minimum		20.67	18.83	31.67	24.50
Maximum		37.33	35.67	38.50	37.83

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

2. Pengategorian Skor

Tabel 22. Kategori Skor

No	Ranah Pengukuran	Mi	SDi	Interval	Kategori
1	Kognitif (Tes)	11,5	3,83	17,25 – 23,00	Sangat Baik
				11,50 – 17,24	Baik
				7,67 – 11,49	Cukup
				0,00 - 7,66	Kurang
2	Afektif (Lembar Observasi)	22,5	4,5	29,25 – 36,00	Sangat Baik
				22,50 - 29,24	Baik
				15,75 – 22,49	Cukup
				0,00 – 15,74	Kurang
3	Psikomotorik (Lembar Observasi)	25	5	32,50 – 40,00	Sangat Baik
				25,00 – 32,49	Baik
				17,50 – 24,99	Cukup
				0,00 – 17,49	Kurang

3. Perhitungan *Standart Gain*

Tabel 23. Perhitungan *Standart Gain* Ranah Kognitif Kelas Eksperimen

No Responden	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Standart Gain</i>
1	18	22	0.80
2	12	20	0.73
3	14	21	0.78
4	18	23	1.00
5	13	20	0.70
6	17	22	0.83
7	19	23	1.00
8	14	19	0.56
9	20	22	0.67
10	12	21	0.82
11	21	21	0.00
12	14	18	0.44
13	19	23	1.00
14	20	23	1.00
15	13	20	0.70
Jumlah	244	318	11.03
Rata-rata	16.27	21.2	0.73

Tabel 24. Perhitungan *Standart Gain* Ranah Kognitif Kelas Kontrol

No Responden	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Standart Gain</i>
16	17	19	0.33
17	22	23	1.00
18	13	18	0.50
19	12	19	0.64
20	14	18	0.44
21	11	16	0.42
22	14	18	0.44
23	21	23	1.00
24	13	17	0.40
25	18	20	0.40
26	20	22	0.67
27	20	21	0.33
28	14	17	0.33
29	20	22	0.67
Jumlah	229	273	7.57
Rata-rata	16.35714	19.5	0.540714

Tabel 25. Perhitungan *Standart Gain* Ranah Afektif Kelas Eksperimen

No Responden	Afektif Awal	Afektif Akhir	<i>Standart Gain</i>
1	27	33	0.67
2	26	31	0.50
3	28	31	0.44
4	30	33	0.57
5	29	33	0.57
6	29	31	0.28
7	26	33	0.70
8	26	31	0.50
9	30	34	0.67
10	28	34	0.75
11	18	30	0.67
12	24	33	0.75
13	29	34	0.71
14	28	33	0.62
15	26	31	0.50
Jumlah	404	485	8.9
Rata-rata	26.93333	32.33333	0.593333

Tabel 26. Perhitungan *Standart Gain* Ranah Afektif Kelas Kontrol

No Responden	Afektif Awal	Afektif Akhir	<i>Standart Gain</i>
16	29	31	0.28
17	20	25	0.31
18	27	29	0.22
19	32	33	0.25
20	23	28	0.38
21	29	31	0.28
22	17	23	0.31
23	25	26	0.09
24	29	29	0.00
25	32	33	0.25
26	32	34	0.50
27	18	24	0.33
28	30	32	0.33
29	31	35	0.80
Jumlah	374	413	4.33
Rata-rata	26.71	29.50	0.31

Tabel 27. Perhitungan *Standart Gain* Ranah Psikomotorik Kelas Eksperimen

No Responden	Psikomotorik Awal	Psikomotorik Akhir	<i>Standart Gain</i>
1	24.17	35.83	0.74
2	25.67	32.67	0.49
3	30.50	35.83	0.56
4	33.50	37.33	0.59
5	32.50	37.83	0.71
6	22.83	35.17	0.64
7	25.50	37.00	0.79
8	32.17	36.17	0.51
9	31.83	35.83	0.49
10	37.00	37.33	0.11
11	22.83	33.33	0.61
12	20.67	37.33	0.86
13	37.33	38.00	0.25
14	36.17	38.5	0.61
15	26.00	31.67	0.40
Jumlah	438.67	539.82	8.36
Rata-rata	29.24	35.99	0.56

Tabel 28. Perhitungan *Standart Gain* Ranah Psikomotorik Kelas Kontrol

No Responden	Psikomotorik Awal	Psikomotorik Akhir	<i>Standart Gain</i>
16	35.67	37.83	0.50
17	23.33	28.00	0.28
18	35.17	35.00	-0.03
19	33.33	31.83	-0.22
20	30.50	31.00	0.05
21	35.67	35.50	-0.04
22	18.83	24.50	0.27
23	26.83	27.83	0.07
24	33.33	34.33	0.15
25	31.83	31.33	-0.06
26	34.00	35.17	0.19
27	22.33	26.17	0.22
28	30.17	31.50	0.14
29	27.33	36.17	0.70
Jumlah	418.32	446.16	2.22
Rata-rata	29.88	31.87	0.16

4. Pengujian Hipotesis

- a. Terdapat perbedaan kompetensi merakit sistem PLC antara kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI dan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional berbantuan Trainer PLC Omron pada siswa kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Tabel 29. Hasil Perhitungan Statistik Uji Hipotesis Perbedaan Kompetensi

Ranks				
	Metode	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Pretest_Subyek	1	15	14.77	221.50
	2	14	15.25	213.50
	Total	29		
Posttest_Subyek	1	15	18.03	270.50
	2	14	11.75	164.50
	Total	29		
Afektif_Awal_Subyek	1	15	13.87	208.00
	2	14	16.21	227.00
	Total	29		
Afektif_Akhir_Subyek	1	15	18.03	270.50
	2	14	11.75	164.50
	Total	29		
Psikomotor_Awal_Subyek	1	15	14.60	219.00
	2	14	15.43	216.00
	Total	29		
Psikomotor_Akhir_Subyek	1	15	19.53	293.00
	2	14	10.14	142.00
	Total	29		

Test Statistics^b

	Pretest_Subyek	Posttest_Subyek	Afektif_Awal_Subyek	Afektif_Akhir_Subyek	Psikomotor_Awal_Subyek	Psikomotor_Akhir_Subyek
Mann-Whitney U	101.500	59.500	88.000	59.500	99.000	37.000
Wilcoxon W	221.500	164.500	208.000	164.500	219.000	142.000
Z	-.154	-2.008	-.749	-2.024	-.262	-2.971
Asymp. Sig. (2-tailed)	.877	.045	.454	.043	.793	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.880 ^a	.046 ^a	.477 ^a	.046 ^a	.813 ^a	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Metode

- b. Terdapat efektivitas penggunaan pembelajaran berbasis masalah berbantuan Trainer HMI untuk meningkatkan kompetensi merakit sistem PLC kelas XII program keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Depok.

Tabel 30. Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran Ranah Kognitif Kelas Eksperimen

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest_Eks - Pretest_Eks	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	14 ^b	7.50	105.00
	Ties	1 ^c		
	Total	15		

a. Posttest_Eks < Pretest_Eks

b. Posttest_Eks > Pretest_Eks

c. Posttest_Eks = Pretest_Eks

Test Statistics^b

	Posttest_Eks - Pretest_Eks
Z	-3.310 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 31. Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran Ranah Kognitif Kelas Kontrol

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest_Kon - Pretest_Kon	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	14 ^b	7.50	105.00
	Ties	0 ^c		
	Total	14		

a. Posttest_Kon < Pretest_Kon

b. Posttest_Kon > Pretest_Kon

c. Posttest_Kon = Pretest_Kon

Test Statistics^b

	Posttest_Kon - Pretest_Kon
Z	-3.317 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 32. Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran Ranah Afektif Kelas Eksperimen

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Afektif_Akhir_Eks - Afektif_Awal_Eks	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	15 ^b	8.00	120.00
	Ties	0 ^c		
	Total	15		

a. Afektif_Akhir_Eks < Afektif_Awal_Eks

b. Afektif_Akhir_Eks > Afektif_Awal_Eks

c. Afektif_Akhir_Eks = Afektif_Awal_Eks

Test Statistics^b

	Afektif_Akhir_Eks - Afektif_Awal_Eks
Z	-3.424 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 33. Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran Ranah Afektif Kelas Kontrol

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Afektif_Akhir_Kon - Afektif_Awal_Kon	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	13 ^b	7.00	91.00
	Ties	1 ^c		
	Total	14		

a. Afektif_Akhir_Kon < Afektif_Awal_Kon

b. Afektif_Akhir_Kon > Afektif_Awal_Kon

c. Afektif_Akhir_Kon = Afektif_Awal_Kon

Test Statistics^b

	Afektif_Akhir_Kon - Afektif_Awal_Kon
Z	-3.205 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 34. Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran Ranah Psikomotorik Kelas Eksperimen

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Psikomotor_Akhir_Eks - Psikomotor_Awal_Eks	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	15 ^b	8.00	120.00
	Ties	0 ^c		
	Total	15		

a. Psikomotor_Akhir_Eks < Psikomotor_Awal_Eks

b. Psikomotor_Akhir_Eks > Psikomotor_Awal_Eks

c. Psikomotor_Akhir_Eks = Psikomotor_Awal_Eks

Test Statistics^b

	Psikomotor_Akhir_Eks -
	Psikomotor_Awal_Eks
Z	-3.409 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 35. Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran Ranah Psikomotorik Kelas Kontrol

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Psikomotor_Akhir_Eks - Psikomotor_Awal_Eks	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	15 ^b	8.00	120.00
	Ties	0 ^c		
	Total	15		

a. Psikomotor_Akhir_Eks < Psikomotor_Awal_Eks

b. Psikomotor_Akhir_Eks > Psikomotor_Awal_Eks

c. Psikomotor_Akhir_Eks = Psikomotor_Awal_Eks

Test Statistics^b

	Psikomotor_Akhir_Eks -
	Psikomotor_Awal_Eks
Z	-3.409 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

LAMPIRAN 5
SURAT-SURAT PENELITIAN

Surat Ijin Penelitian Fakultas Teknik UNY



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

Telp. (0274) 586168 psw. 276.289.292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734

Certificate No. QS-C 00592

website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail: ft@uny.ac.id ; teknik@uny.ac.id

Nomor: 0703/H34/PL/2015

25 Maret 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 Sleman c.q. Kepala Badan Pelayanan Terpadu Kabupaten Sleman
- 4 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Provinsi DIY
- 5 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Kabupaten Sleman
- 6 . Kepala SMK Negeri 2 Depok

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Trainer HMI untuk Peningkatan Kompetensi Perakitan Sistem PLC SMK N 2 Depok, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Febriyanto	11501241037	Pend. Teknik Elektro - S1	SMK Negeri 2 Depok

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Totok Heru T. M., M.Pd

NIP : 19680406 199303 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan April s/d Juni 2015.

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



Dekan I
Drs. Sanaryo Soenarto

NIP. 19580630 198601 1 0019

Tembusan :

- Ketua Jurusan

Surat Ijin Penelitian Provinsi



operator2@yahoo.com

PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA SEKRETARIAT DAERAH

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

SURAT KETERANGAN IJIN

070 /Reg / VI / 733 / 13 / 2015

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA** Nomor : **0703/H34/PL/2015**

Tanggal : **25 Maret 2015** Perihal : **Ijin Penelitian**

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.

DIJINKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : **FEBRIYANTO** NIP/NIM : **11501241037**

Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Judul : **EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN TRAINER HMI PENINGKATAN KOMPETENSI PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK**

Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**

Waktu : **25 Maret 2015** s/d **25 Juni 2015**

Dengan Ketentuan:

- 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;
- Menyerahkan *softcopy* hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY dalam bentuk *compact disk* (CD) maupun mengunggah (*upload*) melalui website : adbang.jogjaprov.go.id dan menunjukkan naskah cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
- Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib menatati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
- Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website: adbang.jogjaprov.go.id;
- Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta
Pada tanggal **25 Maret 2015**

An. Sekretaris Daerah
Asisten Perekonomian dan Pengembangan
Ub.
Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Dra. Puji Astuti, M.Si.
NIP. 19590525 198503 2 006

Tembusan:

- Yth. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (sebagai laporan)
- Ka. Dinas Pendidikan Pemuda dan Olah Raga DIY
- Bupati Sleman cq. Ka.Badan Kesatuan Bangsa
- WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
- Yang bersangkutan

Surat Ijin Penelitian Kabupaten



PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Jalan Parasamya Nomor 1 Beran, Tridadi, Sleman, Yogyakarta 55511
Telepon (0274) 868800, Faksimilie (0274) 868800
Website: www.bappeda.slemankab.go.id, E-mail : bappeda@slemankab.go.id

SURAT IZIN

Nomor : 070 / Bappeda / 1310 / 2015

TENTANG PENELITIAN

KEPALA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Dasar : Peraturan Bupati Sleman Nomor : 45 Tahun 2013 Tentang Izin Penelitian, Izin Kuliah Kerja Nyata, Dan Izin Praktik Kerja Lapangan.
Menunjuk : Surat dari Kepala Kantor Kesatuan Bangsa Kab. Sleman
Nomor : 070/Kesbang/1279/2015
Hal : Rekomendasi Penelitian
Tanggal : 26 Maret 2015

MENGIZINKAN :

Kepada :
Nama : FEBRIYANTO
No.Mhs/NIM/NIP/NIK : 11501241037
Program/Tingkat : S1
Instansi/Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Alamat instansi/Perguruan Tinggi : Karangmalang Yogyakarta
Alamat Rumah : Karanglo, Tlogoadi, Mlati, Sleman
No. Telp / HP : 085725896987
Untuk : Mengadakan Penelitian / Pra Survey / Uji Validitas / PKL dengan judul
**EFEKTIFITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH
BERBANTUAN TRAINER HMI UNTUK PENINGKATAN KOMPETENSI
PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK**
Lokasi : SMKN 2 Depok
Waktu : Selama 3 Bulan mulai tanggal 26 Maret 2015 s/d 26 Juni 2015

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Wajib melaporkan diri kepada Pejabat Pemerintah setempat (Camat/ Kepala Desa) atau Kepala Instansi untuk mendapat petunjuk seperlunya.
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan setempat yang berlaku.
3. Izin tidak disalahgunakan untuk kepentingan-kepentingan di luar yang direkomendasikan.
4. Wajib menyampaikan laporan hasil penelitian berupa 1 (satu) CD format PDF kepada Bupati diserahkan melalui Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.
5. Izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan di atas.

Demikian izin ini dikeluarkan untuk digunakan sebagaimana mestinya, diharapkan pejabat pemerintah/non pemerintah setempat memberikan bantuan seperlunya.

Setelah selesai pelaksanaan penelitian Saudara wajib menyampaikan laporan kepada kami 1 (satu) bulan setelah berakhirnya penelitian.

Dikeluarkan di Sleman

Pada Tanggal : 26 Maret 2015

a.n. Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah

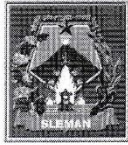
Tembusan :

1. Bupati Sleman (sebagai laporan)
2. Kepala Dinas Dikpora Kab. Sleman
3. Kabid. Sosial & Pemerintahan Bappeda Kab. Sleman
4. Camat Depok
5. Ka. SMKN 2 Depok
6. Dekan Fak. Teknik UNY
7. Yang Bersangkutan



ERNY MARYATUN, S.IP, MT

Surat Keterangan Penelitian SMK N 2 Depok



PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA
SMK NEGERI 2 DEPOK

Alamat : Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp (0274) 513515 Fax.(0274) 513438 KP.1039 Yogyakarta 55281



SURAT KETERANGAN

Nomor : 070 / 1576

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Depok Sleman menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Febriyanto
No. Induk Mahasiswa : 11501241037
Prodi / Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro
: Fakultas Teknik
: Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melaksanakan penelitian pada tanggal 25 Maret 2015 – 29 April 2015 dengan judul
**“EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH
BERBANTUAN TRAINER HMI UNTUK PENINGKATAN KOMPETENSI
PERAKITAN SISTEM PLC SMK N 2 DEPOK”**

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.



Sleman, 30 April 2015
Kepala Sekolah

Drs. Aragani Mizan Zakaria
NIP. 19630203 198803 1 010

LAMPIRAN 6
BAHAN AJAR

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Kompetensi Kejuruan
Kelas/Semester : XII/6
Pertemuan Ke : 1-3
Alokasi Waktu : 4X45 Menit
Standar Kompetensi: Merakit sitem PLC untuk keperluan otomasi industri 2
Kompetensi Dasar : Merakit sistem kendali berbasis PLC
KKM : 76
Pendidikan Karakter: Jujur, Disiplin, Tanggung Jawab, Mandiri

A. INDIKATOR

1. Menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC.
2. Merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan otomasi industri.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan pembelajaran pada kompetensi dasar ini adalah siswa dapat:

1. Menjelaskan kegunaan komponen sistem PLC.
2. Merancang dan memrogram sistem kendali berbasis PLC.
3. Merakit sistem kendali berbasis PLC.

C. MATERI AJAR

1. Komponen sistem PLC
2. Fungsi komponen sistem PLC
3. Pemrograman PLC

D. METODE PEMBELAJARAN

1. Model pembelajaran kooperatif PBM
2. Presentasi/Diskusi
3. Demonstrasi
4. Praktek/Penugasan

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

a. Kegiatan Awal (10 menit)

- Membuka pelajaran, berdo'a, dan presensi
- Apersepsi
- Menjelaskan kisi – kisi yang akan dibahas, tujuan pembelajaran dan indikator keberhasilan
- Pemberian motivasi belajar kepada siswa dan menyampaikan pentingnya materi yang hendak dipelajari khususnya di dunia industri
- Mengkondisikan peserta didik agar siap untuk belajar bersama dan tetap dalam kondisi belajar di setiap kegiatan pembelajaran

b. Kegiatan Inti

1. Kegiatan Explorasi (15 menit)

- Menyampaikan tujuan pembelajaran (KD dan indikator)
- Memotivasi siswa dengan memberi gambaran kegunaan materi dalam kehidupan sehari-hari.
- Memberikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi.
- Membagi siswa menjadi beberapa kelompok. Satu kelompok maksimal 3 siswa.

- Masing-masing siswa diberikan jobsheet / Lembar Kerja Siswa.
 - **Pertemuan 1 : Traffic Light Simpang Empat**
 - **Pertemuan 2 : Lift Tiga Lantai (1)**
 - **Pertemuan 3 : Lift Tiga Lantai (2)**

2. Kegiatan Elaborasi (140 menit)

- Tiap kelompok melakukan diskusi memecahkan permasalahan yang diajukan.
- Tiap kelompok mendesain dan memrogram rangkaian kendali berbasis PLC.
- Tiap kelompok mempresentasikan rangkaian kendali dengan bantuan trainer PLC.
- Selama proses pembelajaran siswa bebas bertanya kepada guru.
- Guru mendampingi pelaksanaan pembelajaran.

3. Kegiatan Konfirmasi (15 menit)

- Guru memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik dalam proses pembelajaran.
- Guru beserta siswa menyimpulkan hasil pembelajaran.
- Memberikan motivasi kepada peserta didik yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

c. Kegiatan Akhir (10 menit)

- Membuat hasil akhir atau kesimpulan hasil belajar.
- Melakukan penilaian terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan.
- Memberikan tugas sesuai dengan hasil belajar peserta didik.
- Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

F. ALAT, BAHAN DAN SUMBER BELAJAR

Alat

1. AVO Meter / Multimeter

Bahan

1. PLC
2. PC/Laptop
3. Trainer PLC Siemens dengan HMI
4. Power Suply
5. Kabel Jumper

Sumber Belajar

1. Modul pembelajaran PLC
2. Internet

G. PENILAIAN

1. Unjuk Kerja

Guru Pembimbing,

Drs. Suroto
NIP.19640704 199003 1 012

Sleman, Maret 2015
Mahasiswa Peneliti,

Febriyanto
NIM. 11501241037

2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Kompetensi Kejuruan
Kelas/Semester : XII/6
Pertemuan Ke : 1-3
Alokasi Waktu : 4X45 Menit
Standar Kompetensi: Merakit sitem PLC untuk keperluan otomasi industri 2
Kompetensi Dasar : Merakit sistem kendali berbasis PLC
KKM : 76
Pendidikan Karakter: Jujur, Disiplin, Tanggung Jawab, Mandiri

A. INDIKATOR

1. Menjelaskan fungsi komponen sistem kendali berbasis PLC.
2. Merakit sistem kendali berbasis PLC untuk keperluan otomasi industri.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Tujuan pembelajaran pada kompetensi dasar ini adalah siswa dapat:
2. Menjelaskan kegunaan komponen sistem PLC.
3. Merancang dan memrogram sistem kendali berbasis PLC.
4. Merakit sistem kendali berbasis PLC.

C. MATERI AJAR

1. Komponen sistem PLC
2. Fungsi komponen sistem PLC
3. Pemrograman PLC

D. METODE PEMBELAJARAN

1. Model pembelajaran konvensional
2. Ceramah
3. Demonstrasi
4. Praktek/Penugasan

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

a. Kegiatan Awal (10 menit)

- Membuka pelajaran, berdo'a, dan presensi
- Apersepsi
- Menjelaskan kisi – kisi yang akan dibahas, tujuan pembelajaran dan indikator keberhasilan
- Pemberian motivasi belajar kepada siswa dan menyampaikan pentingnya materi yang hendak dipelajari khususnya di dunia industri
- Mengkondisikan peserta didik agar siap untuk belajar bersama dan tetap dalam kondisi belajar di setiap kegiatan pembelajaran

b. Kegiatan Inti

1. Kegiatan Explorasi (15 menit)

- Menyampaikan tujuan pembelajaran (KD dan indikator)
- Memotivasi siswa dengan memberi gambaran kegunaan materi dalam kehidupan sehari-hari.
- Memberikan penjelasan tentang:
 - **Pertemuan 1 : Fungsi-fungsi komponen PLC**
 - **Pertemuan 2 : Merakit sistem PLC**

➤ **Pertemuan 3 : Praktik Merakit sistem PLC**

2. Kegiatan Elaborasi (140 menit)

- Pertemuan 1:
 - Menjelaskan macam-macam komponen PLC dan fungsinya
 - Menunjukkan gambar-gambar komponen PLC
 - Menjelaskan manfaat PLC dalam sistem kendali
- Pertemuan 2:
 - Menjelaskan pengawatan kendali motor tiga fasa
 - Menunjukkan diagram pengawatan kendali motor tiga fasa
 - Menunjukkan diagram ladder kendali motor tiga fasa
 - Demonstrasi pemrograman PLC
- Pertemuan 3:
 - Demonstrasi pemrograman PLC
 - Demonstrasi pengawatan kendali motor tiga fasa
 - Membentuk kelompok praktik 2-3 siswa tiap kelompok
 - Tiap kelompok memprogram rangkaian kendali berbasis PLC.
 - Tiap kelompok mempresentasikan rangkaian kendali dengan bantuan trainer PLC.
 - Guru mendampingi pelaksanaan pembelajaran.

3. Kegiatan Konfirmasi (15 menit)

- Guru memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik dalam proses pembelajaran.
- Guru beserta siswa menyimpulkan hasil pembelajaran.
- Memberikan motivasi kepada peserta didik yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

c. Kegiatan Akhir (10 menit)

- Membuat hasil akhir atau kesimpulan hasil belajar.
- Melakukan penilaian terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan.
- Memberikan tugas sesuai dengan hasil belajar peserta didik.
- Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

F. ALAT, BAHAN DAN SUMBER BELAJAR

Alat

1. LCD, laptop

Bahan

1. Trainer PLC Siemens dengan HMI
2. Power Supply
3. Kabel Jumper

Sumber Belajar

1. William Bolton "Programmable Logic Control"

G. PENILAIAN

1. Tes
2. Portofolio

Guru Pembimbing,

Drs. Suroto
NIP.19640704 199003 1 012

Sleman, Maret 2015
Mahasiswa Peneliti,

Febriyanto
NIM. 11501241037

3. Lembar Kerja Siswa

MERAKIT SISTEM PLC UNTUK KEPERLUAN OTOMASI INDUSTRI 2		
SMK N 2 DEPOK	Traffic Light Simpang Empat	Tanggal :
Teknik Otomasi Industri		Waktu : 4 x 45 menit
Kelas / Semester : XII / Genap		Nama :
No. Job Sheet : 01		NIS :

TUJUAN

1. Siswa terampil menginstal rangkaian pengendali traffic light simpang empat.
2. Siswa terampil dalam membuat program rangkaian di PLC software.
3. Siswa terampil merangkai hardware PLC ke aktuator.
4. Siswa terampil menguji coba rangkaian.
5. Siswa terampil mencari kesalahan (*trouble shooting*) pada rangkaian pengendali traffic light.

PETUNJUK UMUM

Dalam melakukan praktek terlebih dahulu membuat desain gambar rangkaian yang disetujui oleh pembimbing. Dalam mengaktifkan rangkaian saat menguji coba harus melalui persetujuan pembimbing praktek agar meminimalisir kerusakan alat praktek.

PERMASALAHAN

1. Traffic light simpang empat yang bekerja secara *continues* saat tombol ON1 ditekan. Saat tombol OFF ditekan maka sistem akan mati (non aktif).
2. Saat ON1 ditekan maka tiga buah lampu traffic light menyala merah, sedangkan satu lampu traffic light berwarna hijau. Selang beberapa detik lampu hijau mati berganti dengan lampu kuning menyala. Setelah beberapa saat kemudian lampu kuning mati berganti lampu merah yang menyala, seketika itu juga lampu traffic light kedua berganti menjadi hijau seperti pada awal keadaan lampu pertama tadi. Keadaan tersebut berulang secara terus menerus.
3. Waktu *delay* perpindahan lampu sebagai berikut.

Lampu	No presensi ganjil	No presensi genap
Merah	2 detik	3 detik
Kuning	2 detik	3 detik
Hijau	5 detik	6 detik

4. Saat tombol ON2 ditekan, lampu kuning di semua simpang menyala dengan berkedip. (satu detik ON satu detik OFF). Ketika tombol OFF ditekan maka sistem akan mati dan ketika tombol ON1 ditekan maka sistem bekerja seperti semula.

ALAT DAN BAHAN

1. PLC : 1 unit
2. Komputer + Software PLC : 1 unit
3. Trainer PLC
 - a. modul i/o : 1 unit
 - b. traffic light : 1 unit
4. Kabel jumper : secukupnya
5. Power supply : 1 unit
6. Multimeter : 1 unit

KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya.
2. Perhatikan tegangan kerja yang digunakan pada perangkat PLC.
3. Letakkan alat dan bahan ditempat yang aman.

4. Gunakan pakaian kerja saat praktek.
5. Jangan bercanda saat melakukan praktek.
6. Patuhi semua tata tertib yang ada di bengkel listrik.

LANGKAH KERJA

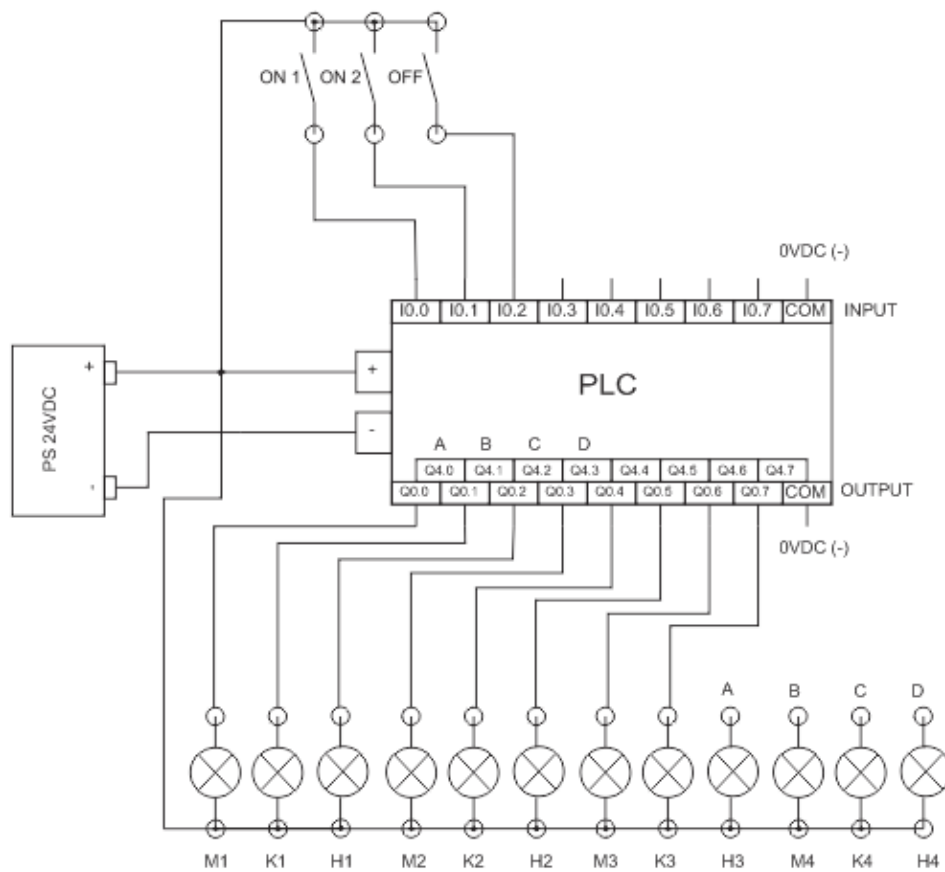
1. Baca dan pahami lembar kerja/job sheet.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Lakukan identifikasi pada modul traffic light dan periksa kondisi tiap komponen.
4. Buatlah program rangkaian pada computer sesuai dengan job sheet.
5. Transfer rangkaian dari computer ke hardware PLC melalui kabel data.
6. Rangkailah diagram elektriknya.
7. Laporkan kepada guru pembimbing untuk uji coba rangkaian traffic light dengan *software* dan *hardware*.
8. Simpan hasil pekerjaan anda (*soft file*) pada komputer.
9. Kembalikan alat dan bahan sesuai tempatnya.
10. Bersihkan dan rapikan tempat praktek.

GAMBAR KERJA

1. Allocation List

No	Komponen	Alamat
1	Tombol ON1	I0.0
2	Tombol ON2	I0.1
3	Tombol OFF	I0.2
3	Kontrol HMI	I4.7
4	L. Merah (1)	Q0.0
5	L. Kuning (1)	Q0.1
6	L. Hijau (1)	Q0.2
7	L. Merah (2)	Q0.3
8	L. Kuning (2)	Q0.4
9	L. Hijau (2)	Q0.5
10	L. Merah (3)	Q0.6
11	L. Kuning (3)	Q0.7
12	L. Hijau (3)	Q4.0
13	L. Merah (4)	Q4.1
14	L. Kuning (4)	Q4.2
15	L. Hijau (4)	Q4.3

2. Diagram Elektrik



MERAKIT SISTEM PLC UNTUK KEPERLUAN OTOMASI INDUSTRI 2		
SMK N 2 DEPOK	Simulasi Lift Tiga Lantai (1)	Tanggal :
Teknik Otomasi Industri		Waktu : 4 x 45 menit
Kelas / Semester : XII / Genap		Nama :
No. Job Sheet : 02		NIS :

TUJUAN

1. Siswa terampil menginstal rangkaian pengendali lift tiga lantai.
2. Siswa terampil dalam membuat program rangkaian di PLC software.
3. Siswa terampil merangkai hardware PLC ke aktuator.
4. Siswa terampil menguji coba rangkaian.
5. Siswa terampil mencari kesalahan (*trouble shooting*) pada rangkaian pengendali lift.

PETUNJUK UMUM

Dalam melakukan praktek terlebih dahulu membuat desain gambar rangkaian yang disetujui oleh pembimbing. Dalam mengaktifkan rangkaian saat menguji coba harus melalui persetujuan pembimbing praktek agar meminimalisir kerusakan alat praktek.

PERMASALAHAN

1. Lampu tombol pilih 1 menyala jika tombol pilih 1 ditekan dan padam jika tombol 1 dilepas. Hal yang serupa juga berlaku pada tombol pilih 2 dan 3.
2. Lampu tombol panggil 1 menyala jika tombol panggil 1 ditekan dan padam jika tombol 1 dilepas. Hal yang serupa juga berlaku pada tombol panggil 2 dan 3.
3. Motor akan menarik sangkar lift ke atas jika tombol pilih atau panggil lantai 3 ditekan. Motor akan menarik ke bawah jika tombol pilih atau panggil lantai 1 ditekan.
4. *Seven segment* menampilkan angka sesuai dengan posisi kabin lift berada. Ketika kabin di lantai 1, *seven segment* menampilkan angka 1. Hal yang serupa ketika kabin lift berada posisi lantai 3 maka *seven segment* menampilkan angka 3.

ALAT DAN BAHAN

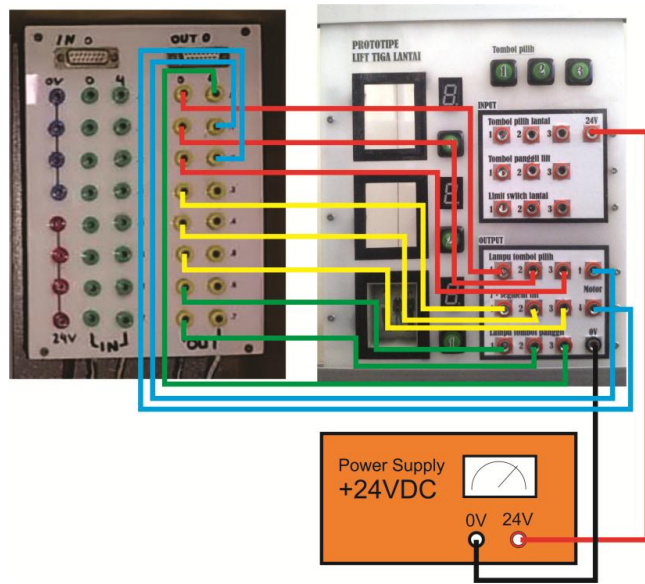
1. PLC : 1 unit
2. Komputer + Software PLC&HMI : 1 unit
3. Trainer PLC
 - a. Modul Lift Tiga Lantai : 1 unit
 - b. Modul I/O : 1 unit
4. Kabel jumper : secukupnya
5. Power supply : 1 unit
6. Multimeter : 1 unit

KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya.
2. Perhatikan tegangan kerja yang digunakan pada perangkat PLC.
3. Letakkan alat dan bahan ditempat yang aman.
4. Gunakan pakaian kerja saat praktek.
5. Jangan bercanda saat melakukan praktek.
6. Patuhi semua tata tertib yang ada di bengkel listrik.

LANGKAH KERJA

1. Baca dan pahami lembar kerja/job sheet.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Lakukan identifikasi pada modul *trainer* dan periksa kondisi tiap komponen.
4. Buatlah program rangkaian pada komputer sesuai dengan job sheet.



Gambar Pengawatan Komponen *Output*

MERAKIT SISTEM PLC UNTUK KEPERLUAN OTOMASI INDUSTRI 2		
SMK N 2 DEPOK	Simulasi Lift Tiga Lantai (2)	Tanggal :
Teknik Otomasi Industri		Waktu : 4 x 45 menit
Kelas / Semester : XII / Genap		Nama :
No. Job Sheet : 03		NIS :

TUJUAN

1. Siswa terampil menginstal rangkaian pengendali lift tiga lantai.
2. Siswa terampil dalam membuat program rangkaian di PLC software.
3. Siswa terampil merangkai hardware PLC ke aktuator.
4. Siswa terampil menguji coba rangkaian.
5. Siswa terampil mencari kesalahan (*trouble shooting*) pada rangkaian pengendali lift.

PETUNJUK UMUM

Dalam melakukan praktek terlebih dahulu membuat desain gambar rangkaian yang disetujui oleh pembimbing. Dalam mengaktifkan rangkaian saat menguji coba harus melalui persetujuan pembimbing praktek agar meminimalisir kerusakan alat praktek.

PERMASALAHAN

1. Atur posisi awal sangkar lift pada posisi lantai 1 ketika PLC dinyalakan.
2. Sangkar lift akan bergerak sesuai dengan perintah dari tombol panggil maupun tombol pilih. Misal jika ditekan tombol pilih 1, kabin akan bergerak ke lantai 1. Jika ditekan tombol panggil 2, kabin bergerak ke lantai 2 dan seterusnya.
3. Lampu tombol panggil/pilih akan tetap menyala setelah tombol ditekan dan akan padam jika sangkar lift telah sampai pada tujuannya.
4. *Seven segment* akan menampilkan angka sesuai dengan posisi sangkar lift berada. Pertahankan tampilan angka hingga kabin berpindah pada posisi selanjutnya.

ALAT DAN BAHAN

- | | |
|----------------------------|--------------|
| 1. PLC | : 1 unit |
| 2. Komputer + Software PLC | : 1 unit |
| 3. Trainer PLC | |
| a. Modul Lift Tiga Lantai | : 1 unit |
| b. Modul I/O | : 1 unit |
| 4. Kabel jumper | : secukupnya |
| 5. Power supply | : 1 unit |
| 6. Multimeter | : 1 unit |

KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya.
2. Perhatikan tegangan kerja yang digunakan pada perangkat PLC.
3. Letakkan alat dan bahan ditempat yang aman.
4. Gunakan pakaian kerja saat praktek.
5. Jangan bercanda saat melakukan praktek.
6. Patuhi semua tata tertib yang ada di bengkel listrik.

LANGKAH KERJA

1. Baca dan pahami lembar kerja/job sheet.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Lakukan identifikasi pada modul trainer dan periksa kondisi tiap komponen.
4. Buatlah program rangkaian pada komputer sesuai dengan job sheet.

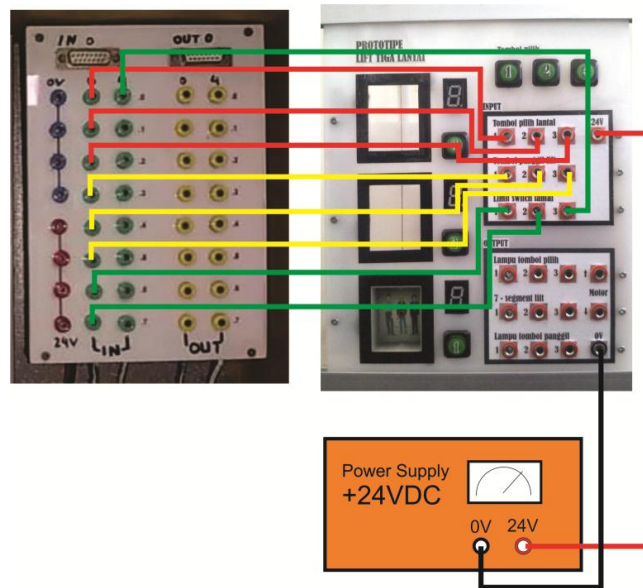
5. Boleh membuka pekerjaan (*soft file*) pekerjaan sebelumnya jika diperlukan.
6. Transfer rangkaian dari komputer ke hardware PLC melalui kabel data.
7. Lakukan pengawatan dengan kabel jumper, gunakan warna kabel sesuai gambar kerja untuk memudahkan ketika terjadi kesalahan.
8. Laporkan kepada guru pembimbing untuk uji coba rangkaian dengan *software* dan *hardware*.
9. Simpan hasil pekerjaan anda (*soft file*) pada komputer.
10. Kembalikan alat dan bahan sesuai tempatnya.
11. Bersihkan dan rapikan tempat praktek.

GAMBAR KERJA

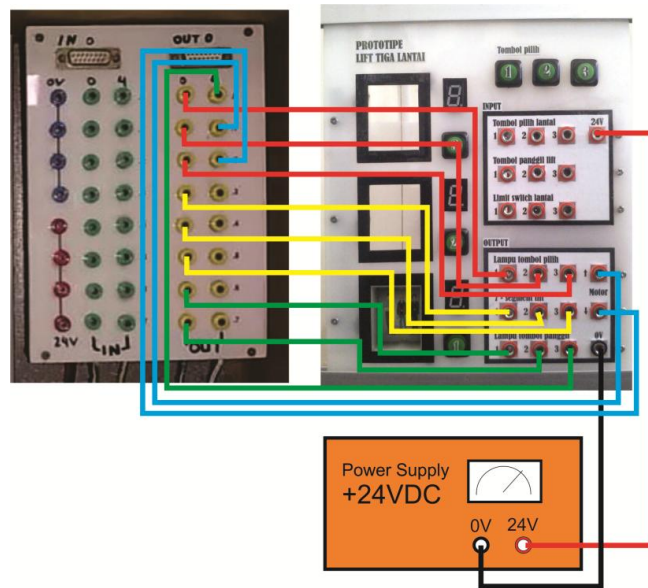
1. Allocation List

No	Komponen input	Alamat	Komponen output	Alamat
1	Tombol Pilih 1	I0.0	Motor Naik	Q0.0
2	Tombol Pilih 2	I0.1	Motor Turun	Q0.1
3	Tombol Pilih 3	I0.2	Lampu Tombol Pilih 1	Q0.2
4	Tombol Panggil 1	I0.3	Lampu Tombol Pilih 2	Q0.3
5	Tombol Panggil 2	I0.4	Lampu Tombol Pilih 3	Q0.4
6	Tombol Panggil 3	I0.5	7-Segment 1	Q0.5
7	Limit Switch 1	I0.6	7-Segment 2	Q0.6
8	Limit Switch 2	I0.7	7-Segment 3	Q0.7
9	Limit Switch 3	I4.0	Lampu Tombol Panggil 1	Q4.0
10			Lampu Tombol Panggil 2	Q4.1
11	Kontrol HMI	I4.7	Lampu Tombol Panggil 3	Q4.2

2. Gambar pengawatan



Gambar Pengawatan Komponen Input



Gambar Pengawatan Komponen *Output*

4. Modul Pembelajaran

Modul Pembelajaran

PLC dan HMI Siemens

Oleh Febriyanto

Pendidikan Teknik Elektro
Universitas Negeri Yogyakarta
2015



PENGENALAN PLC SIEMENS

Menurut William Bolton (2004, 3), *Programmable logic controller* (PLC) merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan mengimplementasikan fungsi seperti logika (*logic*), pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika guna mengontrol mesin dan proses. Konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*; menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
2. *Logic* menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara *aritmatik* dan *logic*, yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, dan negasi.
3. *Controller*; menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

PLC Siemens S7-300 adalah PLC buatan PT. SIEMENS German, PLC S7-300 didesain berbentuk modular, sehingga dapat membangun sistem dengan mengombinasikan susunan modul-modul S7-300. PLC Siemens S7-300 dapat diprogram dengan lima bahasa pemrograman, meliputi (SIEMENS,2006) :

1. *Statement List (STL)*,

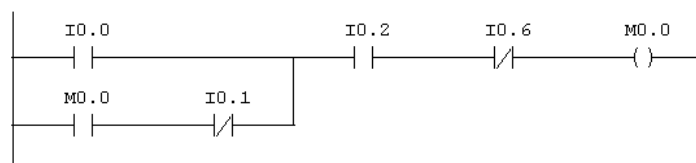
Statement list berbentuk teks dengan tipe bahasa *assembler* yang merupakan daftar teks instruksi kendali terdiri dari suatu operator dan operan.

```
LD    Part_TypeA
OR    Part_TypeB
AND   Part_present
AND   Drill_OK
ST    Sleeve_in
```

Gambar 1. Contoh Bahasa Pemrograman *STL*

2. *Ladder Diagram (LAD)*,

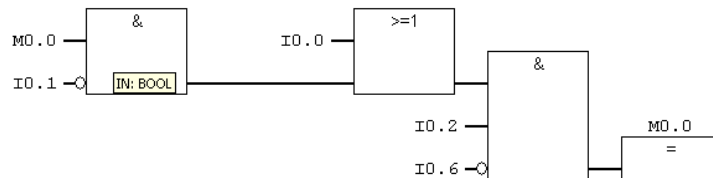
Ladder diagram terdiri dari susunan kontak-kontak dalam satu grup perintah secara horizontal dari kiri ke kanan, dan terdiri dari banyak grup perintah secara vertikal. Garis vertikal paling kiri dan paling kanan diasumsikan sebagai fungsi tegangan, bila fungsi dari grup perintah menghubungkan 2 garis vertikal tersebut maka rangkaian perintah akan bekerja.



Gambar 2. Contoh Bahasa Pemrograman *LAD*

3. Function Block Diagram (FBD),

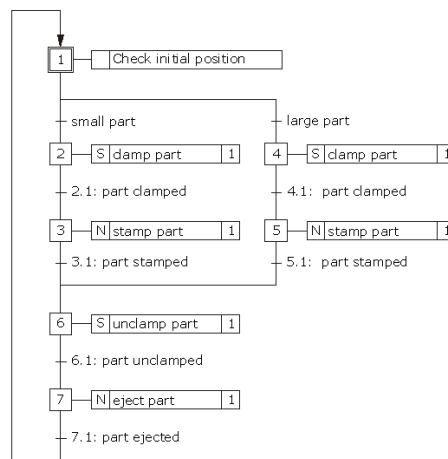
Function block diagram adalah suatu fungsi logika yang disederhanakan dalam gambar blok dengan simbol gerbang logika dan dapat dihubungkan dalam suatu fungsi atau digabungkan dengan fungsi blok lain.



Gambar 3. Contoh Bahasa Pemrograman FBD

4. S7-Graph atau Sequential Function Chart (SFC)

Bahasa program dibuat dalam bentuk *graph* (grafik) yang memiliki fungsi urutan langkah (*step*), transisi (*transition*), percabangan (*branch*), kondisi (*condition*), dan aksi (*action*). Setiap *step* memiliki status proses dan bisa terdiri dari struktur yang berurutan.



Gambar 4. Contoh Bahasa Pemrograman S7-Graph

5. Structured Control Language (SCL).

Structured *control language* merupakan bahasa tingkat tinggi yang dapat memproses sistem logika ataupun algoritma dan memungkinkan pemrosesan sistem lain.

```

IF a = b THEN
  // Statement Section_IF
  ;
ELSIF a = c THEN
  // Statement Section_ELSIF
  ;
ELSE
  // Statement Section_ELSE
  ;
END_IF;
    
```

Gambar 5. Contoh Bahasa Pemrograman SCL

Bagian-bagian dari PLC S7-300 antara lain:

1. *Rail* atau *Rack*

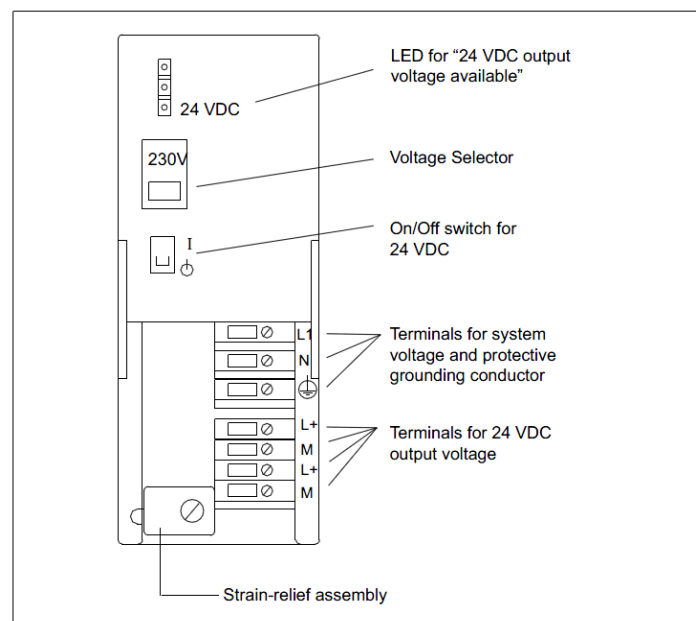
Rail atau *rack* digunakan untuk menempatkan susunan modul-modul PLC.

2. Power Suplai PS-307-2A

Power suplai digunakan untuk mencatu CPU, *signal module*, sensor (*input*), dan aktuator (*output*) dengan tegangan 24 VDC dengan nomor seri *hardware* 307-1BA00-0AA0. Karakteristik dari power suplai PS-307-2A adalah:

- a. Arus keluaran maksimum 2A,
- b. Tegangan keluaran 24VDC,
- c. Tegangan sumber satu fasa 120/230 VAC, 50/60 Hz,

Gambar 6. menunjukkan skema pengawatan dari power suplai PS-307-2A.



Gambar 6. Modul PS-307-2A

Reaksi khusus dari modul power suplai PS-307-2A meliputi:

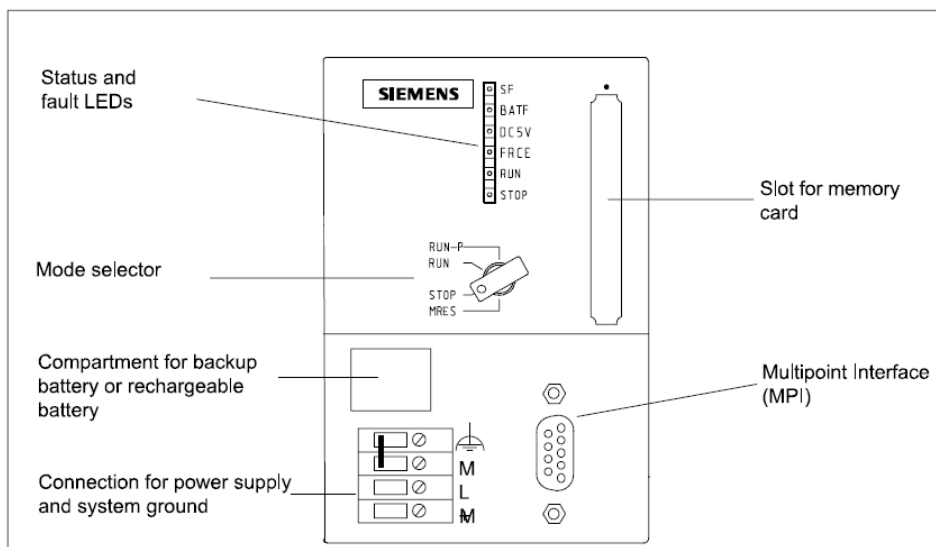
- a. Jika rangkaian keluaran terjadi beban lebih (*overload*) ($I > 2,6A$), maka tegangan keluaran akan turun dan lampu LED 24 VDC berkedip,
- b. Jika rangkaian keluaran hubung singkat (*short circuit*), maka tegangan keluaran akan menjadi 0V dan lampu LED 24 VDC mati, tegangan keluaran akan pulih kembali secara otomatis ketika bagian yang hubung singkat sudah diperbaiki,
- c. Jika terjadi tegangan lebih (*over voltage*) ($V_s > 230VAC$) pada sumber masukan, maka modul power suplai PS-307-2A akan rusak atau terbakar,

Jika tegangan pada sumber masukan turun ($V_s < 100VAC$), maka tegangan keluaran akan menjadi 0V dan lampu LED 24 VDC mati, tegangan keluaran akan pulih kembali secara otomatis ketika tegangan sumber kembali normal.

3. Central Processing Unit (CPU)

CPU merupakan otak dari PLC, bagian ini merupakan bagian yang melakukan operasi atau pemrosesan program yang tersimpan dalam memori PLC. Disamping itu CPU juga melakukan pengawasan terhadap semua transfer informasi melalui *internal bus* antara unit memori dengan *signal module*, *function modul*, *interface modul*, dan *processor communication*.

CPU PLC Siemens mempunyai seri yang berbeda-beda. Salah satu contoh CPU yaitu seri CPU-313-1AD01-0AB0. Bagian dari CPU-313-1AD01-0AB0 meliputi led indikator status, slot kartu memori, saklar pemilih mode, baterai *backup*, terminal hubung MPI (*multi point interface*), dan terminal hubung catu daya serta *grounding system*.



Gambar 7. Modul CPU 313-1AD01-0AB0

Tabel 1. Tampilan LED Status dan Kesalahan CPU-313-1AD01-0AB0

Kondisi	Nyala LED	Keterangan
SF	Merah	Ada kesalahan pada <i>hardware</i> atau <i>software</i> .
BATF	Merah	Ada kesalahan pada baterai <i>backup</i> .
DC5V	Hijau	Indikator tegangan 5 volt searah dan indikator kondisi <i>internal bus</i> S7-300. Menyala jika <i>internal bus</i> OK.
FRCE	Kuning	Daya kerja aktif.
RUN	Hijau	CPU dalam mode beroperasi. LED berkedip dengan frekuensi 1Hz.
STOP	Kuning	Mode STOP. LED berkedip saat mode <i>memory reset</i> .

Tabel 2. *Mode Selector Switch CPU-313-1AD01-0AB0*

Posisi	Deskripsi	Keterangan
RUN-P	Mode RUN – PROGRAM	CPU membaca program, Saklar kunci tidak bisa dilepas.
RUN	Mode RUN	CPU membaca program, Program tidak bisa diubah tanpa sandi, Saklar kunci bisa dilepas.
STOP	Mode STOP	CPU berhenti membaca program, Saklar kunci bisa dilepas.
MRES	Mode Memory reset	Mengeset ulang isi memori.

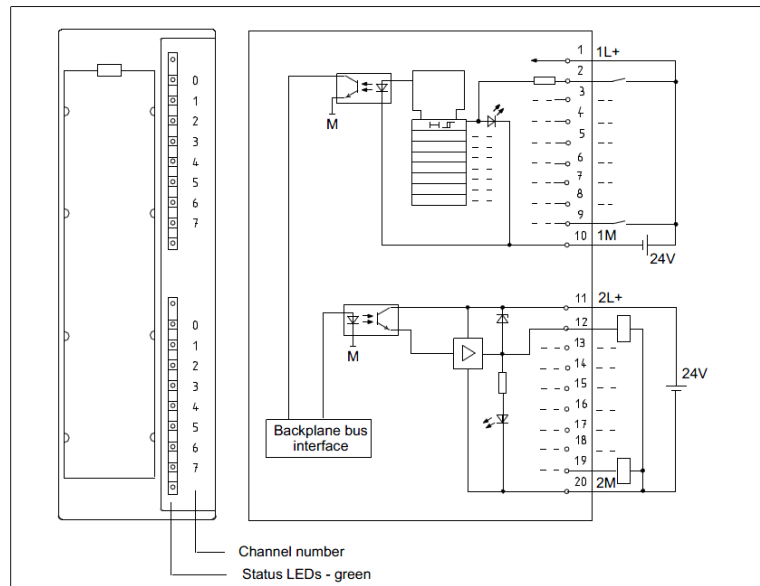
4. *Signal Module (SM)*

Signal Module (SM) adalah modul (*I/O*) *input* (masukan) dan *output* (keluaran) yang digunakan untuk komunikasi antarmuka masukan dan keluaran. Sinyal *I/O* berupa sinyal digital maupun analog. *Input* dan *output* diberi *address* (alamat) tertentu di dalam PLC. *I/O* digital akan dikelompokkan menjadi suatu grup yang terdiri dari 8 *input* atau *output* yang disebut dengan *byte*, sedangkan setiap terminal *I/O* disebut dengan *bit* ($1 \text{ byte} = 8 \text{ bit}$). Pada umumnya terdapat 8; 16; 24; 32 *bit I/O* di setiap modul *SM*.

Input merupakan bagian yang menerima sinyal elektrik dari sensor atau komponen lain dan sinyal itu dialirkan ke PLC untuk diproses. Ada banyak jenis modul *input* yang dapat dipilih jenisnya tergantung dari *input* yang akan digunakan. Jika *input* berupa *limit switch* atau *push button* dapat menggunakan modul *input* digital. Modul *input* analog merupakan modul *input* khusus yang menggunakan *ADC (Analog to Digital Converter)* yang digunakan untuk *input* berupa variabel seperti, temperatur, kecepatan putaran, tekanan, dan posisi.

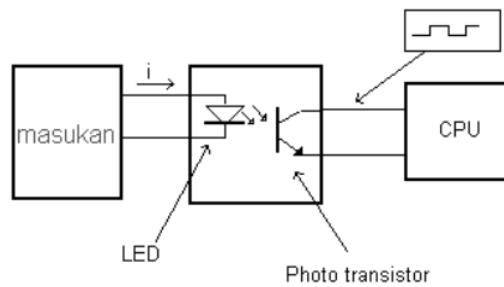
Output merupakan bagian yang menyalurkan sinyal elektrik hasil pemrosesan CPU ke peralatan *output*. Besaran informasi atau sinyal elektrik itu dinyatakan dengan tegangan listrik antara 5 – 15 VDC dengan informasi diluar sistem tegangan yang bervariasi antara 24 – 240 volt searah maupun bolak-balik. Modul *output* analog merupakan modul *output* khusus yang menggunakan *DAC (Digital to Analog Converter)*. Modul *output* analog dapat mengambil nilai 12 *bit* dan mengubahnya ke dalam sinyal analog berupa tegangan 0-10 volt searah atau berupa arus 4-20mA. Sinyal *output* analog digunakan untuk *output* berupa variabel seperti katup atau *pneumatics position control devices*.

Salah satu contoh *Signal Module* dari Siemens yaitu SM-323-DI8/DO8x24VDC. *Signal module* ini terdiri dari 8 *bit* digital *input* dan 8 *bit* digital *output* dengan tegangan kerja 24 VDC. Bagian dari SM-323-DI8/DO8x24VDC meliputi led indikator *bit I/O*, terminal hubung untuk *input* dan *output*, dan terminal hubung *internal bus*.



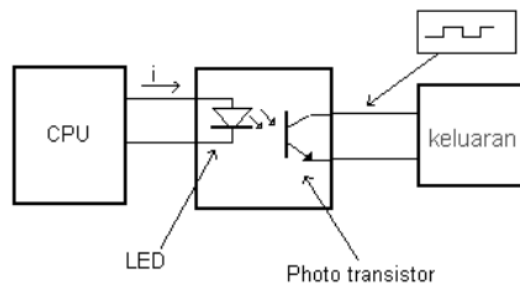
Gambar 8. Blok Diagram Modul I/O SM 323 DI8/DO8x24 VDC

Antarmuka masukan berada di antara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki yang bisa merusak CPU itu sendiri. Modul antar masukan ini berfungsi untuk mengkonversi atau mengubah sinyal-sinyal masukan dari luar ke sinyal-sinyal yang sesuai dengan tegangan kerja CPU yang bersangkutan (misalnya, masukan dari sensor dengan tegangan kerja 24 VDC harus dikonversikan menjadi tegangan 5 VDC agar sesuai dengan tegangan kerja CPU). Hal ini dilakukan dengan menggunakan rangkaian *opto-isolator* sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 9. Antarmuka Masukan

Sebagaimana pada antarmuka masukan, keluaran juga membutuhkan antarmuka yang digunakan untuk memberikan perlindungan CPU dengan peralatan eksternal, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 12, CPU menyalakan LED didalam *opto-isolator*, photo transistor akan menghantarkan arus pada peralatan keluaran eksternal.



Gambar 10. Antarmuka Keluaran

5. PC Adapter MPI

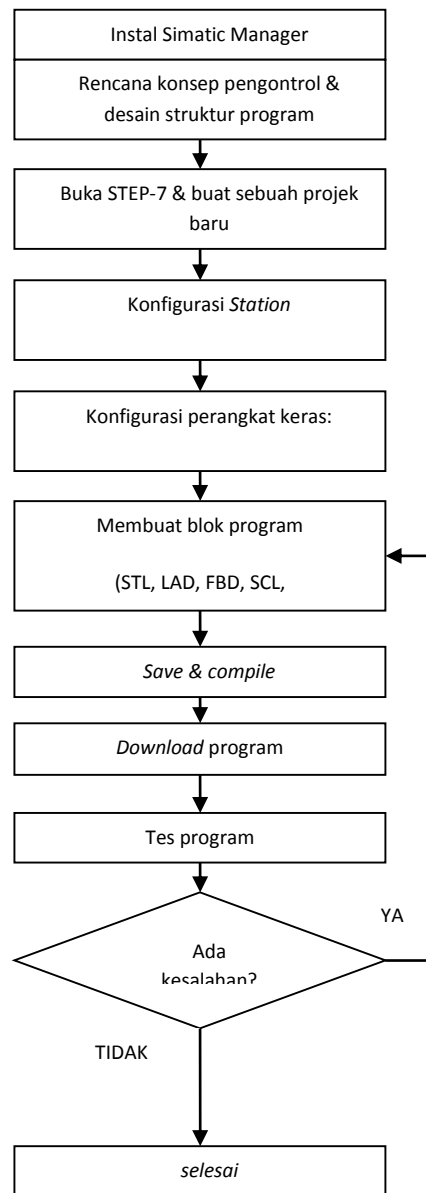
Menransfer dan memonitor program pada PLC Siemens S7-300 harus menggunakan PC Adapter MPI. PC Adapter MPI adalah produk SIEMENS yang digunakan untuk komunikasi serial antara PLC dengan laptop atau PC.



Gambar 11. PC Adapter MPI USB

6. Perangkat Lunak Simatic Manager

Simatic Manager adalah paket perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram dan mengonfigurasi PLC Siemens S7-300. Apabila akan membuat suatu pemecahan otomasi menggunakan Step-7, ada serangkaian langkah-langkah dasar yang harus dilakukan seperti diagram alur pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Alur Pemrograman Dengan *Simatic Manager*

Diagram alur di atas merupakan salah satu proses untuk membuat program pada PLC Siemens menggunakan *Simatic Manager*. Langkah-langkahnya yaitu meliputi:

a. Instal *Simatic Manager*

Langkah pertama adalah *menginstal Simatic Manager* pada laptop atau PC dan mentransfer kunci lisensi ke hardisk penyimpanan.

b. Rencana Konsep Pengontrol

Sebelum memprogram menggunakan *Simatic Manager*, sangat dianjurkan merencanakan diagram alur proses kontrol yang akan digunakan sebagai panduan dalam menyusun sebuah program.

- c. Menjalankan *Simatic Manager*
Menjalankan perangkat lunak *Simatic Manager*.
- d. Membuat struktur proyek
Membuat sebuah proyek seperti folder yang nantinya semua data program disimpan dalam satu folder tersebut.
- e. Konfigurasi *station*
Mengonfigurasi *station* untuk menentukan pengontrol yang digunakan misalnya, *SIMATIC 300*, *SIMATIC 400*, *SIMATIC S5*.
- f. Konfigurasi susunan modul
Konfigurasi susunan modul dilakukan dalam tabel konfigurasi. Konfigurasi susunan modul disesuaikan dengan modul-modul S7-300 yang digunakan, misalnya: catu daya *PS-307-2A*, *CPU 313*, dan *SM-323 DI/DO*.
- g. Membuat program
Dalam pembuatan sebuah program, harus menggunakan bahasa pemrograman yang tersedia seperti *STL*, *LAD*, *FBD* dan *S7-Graph*. Isi program disimpan dalam *organisation block*, *function block*, dan *data block*.
- h. Download program
Setelah semua konfigurasi, mengatur parameter, dan pemrograman selesai, *station* dapat di-*download* ke CPU PLC menggunakan PC-Adapter MPI.
- i. Pengujian program
Pengujian dapat dilakukan dengan memonitor program dengan melakukan perintah *monitor mode* pada *Simatic Manager*.

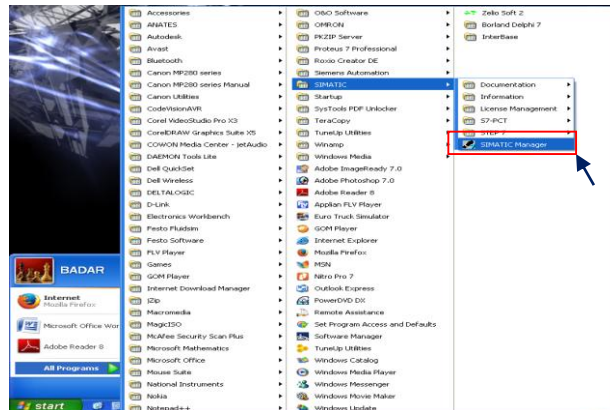
MENGOPERASIKAN PERANGKAT LUNAK *SIMATIC MANAGER v5.5*

Perangkat lunak untuk pemrograman PLC Siemens S7-300 dapat menggunakan perangkat lunak yang bernama *Simatic Manager*. Perangkat lunak ini dapat dijalankan pada komputer dengan sistem operasi *windows xp*.

a. Membuat proyek pada *Simatic Manager*

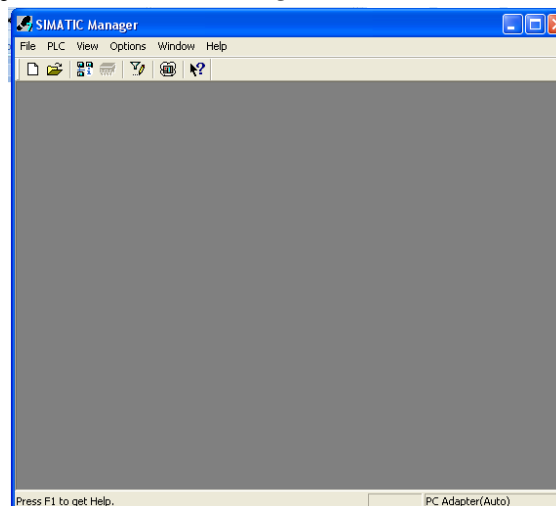
Proyek digunakan untuk menyimpan semua data konfigurasi dan block program pada *Simatic Manager*. Langkah-langkah dalam pembuatan proyek baru adalah sebagai berikut:

a) Membuka program file *SIMATIC Manager*: [start]→[simatic] →[simatic manager],



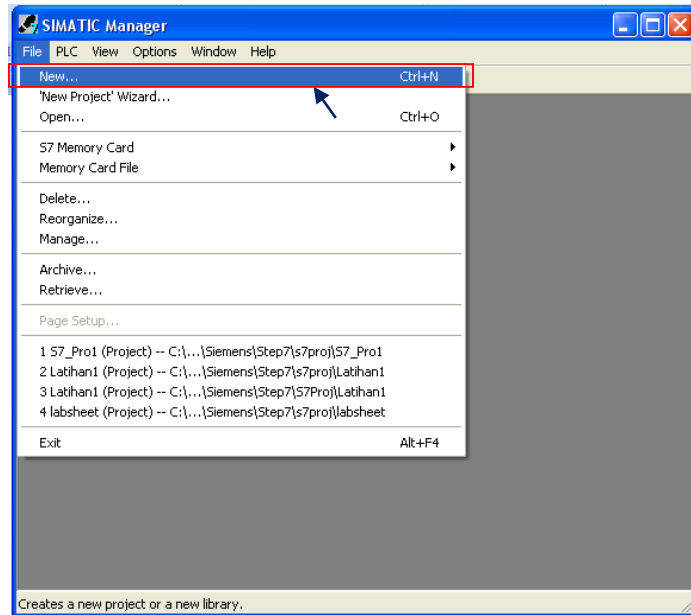
Gambar 13. Membuka Program File *Simatic Manager*

b) Tampilan jendela *simatic manager*,



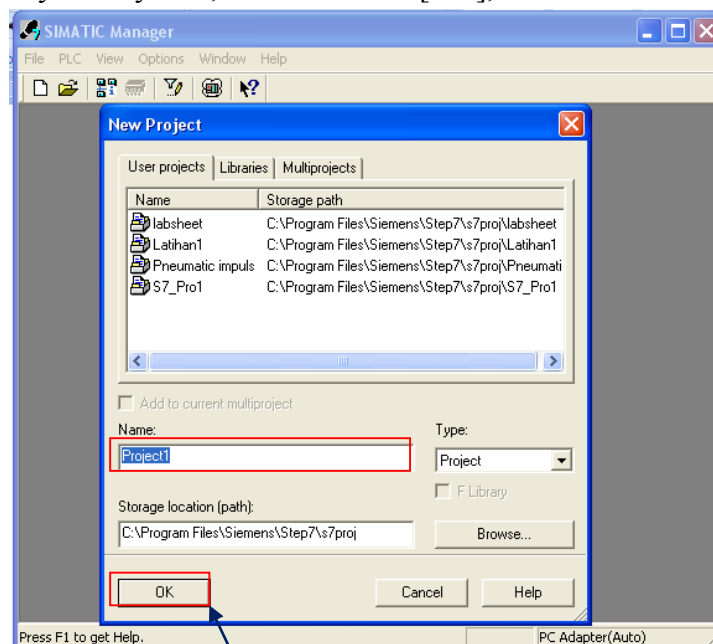
Gambar 14. Jendela *Simatic Manager*

c) Membuat proyek baru: [File] → [New ...],



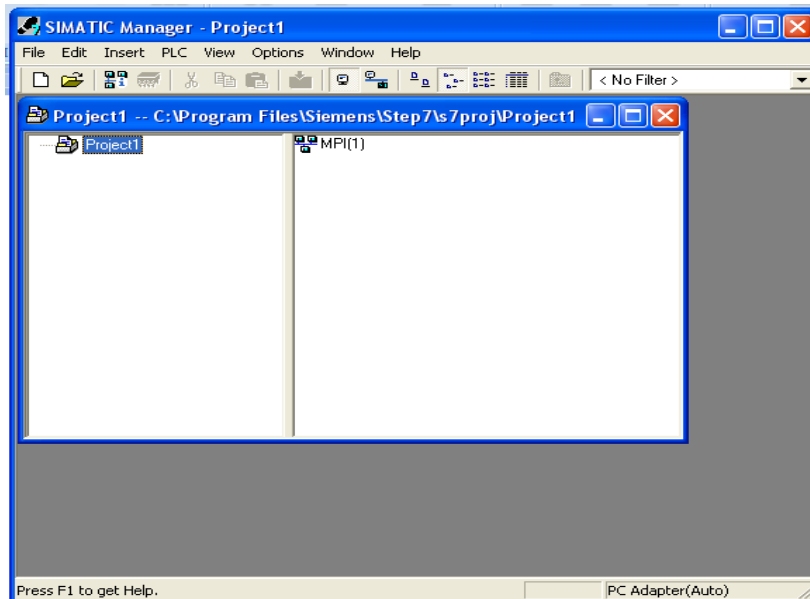
Gambar 15. Membuat Proyek Baru

d) Memberi nama proyek: pada kolom "Name: " ketikkan nama proyek misalnya "Proyek1", kemudian klik [OK],



Gambar 16. Memberi Nama Proyek

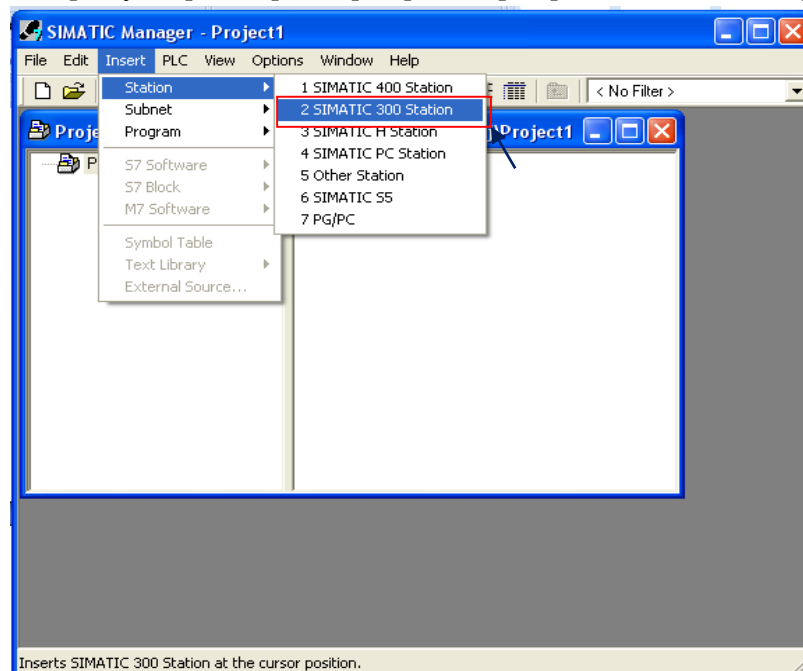
e) Proyek baru telah dibuat,



Gambar 17. Proyek Baru

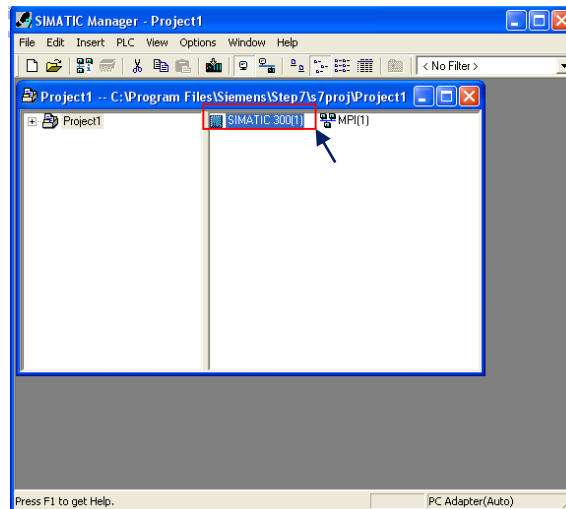
b. Membuat konfigurasi *hardware* dan koneksi MPI

a) Pada [Proyek1], klik [insert] →[station] →[simatic 300 station],



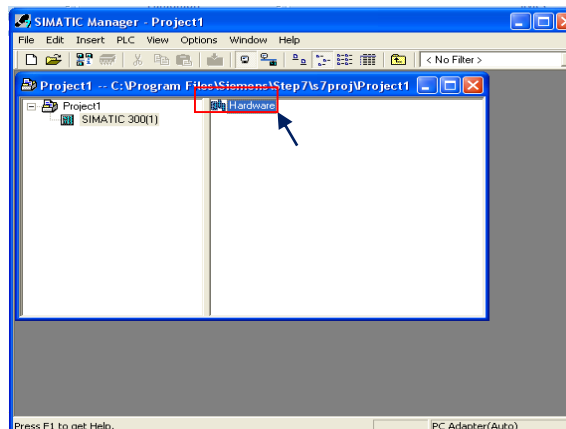
Gambar 18. *Insert Simatic Station 300*

b) Dobel klik *icon* [SIMATIC 300(1)],



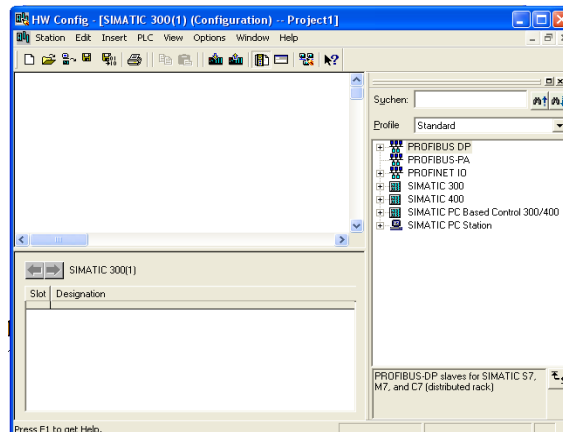
Gambar 19. *Icon Simatic 300 (1)*

c) Dobel klik *icon* [hardware],



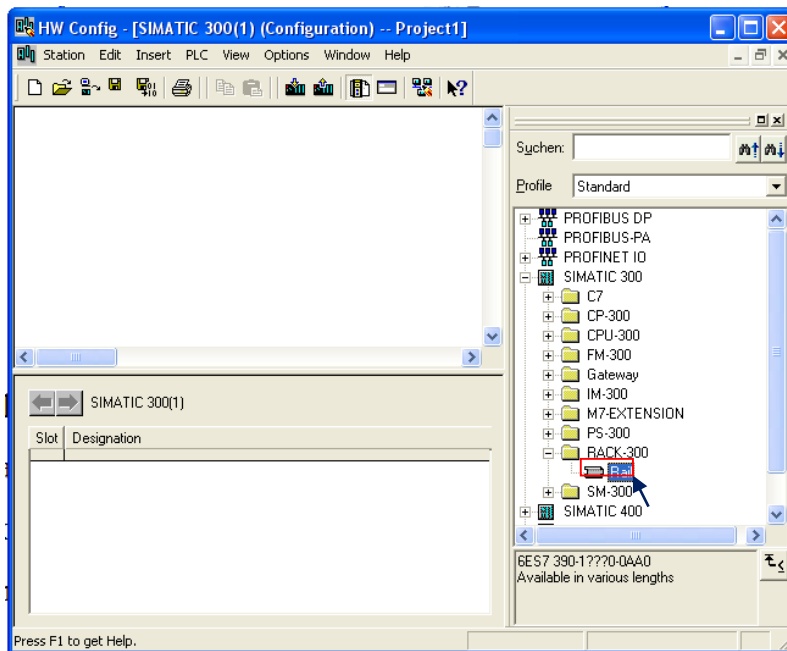
Gambar 20. *Icon Hardware*

d) Pada layar akan tampil jendela [HW Config],



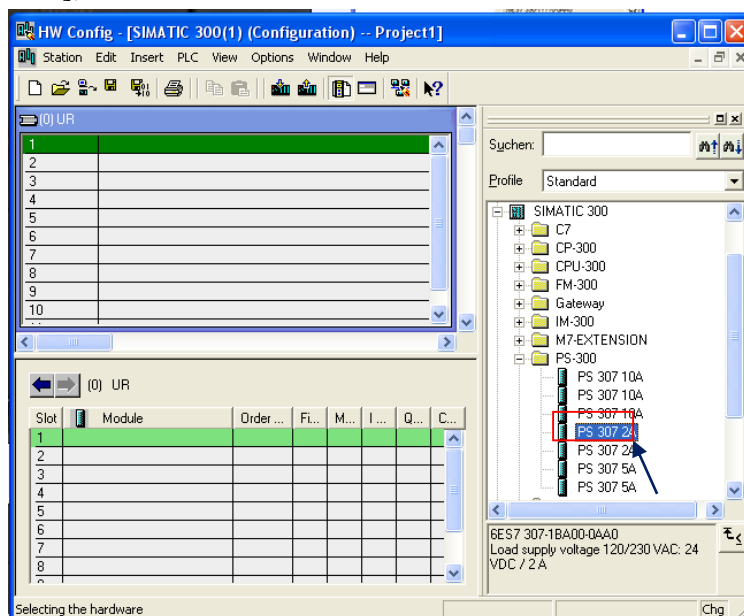
Gambar 21. *Tampilan Jendela Hardware Config*

- e) Pada katalog sebelah kanan, klik [Simatic 300]→[Rack-300]→dobel klik [Rail],



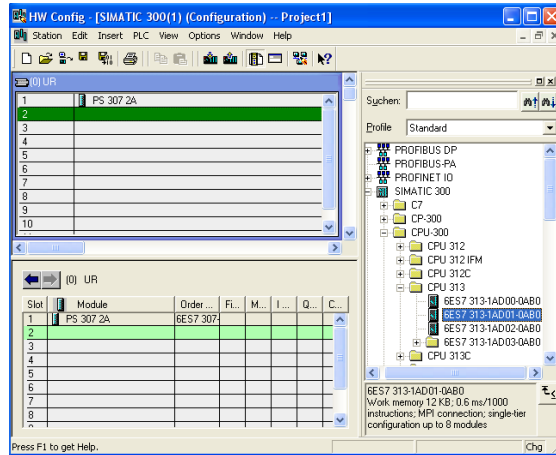
Gambar 22. Konfigurasi Rack Rail

- f) Pada rack baris pertama, klik [Simatic 300]→[PS-300]→dobel klik [PS 307 2A],



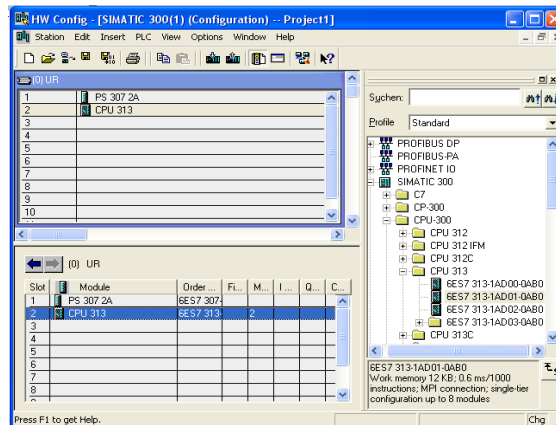
Gambar 23. Konfigurasi PS-307-2A

- g) Pada *rack* baris kedua, klik [Simatic 300]→[CPU-300]→[CPU-313]→dobel klik [6ES7 313-1AD01-0AB0],



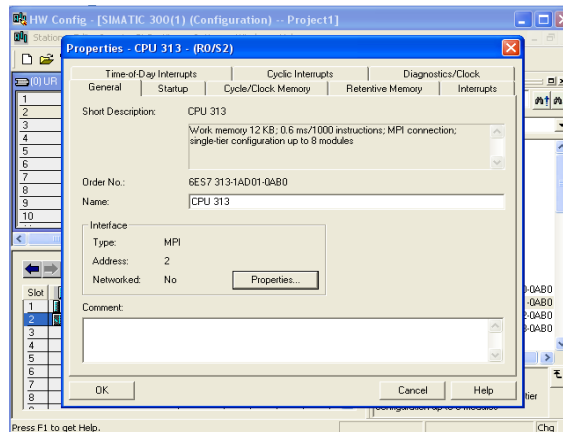
Gambar 24. Konfigurasi CPU-313-1AD01-0AB0

- h) Dobel klik [CPU 313] pada *rack rail*,



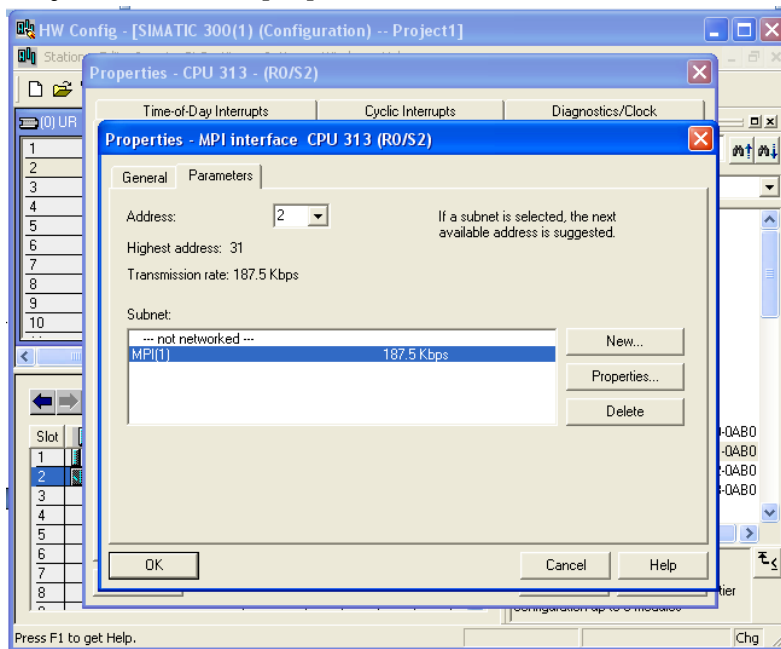
Gambar 25. Konfigurasi CPU 313

- i) Mengatur *network* CPU 313. Klik tombol [properties],



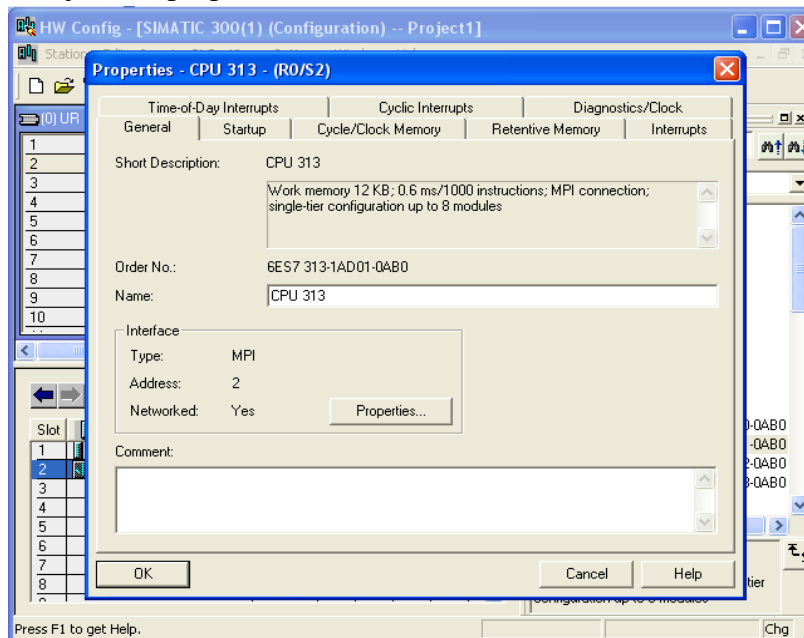
Gambar 26. Properties CPU-313

- j) Pada jendela *network properties*. Pilih [MPI(1)]→kemudian klik [OK],



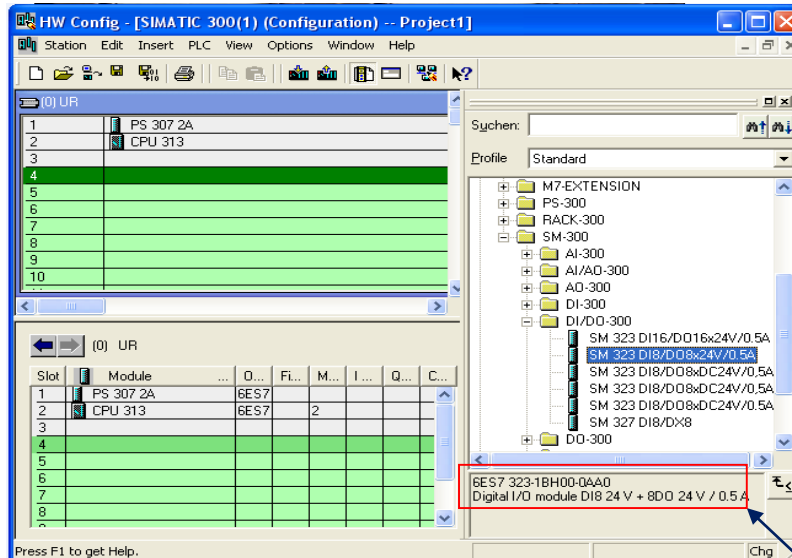
Gambar 27. Properties MPI CPU-313

- k) Pada jendela *properties CPU 313*. Klik [OK],



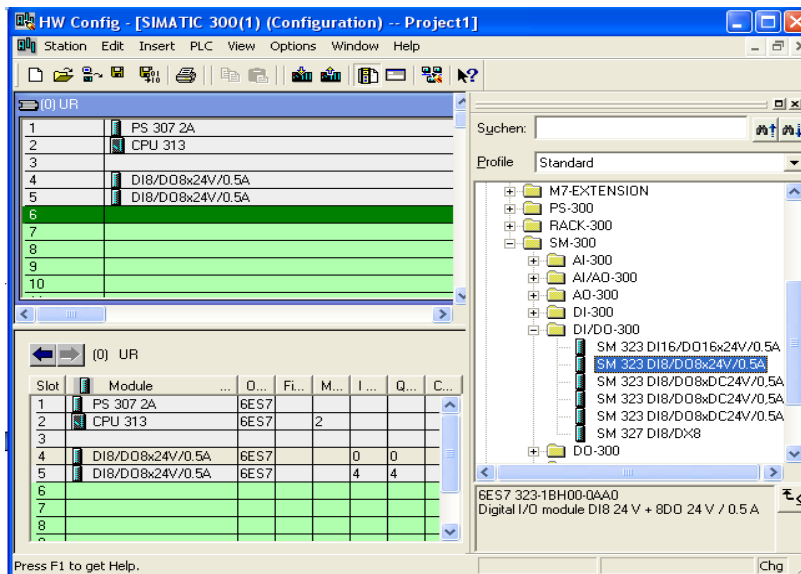
Gambar 28. Properties CPU-313

- l) Pada *rack* baris keempat, klik [Simatic 300]→[SM-300]→[DI/DO-300]→dobel klik [SM-323-DI8/DO8x24VDC-1BH00-0AA0],



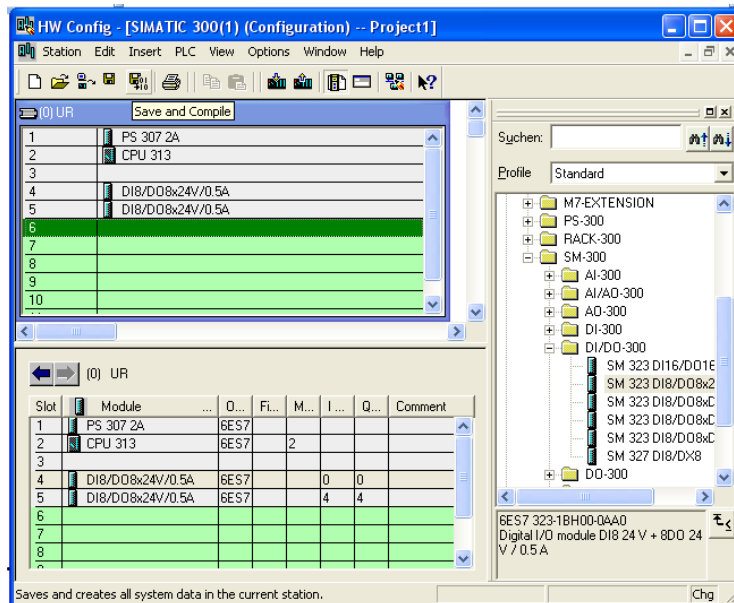
Gambar 29. Proses Insert SM Modul

- m) Pada *rack* baris kelima, klik [Simatic 300]→[SM-300]→[DI/DO-300]→dobel klik [SM-323-DI8/DO8x24VDC-1BH00-0AA0],



Gambar 30. Proses Insert SM Modul

n) Menyimpan dan mengompilasi konfigurasi *hardware*,

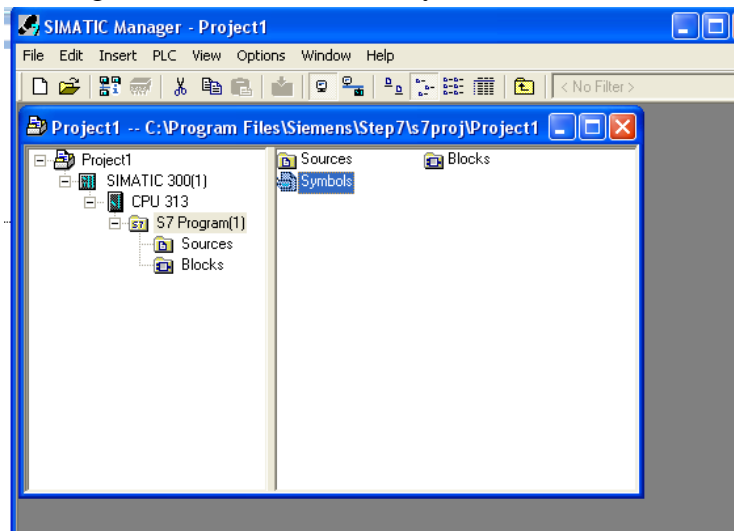


Gambar 31. Proses Menyimpan dan Mengompilasi

c. Membuat blok program

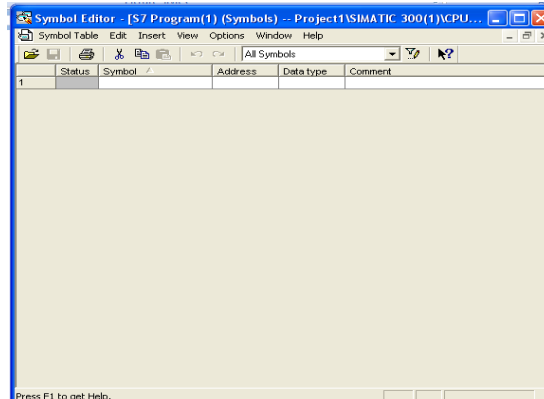
Setelah konfigurasi hardware disimpan dan kompilasi, langkah selanjutnya adalah membuat blok program. Langkah-langkah dalam membuat blok program adalah sebagai berikut :

a) Kembali pada jendela *simatic manager*. Klik [Simatic 300 (1)]→[CPU 313]→[S7 Program]→dobel klik *icon* [symbol],



Gambar 32. Proses Membuka *Symbol*

b) Pada layar akan tampil jendela [Symbol Editor],



Gambar 33. Tampilan Jendela *Symbol Editor*

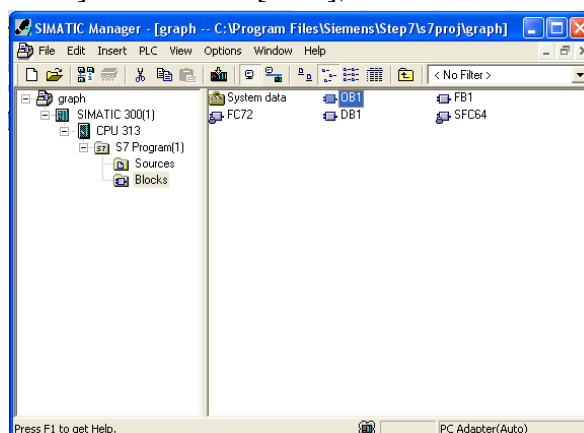
c) Mengetikkan simbol, alamat, dan keterangan *input* dan *output* pada tabel sesuai dengan tabel identifikasi *I/O*,

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1	start	I 0.0	BOOL	tombol start
2	stop	I 0.1	BOOL	tombol stop
3	ls1	I 0.2	BOOL	limit switch 1
4	ls2	I 0.3	BOOL	limit switch 1
5	ls3	I 0.4	BOOL	limit switch 1
6	ls4	I 0.5	BOOL	limit switch 1
7	y1	Q 0.0	BOOL	solenoid silinder A +
8	y2	Q 0.1	BOOL	solenoid silinder B +
9	y3	Q 0.2	BOOL	solenoid silinder B -
10				

Gambar 34. Tabel *Input Output*

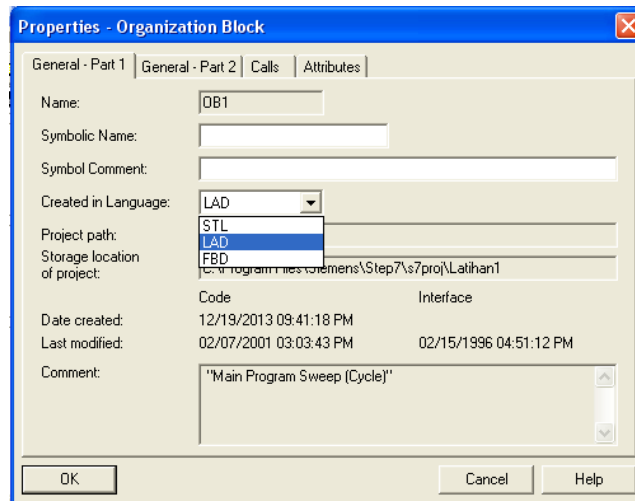
d) Menyimpan tabel simbol *I/O*. Klik [save],

e) Kembali ke jendela *simatic manager*. Klik [Simatic 300 (1)]→[CPU 313]→[S7 Program]→[blocks]→dobel klik [OB1],



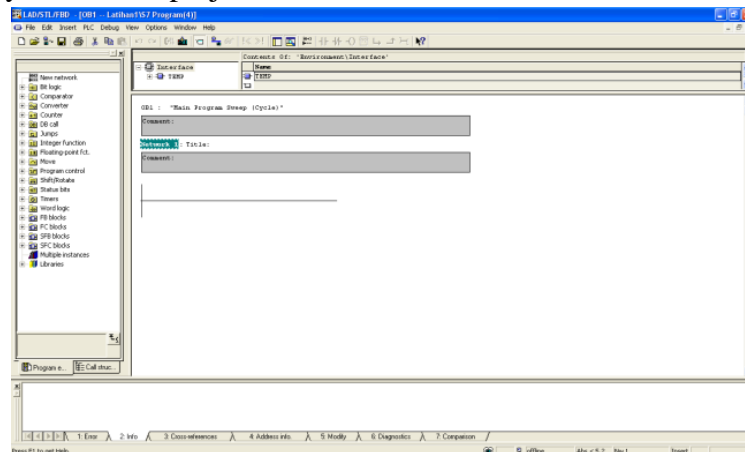
Gambar 35. Proses Membuka *OB1*

- f) Pada jendela properties *OB1*. Pilih bahasa pemrograman [LAD] kemudian klik [OK],



Gambar 36. Jendela Properties OB1

- g) Pada layar akan tampil jendela *LAD/ST/FBD OB1*,



Gambar 37. Jendela *LAD/ST/FBD OB1*

- h) Selanjutnya program dibuat pada jendela tersebut dengan bahasa pemrograman *ladder diagram*. Setelah program selesai dibuat, klik *icon* [save] untuk menyimpan program.

d. *Download* program

Download merupakan proses mentransfer file program ke PLC Siemens.

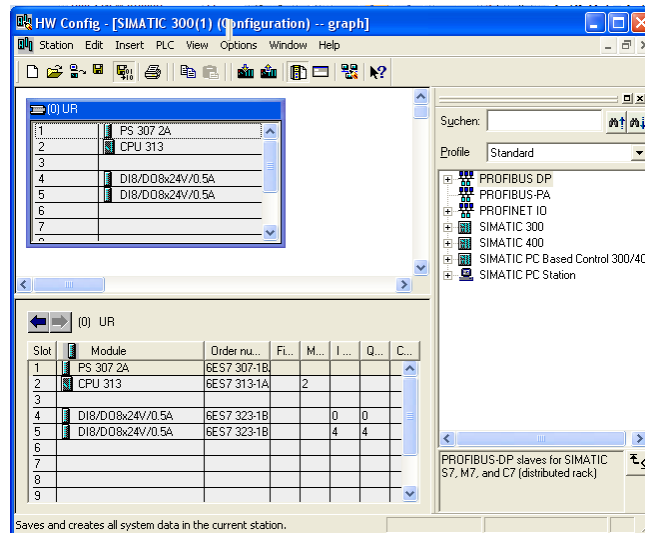
Langkah-langkah dalam men-*download* program adalah.

a) *Download Hardware Configurasi*

Sebelum men-*downloadkan* file program, terlebih dahulu harus dikenalkan slot-slot modul yang menyusun sistem PLC tersebut. Tujuannya adalah agar sistem mikroprosesor mengenali modul-modul yang tersusun

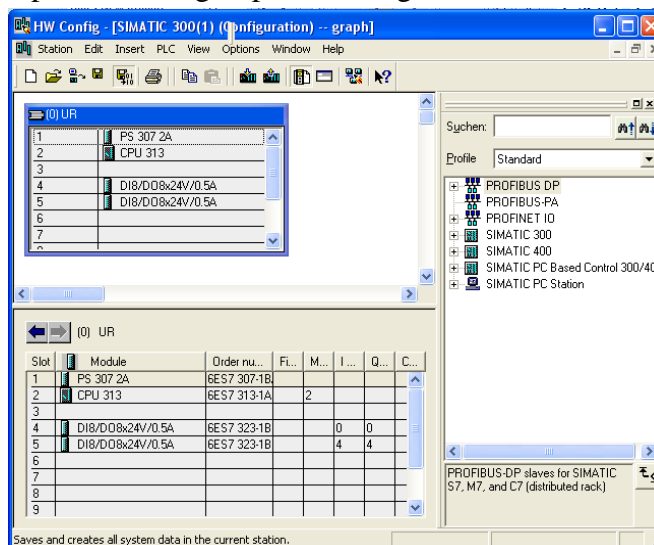
mulai dari modul PS, CPU, SM, dan modul yang lain. Langkah-langkah dalam *men-download hardware config* adalah:

- i. Menampilkan jendela *HW Config* pada layar,



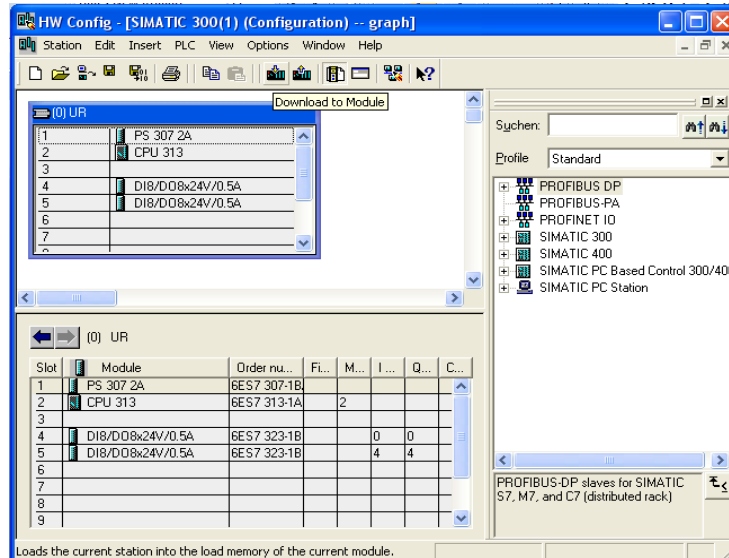
Gambar 38. Jendela *HW Config*

- ii. Menyimpan dan mengompilasi konfigurasi *hardware*,



Gambar 39. Menyimpan dan Mengompilasi Konfigurasi *Hardware*

- iii. Men-download konfigurasi *hardware*. Klik icon [download to modul],

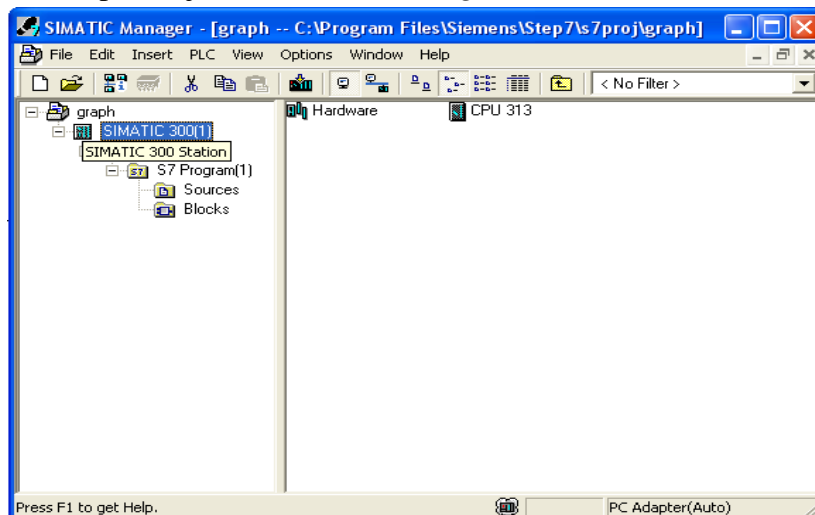


Gambar 40. Proses *Download to Module*

- b) *Download* file program

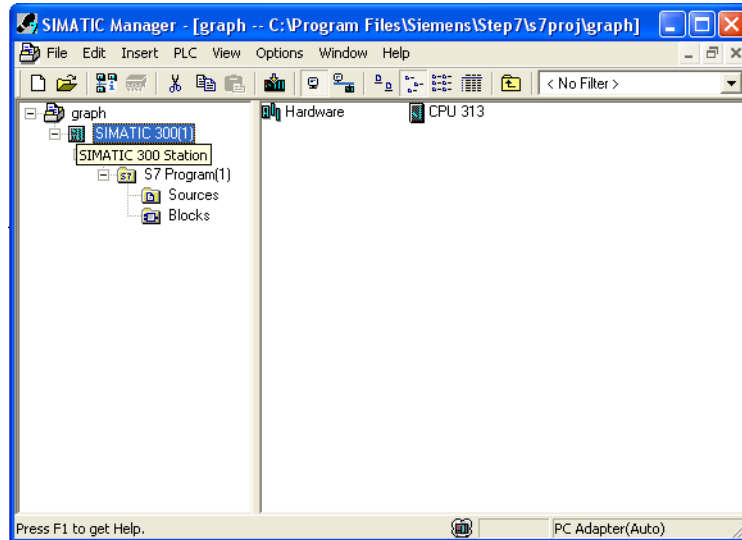
Setelah konfigurasi *hardware* di-download-kan ke module PLC, langkah selanjutnya yaitu men-download semua file program. Langkah-langkah dalam men-download semua file program adalah:

- i. Menampilkan jendela *simatic manager*,



Gambar 41. Jendela *Simatic Manager*

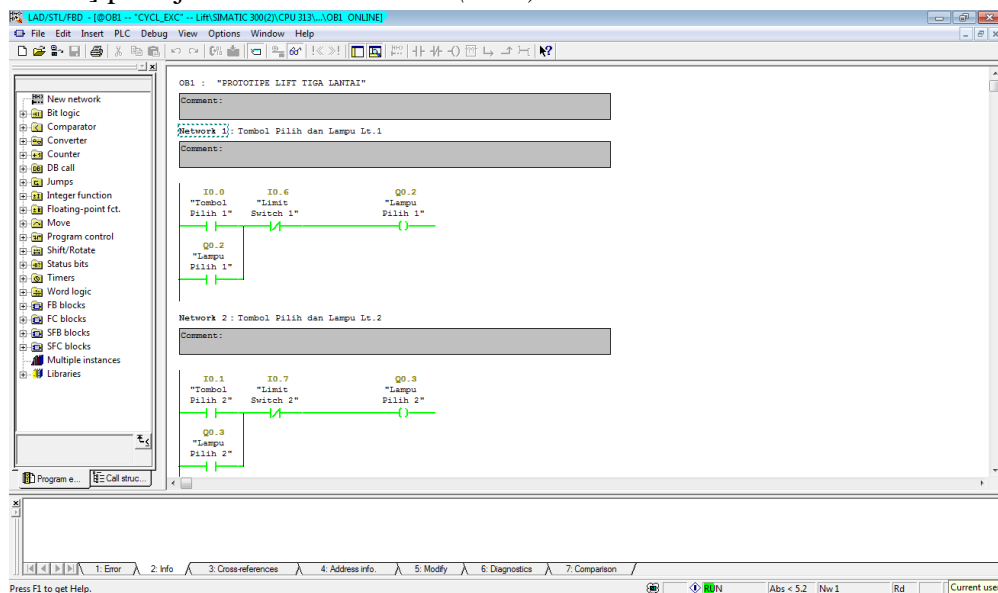
- ii. Men-download file program. Klik icon [SIMATIC 300(1)] → klik icon [download to module].



Gambar 42. Proses *Download* File Program

- e. Monitor program

Memonitor program bertujuan untuk mengetahui jalannya program dan juga untuk *trouble shooting*. Untuk mengaktifkan mode monitor yaitu: klik icon [monitor] pada jendela *LAD/ST/FBD (OBI)*.



Gambar 43. Program *OBI* Mode Monitor

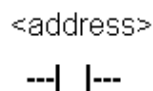
BAHASA PEMROGRAMAN LADDER DIAGRAM

Salah satu bahasa pemrograman PLC yang sering digunakan adalah bahasa *LAD (Ladder Diagram)*. Elemen *LAD* meliputi *bit logic*, *timer*, dan *counter*. Elemen *LAD* meliputi (SIEMENS,2006):

A. *Bit Logic*

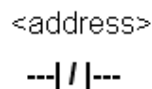
Instruksi *Bit logic* bekerja dengan dua digit, “1” dan “0”. Dua digit tersebut berasal dari dasar sistem bilangan biner. Dalam bahasa *LAD*, “1” berarti aktif dan “0” berarti tidak aktif. Instruksi *bit logic* menginterpretasikan isyarat “1” dan “0” membentuk kombinasi Logika Boolean. Kombinasi ini menghasilkan suatu hasil “1” atau “0” yang disebut “hasil operasi logika” (*RLO; result of logic operation*). Instruksi *bit logic* meliputi:

1. Kontak *NO (normaly open)*, akan menutup ketika nilai lokasi *bit address* yang sesuai sama dengan “1” dan sebaliknya akan membuka ketika nilai lokasi *bit address* yang sesuai sama dengan “0”.



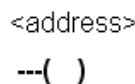
Gambar 44. Kontak *Normaly Open*

2. Kontak *NC (normaly close)*, akan menutup ketika nilai lokasi bit address yang sesuai sama dengan “0” dan sebaliknya akan membuka ketika nilai lokasi bit address yang sesuai sama dengan “1”.



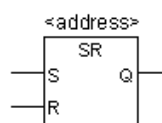
Gambar 45. Kontak *Normaly Close*

3. *Output Coil*, bekerja seperti relai pada umumnya. Ketika *RLO* = “1”, nilai coil pada lokasi *bit address* adalah “1” dan ketika *RLO* = “0”, nilai coil pada lokasi bit address adalah “0”.



Gambar 46. *Output Coil*

4. *Set-Reset Flip-Flop (SR)*, flip-flop yang mempertahankan kondisi terakhirnya. “Q” akan bernilai “1” jika sinyal *RLO* = “1” pada *S input (set)* dan *SR* akan bernilai “1” meskipun *RLO* = “0” pada *S input*. *SR* akan bernilai 0 jika sinyal *RLO* = “1” pada *R input (reset)*.



Gambar 47. *Set/Reset Flip-Flop (SR)*

B. *Timer* (pewaktu)

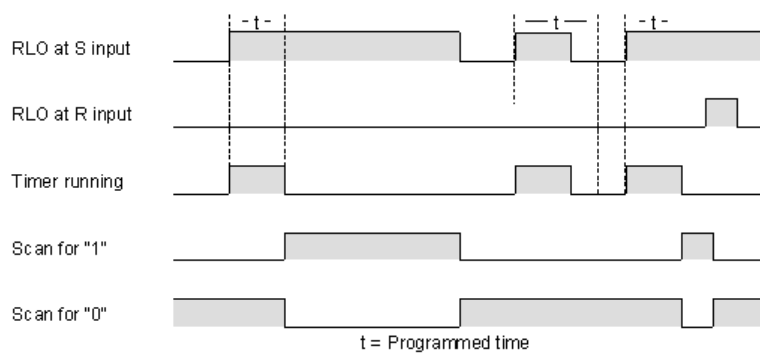
Timer mempunyai sebuah area di memory CPU sebesar 16-bit untuk setiap *timer*. Pada instruksi logika LAD, mampu sampai 256 *timer* atau sesuai dengan spesifikasi CPU yang digunakan.

On Delay Timer Coil (SD)

On delay timer coil mulai menghitung pewaktu sesuai dengan yang telah ditetapkan ketika *RLO* = “1”, Status isyarat pengatur waktu adalah “1” ketika <nilai waktu> telah berlalu dengan *RLO* konstan “1”. Jika *RLO* berubah dari “1” ke “0” ketika pewaktu sedang menghitung, pengatur waktu akan kembali ke tetapan waktu awal dan akan mulai menghitung pewaktu dari awal.

<T no.>
 ---(SD)
 <time value>

Gambar 48. *On Delay Timer Coil*



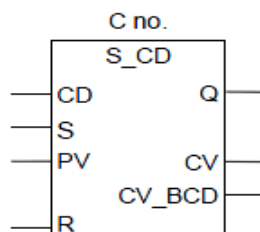
Gambar 49. Karakteristik *On Delay Timer*

C. *Counter* (pencacah)

Counter mempunyai sebuah area di memory CPU sebesar 16-bit untuk setiap *counter*. Pada instruksi logika LAD, mampu sampai 256 *counter* atau sesuai dengan spesifikasi CPU yang digunakan.

Down Counter (CD)

Down Counter mulai mencacah turun dimulai dari nilai konter yang ditetapkan sampai ”0” ketika *RLO* = “1” pada *S input* dan pada *CD input* merupakan masukan untuk mulai mencacah turun.



Gambar 50. *Down Counter*

Addressing (pengalamatan) merupakan pengalamatan dari *byte* dan *bit* yang digunakan baik sebagai *input* maupun *output*. Hal ini penting diperhatikan, yaitu kesesuaian antara kondisi alamat secara *hardware* dan pada saat pemrograman. Kesalahan pengalamatan dapat menyebabkan proses tidak berjalan sebagaimana mestinya.

1. Pengalamatan *input*

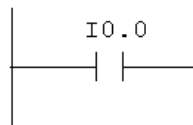
Instruksi untuk alamat *input* adalah

"I<byte>.<bit> "

Sebagai contoh :

"I0.0"

I0.0 merupakan alamat *input byte* "0" *bit* "0", operan "I" menandakan alamat sebuah *input*, tanda titik merupakan pemisah antara *byte* dan *bit*. Setiap satu modul *input* maksimal mampu memuat empat *byte input* (0; 1; 2; 3). Setiap satu *byte* terdapat 8 *bit input* (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7).



Gambar 51. Alamat *Input*

2. Pengalamatan *output*

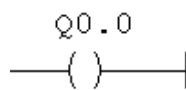
Instruksi untuk alamat *output* adalah

"Q<byte>.<bit> "

Sebagai contoh :

"Q0.0"

Q0.0 merupakan alamat *output byte* "0" *bit* "0", operan "Q" menandakan alamat sebuah *output*, tanda titik merupakan pemisah antara *byte* dan *bit*. Setiap satu modul *output* maksimal mampu memuat empat *byte output* (0; 1; 2; 3). Setiap satu *byte* terdapat 8 *bit output* (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7).



Gambar 52. Alamat *Output*

3. Pengalamatan *bit-memory*

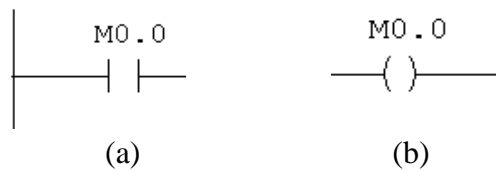
Instruksi untuk alamat *bit-memory* adalah

"M<byte>.<bit> "

Sebagai contoh :

"M0.0"

M0.0 merupakan alamat *bit-memory byte* "0" *bit* "0", operan "M" menandakan alamat sebuah *bit-memory*, tanda titik merupakan pemisah antara *byte* dan *bit*. Pada CPU 313 mampu 9999 *byte bit-memory*. Setiap satu *byte* terdapat 8 *bit bit-memory* (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7).



Gambar 53. (a) *Contact Memori*, (b) *Bit Memory*

4. Pengalamatan *on delay timer*

Instruksi untuk alamat *on delay timer* adalah

No Timer : T0 - T999

Nilai waktu : S5T#ah_bm_cs_dms

Keterangan :

h : hours (jam)

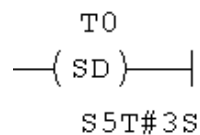
m : minutes (menit)

s: seconds (detik)

ms : miliseconds (milidetik)

a, b, c, d : konstanta waktu

Gambar 54. merupakan contoh pengalamatan *on delay timer*. Pada instruksi "T0", operan "T" menandakan alamat sebuah *timer*. Angka "0" merupakan nomor *timer*. Pada instruksi "S5T#3S", "S5T" merupakan tipe data *timer*, "#" merupakan pemisah antara tipe data dengan set waktu, dan "3S" merupakan set waktu selama tiga *second* (detik).



Gambar 54. Alamat *On Delay Timer*

5. Pengalamatan *down counter*

Instruksi untuk alamat *on down counter* adalah

No Pencacah : C0 - C999

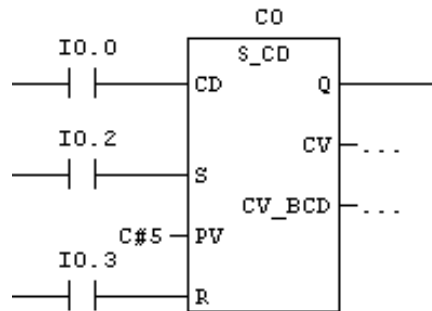
Nilai Pencacah : C#a

Keterangan :

a : set pencacah

Gambar 55. merupakan contoh pengalamatan *down counter*. Nilai pencacah diatur pada *input PV*. *RLO* = "1" pada *input R* (*reset*) untuk mengatur pencacah kembali ke set awal. Pencacah akan mulai mencacah turun jika ada perubahan dari "0" ke "1" pada *input CD* dan nilai pencacah lebih besar dari nol. *Output Q* sama dengan "1" jika nilai pencacah lebih besar dari "0" dan *Output Q* sama dengan "0" jika nilai pencacah sama dengan "0". Pada instruksi "C0", operan "C" menandakan alamat sebuah *counter*. Nilai "0" merupakan nomor *counter*. Pada instruksi "C#5", "C" merupakan tipe data *counter*, "#"

merupakan pemisah antara tipe data dengan set pencacah, dan "5" merupakan set pencacah mulai dari 5, 4, ... , 1, 0.



Gambar 55. Alamat *Down Counter*

LATIHAN 1.

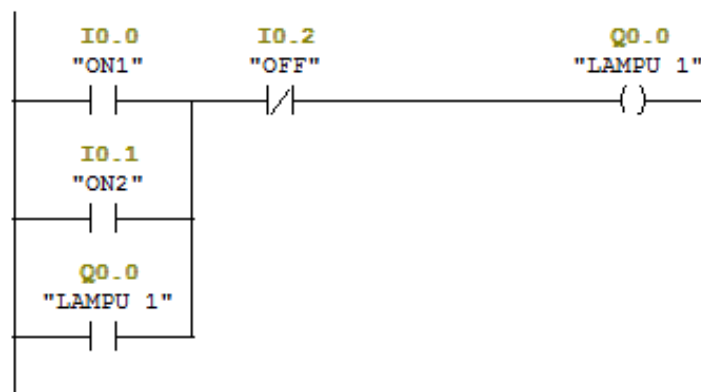
Buatlah program PLC dengan ladder diagram pada *simatic manager v5.5* untuk kasus-kasus dasar pemrograman PLC di bawah ini:

Konfigurasi hardware yang digunakan:

PS 307 2A, CPU-313-1AD01-0AB0, SM-323-DI8/DO8x24VDC-1BH00-0AA0

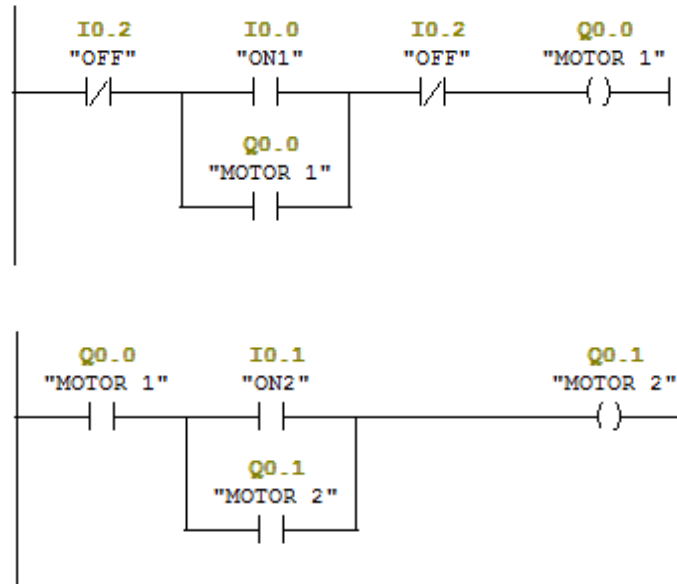
1. Pemrograman sebuah lampu dikendalikan dari dua buah tombol ON dan satu buah tombol OFF. Lampu akan menyala jika salah satu atau kedua tombol ON ditekan. Ketika tombol ON dilepas, lampu akan tetap menyala. Lampu dapat dipadamkan dengan menekan tombol OFF.

Contoh program PLC dengan diagram ladder :



2. Dua buah motor dikendalikan dengan dua buah tombol ON dan sebuah tombol OFF. Motor1 akan berjalan jika tombol ON1 ditekan. Selanjutnya disusul Motor2 berjalan dengan menekan tombol ON2. Motor2 tidak dapat berjalan jika Motor1 belum dijalankan. Motor akan berhenti jika ditekan tombol OFF.

Contoh program PLC dengan diagram ladder :

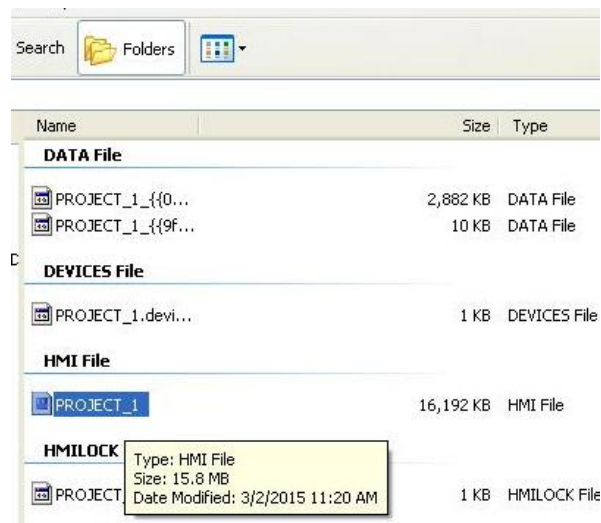


3. Dua buah motor dikendalikan oleh satu buah tombol ON dan satu buah tombol OFF. Motor1 akan berjalan setelah tombol ON ditekan. Lima detik setelah Motor1 berjalan, Motor2 berjalan secara otomatis. Motor akan berhenti jika ditekan tombol OFF.
4. Dua buah motor dikendalikan oleh satu buah tombol ON dan satu buah tombol OFF. Motor1 akan berjalan setelah tombol ON ditekan. Lima detik setelah Motor1 berjalan, Motor2 berjalan secara otomatis. Motor akan berhenti jika ditekan tombol OFF.
5. Dua buah motor dikendalikan dengan sebuah tombol ON dan sebuah tombol OFF. Ketika tombol ON ditekan, Motor1 berjalan selama tiga detik lalu berhenti selama tiga detik, terus berulang sebanyak 3 kali (gunakan fungsi *counter*). Lalu disusul Motor2 berjalan secara otomatis. Motor akan berhenti jika ditekan tombol OFF.

MENGOPERASIKAN TRAINER HMI WINCC FLEX 2008

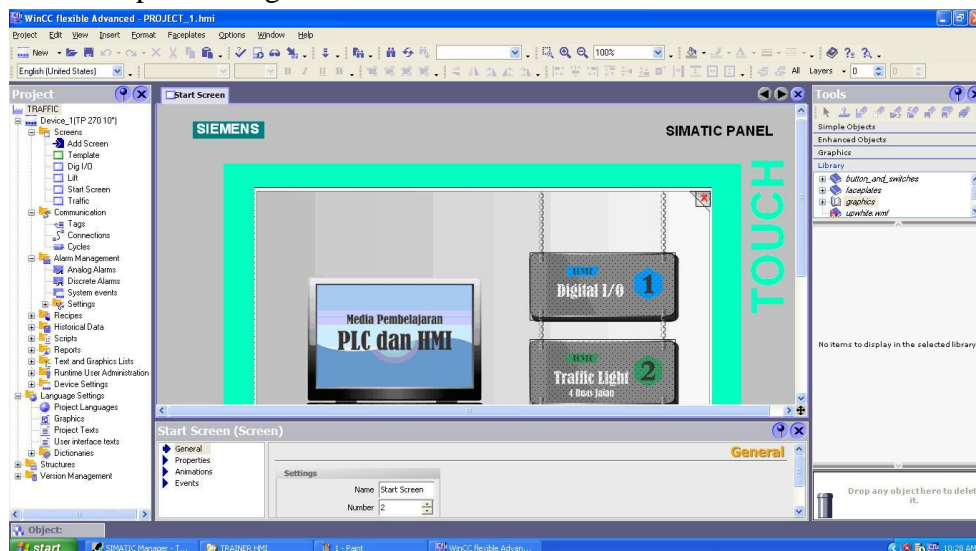
WinCC Flexible adalah perangkat lunak (*software*) yang dikeluarkan oleh Siemens untuk merancang, mendesain, atau memrogram HMI/OP (*Human Machine Interface / Operator Control*). WinCC Flexible 2008 adalah versi yang mudah disinkronkan dengan Simatic Manager Step 7. Perangkat lunak ini dapat dijalankan pada komputer dengan sistem operasi *windows xp*. Berikut cara untuk menjalankannya.

1. Buka file PROJECT_1.HMI



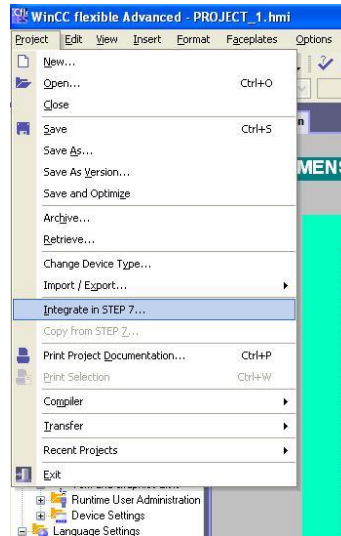
Gambar 56. File Trainer HMI

2. Mucul tampilan sebagai berikut.



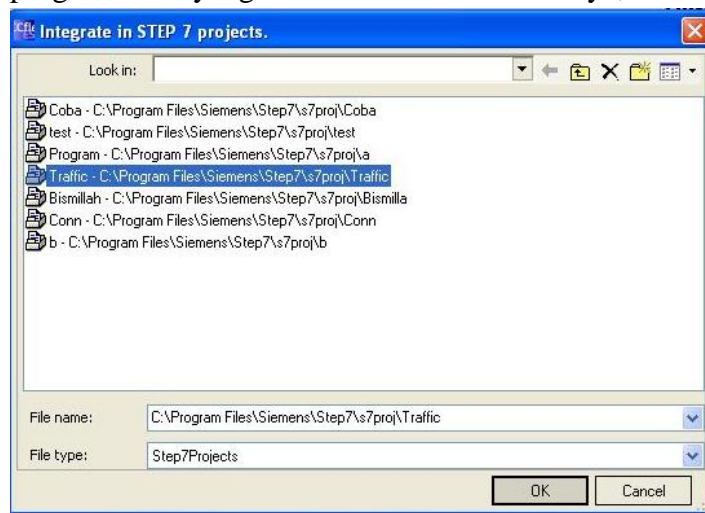
Gambar 66. Tampilan Trainer HMI pada WinCC

3. Kemudian klik project > Integrate STEP 7



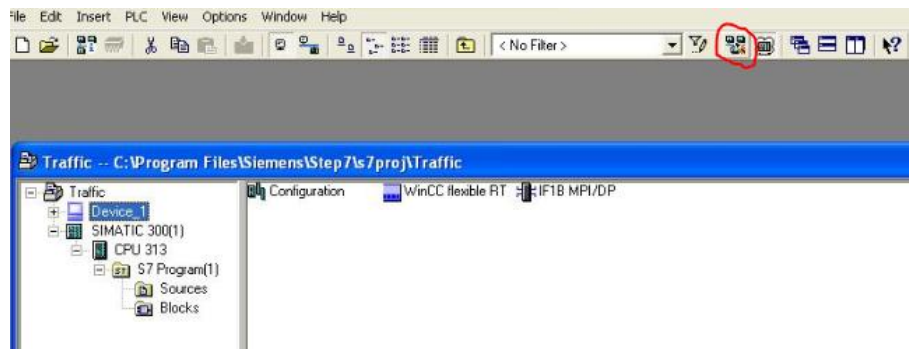
Gambar 67. Mengintegrasikan WinCC dengan Step 7

4. Pilih project program PLC yang telah anda buat sebelumnya, lalu klik OK



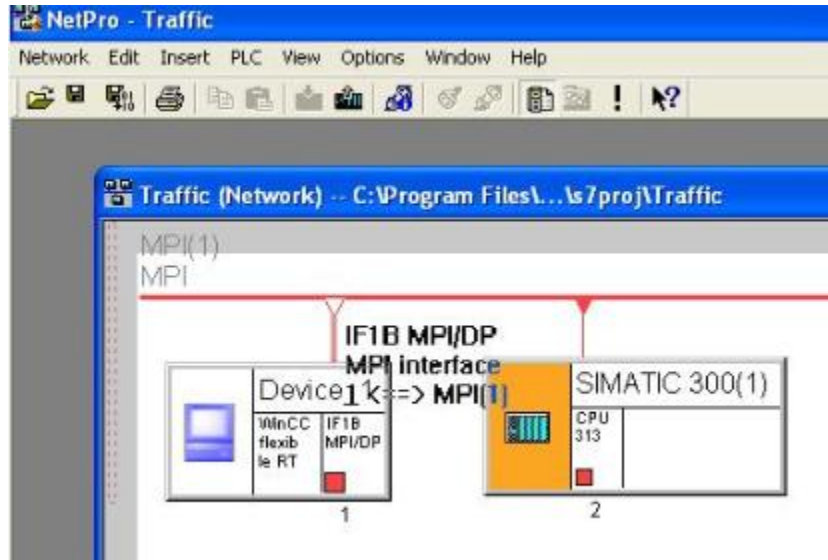
Gambar 68. Project yang akan Diintegrasikan

5. Kemudian buka jendela simatic step 7 anda akan tampil sebagai berikut. Muncul object Device_1 pada project anda. Klik Net Pro atau icon pada lingkaran merah.



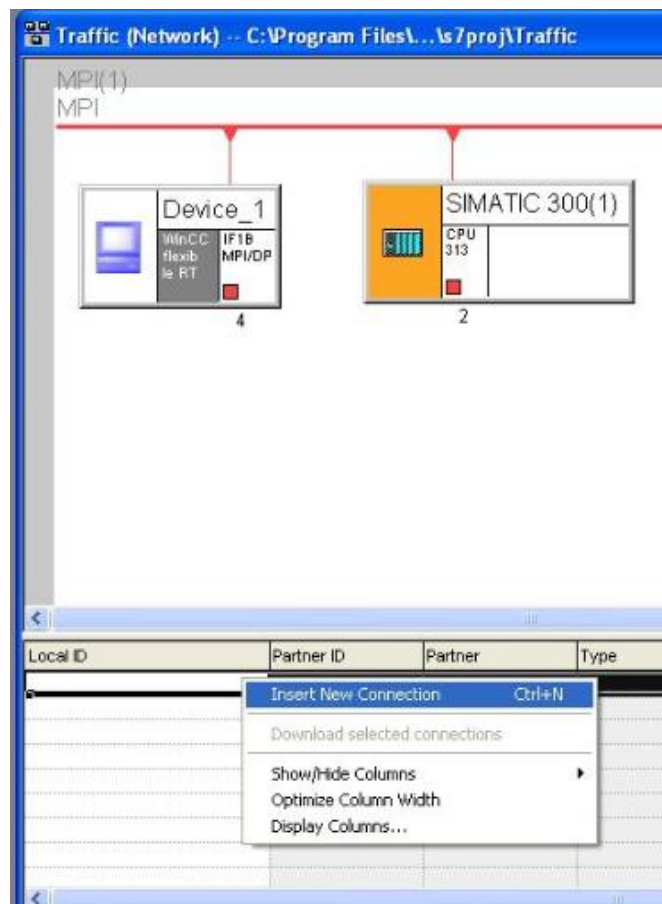
Gambar 69. Icon Netpro

- Klik dan drag kotak warna merah pada Device_1, sambungkan dengan garis mendatar warna merah. Ini adalah konfigurasi jaringan menggunakan fasilitas MPI.



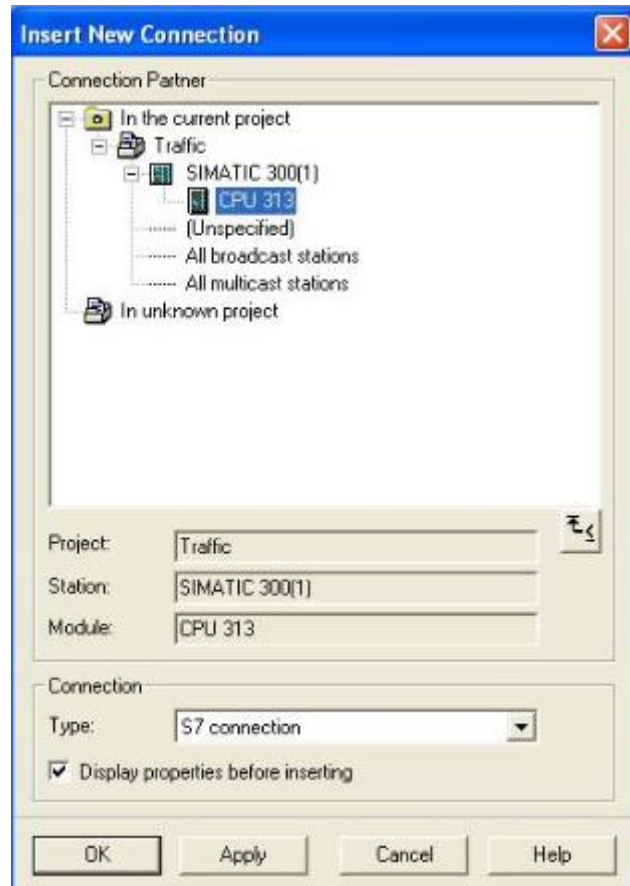
Gambar 70. Menghubungkan WinCC dengan Jaringan MPI

- Lalu klik pada WinCC flexible RT (kotak abu-abu) > klik kanan pada kolom > klik insert new connection



Gambar 71. Setting Koneksi

- Pilih CPU yang akan digunakan, dalam hal ini hanya CPU 313 karena program hanya menggunakan satu CPU. Kemudian klik OK akan muncul jendela properties S7 connection, klik OK.



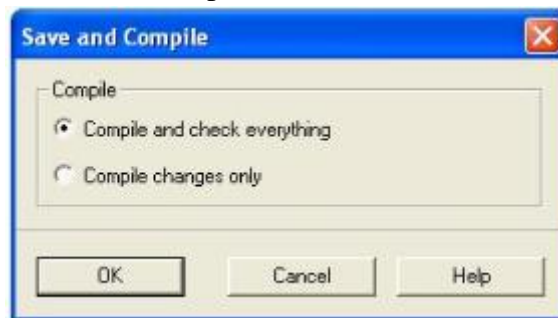
Gambar 72. Memilih CPU yang Digunakan

- Save and compile konfigurasi network.



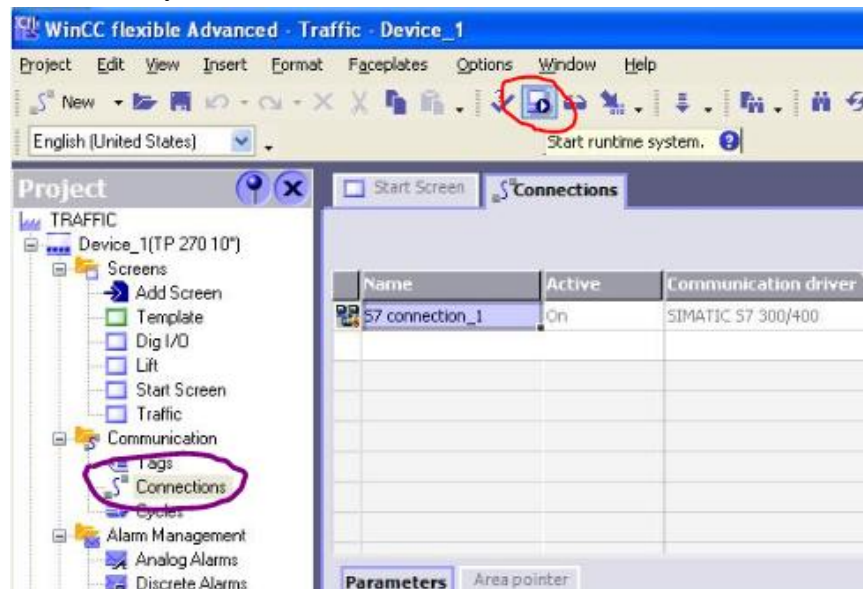
Gambar 73. Save and Compile

10. Pilih Compile and compile everything lalu klik OK. Tunggu proses hingga muncul pemberitahuan tidak terdapat error.



Gambar 74. Compile and Check

11. Buka kembali jendela WinCC flex anda, kemudian periksa koneksi apakah telah terhubung dengan Step 7 seperti gambar berikut. Untuk menjalankannya klik start runtime system.



Gambar 75. Icon Menjalankan WinCC Runtime

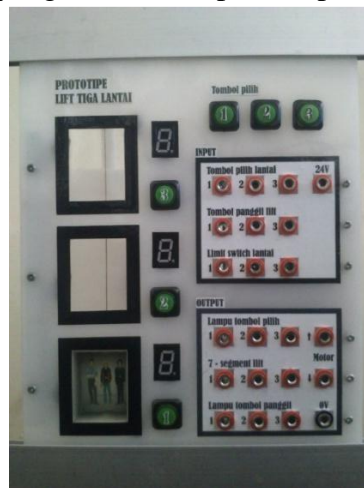
Untuk mempelajari WinCC lebih lanjut, anda dapat membaca buku dari Siemens yang berjudul WinCC flexible 2008 Getting Started First Time Users dan WinCC flexible 2008 Compact/Standard/Advanced. Anda dapat men-download secara gratis di internet dalam format pdf.

TRAINER PROTOTYPE LIFT TIGA LANTAI

Lift (juga disebut elevator sangkar) ditujukan khusus untuk mengangkat barang dan penumpang secara vertikal di dalam sangkar yang bergerak pada rel penuntun tetap. (N.Rudenko.1992:351). Lift banyak digunakan di gedung-gedung bertingkat seperti; industri, swalayan, atau perkantoran. Bagian-bagian utama lift antara lain; sangkar, rel penuntun, lorong elevator, pengimbangan elevator, dan mesin pengangkat elevator.

Media pembelajaran berupa prototipe lift tiga lantai adalah suatu media yang dirancang dan dibangun sedemikian rupa seperti lift tiga lantai pada kenyataannya. Media ini berfungsi sebagai simulasi suatu lift tiga lantai yang dapat digunakan dalam pembelajaran PLC.

Prototipe lift tiga lantai ini terdiri dari input dan output yang disesuaikan dengan kebutuhan suatu lift tiga lantai. Tegangan kerja pada terminal atau banana plug disesuaikan dengan tegangan kerja PLC. Pemakaiannya sangat mudah dengan menggunakan kabel jumper yang dicolokkan pada tiap terminalnya.

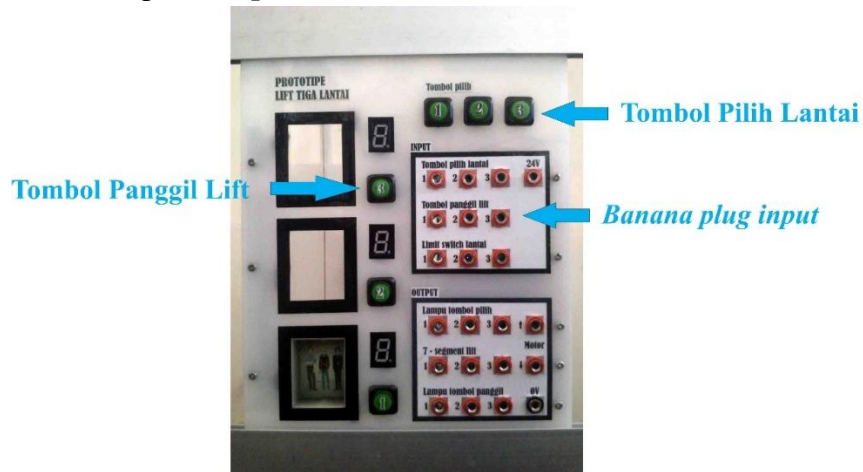


Gambar 76. Prototipe lift tiga lantai.

Tabel 3. Daftar komponen *input/output*.

Input	Output
1) Tombol Pilih Lantai 1	1) Motor Naik
2) Tombol Pilih Lantai 2	2) Motor Turun
3) Tombol Pilih Lantai 3	3) Lampu Tombol Pilih Lt.1
4) Tombol Panggil Lantai 1	4) Lampu Tombol Pilih Lt.2
5) Tombol Panggil Lantai 2	5) Lampu Tombol Pilih Lt.3
6) Tombol Panggil Lantai 3	6) 7-segment angka 1
7) Limit Switch Lantai 1	7) 7-segment angka 2
8) Limit Switch Lantai 2	8) 7-segment angka 3
9) Limit Switch Lantai 3	9) Lampu Tombol Panggil Lt.1
	10) Lampu Tombol Panggil Lt.2
	11) Lampu Tombol Panggil Lt.3

Tata letak komponen *input*:

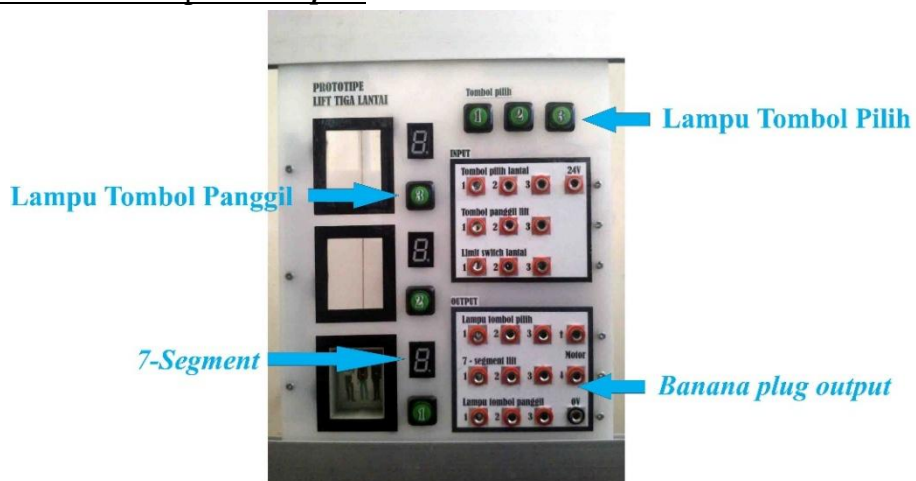


Gambar 77. Tata letak pemasangan komponen *input*

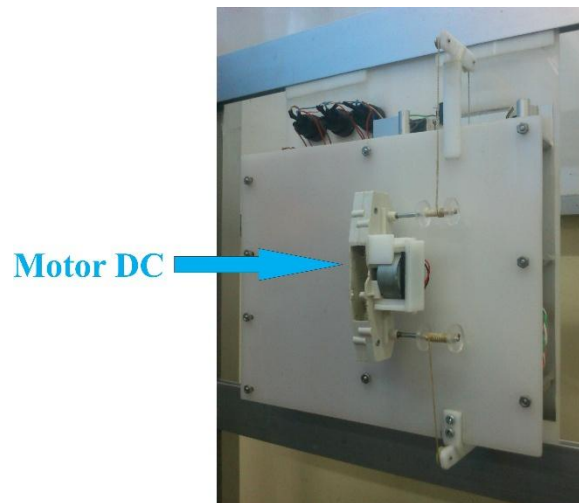


Gambar78. Letak pemasangan *limit switch* lantai tiga (tampak belakang)

Tata letak komponen *output*:



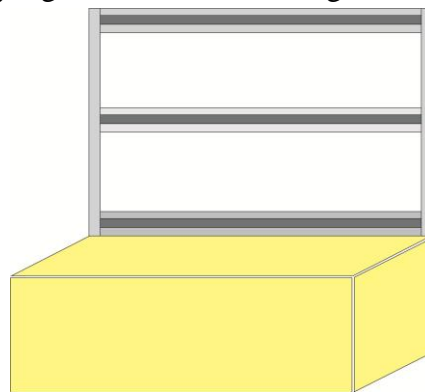
Gambar 79. Tata letak pemasangan komponen output



Gambar 80. Penempatan pemasangan motor (tampak belakang)

Frame sliding dan kotak penyimpanan

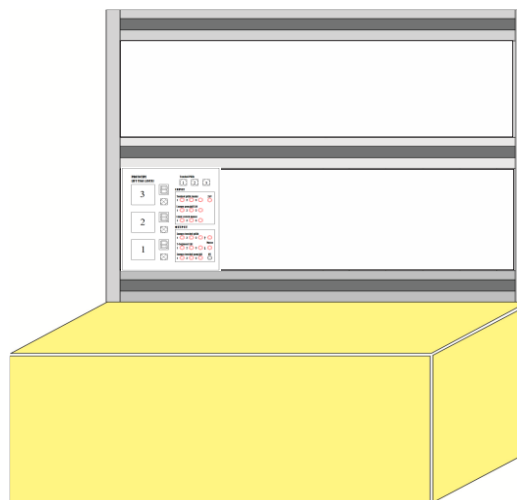
Frame sliding dibuat dari bahan alumunium yang berfungsi untuk meletakkan modul-modul pada saat digunakan. Bahan alumunium tersebut terdiri atas alumunium kotak dengan ukuran 3x3 cm dan alumunium H dengan ukuran 0,8x4 cm. Alumunium tersebut dirangkai sedemikian rupa menggunakan sekerup dan paku keling sehingga menjadi bentuk menyerupai *frame*. Kotak penyimpanan terbuat dari papan kayu lapis yang berbentuk balok dengan ukuran 99x32x23 cm.



Gambar 91. *Frame Sliding* dan Kotak Penyimpanan

Implementasi

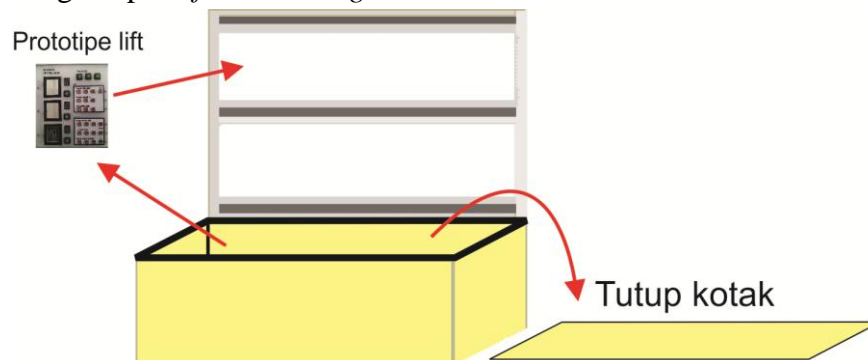
Implementasi dari konsep rancangan media pembelajaran prototipe lift tiga lantai berbasis PLC S7-300 lengkap dengan *frame sliding* dan kotak penyimpanannya adalah sebagai berikut.



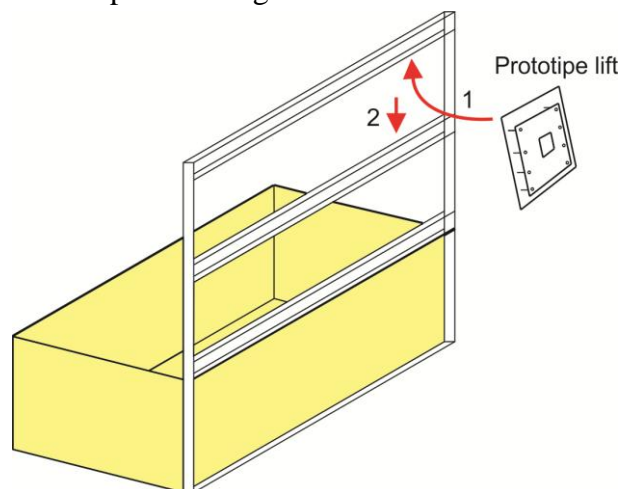
Gambar 92. Media Pembelajaran Prototipe Lift Tiga Lantai Berbasis PLC Siemens S7-300

PETUNJUK PENGGUNAAN TRAINER

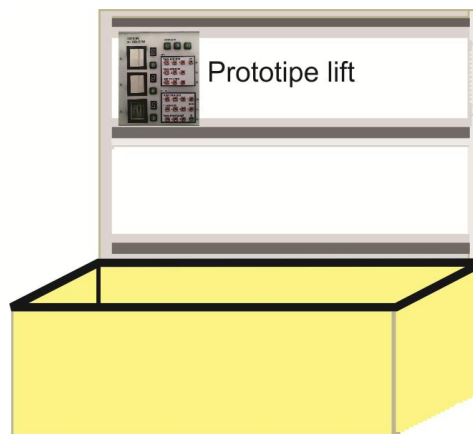
1. Buka kotak penyimpanan dan keluarkan modul prototipe lift tiga lantai, lalu pasang pada *frame sliding*!



2. Pemasangan modul perhatikan gambar di bawah ini!



*) **PENTING!** Pemasangan dilakukan dari belakang *frame sliding*.



Gambar tampak depan setelah prototipe terpasang.

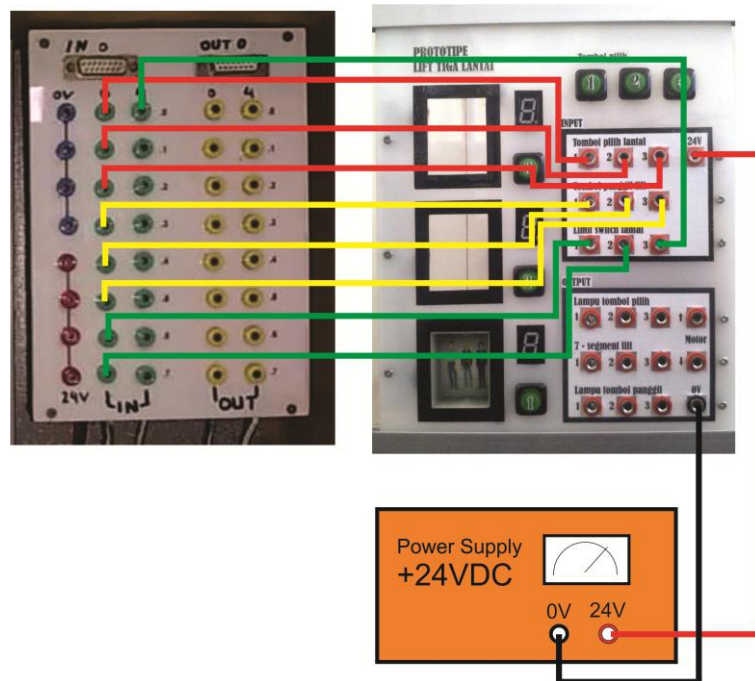
3. Siapkan/keluarkan kabel *jumper* dari dalam kotak penyimpanan!
 - a. Kabel warna merah = 7 buah
 - b. Kabel warna kuning = 6 buah
 - c. Kabel warna hijau = 6 buah
 - d. Kabel warna biru = 2 buah
 - e. Kabel warna hitam = 1 buah
4. Siapkan catu daya (*power supply*) DC 24V!
5. Periksa satu-persatu komponen *input/output* pada prototipe lift dengan menggunakan *power supply* dan kabel *jumper*. Bisa juga dengan bantuan alat ukur multimeter!
6. Hubungkan modul PLC S7-300 yang ada di dalam kotak penyimpanan dan prototipe lift dengan kabel jumper. Gunakan konfigurasi warna kabel untuk mempermudah dalam pemasangan atau ketika *troubleshooting*!

Komponen <i>input</i>	Warna
Tombol pilih lantai 1-3	Merah
Tombol panggil lantai 1-3	Kuning
Limit Switch lantai 1-3	Hijau

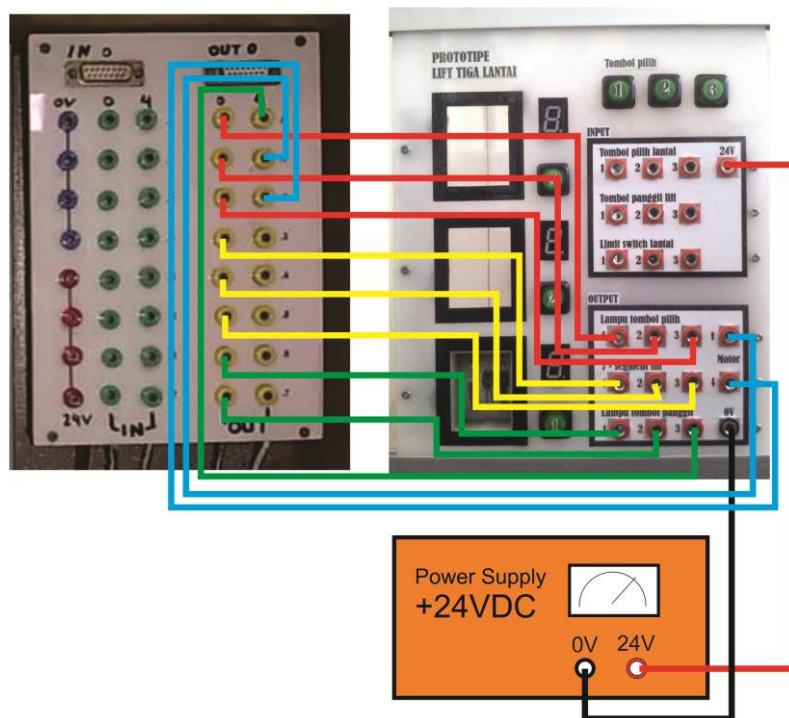
Komponen <i>output</i>	Warna
Lampu tombol pilih 1-3	Merah
7-Segment angka 1-3	Kuning
Lampu tombol panggil 1-3	Hijau
Motor Naik dan Motor Turun	Biru

Catu daya	Warna
+24V	Merah
0V	Hitam





Gambar Pengawatan Komponen *Input*



Gambar Pengawatan Komponen *Output*

- Lakukan pemrograman PLC SIEMENS S7-300 menggunakan perangkat lunak *Simatic Manager v5.5!* *Compile* dan *download* program ke dalam PLC dengan PC Adapter MPI USB kemudian ujilah program yang saudara buat!

LATIHAN 2.

- Lakukan pengamatan pada modul PLC S7-300 dan prototipe lift tiga lantai. Tulis pengamatan komponen *input/output* sesuai dengan pengawatan yang telah saudara lakukan! Tuliskan pada tabel di bawah ini!

Komponen *Input* :

NAMA KOMPONEN	ALAMAT
Tombol Pilih 1	
Tombol Pilih 2	
Tombol Pilih 3	
Tombol Panggil 1	
Tombol Panggil 2	
Tombol Panggil 3	
Limit Switch 1	
Limit Switch 2	
Limit Switch 3	

Komponen *Output* :

NAMA KOMPONEN	ALAMAT
Lampu Tombol Pilih 1	
Lampu Tombol Pilih 2	
Lampu Tombol Pilih 3	
7-Segment 1	
7-Segment 2	
7-Segment 3	
Lampu Tombol Panggil 1	
Lampu Tombol Panggil 2	
Lampu Tombol Panggil 3	
Motor Naik	
Motor Turun	

- Buatlah program pada *Simatic Manager v5.5* dengan permasalahan sebagai berikut:

Konfigurasi hardware yang digunakan:

PS 307 2A, CPU-313-1AD01-0AB0, SM-323-DI8/DO8x24VDC-1BH00-0AA0

- Lampu tombol pilih 1 menyala jika tombol pilih 1 ditekan. Akan padam jika tombol dilepas.

- Lampu tombol pilih 2 menyala jika tombol pilih 2 ditekan. Akan padam jika tombol dilepas.
- Lampu tombol pilih 3 menyala jika tombol pilih 3 ditekan. Akan padam jika tombol dilepas.
- b. Lampu tombol panggil 1 menyala jika tombol panggil 1 ditekan. Akan padam jika tombol dilepas.
- Lampu tombol panggil 2 menyala jika tombol panggil 2 ditekan. Akan padam jika tombol dilepas.
- Lampu tombol panggil 3 menyala jika tombol panggil 3 ditekan. Akan padam jika tombol dilepas.
- c. *Seven segment* akan menampilkan angka “1” jika *limit switch* lantai 1 ditekan. Akan padam jika *limit switch* dilepas.
- Seven segment* akan menampilkan angka “2” jika *limit switch* lantai 2 ditekan. Akan padam jika *limit switch* dilepas.
- Seven segment* akan menampilkan angka “3” jika *limit switch* lantai 3 ditekan. Akan padam jika *limit switch* dilepas.
- d. Motor akan menarik sangkar lift ke atas jika tombol pilih atau tombol panggil lantai 3 ditekan.
- Motor akan menarik sangkar lift ke bawah jika tombol pilih atau tombol panggil lantai 1 ditekan.
- e. Sangkar lift akan berada pada posisi lantai 1 jika tombol panggil/pilih lantai 1 ditekan. Ketika sangkar telah pada posisi lantai 1, maka *seven segment* menampilkan angka “1”.
- Sangkar lift akan berada pada posisi lantai 2 jika tombol panggil/pilih lantai 2 ditekan. Ketika sangkar telah pada posisi lantai 2, maka *seven segment* menampilkan angka “2”.
- Sangkar lift akan berada pada posisi lantai 3 jika tombol panggil/pilih lantai 3 ditekan. Ketika sangkar telah pada posisi lantai 3, maka *seven segment* menampilkan angka “3”.

UJI KOMPETENSI

Buatlah program untuk mengendalikan prototipe lift tiga lantai pada *Simatic Manager v5.5* dengan ketentuan sebagai berikut:

Konfigurasi hardware yang digunakan:

PS 307 2A, CPU-313-1AD01-0AB0, SM-323-DI8/DO8x24VDC-1BH00-0AA0

Atur posisi awal sangkar lift pada posisi lantai 1 ketika PLC dinyalakan. Sangkar lift akan bergerak sesuai dengan perintah dari tombol panggil maupun tombol pilih. Lampu tombol panggil/pilih akan tetap menyala setelah tombol ditekan dan akan padam jika sangkar lift telah sampai pada tujuannya. *Seven segment* akan menampilkan angka sesuai dengan posisi sangkar lift berada. (50 Poin)

Ketika sangkar lift berada pada posisi lantai 1, kemudian ditekan tombol pilih/panggil lantai 3, dan ditengah perjalanan tombol pilih/panggil lantai 2 ditekan, namun sangkar belum sempat melewati lantai 2, maka sangkar akan berhenti di lantai 2 terlebih dahulu, beberapa saat kemudian melanjutkan bergerak ke lantai 3. Begitu juga sebaliknya jika sangkar lift posisi awal berada di lantai 3. Beri jeda waktu 3 detik untuk berhenti setiap sangkar lift berada pada posisi eksekusinya. Baru setelah waktu jeda selesai, sangkar lift dapat dieksekusi kembali. (30 Poin)

Program dapat mengeksekusi dari banyak inputan namun mendahulukan inputan yang paling efektif dan lebih dahulu ditekan. Semisal, sangkar berada pada posisi awal lantai 1. Kemudian ditekan tombol pilih 3, tombol panggil 2, ditengah perjalanan ditekan tombol pilih 1 secara berurutan. Maka sangkar lift akan bergerak menuju lantai 2, berhenti dengan jeda 3 detik. Lalu melanjutkan ke lantai 3, berhenti selama 3 detik dan selanjutnya menuju lantai 1. Buatlah program sekreatif mungkin dan realistis layaknya lift tiga lantai yang sesungguhnya. (20 Poin)

SEMANGAT! SELAMAT BELAJAR DAN BEKERJA.

DAFTAR PUSTAKA

- Rudenko N. 1992. *Mesin Pemindah Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Bolton William. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC)*. Jakarta: Erlangga.
- SIEMENS. 2006. *Simatic Ladder Logic (LAD) for S7-300 and S7-400 Programming*. Manual Book. German
- SIEMENS. 2006. *Simatic Programming With STEP 7*. Manual Book. German
- SIEMENS. 2006. *Simatic S7-300 Automation System CPU Specifications: CPU 31xC and CPU 31x*. Manual Book. German
- SIEMENS. 2006. *Simatic S7-300 and M7-300 Programmable Controller Module Specifications*. Manual Book. German
- SIEMENS. 2008. *WinCC flexible 2008-Compact/Standard/Advanced*. Manual Book. German
- SIEMENS. 2008. *WinCC flexible 2008-Getting Started-First-Time Users*. Manual Book. German