



**PEMBUATAN SIMULATOR *ELECTRIC MIRROR* TOYOTA
ALL NEW AVANZA**

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Oleh

RUDI AHMADI

NIM. 14509134037

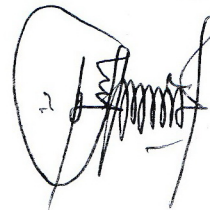
**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
OKTOBER 2017**

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “**Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza**” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, Oktober 2017

Dosen Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'W' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

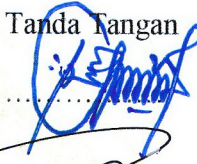


Muhkamad Wakid, M.Eng.

NIP. 19770717 200212 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul “**PEMBUATAN SIMULATOR *ELECTRIC MIRROR* TOYOTA ALL NEW AVANZA**” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 10 Oktober 2017 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Muhkamad Wakid, M.Eng.	Ketua Penguji	
Dr. Zaenal Arifin, M.T.	Sekretaris Penguji		23.10.2017
Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd.	Penguji Utama		23-10-2017

Yogyakarta, 23 Oktober 2017

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2017

Yang menyatakan,



Rudi Ahmadi
NIM. 14509134037

MOTTO

“Sabar dan terus mencoba! Kata untuk menuju sebuah keberhasilan”

(Unkwon)

*“Belajarlah dari hari kemarin, hiduplah untuk hari ini,
berharaplah untuk hari esok”*

(Albert Einsten)

*“Jalani apa yang ada didepan mata, bahagia atau tidak
hanya engkau yang dapat mengubahnya”*

(Rudi Ahmadi)

*“Allah mengangkat orang-orang beriman diantara kamu dan juga orang-orang
yang dikaruniai ilmu pengetahuan hingga beberapa derajat”*

(al-Mujadalah : 11)

*“Jangan pernah menyesali masa lalu, karena itu hanya menjadi beban untuk
menjadi sebuah pribadi yang lebih baik. Jangan malu hanya untuk berubah.*

Berani berubah menjadi lebih baik itu baik”

(Rudi Ahmadi)

*“Jika seseorang berjalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan menunjukkan
jalan surga bagi nya”*

(al-Hadits)

PEMBUATAN SIMULATOR *ELECTRIC MIRROR* TOYOTA ALL NEW AVANZA

Oleh :

Rudi Ahmadi
14509134037

ABSTRAK

Tujuan dibuatnya proyek akhir yang berjudul pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini sebagai berikut: (1) Merancang simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang mudah dipelajari. (2) Membuat simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dengan baik. (3) Menguji simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza.

Simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dibuat melalui beberapa tahapan, antara lain tahap perancangan, pembuatan dan pengujian. Perancangan dibuat menggunakan aplikasi *corel draw* dan *auto cad* yang desain panel dan rangkanya atas dasar konsultasi dengan Kaprodi D3 Teknik Otomotif. Rancangan simulator dibuat dengan ukuran 90cm x 33cm x 67 cm menggunakan besi hollow, besi siku, dan besi plat yang dicat warna hitam. Rancangan papan panel simulator dibuat dengan akrilik bening dengan ukuran 90cm x 76cm yang diprint warna biru muda. Pembuatan dilakukan dengan mendesain rangka dan papan simulator, mempersiapkan alat dan bahan, membuat rangka dan papan simulator sesuai dengan desain dilanjutkan proses perakitan dan *finishing*. Setelah itu tahap proses pengujian simulator yang meliputi pengujian sistem dengan merangkai dan menghidupkan simulator, menguji indikator fungsi dengan pemeriksaan komponen serta menguji kinerja simulator untuk mengetahui kelayakan simulator tersebut.

Setelah pembuatan didapatkan hasil sebagai berikut: (1) Perancangan yaitu didapatkan rancangan rangka dan jadwal rencana proses pembuatan simulator. (2) Hasil pembuatan simulator yaitu pemotongan bahan, pembentukan bahan dan pengecatan simulator yang berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana awal. (3) Hasil pengujian simulator ini menyatakan, simulator pembelajaran simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dapat bekerja dengan baik dan dari hasil uji kelayakan menyatakan bahwa simulator “sangat layak, tanpa revisi” sehingga dapat digunakan sebagai simulator yang baik.

Kata Kunci: Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza.

MAKING SIMULATOR ELECTRIC MIRROR TOYOTA ALL NEW AVANZA

By:
Rudi Ahmadi
14509134037

ABSTRACT

The goal of making the final project entitled making electric mirror simulator Toyota All New Avanza is as follows: (1) Designing a mirror simulator Toyota All New Avanza easy to learn. (2) Make an electric mirror simulator Toyota All New Avanza well. (3) Test the simulator electric mirror Toyota All New Avanza.

Toyota mirror electric simulators All New Avanza made through several stages, including stage design, manufacture and testing. The design is made using the application of Corel Draw and Auto Cad that design the panel and its frame on the basis of consultation with the Head of D3 Engineering Automotive. The design of the simulator is made with size 90cm x 33cm x 67 cm using hollow iron, elbow iron, and iron plate painted black. The design of the simulator panel board is made with clear acrylic with size 90cm x 76cm which is printed in light blue color. Making is done by designing the frame and simulator board, preparing tools and materials, making the frame and board simulator in accordance with the design continued assembly and finishing process. After that stage simulator testing process which includes testing the system by assembling and turning on the simulator, test the function indicator by examination of components and test the performance of the simulator to determine the feasibility of the simulator.

After making the results obtained as follows: (1) The design is obtained by the skeletal plan and schedule the process of making the simulator. (2) The result of simulator making is material cutting, material forming and painting of simulator that goes well and according to original plan. (3) The results of this simulator test stated that the simulator of electric mirror simulator Toyota All New Avanza can work well and from the feasibility test result stated that the simulator "very feasible, without revision" so it can be used as a good simulator.

Keywords: Making Electric Mirror Simulator Toyota All New Avanza.

PEMBUATAN SIMULATOR *ELECTRIC MIRROR* TOYOTA ALL NEW AVANZA

Oleh :

Rudi Ahmadi
14509134037

ABSTRAK

Tujuan dibuatnya proyek akhir yang berjudul pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini sebagai berikut: (1) Merancang simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang mudah dipelajari. (2) Membuat simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dengan baik. (3) Menguji simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza.

Simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dibuat melalui beberapa tahapan, antara lain tahap perancangan, pembuatan dan pengujian. Perancangan dibuat menggunakan aplikasi *corel draw* dan *auto cad* yang desain panel dan rangkanya atas dasar konsultasi dengan Kaprodi D3 Teknik Otomotif. Rancangan simulator dibuat dengan ukuran 90cm x 33cm x 67 cm menggunakan besi hollow, besi siku, dan besi plat yang dicat warna hitam. Rancangan papan panel simulator dibuat dengan akrilik bening dengan ukuran 90cm x 76cm yang diprint warna biru muda. Pembuatan dilakukan dengan mendesain rangka dan papan simulator, mempersiapkan alat dan bahan, membuat rangka dan papan simulator sesuai dengan desain dilanjutkan proses perakitan dan *finishing*. Setelah itu tahap proses pengujian simulator yang meliputi pengujian sistem dengan merangkai dan menghidupkan simulator, menguji indikator fungsi dengan pemeriksaan komponen serta menguji kinerja simulator untuk mengetahui kelayakan simulator tersebut.

Setelah pembuatan didapatkan hasil sebagai berikut: (1) Perancangan yaitu didapatkan rancangan rangka dan jadwal rencana proses pembuatan simulator. (2) Hasil pembuatan simulator yaitu pemotongan bahan, pembentukan bahan dan pengecatan simulator yang berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana awal. (3) Hasil pengujian simulator ini menyatakan, simulator pembelajaran simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dapat bekerja dengan baik dan dari hasil uji kelayakan menyatakan bahwa simulator “sangat layak, tanpa revisi” sehingga dapat digunakan sebagai simulator yang baik.

Kata Kunci: Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza.

KATA PENGANTAR

Segala puji kami pajatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya sehingga pembuatan Proyek Akhir sekaligus penyusunan laporan Proyek Akhir yang berjudul “Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza” dapat berjalan dengan baik.

Laporan Proyek Akhir ini disusun guna memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Otomotif D3 pada Program Studi Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta. Penulisan Proyek Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik moril, material maupun spiritual serta pemberian kesempatan kepada penulis, Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhkamad Wakid, M.Eng., selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Dr. Widarto, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Moch. Solikin, M.Kes., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.

5. Bapak Tafakur, S.Pd.,M.Pd., selaku Koordinator Proyek Akhir Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak dan Ibu serta adik yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir dengan baik.
7. Vincencia Mita Haninditya yang selalu sabar memberikan dukungan, bantuan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir dengan baik.
8. Teman-teman kontrakan (Tito Momon, Deni Denok, Danang Badrun, Gilang Bongor, Ipam Pambudi, Tesko Tesar) yang selalu memberikan semangat agar cepat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan baik.
9. Sahabat-sahabat “Segitiga Biru” yang selalu memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada dunia pendidikan Otomotif serta demi kemajuan bersama, Aamiin. Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	6
G. Keaslian Gagasan	6
 BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Simulator	7
1. Tujuan Simulator	9
2. Manfaat Simulator	9
3. Fungsi Simulator	10
4. Kelebihan Simulator	10
5. Kekurangan Simulator	11
6. Contoh Aplikasi Simulator	11
7. Klasifikasi Model Simulator	11

8. Simulator yang Dibuat	13
9. Warna	13
B. Sistem <i>Electric Mirror</i>	15
1. Baterai	16
2. <i>Fuse</i>	17
3. Kunci Kontak	19
4. <i>Electric Remote Control</i>	19
5. <i>Outside Rear View Mirror</i> (Kaca Spion)	20
6. <i>Electric Mirror Motor</i>	21
C. Fungsi <i>Electric Mirror</i>	22
D. Cara Kerja <i>Electric Mirror</i>	22
E. <i>Troubleshooting Electric Mirror</i> dan Cara Mengatasinya	26
1. Kaca Spion Tidak Bekerja Saat <i>Switch</i> Ditekan	26
2. Kaca Spion Bekerja Secara Tidak Normal	27
F. Bahan Simulator	29
1. Besi	29
2. Akrilik	33
3. Kabel	34
4. <i>Banana Conector</i>	35
G. Ergonomi	36

BAB III. KONSEP PEMBUATAN

A. Analisa Kebutuhan	38
B. Rancangan Simulator	39
1. Rancangan <i>Layout</i> Simulator	39
2. Rancangan Rangka Simulator	41
C. Rancangan Proses Pembuatan	43
1. Observasi dan Pemilihan Bahan Simulator	43
2. Rencana Proses Pembuatan Rangka Simulator	44
3. Rencana Pembuatan Papan Panel Simulator	48
4. Rencana Pemasangan Komponen Simulator	48

D. Rencana Pengujian	49
1. Uji Komponen dan Kerja Sistem <i>Electric Mirror</i>	50
2. Uji Persepsional (Penguji Kelayakan) Simulator	53
E. Teknik Analisis Data	58
F. Rencana Kebutuhan Alat dan Bahan	60
1. Rencana Kebutuhan Alat	60
2. Rencana Kebutuhan Bahan	61
G. Rencana Anggaran Biaya	62
H. Rencana Jadwal Kegiatan	63
BAB IV. PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN	
A. Proses Pembuatan Simulator	62
1. Pembuatan Desain <i>Layout</i> dan Rangka Simulator	62
2. Observasi dan Pemilihan Bahan Simulator	63
3. Pembuatan Rangka Simulator	63
4. Pembuatan Papan Panel Simulator	70
5. Perakitan Simulator	72
B. Hasil Pembuatan Simulator	73
1. Hasil Pembuatan Simulator	73
2. Hasil Pengujian Simulator	74
C. Pembahasan	83
1. Merancang Simulator	83
2. Membuat Simulator	84
3. Mengetahui Kinerja Simulator	88
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	98
B. Keterbatasan	100
C. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN.....	103

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi otomotif saat ini semakin berkembang. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya sistem-sistem yang dipasang pada kendaraan khususnya mobil. Hampir semua jenis mobil sekarang dilengkapi dengan berbagai sistem demi kesempurnaan kerja dari kendaraan tersebut serta keamanan dan kenyamanan dalam berkendara. Mobil sekarang tidak hanya *engine* saja teknologinya yang semakin canggih, tetapi juga dilengkapi dengan adanya penambahan *electrical body* yang selalu berkembang untuk mendukung dalam pengoperasian mobil tersebut. Salah satunya adalah sistem *electric mirror* atau spion elektrik.

Electric mirror atau spion elektrik adalah suatu sistem pada kendaraan yang digunakan untuk menggerakkan kaca spion luar secara elektrik menggunakan motor DC dan saklar. *Electric mirror* berfungsi sebagai pengatur sudut kaca spion kanan kiri mobil tanpa harus membuka jendela mobil dan mengubahnya secara manual. *Electric mirror* bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan saat berkendara. *Electric mirror* memudahkan pengemudi untuk mengatur sudut pandang ke belakang hanya dengan menekan saklar untuk mengatur sudut pandang kaca spion tanpa harus pengemudi keluar mobil untuk mengatur kaca spion, dengan begitu pengemudi hanya tinggal duduk di kursi kemudi dan menekan tombol saklar untuk menyetel sudut kaca spion yang diperlukan sesuai dengan postur pengemudi itu sendiri.

Universitas Negeri Yogyakarta sebagai instansi pendidikan tinggi memiliki tanggung jawab dalam menghasilkan lulusan yang handal, kreatif, inovatif, dan siap kerja. Salah satu upaya yang dilakukan oleh Universitas Negeri Yogyakarta adalah membuat sebuah produk yang dapat dimanfaatkan dalam jangka panjang melalui karya inovasi teknologi proyek akhir. Pada proyek akhir dilakukan di bengkel otomotif Universitas Negeri Yogyakarta, karena di bengkel otomotif Universitas Negeri Yogyakarta masih membutuhkan media pembelajaran dalam mendukung praktik berbasis simulator yang berbentuk *stand*. Simulator dalam bentuk *stand* dibuat untuk praktik mahasiswa Teknik Otomotif FT UNY dalam menuangkan ilmu yang ada dalam menunjang perkembangan teknologi. Simulator dalam bentuk *stand* akan lebih mudah dipelajari setiap komponennya dibanding yang berbentuk portabel/mobil. Bentuk *stand* simulator mudah dipindahkan sesuai tempat praktikan, sedangkan dalam bentuk portabel tidak mampu digunakan mahasiswa dalam pembelajaran di kelas/dipindahkan di atas meja.

Setelah melakukan observasi ke bengkel otomotif FT UNY, di mata kuliah kelistrikan terdapat berbagai macam simulator yang sudah cukup lengkap. Simulator tersebut meliputi simulator sistem kelistrikan *engine*, *chasis*, maupun bodi. Sistem *electric mirror* di bengkel otomotif FT UNY memang sudah ada namun belum dalam wujud *stand* simulator, masih portabel dengan mobil. Oleh karena itu dibuat proyek akhir dengan judul **“PEMBUATAN SIMULATOR *ELECTRIC MIRROR* TOYOTA ALL NEW AVANZA”**, agar mahasiswa lebih banyak mempelajari jenis-jenis

sistem kelistrikan bodi mobil dan untuk menambah variasi sistem kelistrikan bodi. Diharapkan dengan adanya simulator ini, materi tentang *electric mirror* menjadi pembelajaran untuk mata kuliah kelistrikan karena dalam dunia industri mahasiswa dituntut untuk bisa mengikuti dan mengenal perkembangan teknologi salah satunya *electric mirror*. Mobil jaman sekarang hampir semua sudah menggunakan kaca spion elektrik sehingga dengan ilmu yang diperoleh dari sistem *electric mirror* tersebut mahasiswa juga dapat memperbaiki sistem *electric mirror*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Belum tersedianya *stand* simulator mengenai sistem *electric mirror* Toyota Avanza di bengkel otomotif Universitas Negeri Yogyakarta, ada lebih dari 3 unit media yang menggunakan sistem *electric mirror* namun portabel atau masih di mobil belum dijadikan simulator yang berbentuk *stand* sendiri.
2. Mahasiswa belum mengetahui cara kerja sistem *electric mirror*, oleh karena itu dibuatlah simulator tentang *electric mirror* agar mahasiswa mampu mengetahui cara kerja sistem *electric mirror*.
3. Mahasiswa kurang bisa memahami sistem *electric mirror* dengan hanya membaca buku manual ataupun teorinya, oleh karena itu dibutuhkan *stand* simulator. Dengan menggunakan *stand* simulator, mahasiswa akan lebih mudah mempelajari setiap komponennya dibanding simulator yang

berbentuk portabel/mobil dan bentuk *stand* simulator mudah dipindahkan sesuai tempat praktikan. Simulator dalam bentuk portabel tidak mampu digunakan mahasiswa dalam pembelajaran di kelas/dipindahkan di atas meja, selain itu mahasiswa mampu mempelajari dan menerapkan ilmu sistem *electric mirror* di *stand* simulator.

4. Pada mata kuliah kelistrikan, materi tentang sistem kelistrikan mempelajari kelistrikan *engine* dan kelistrikan bodi. Sistem kelistrikan *engine* mempelajari tentang banyak hal seperti sistem *starter*, pengisian, pengapian, dan lain-lain sama halnya dengan kelistrikan bodi. Kelistrikan bodi mempelajari tentang sistem penerangan, *power window*, *door lock*, *wiper washer*, *electric mirror*, dan lain-lain namun pada sistem *electric mirror* belum disampaikan saat pembelajaran dan praktikum oleh instruktur. Oleh karena itu dibuatlah *stand* simulator tentang *electric mirror* yang diharapkan materi tentang *electric mirror* ke depannya bisa dipelajari oleh mahasiswa.
5. Dalam dunia industri sudah dituntut untuk mengerti tentang sistem *electric mirror* dan mampu untuk memperbaikinya. Mengingat kendaraan bermobil jaman sekarang sudah menggunakan kaca spion elektrik, oleh karena itu *stand* simulator *electric mirror* dibuat agar mahasiswa mampu memahami dan menerapkan sistem dari *electric mirror* tersebut serta mampu memperbaikinya.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka permasalahan akan dibatasi menjadi dua poin saja, diantaranya membahas pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dan menguji kinerja simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka dapat merumuskan masalah yang akan dipecahkan, yaitu diantaranya:

1. Bagaimana rancangan simulator *electric mirror* Toyota New Avanza yang baik?
2. Bagaimana pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang baik?
3. Bagaimana kinerja simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat diambil tujuan sebagai berikut:

1. Menghasilkan rancangan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza sebagai simulator yang baik.
2. Membuat simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang baik sesuai rancangan.
3. Mengetahui kinerja simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza.

F. Manfaat

Manfaat dari pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa

- a. Mahasiswa mendapatkan pengalaman baru tentang bagaimana cara merancang dan membuat simulator sistem kelistrikan bodi khususnya di asesoris *electric mirror*.
- b. Mahasiswa mampu menerapkan ilmu yang diperoleh saat diperkuliahan dengan menciptakan suatu inovasi.
- c. Mempermudah mahasiswa saat melakukan praktikum di bengkel.

2. Bagi Lembaga Mahasiswa

- a. Dapat membantu proses belajar mengajar di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- b. Melengkapi sarana dan prasarana yang berupa simulator pembelajaran di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- c. Sebagai simulator pembelajaran untuk membimbing mahasiswa.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dari proyek akhir ini merupakan hasil dari saran beberapa dosen dan karyawan di bengkel otomotif Universitas Negeri Yogyakarta. Hal ini berawal dari pentingnya kebutuhan mahasiswa dalam menggunakan media praktik yang berbentuk simulator dan menunjang perkembangan teknologi yang ada, oleh karena itu dibuat proyek akhir yang berjudul

“Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza“ sehingga dapat digunakan mahasiswa dan dosen dalam melakukan praktik dengan mudah dalam memahami sistem kelistrikan tersebut.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Penelitian Warna	14
Tabel 2. Identifikasi Sekring	18
Tabel 3. Rencana Pengujian Kontinuitas Kunci Kontak	50
Tabel 4. Rencana Pengujian Kontinuitas <i>Fuse</i>	50
Tabel 5. Rencana Pengujian Kontinuitas <i>Switch</i> Sisi Kiri	51
Tabel 6. Rencana Pengujian Kontinuitas <i>Switch</i> Sisi Kanan	51
Tabel 7. Rencana Pengujian Motor <i>Electric Mirror</i> Kiri	51
Tabel 8. Rencana Pengujian Motor <i>Electric Mirror</i> Kanan	52
Tabel 9. Rencana Pengujian Fungsional Spion Kiri	53
Tabel 10. Rencana Pengujian Fungsional Spion Kanan	53
Tabel 11. Kriteria Pembobotan Skala <i>Likert</i>	54
Tabel 12. Kisi-kisi Instrumen	54
Tabel 13. Rencana Angket Penilaian	55
Tabel 14. Kriteria Kelayakan	60
Tabel 15. Rencana Kebutuhan Alat	60
Tabel 16. Rencana Kebutuhan Bahan	61
Tabel 17. Rencana Anggaran Biaya	63
Tabel 18. Rencana Jadwal Kegiatan	64
Tabel 19. Tabel Pemotongan Bahan	68
Tabel 20. Hasil Pengujian Kunci Kontak	79
Tabel 21. Hasil Pengujian <i>Fuse</i>	80
Tabel 22. Hasil Pengujian Kontinuitas <i>Switch</i> Sisi Kiri	80
Tabel 23. Hasil Pengujian Kontinuitas <i>Switch</i> Sisi Kanan	80
Tabel 24. Hasil Pengujian Motor <i>Electric Mirror</i> Kiri	81
Tabel 35. Hasil Pengujian Motor <i>Electric Mirror</i> Kanan	81
Tabel 26. Hasil Pengujian Kerja Spion Kiri	82
Tabel 27. Hasil Pengujian Kerja Spion Kanan	82
Tabel 28. Kriteria Kelayakan	84

Tabel 29. Hasil Lembar Penilaian Pengujian Kelayakan	84
Tabel 30. Hasil Tiap Aspek Penilaian	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kontruksi Baterai	17
Gambar 2. Simbol Sekring	17
Gambar 3. Sekring	18
Gambar 4. Penampang <i>Fuse</i>	18
Gambar 5. Kunci Kontak	19
Gambar 6. <i>Electric Mirror Switch</i>	20
Gambar 7. <i>Outside Rear View Mirror</i> (Kaca Spion)	20
Gambar 8. <i>Electric Mirror Motor</i>	21
Gambar 9. Wiring Diagram <i>Electric Mirror</i> Toyota All New Avanza	22
Gambar 10. Besi <i>Hollow</i>	31
Gambar 11. Besi Siku	32
Gambar 12. Besi <i>Streep</i>	32
Gambar 13. Lembar Akrilik Bening 3mm	34
Gambar 14. Kabel	35
Gambar 15. <i>Banana Conector</i>	35
Gambar 16. Desain <i>Layout</i> Simulator	41
Gambar 17. Desain Rangka Simulator	42
Gambar 18. Proses Pengukuran Besi	67
Gambar 19. Pemotongan Besi	69
Gambar 20. Proses Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	69
Gambar 21. Hasil Potongan Besi <i>Hollow</i>	69
Gambar 22. Hasil Pengelasan Rangka Samping	71
Gambar 23. Proses Pengelasan Rangka Simulator	71
Gambar 24. Proses Merapikan Rangka Simulator	72
Gambar 25. Hasil Pendempulan	73
Gambar 26. Proses Pengecatan Cat <i>Primer</i>	74
Gambar 27. Proses Pengecatan <i>Top Coat</i>	74
Gambar 28. Proses Pemotongan Akrilik	75
Gambar 29. Proses Melubangi Akrilik dengan Bor Tangan	76

Gambar 30. Hasil Pemasangan Kabel dengan <i>Stecker Bust</i>	76
Gambar 31. Hasil Pembuatan Simulator Tampak Depan	77
Gambar 32. Hasil Pembuatan Simulator Tampak Belakang	77
Gambar 33. Hasil Pembuatan Simulator Tampak Samping	78

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Desain Rangka Simulator	104
Lampiran 2. Desain Dudukan <i>Electric Mirror</i>	105
Lampiran 3. Desain Dudukan <i>Electric Mirror</i> 3D	106
Lampiran 4. Desain Papan Panel Simulator	107
Lampiran 5. Surat Validasi Instrumen Penilaian	108
Lampiran 6. Kartu Bimbingan	109
Lampiran 7. Bukti Selesai Revisi	110

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi pada bab I, maka dapat dilakukan pendekatan pemecahan masalah. Pendekatan pemecahan masalah difokuskan dilakukan dengan membuat simulator yang berkaitan dengan sistem kelistrikan bodi khususnya di sistem *electric mirror*. Untuk memecahkan berbagai permasalahan dalam proses pembuatan tersebut tentunya harus memiliki pengetahuan tentang pengertian-pengertian dan komponen-komponen maupun fungsinya yang dapat digunakan untuk membantu pelaksanaan proses belajar mengajar. Teori-teori di bawah ini diperlukan untuk mendukung yang akan diuraikan seperti di bawah ini.

A. Simulator

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Simulator berasal dari kata “simulasi” yang artinya metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya. Arti simulator sendiri adalah segala sesuatu yang dapat menyalurkan informasi dari sumber informasi kepada penerima informasi dan sebagai sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi sebuah informasi seperti buku, film, video dan alat lainnya. Istilah simulator ini sangat populer dalam bidang komunikasi. Proses memberi informasi pada dasarnya merupakan proses komunikasi, sehingga simulator yang digunakan dalam pembelajaran disebut *Training Object*.

Simulator dalam Dedpdiknas (2005: 1068) adalah program yang berfungsi untuk menyimpulkan suatu peralatan tetapi kerjanya agak

lambat daripada keadaan yang sebenarnya. Simulator juga dapat diartikan sebagai simulasi atau objek fisik benda nyata.

Arif S. Sadiman (2010: 76) berpendapat tentang simulasi yang merupakan suatu model hasil penyederhanaan suatu realitas. Selain harus mencerminkan situasi yang sebenarnya, simulasi harus bersifat operasional, artinya simulasi menggambarkan proses yang sedang berlangsung. Simulasi dapat bersifat fisik (misalnya simulasi ruangan pengemudi pesawat terbang), verbal (misalnya simulasi untuk pelajaran membaca permulaan), ataupun matematis (untuk mengajarkan sistem ekonomi).

Sedangkan menurut Sandi setiawan dalam buku Teknik Pemrograman (1991) simulator adalah proses perancangan dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model tertentu untuk tujuan memahami tingkah laku sistem.

Berbeda dari pendapat di atas, Oemar Hamalik (1982) mendefinisikan simulator sebagai bahasa teknik yang digunakan dalam mengefektifkan komunikasi antara pemberi materi dengan yang menerima suatu informasi dalam proses pendidikan dan pengajaran di sebuah institusi. Pendapat Oemar Hamalik tersebut lebih menekankan definisi simulator sebagai suatu teknik untuk mengefektifkan proses komunikasi/berbagi informasi.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa simulator merupakan proses perancangan suatu sistem yang mirip dengan aslinya, kegunaannya dalam pendidikan adalah membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik baik dijadikan materi maupun replika penggunaan suatu alat yang skalanya besar. Dapat disimpulkan juga bahwa simulator adalah suatu sarana atau teknik yang digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan sebuah informasi atau komunikasi antara yang memberi informasi dan yang menerima informasi tersebut, selain itu juga

untuk memahami bagaimana memahami tingkah laku suatu sistem serta lebih mengefektifkan interaksi antara dua orang tersebut dalam kegiatan komunikasi.

1. Tujuan Simulator

Tujuan simulator sebagai alat bantu mempelajari suatu sistem adalah sebagai berikut:

- a. Mempelajari suatu sistem.
- b. Mengembangkan pengertian mengenai bagian-bagian dari sebuah sistem secara keseluruhan.
- c. Meningkatkan efisiensi proses komunikasi dan interaksi.
- d. Menjaga relevansi antara materi pembelajaran dengan tujuan pembelajaran.
- e. Membantu konsentrasi dalam proses komunikasi.

2. Manfaat Simulator

Manfaat simulator sebagai berikut:

- a. Model yang rumit dengan banyak variabel dan komponen yang saling berinteraksi, maka dari itu simulator mempunyai manfaat untuk mempermudah dalam mempelajari sebuah alat dan menarik perhatian pembelajar.
- b. Bahan untuk menyampaikan sebuah informasi akan lebih jelas maknanya, sehingga dapat lebih dipahami oleh pembelajar serta memungkinkan pembelajar menguasai tujuan pengajaran dengan baik.

- c. Metode penyampaian informasi yang lebih bervariasi. Tidak semata-mata hanya komunikasi verbal melalui pengutaraan kata-kata lisan pengajar, pembelajar tidak bosan dan pengajar tidak kehabisan tenaga.
- d. Pembelajar lebih banyak melakukan kegiatan belajar. Tidak hanya mendengarkan penjelasan dari pengajar saja, tetapi juga aktivitas lain yang dilakukan seperti: mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan lain-lain.

3. Fungsi Simulator

Fungsi simulator dalam proses komunikasi adalah:

- a. Mengatasi masalah jika sistem nyatanya sulit dipahami.
- b. Memperjelas penyajian pesan.
- c. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indra.
- d. Menghilangkan sikap pasif pada subyek belajar.
- e. Membangkitkan motivasi pada subyek belajar.

4. Kelebihan Simulator

Berikut ini adalah beberapa kelebihan dari simulator:

- a. Dapat dipadukan dengan model numerik untuk menganalisa sistem yang lebih kompleks.
- b. Didukung data yang berhubungan langsung dengan angka acak, dengan tipe data probabilistik.
- c. Mudah beradaptasi dan mudah digunakan untuk berbagai masalah.

5. Kekurangan Simulator

Berikut ini adalah beberapa kekurangan dari simulator:

- a. Model simulasi masih bisa menyita waktu.
- b. Simulasi kurang akurat.
- c. Waktu eksekusi simulasi bisa sangat besar.
- d. Penggunaan lebih hati-hati karena proses eksperimennya memerlukan perencanaan yang lumayan sulit.

6. Contoh Aplikasi Simulator

Berikut ini adalah beberapa contoh aplikasi dalam penggunaan simulator:

- a. Mendesain sistem transportasi
- b. Mendesain sistem komunikasi
- c. Simulator terbang
- d. Simulator sistem ekonomi makro
- e. Simulator sistem perbankan
- f. Simulator antrian layanan bank
- g. Simulator game strategi pemasaran
- h. Simulator perang
- i. Simulator mobil
- j. Simulator tata kota, dll.

7. Klasifikasi Model

Model dapat dikategorikan menurut jenis, dimensi, fungsi, tujuan pokok pengkajian atau derajat keabstrakannya. Secara umum, model dapat dikelompokkan menjadi:

a. Model Ikonik

Model ikonik adalah perwakilan fisik dari beberapa hal baik dalam bentuk ideal ataupun dalam skala yang berbeda. Model ikonik mempunyai karakteristik yang sama dengan hal yang diwakili, dan terutama amat sesuai untuk menerangkan kejadian pada waktu yang spesifik. Model ikonik dapat berdimensi dua (foto, peta, cetak biru) atau tiga dimensi (prototip mesin, alat). Apabila model berdimensi lebih dari tiga, maka tidak mungkin lagi dikonstruksi secara fisik sehingga diperlukan kategori model simbolik.

b. Model Analog (Model Diagramatik)

Model analog dapat mewakili situasi dinamik, yaitu keadaan berubah menurut waktu. Model ini lebih sering dipakai daripada model ikonik karena kemampuannya untuk mengetengahkan karakteristik dari kejadian yang dikaji. Model analog banyak berkesesuaian dengan penjabaran hubungan kuantitatif antara sifat dan kelas-kelas yang berbeda. Dengan melalui transformasi sifat menjadi analognya, maka kemampuan membuat perubahan dapat ditingkatkan.

c. Model Simbolik (Model Matematik)

Pada hakekatnya, ilmu sistem memusatkan perhatian kepada model simbolik sebagai perwakilan dari realitas yang sedang dikaji. Format model simbolik dapat berupa bentuk angka, simbol, dan rumus. Jenis model simbolik yang umum dipakai adalah suatu persamaan (*equation*).

8. Simulator yang Dibuat

Simulator dalam proyek akhir ini adalah proses perancangan suatu sistem yang mirip dengan aslinya, digunakan sebagai perantara menyampaikan sebuah informasi atau komunikasi antara yang memberi informasi dan yang menerima informasi tersebut untuk memahami bagaimana tingkah laku suatu sistem serta untuk lebih mengefektifkan interaksi antara dua orang tersebut dalam kegiatan komunikasi. Simulator merupakan replika atau penyederhaan dari suatu realita.

Simulator yang dibuat adalah media yang termasuk simulator model ikonik. Simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini berbentuk tiga dimensi dan menyerupai bentuk aslinya sehingga mudah untuk menjelaskan hal-hal yang mungkin diperoleh dari benda sebenarnya. Simulator ini menjelaskan bahwa mempunyai keunggulan dalam membantu mewujudkan realitas yang sebenarnya, tidak hanya bisa dilihat namun dapat digunakan untuk kegiatan praktik. Pada simulator yang dibuat ini memperlihatkan model kerja atau kerja sistem dan beberapa bagian luar sesuai objeknya. Model ikonik mempunyai karakteristik yang sama dengan hal yang diwakili dan terutama amat sesuai untuk menerangkan kejadian pada waktu yang spesifik. Model ikonik dapat berdimensi dua (foto, peta, cetak biru) atau tiga dimensi (prototip mesin, alat).

9. Warna

Warna adalah salah satu unsur keindahan dalam seni dan desain selain unsur-unsur *visual* lainnya seperti: garis, bentuk, barik (tekstur), nilai,

ukuran. Warna di sini digunakan dalam arti luas, tidak hanya meliputi semua spektrum tetapi mencakup juga warna netral dan segala ragam nada dan ronanya. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Suatu hasil penelitian yang dikutip dari *A Study in "Color Preferences of School Children"* oleh F.S Breed dan S.E Katz memberikan gambaran sebagai berikut: Sejumlah warna diberikan kepada 2000 orang siswa pra remaja dan 2000 orang siswa yang telah melewati masa remaja.

Tabel 1. Penelitian Warna

		M	J	K	H	B	U
Pra r.	Laki-laki	149	83	92	133	462	79
	Perempuan	120	79	116	122	439	151
Pos r.	Laki-laki	156	38	27	166	501	113
	Perempuan	134	41	72	248	394	123

Peneliti yang membuat percobaan tersebut menggambarkan bahwa hasil secara kasar telah menunjukkan bahwa yang disukai oleh kebanyakan siswa, baik yang pra maupun pos remaja adalah warna biru (b). Warna tersebut disukai oleh lebih dari warna terakhir lebih besar dari pada untuk warna biru. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Sulasmi Darma Prawira (1989: 43) berpendapat bahwa warna dingin/sejuk berasal dari keluarga hijau, biru dan ungu. Sedangkan warna panas/hangat berasal dari keluarga kuning, jingga dan merah. Warna biru lebih populer untuk pria sedangkan warna merah lebih populer untuk wanita.

Warna biru yang diambil dari buku *Design in Dress* oleh Marian L. David merupakan warna yang menggambarkan asosiasi pribadi seseorang damai, setia, konservatif, terhormat, lembut, menahan diri, dan ikhlas. Untuk hijau biru menggambarkan pribadi seseorang yang tenang, santai, diam, lembut, setia, dan kepercayaan sedangkan untuk hijau muda

menggambarkan pribadi seseorang yang tumbuh, kaya segar, istirahat, dan tenang. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Secara garis besarnya karakteristik sifat khas yang dimiliki oleh warna ada dua golongan besar, yaitu: warna panas dan warna dingin. Pada gambar skema psikologi yang diambil dari sistem lingkaran warna *Ostwald* dapat dilihat dengan jelas, golongan warna panas berpuncak pada warna jingga (J), dan warna dingin berpuncak pada warna biru kehijauan (BH). Warna-warna yang dekat dengan jingga atau merah digolongkan kepada warna panas atau hangat dan warna-warna yang berdekatan dengan warna biru kehijauan termasuk golongan warna dingin atau sejuk. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Menurut Sulasmi Darma Prawira (1989: 51) karakteristik warna-warna perlu dijadikan pertimbangan dalam aplikasi warna agar mencapai tujuan yang diinginkan oleh seniman maupun pendesain.

- a. Warna hangat : merah, kuning, coklat, jingga.
- b. Warna sejuk : warna yang terletak dari hijau ke ungu melalui biru.
- c. Warna tegas : warna biru, merah, kuning, putih, hitam.
- d. Warna tua/berat : warna-warna tua yang mendekati warna hitam. (coklat tua, biru tua, dsb)
- e. Warna muda/ringan : warna-warna yang mendekati warna putih.
- f. Warna tenggelam : semua warna yang diberi campuran kelabu.

B. Sistem *Electric Mirror*

Electric mirror adalah suatu sistem pada kendaraan yang digunakan untuk menggerakkan kaca spion luar secara *electric* menggunakan motor DC dan saklar. Sistem ini biasa digunakan pada mobil jaman sekarang untuk memudahkan pengemudi dalam mengatur kaca spion tanpa harus bersusah

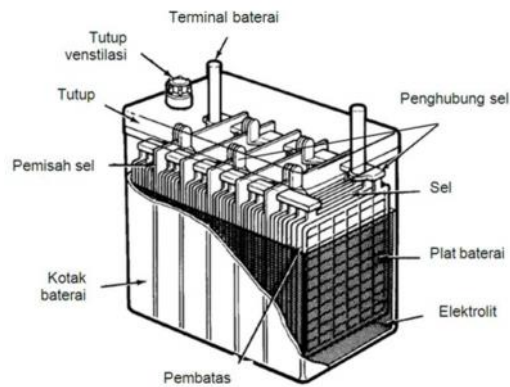
payah sehingga pengemudi dapat menghemat tenaga. Komponen-komponen dari sistem *electric mirror* yaitu :

1. Baterai

Baterai adalah alat elektrokimia yang dibuat mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya.

Dalam baterai terdiri dari sel-sel yang berjumlah sesuai pada tegangan baterai itu sendiri, untuk baterai 12 *volt* mempunyai 6 buah sel. Pada setiap sel baterai kira-kira menghasilkan 2,1 *volt*, sementara untuk setiap sel terdiri dari dua buah plat yaitu plat positif dan plat negatif yang terbuat dari timbal hitam (Pb).

Plat-plat tersebut tersusun bersebelahan dan diantara dipasang pemisah (*separator*) sejenis *non* konduktor. Plat-plat tersebut direndam di dalam cairan elektrolit (H_2SO_4) sehingga mengakibatkan terjadinya reaksi kimia antar plat baterai dengan cairan elektrolit tersebut, maka baterai dapat menghasilkan arus listrik DC (*Direct Current*). Adapun reaksi kimianya sebagai berikut: (Anonim, 1995)



Gambar 1. Konstruksi Baterai
(Anonim, 1995)

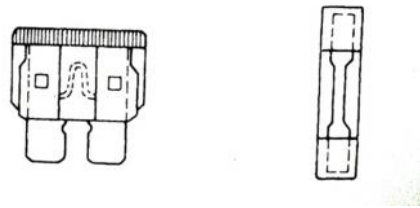
2. *Fuse* (sekring)

Fuse adalah salah satu komponen yang melindungi sirkuit. *Fuse* disisipkan ke dalam sirkuit kelistrikan dan sistem kelistrikan untuk melindungi kabel-kabel dan konektor yang digunakan dalam sirkuit untuk mencegah timbulnya kebakaran oleh arus yang berlebihan atau hubungan singkat. Bila arus yang berlebihan melalui sirkuit maka sekring yang mencair, sehingga sistem sirkuit terbuka dan mencegah komponen-komponen lain dari kerusakan disebabkan arus yang berlebihan.



Gambar 2. Simbol Sekring
(Anonim, 1995)

Tipe sekring dikelompokkan ke dalam tipe sekring *blade* dan tipe sekring *cartridge*. Tipe sekring *blade* paling banyak digunakan.

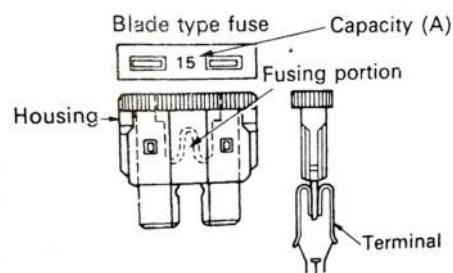


Sekring blade

Sekring cartridge

Gambar 3. Sekring
(Anonim, 1995)

Tipe sekring *blade* dirancang lebih kompak dengan elemen metal dan rumah pelindung yang tembus pandang, diberi kode warna untuk masing-masing tingkatan arus (5A – 30A). (Anonim, 1995)



Gambar 4. Penampang *Fuse*
(Anonim, 1995)

Tabel 2. Identifikasi Sekring

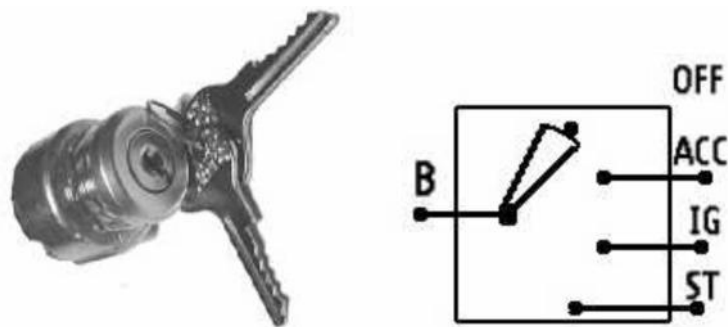
Kapasitas Sekring (A)	Identifikasi Warna
5	Coklat Kekuning-kuningan
7,5	Coklat
10	Merah
15	Biru
20	Kuning
25	Tidak berwarna
30	Hijau

(Anonim, 1995)

3. Kunci Kontak (*Ignition Switch*)

Kelistrikan otomotif pada mobil menggunakan kunci kontak (*ignition switch*) sebagai saklar utama yang menghubungkan semua sistem kelistrikan dengan sumber tenaga. Kunci kontak berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik pada sistem kelistrikan kendaraan. Kunci kontak mempunyai beberapa posisi, yaitu:

- a) *OFF* : terputus dari sumber tegangan (baterai)
- b) *ACC* : terhubung dengan arus baterai, tetapi hanya untuk kebutuhan asesoris
- c) *ON / IG* : terhubung ke sistem pengapian (*ignition*)
- d) *START* : untuk *start* (Anonim, 2009)



Gambar 5. Kunci Kontak
(Anonim, 2009)

4. *Electric Remote Control*

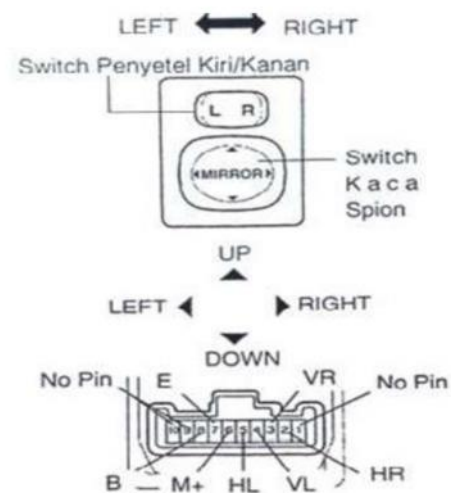
Komponen ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a) *Operation Switch*

Berfungsi untuk menggerakkan permukaan kaca secara vertikal maupun horizontal dan memungkinkan pengemudi untuk mendapatkan sudut kaca yang optimal. (Anonim, 2003)

b) *Select Switch*

Adalah saklar yang digunakan untuk menentukan kaca mana yang akan diatur. Jika menggeser *select switch* ke “R” maka kaca sebelah kanan yang diatur, jika menggeser ke “L” maka kaca sebelah kiri yang diatur. (Anonim, 2003)



Gambar 6. *Electric Mirror Switch*

5. *Outside Rear View Mirror (Kaca Spion)*

Outside Rear View Mirror yaitu kaca yang dipasang pada samping kendaraan yang berfungsi untuk mempermudah pengemudi pada saat akan melihat kendaraan di belakang kendaraan.



Gambar 7. *Outside Rear View Mirror (Kaca Spion)*

6. *Electric Mirror Motor*

Motor listrik yang dipakai pada *electric mirror* adalah motor DC 12 *volt*. Prinsip kerja motor listrik tersebut adalah mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi tenaga magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang sesama akan tolak menolak dan kutub-kutub tidak senama akan saling tarik menarik, maka kita dapat memperoleh gerakan jika menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap. Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Motor arus searah menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-undirectional*.

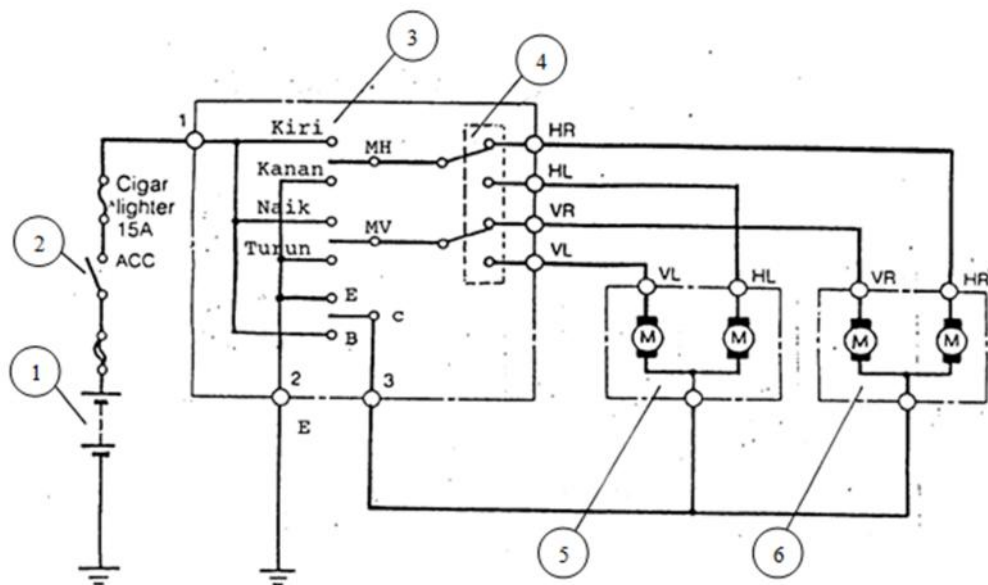


Gambar 8. *Electric Mirror Motor*

C. Fungsi *Electric Mirror*

Electric mirror atau kaca spion elektrik telah menjadi bagian penting dalam sebuah kendaraan. *Electric mirror* berfungsi sebagai pengatur sudut kaca spion kanan kiri mobil tanpa harus membuka jendela mobil dan mengubahnya secara manual. *Electric mirror* memudahkan pengemudi untuk mengatur sudut pandang ke belakang hanya dengan menekan saklar untuk mengatur sudut pandang kaca spion tanpa harus pengemudi keluar mobil untuk mengatur kaca spion, dengan begitu pengemudi hanya tinggal duduk di kursi kemudi dan menekan tombol saklar untuk menyetel sudut kaca spion yang disesuaikan dengan postur pengemudi itu sendiri.

D. Cara Kerja *Electric Mirror*



Gambar 9. *Wiring Diagram Electric Mirror Toyota All New Avanza* (Anonim, 1995)

Cara kerja dari *electric mirror* itu sendiri hanyalah sederhana. Saat kunci kontak posisi ACC, arus mengalir dari baterai menuju *fuse*, dan masuk ke saklar *electric mirror*, setelah masuk ke saklar, arus siap mengalir melalui *switch* penyetel kiri/kanan.

Setiap penyetelan kaca spion cara kerjanya berbeda-beda. Adapun cara kerja penyetelan dari kaca spion sebagai berikut:

1. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak ke kiri

Terminal MH berhubungan dengan kontak kiri, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke kontak kiri menuju ke terminal MH dan masuk ke terminal HL, kemudian dari terminal HL masuk ke motor, lalu masuk ke terminal 3 dan melewati terminal C. Dari terminal C, arus masuk menuju terminal E dan masuk ke terminal 2 kemudian dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kiri.

2. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak ke kanan

Terminal MH berhubungan dengan kontak kanan, terminal C berhubungan dengan terminal B. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke terminal B dan masuk ke terminal C, kemudian arus dari terminal C masuk ke terminal 3 lalu ke terminal HL dan melewati terminal MH. Dari terminal MH, arus masuk ke kontak kanan lalu masuk ke terminal 2 kemudian dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kanan.

3. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak naik

Terminal MV berhubungan dengan kontak naik, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus mengalir dari baterai menuju ke kunci kontak (ACC) melewati *fuse*, kemudian arus masuk melewati terminal 1 menuju ke kontak naik. Dari kontak naik masuk ke terminal MV terus menuju ke terminal VL, kemudian arus masuk ke motor, dari motor arus menuju ke terminal 3 dan menuju ke terminal C. Dari terminal C arus melewati kontak E menuju ke kontak 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak naik.

4. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak turun

Terminal MV berhubungan dengan kontak turun, terminal C berhubungan dengan terminal B. Arus mengalir dari baterai menuju ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1 menuju ke terminal B lalu ke terminal C. Dari terminal C menuju ke terminal 3 lalu ke motor kemudian masuk ke terminal VL dan menuju ke terminal MV. Dari terminal MV masuk ke kontak turun kemudian masuk ke terminal E, lalu masuk ke terminal 2 kemudian dari terminal 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak turun.

5. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak ke kiri

Terminal MH berhubungan dengan kontak kiri, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1 arus masuk menuju kontak kiri kemudian ke terminal MH dan menuju ke

terminal HR. dari terminal HR, arus masuk ke motor menuju ke terminal 3 dan masuk ke terminal C, kemudian dari terminal C masuk ke terminal E dan menuju ke terminal 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kiri.

6. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak ke kanan

Terminal MH berhubungan dengan kontak kanan, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus masuk ke terminal B dan masuk ke terminal C, kemudian arus melewati terminal 3 masuk ke motor, arus dari motor masuk ke terminal HR dan masuk ke terminal MH. Dari terminal MH, arus masuk ke kontak kanan lalu ke terminal 2 dan kemudian dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kanan.

7. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak naik

Terminal MV berhubungan dengan kontak naik, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke terminal MV dan masuk ke terminal VR. Dari terminal VR, arus masuk ke motor kemudia masuk ke terminal 3 lalu melewati terminal C dan menuju ke terminal E. dari terminal E, arus menuju ke terminal 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak naik.

8. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak turun

Terminal MV berhubungan dengan kontak turun, terminal C berhubungan dengan terminal B. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati *fuse* menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke terminal B dan masuk ke terminal C, kemudian arus dari terminal C masuk ke terminal 3 lalu masuk ke motor. Arus dari motor, masuk ke terminal VR dan melewati terminal MV kemudian menuju kontak turun. Dari kontak turun menuju terminal 2 dan melewati terminal E, lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak turun.

E. *Troubleshooting Electric Mirror* dan Cara Mengatasinya

Pada sistem *electric mirror* sering terjadi permasalahan atau *troubleshooting* yang disebabkan oleh kerusakan atau kurangnya perawatan komponen sistem *electric mirror*. Komponen *electric mirror* yang bekerja secara terus menerus ataupun usia yang sudah tua juga menyebabkan kerja dari *electric mirror* tersebut berkurang. Berikut ini adalah *troubleshooting* dari sistem *electric mirror* dan cara mengatasinya:

1. Kaca Spion Tidak Bekerja Saat *Switch* Ditekan

a. Pemeriksaan sekering (*fuse*)

Jika sekering putus atau rusak perlu diganti.

b. Pemeriksaan konektor *switch*

Jika konektor lepas, longgar atau tidak baik perlu diperbaiki kontak terminal konektor *switch*.

c. Pemeriksaan kaca spion luar *assy*

Perlu memeriksa kontinuitas kabel dan apabila motor tidak bekerja, perlu memeriksa *spool* motor. Apabila putus, ganti motor.

2. Kaca Spion Bekerja Secara Tidak Normal

a. Pemeriksaan *switch* kaca spion *assy*

Apabila kontaknya tidak baik, perlu mengganti *switch* karena terminal pada *switch* apabila sudah termakan usia lama-lama akan rusak, maka sebaiknya diganti.

b. Pemeriksaan kaca spion *assy*

Perlu memeriksa *gear* dan motornya, apabila rusak sebaiknya diganti.

c. Pemeriksaan *wire harness*

Apabila kabel putus ataupun konektornya rusak, perlu diganti.

Berikut ini penjelasan dari komponen-komponen yang mengalami kerusakan:

1. Sekring (*fuse*) putus

Sekring putus karena arus listrik berlebihan yang melewati sekring mobil tersebut. Sedangkan penyebab lain jika sekring sering putus setiap menggantinya adalah adanya jalur kabel yang konsleting ketika mendapat getaran kendaraan ataupun ukuran *ampere* sekring terlalu kecil dari yang seharusnya digunakan. *Fuse* atau sekring mobil memiliki peranan vital dan memang tugas sekring adalah untuk memutus arus listrik jika terjadi konsleting di dalam perkabelan mobil secara umum.

2. *Switch* rusak

Switch berfungsi menyambung dan memutuskan arus listrik sebuah beban. Pada suatu saat *switch* ini dapat mengalami gangguan yang mengakibatkan kaca spion tidak bergerak saat saklar ditekan atau spion dapat bergerak tetapi tidak lancar. Gejala tersebut dapat disebabkan oleh kabel instalasi yang putus atau komponen di dalam saklar mengalami gangguan kerusakan.

3. Kaca spion luar *assy* rusak

Bagian-bagian kaca spion luar *assy* yang dapat menyebabkan sistem *electric mirror* tidak dapat bekerja atau tidak lancar bergerak adalah:

a. Motor listrik

Motor listrik adalah alat pengubah energi listrik menjadi energi mekanik. *Spool* bisa terbakar jika pemakaian motor sering *overload* yang menyebabkan *overheating* atau pemanasan berlebih pada motor.

b. *Gear* penggerak

Gear penggerak *tierod* tidak bekerja secara normal dapat dikarenakan penggerakan kaca spion secara paksa yang mengakibatkan rusaknya gigi pada *gear*.

c. *Wear harness*

Wire harness merupakan salah satu komponen pada kendaraan yang tersusun atas kabel, terminal dan konektor. Penyebab *electric mirror* bekerja secara tidak normal dapat dikarenakan *wire harness* yang

rusak. Penyebabnya dikarenakan konektor kotor, terjadi oksidasi dan karat pada konektor.

F. Bahan Simulator

Stand simulator merupakan alat peraga yang digunakan sebagai dasar komponen-komponen simulator. *Stand* simulator harus dibuat semenarik mungkin agar mampu menarik perhatian peserta didik. *Stand* terbuat dari besi *hollow* sebagai rangka utama dan akrilik sebagai papan panel kemudian dirakit dan ditambah komponen-komponen kelistrikan lainnya. Bahan-bahan utama pembuat *stand* diantaranya:

1. Besi

Terdapat banyak macam-macam besi yang digunakan untuk membuat sebuah rangka simulator, seperti besi *hollow*, besi H, besi U, besi siku, besi kanal, besi plat *steepl*, dll.

Besi merupakan logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal itu dikarenakan beberapa hal seperti: Pengolahannya relatif mudah dan murah, serta besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan serta mudah dimodifikasi atau dibentuk. Salah satu kelemahan besi adalah besi mudah mengalami korosi. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang yang berbahan besi, akan tetapi korosi dapat dicegah dengan memberi cat pada besi tersebut. Bahan besi digunakan sebagai rangka simulator karena sifatnya yang kuat, dan mudah untuk dibentuk.

a. Besi *Hollow* (Besi Kotak Berongga)

Besi *hollow* ini digunakan sebagai rangka dari simulator. Hal ini dipilih karena besi ini memiliki profil kotak sehingga bisa menompang media agar simulator dapat diletakkan di atas bidang yang datar dalam kondisi tegak berdiri. Besi *hollow* atau kotak berongga memiliki variasi panjang, lebar, dan tebal yang beragam. Besi *hollow* memiliki 2 jenis yaitu sebagai berikut:

1) Besi Kotak Berongga *Galvanise*

Besi ini merupakan sebutan untuk pelapisan *finishing* yang terdiri dari 97% unsur *coating zinc* (besi), \pm 1% unsur *coating* aluminium dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat besi kotak berongga jenis ini menjadi korosif, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Pada penerapannya besi kotak berongga ini harus diberikan anti karat dan jenis cat yang bagus agar tahan lebih lama meskipun diterpa hujan dan panas.

2) Besi Kotak Berongga *Galvalume*

Galvalume merupakan sebutan untuk *Zinc-Alume* yang pelapisannya mengandung unsur *Alume* (Aluminium) dan *Zinc* (besi). Untuk bahan *Galvalume* yang paling baik terdiri dari unsur *coating* nya 55% Aluminium, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan silikon 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, besi kotak berongga *galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap

korosi dibandingkan besi kotak berongga *galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari pada *galvalume* lebih mahal daripada *galvanise*.

Besi *hollow* merupakan besi berbentuk pipa yang berlubang dapat berbentuk kotak maupun lingkaran. Besi *hollow* biasanya terbuat dari besi *galvanis*, *stainless* atau besi baja dan digunakan untuk konstruksi rangka bagian bawah karena besi *hollow* dinilai kuat untuk menopang beban yang cukup berat dan lebih ringan apabila digunakan untuk membuat produk daripada menggunakan besi pejal.

Besi *hollow* di pakai untuk membuat rangka utama. Ukuran besi *hollow* yang digunakan 25 mm x 25 mm x 2 mm x 6 m, sehingga dalam pembuatan rangka memerlukan 1 buah besi *hollow*.



Gambar 10. Besi *Hollow*

b. Besi Siku

Besi siku adalah besi yang bentuknya siku atau memiliki sudut 90 derajat. Panjang besi siku ini adalah 6 meter. Jenis besi ini banyak digunakan karena profilnya yang kokoh dan tahan lama sehingga cocok untuk keperluan konstruksi jangka panjang karena bisa bertahan hingga

bertahun – tahun. Besi siku pada rangka digunakan sebagai tempat dudukan dari akrilik. Untuk ukuran besi siku yang digunakan adalah 25mm x 25mm x 2mm x 6m, sehingga dalam pembuatan *stand* cukup 1 buah besi siku.



Gambar 11. Besi Siku

c. Besi *Plate Streep*

Besi *plate streep* merupakan besi pejal, dalam kegunaan pembuatan rangka biasanya digunakan sebagai penguat atau untuk membuat dudukan. Besi *plate streep* adalah besi yang berbentuk datar dengan ukuran 25mm x 2,5mm x 5mm.



Gambar 12. Besi *Streep*

2. Akrilik atau *acrylic*

Akrilik pada pembuatan simulator digunakan sebagai papan panel. Papan panel ini berfungsi untuk menempatan alat ataupun komponen-komponen sistem *electric mirror* Toyota All New Avanza. Akrilik merupakan bahan yang berasal dari asam akrilik atau senyawa sejenis. Istilah ini paling sering dipergunakan untuk menggambarkan plastik jernih seperti kaca yang dikenal sebagai poli metil metakrilat (PMMA). PMMA juga disebut kaca akrilik, memiliki sifat yang menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk banyak produk yang mungkin juga tadinya dibuat dari kaca. Terdapat dua jenis dasar akrilik yaitu sebagai berikut:

a. Akrilik ekstrusi

Akrilik ekstrusi dibuat melalui proses dimana plastik cair didorong melewati *roller*, yang kemudian akan menekan plastik tersebut menjadi lembaran saat mendingin. Proses ini relatif murah, tapi lembaran yang dihasilkan lebih lembut daripada akrilik cetakan, lebih mudah tergores, dan mungkin mengandung kotoran. Akan tetapi, banyak akrilik ekstrusi bermutu sangat baik dan akrilik yang bermutu sangat baik ini merupakan mayoritas akrilik ekstrusi yang terdapat di pasaran. Akrilik ekstrusi merupakan pilihan yang baik untuk membuat plang, *display*, dan kegunaan lainnya.

b. Akrilik cetakan

Akrilik cetakan cenderung memiliki mutu yang lebih baik daripada jenis ekstrusi, tapi juga lebih mahal. Dalam pencetakan sel,

lembar-lembar akrilik tunggal dibuat dengan cara menekan plastik cair diantara dua potong pencetak tekan (*mold*), seringkali terbuat dari kaca, yang kemudian dibawa melewati proses pemanasan bertahap. Lembar yang dihasilkan lebih kuat daripada akrilik ekstrusi.

Akrilik adalah lembaran plastik yang mempunyai ketahanan terhadap segala cuaca, mudah dibentuk, dan tembus cahaya. Akrilik juga memiliki sifat yang elastis sehingga tahan terhadap pengeboran. Akrilik bening atau yang tembus cahaya, apabila sebagai dasar dan akan diberi *background* maka harus dilakukan *printing*. Bahan yang dipakai pada papan simulator adalah akrilik dengan ketebalan 3 mm.



Gambar 13. Lembar Akrilik Bening 3 mm

3. Kabel

Kabel adalah konduktor yang dibungkus isolator dan berfungsi sebagai penghubung komponen-komponen sistem kelistrikan pada mobil, kabel dibedakan ukuran diameternya menurut penggunaannya. Kabel kecil digunakan untuk arus kecil dan kabel besar digunakan untuk arus yang besar. Untuk penghubung pada sistem *starter* digunakan kabel yang cukup besar karena perlu arus yang besar.



Gambar 14. Kabel

4. *Banana Conector*

Konektor adalah komponen yang berfungsi untuk menghubungkan satu rangkaian elektronika ke rangkaian elektronika lainnya maupun untuk menghubungkan suatu perangkat dengan perangkat lainnya. *Banana Connector* ini sering disebut juga dengan konektor 4mm, hal ini dikarenakan diameter *pin banana conector* ini berukuran 4mm. *Pin* pada *banana connector* ini terdapat 1 atau 2 per (*spring*) yang menonjol keluar, sehingga bentuknya menyerupai pisang (*banana*). Pada umumnya konektor terdiri dari konektor *plug* dan konektor *socket*. Salah satu kelebihan *banana connector* adalah dapat melewatkan arus listrik yang tinggi hingga 15A.

Gambar 15. *Banana Connector*

G. Ergonomi

Aspek ergonomi perlu diperhatikan dalam membuat suatu alat atau peroduk, begitu pula dalam membuat simulator. Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “*ergon*” berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

(Tarwaka, 2004)

Menurut Tarwaka (2004: 7) ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.

Melihat pengertian ergonomi dan lingkupnya, setiap peralatan kerja harus dirancang dengan sedemikian rupa agar dapat menjamin keselamatan,

keamanan, dan kenyamanan setiap operatornya. Peralatan yang kurang ergonomi akan memungkinkan terjadinya kelelahan, ketidaknyamanan, bahkan bahaya kecelakaan, oleh karena itu setiap peralatan baik alat mekanik maupun alat listrik harus dapat digunakan dengan mudah oleh setiap pengguna masing-masing, tidak memungkinkan cepatnya terjadi kelelahan, serta memungkinkan agar setiap reaksi dari operator dapat diantisipasi.

Ergonomi juga menjadi salah satu pertimbangan dalam perancangan setiap alat-alat otomotif, sama halnya dengan simulator dalam pembuatannya juga perlu memperhatikan aspek ergonomi, sehingga hasil simulator yang dibuat akan mempermudah pengguna dalam menggunakan dan mengoperasikannya, selain itu juga dapat meminimalkan kelelahan dan bahaya bagi penggunanya.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi pada bab I, maka dapat dilakukan pendekatan pemecahan masalah. Pendekatan pemecahan masalah difokuskan dilakukan dengan membuat simulator yang berkaitan dengan sistem kelistrikan bodi khususnya di sistem *electric mirror*. Untuk memecahkan berbagai permasalahan dalam proses pembuatan tersebut tentunya harus memiliki pengetahuan tentang pengertian-pengertian dan komponen-komponen maupun fungsinya yang dapat digunakan untuk membantu pelaksanaan proses belajar mengajar. Oleh karena itu diperlukan teori-teori pendukung yang akan diuraikan seperti dibawah ini.

A. Simulator

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Simulator berasal dari kata “simulasi” yang artinya metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya. Sedangkan simulator adalah segala sesuatu yang dapat menyalurkan informasi dari sumber informasi kepada penerima informasi dan sebagai sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi sebuah informasi seperti buku, film, video dan alat lainnya. Istilah simulator ini sangat populer dalam bidang komunikasi. Proses memberi informasi pada dasarnya merupakan proses komunikasi, sehingga simulator yang digunakan dalam pembelajaran disebut *Training Object*.

Simulator dalam Dedpdiknas (2005: 1068) adalah program yang berfungsi untuk menyimpulkan suatu peralatan tetapi kerjanya agak

lambat daripada keadaan yang sebenarnya. Simulator juga dapat diartikan sebagai simulasi atau objek fisik benda nyata.

Arif S. Sadiman (2010: 76) berpendapat tentang simulasi yang merupakan suatu model hasil penyederhanaan suatu realitas. Selain harus mencerminkan situasi yang sebenarnya, simulasi harus bersifat operasional, artinya simulasi menggambarkan proses yang sedang berlangsung. Simulasi dapat bersifat fisik (misalnya simulasi ruangan pengemudi pesawat terbang), verbal (misalnya simulasi untuk pelajaran membaca permulaan), ataupun matematis (untuk mengajarkan sistem ekonomi).

Sedangkan menurut Sandi setiawan dalam buku Teknik Pemrograman (1991) simulator adalah proses perancangan dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model tertentu untuk tujuan memahami tingkah laku sistem.

Berbeda dari pendapat di atas, Oemar Hamalik (1982) mendefinisikan simulator sebagai bahasa teknik yang digunakan dalam mengefektifkan komunikasi antara pemberi materi dengan yang menerima suatu informasi dalam proses pendidikan dan pengajaran di sebuah institusi. Pendapat Oemar Hamalik tersebut lebih menekankan definisi simulator sebagai suatu teknik untuk mengefektifkan proses komunikasi/berbagi informasi.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa simulator merupakan suatu alat atau media fisik yang mirip dengan aslinya, kegunaannya dalam pendidikan adalah membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik baik dijadikan materi maupun replika penggunaan suatu alat yang skalanya besar. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa simulator adalah suatu sarana atau teknik yang digunakan sebagai perantara, untuk menyampaikan sebuah informasi atau komunikasi antara yang memberi informasi dan yang menerima informasi tersebut dan untuk

memahami bagaimana memahami tingkah laku suatu sistem serta untuk lebih mengefektifkan interaksi antara dua orang tersebut dalam kegiatan komunikasi.

1. Tujuan Simulator

Tujuan simulator sebagai alat bantu mempelajari suatu sistem adalah sebagai berikut:

- a. Mempelajari tingkah laku suatu sistem.
- b. Mengembangkan pengertian mengenai bagian-bagian dari sebuah sistem secara keseluruhan.
- c. Meningkatkan efisiensi proses komunikasi dan interaksi.
- d. Menjaga relevansi antara materi pembelajaran dengan tujuan pembelajaran.
- e. Membantu konsentrasi dalam proses komunikasi.
- f. Hiburan semata.

2. Manfaat Simulator

Manfaat simulator sebagai berikut:

- a. Model yang rumit dengan banyak variable dan komponen yang saling berinteraksi. Maka dari itu simulator mempunyai manfaat untuk mempermudah dalam mempelajari sebuah alat dan menarik perhatian pembelajar.
- b. Bahan untuk menyampaikan sebuah informasi akan lebih jelas maknanya, sehingga dapat lebih dipahami oleh pembelajar, serta memungkinkan pembelajar menguasai tujuan pengajaran dengan baik.

- c. Metode penyampaian informasi yang lebih bervariasi, tidak semata-mata hanya komunikasi verbal melalui pengutaraan kata-kata lisan pengajar, pembelajar tidak bosan dan pengajar tidak kehabisan tenaga.
- d. Pembelajar lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan penjelasan dari pengajar saja, tetapi juga aktivitas lain yang dilakukan seperti : mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan lain-lain.

3. Fungsi Simulator

Fungsi simulator dalam proses komunikasi adalah:

- a. Mengatasi masalah jika sistem nyatanya sulit diamati secara langsung.
- b. Memperjelas penyajian pesan agar tidak bersifat verbalistis.
- c. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indra.
- d. Menghilangkan sikap pasif pada subyek belajar.
- e. Membangkitkan motivasi pada subyek belajar.

4. Kelebihan Simulator

Berikut ini adalah beberapa kelebihan dari simulator:

- a. Dapat dipadukan dengan model numerik untuk menganalisa sistem yang lebih kompleks.
- b. Didukung data yang berhubungan langsung dengan angka acak, dengan tipe data probabilistik.
- c. Mudah beradaptasi dan mudah digunakan untuk berbagai masalah.

5. Kekurangan Simulator

Berikut ini adalah beberapa kekurangan dari simulator:

- a. Model simulasi masih bisa menyita waktu.
- b. Simulasi kurang akurat.
- c. Waktu eksekusi simulasi bisa sangat besar.
- d. Simulasi secara esensial adalah suatu proses eksperimen yang memerlukan perencanaan yang hati-hati.

6. Contoh Aplikasi Simulator

Berikut ini adalah beberapa contoh aplikasi dalam penggunaan simulator:

- a. Mendesain sistem transportasi
- b. Mendesain sistem komunikasi
- c. Simulator terbang
- d. Simulator sistem ekonomi makro
- e. Simulator sistem perbankan
- f. Simulator antrian layanan bank
- g. Simulator game strategi pemasaran
- h. Simulator perang
- i. Simulator mobil
- j. Simulator tata kota, dll.

7. Klasifikasi Model

Model dapat dikategorikan menurut jenis, dimensi, fungsi, tujuan pokok pengkajian atau derajat keabstrakannya. Secara umum, model dapat dikelompokkan menjadi:

a. Model Ikonik

Model ikonik adalah perwakilan fisik dari beberapa hal baik dalam bentuk ideal ataupun dalam skala yang berbeda. Model ikonik mempunyai karakteristik yang sama dengan hal yang diwakili, dan terutama amat sesuai untuk menerangkan kejadian pada waktu yang spesifik. Model ikonik dapat berdimensi dua (foto, peta, cetak biru) atau tiga dimensi (prototip mesin, alat). Apabila model berdimensi lebih dari tiga, maka tidak mungkin lagi dikonstruksi secara fisik sehingga diperlukan kategori model simbolik.

b. Model Analog (Model Diagramatik)

Model analog dapat mewakili situasi dinamik, yaitu keadaan berubah menurut waktu. Model ini lebih sering dipakai daripada model ikonik karena kemampuannya untuk mengetengahkan karakteristik dari kejadian yang dikaji. Model analog banyak berkesesuaian dengan penjabaran hubungan kuantitatif antara sifat dan klas-klas yang berbeda. Dengan melalui transformasi sifat menjadi analognya, maka kemampuan membuat perubahan dapat ditingkatkan. Contoh model analog ini adalah kurva permintaan, distribusi frekuensi pada statistik, dan diagram alir.

c. Model Simbolik (Model Matematik)

Pada hakekatnya, ilmu sistem memusatkan perhatian kepada model simbolik sebagai perwakilan dari realitas yang sedang dikaji. Format model simbolik dapat berupa bentuk angka, simbol, dan rumus. Jenis model simbolik yang umum dipakai adalah suatu persamaan (*equation*).

8. Simulator yang Dibuat

Simulator dalam proyek akhir ini adalah suatu alat/media sarana fisik yang digunakan sebagai perantara menyampaikan sebuah informasi atau komunikasi antara yang memberi informasi dan yang menerima informasi tersebut untuk memahami bagaimana tingkah laku suatu sistem serta untuk lebih mengefektifkan interaksi antara dua orang tersebut dalam kegiatan komunikasi. Simulator merupakan replika atau penyederhaan dari suatu realita.

Simulator yang dibuat adalah media yang termasuk simulator model ikonik. Simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini berbentuk tiga dimensi dan menyerupai bentuk aslinya sehingga mudah untuk menjelaskan hal-hal yang mungkin diperoleh dari benda sebenarnya. Simulator ini menjelaskan bahwa mempunyai keunggulan dalam membantu mewujudkan realitas yang sebenarnya yang tidak hanya bisa dilihat namun dapat digunakan untuk kegiatan praktik. Selain itu pada simulator yang dibuat ini memperlihatkan model kerja atau kerja sistem dan beberapa bagian luar sesuai objeknya. Model ikonik mempunyai karakteristik yang sama dengan hal yang diwakili, dan terutama amat sesuai untuk menerangkan kejadian pada waktu yang spesifik. Model ikonik dapat berdimensi dua (foto, peta, cetak biru) atau tiga dimensi (prototip mesin, alat).

9. Warna

Warna adalah salah satu unsur keindahan dalam seni dan desain selain unsur-unsur visual lainnya seperti: garis, bentuk, barik (tekstur), nilai,

ukuran. Warna di sini digunakan dalam arti luas, tidak hanya meliputi semua spektrum tetapi mencakup juga warna netral dan segala ragam nada dan ronanya. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Suatu hasil penelitian yang dikutip dari A Study in “Color Preferences of School Children” oleh F.S Breed dan S.E Katz memberikan gambaran sebagai berikut: Sejumlah warna diberikan kepada 2000 orang siswa pra remaja dan 2000 orang siswa yang telah melewati masa remaja.

Tabel 1. Penelitian Warna

		M	J	K	H	B	U
Pra r.	Laki-laki	149	83	92	133	462	79
	Perempuan	120	79	116	122	439	151
Pos r.	Laki-laki	156	38	27	166	501	113
	Perempuan	134	41	72	248	394	123

Peneliti yang membuat percobaan tersebut menggambarkan bahwa hasil secara kasar telah menunjukkan bahwa yang disukai oleh kebanyakan siswa, baik yang pra maupun pos remaja adalah warna biru (b). Warna tersebut disukai oleh lebih dari warna terakhir lebih besar dari pada untuk warna biru. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Sulasmi Darma Prawira (1989: 43) berpendapat bahwa warna dingin/sejuk berasal dari keluarga hijau, biru dan ungu. Sedangkan warna panas/hangat berasal dari keluarga kuning, jingga dan merah. Warna biru lebih populer untuk pria sedangkan warna merah lebih populer untuk wanita.

Warna biru yang diambil dari buku Design in Dress oleh Marian L. David merupakan warna yang menggambarkan asosiasi pribadi seseorang damai, setia, konservatif, terhormat, lembut, menahan diri, dan ikhlas. Untuk hijau biru menggambarkan pribadi seseorang yang tenang, santai, diam, lembut, setia, dan kepercayaan. Sedangkan untuk hijau muda

menggambarkan pribadi seseorang yang tumbuh, kaya segar, istirahat, dan tenang. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Secara garis besarnya karakteristik sifat khas yang dimiliki oleh warna ada dua golongan besar, yaitu: warna panas dan warna dingin. Pada gambar skema psikologi yang diambil dari sistem lingkaran warna Ostwald dapat dilihat dengan jelas, golongan warna panas berpuncak pada warna jingga (J), dan warna dingin berpuncak pada warna biru kehijauan (BH). Warna-warna yang dekat dengan jingga atau merah digolongkan kepada warna panas atau hangat dan warna-warna yang berdekatan dengan warna biru kehijauan termasuk golongan warna dingin atau sejuk. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Menurut Sulasmi Darma Prawira (1989: 51) karakteristik warna-warna perlu dijadikan pertimbangan dalam aplikasi warna agar mencapai tujuan yang diinginkan oleh seniman maupun pendesain.

- a. Warna hangat : merah, kuning, coklat, jingga.
- b. Warna sejuk : warna yang terletak dari hijau ke ungu melalui biru.
- c. Warna tegas : warna biru, merah, kuning, putih, hitam.
- d. Warna tua/berat : warna-warna tua yang mendekati warna hitam. (coklat tua, biru tua, dsb)
- e. Warna muda/ringan : warna-warna yang mendekati warna putih.
- f. Warna tenggelam : semua warna yang diberi campuran kelabu.

B. Sistem *Electric Mirror*

Electric mirror adalah suatu sistem pada kendaraan yang digunakan untuk menggerakkan kaca spion luar secara electric menggunakan motor DC dan saklar. Sistem ini biasa digunakan pada mobil jaman sekarang untuk memudahkan pengemudi dalam mengatur kaca spion tanpa harus bersusah

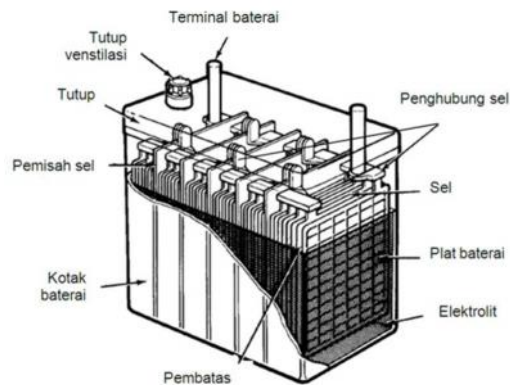
payah sehingga pengemudi dapat menghemat tenaga. Komponen-komponen dari sistem *electric mirror* yaitu :

1. Baterai

Baterai adalah alat elektrokimia yang dibuat mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya.

Dalam baterai terdiri dari sel-sel yang berjumlah sesuai pada tegangan baterai itu sendiri, untuk baterai 12 volt mempunyai 6 buah sel. Pada setiap sel baterai kira-kira menghasilkan 2,1 volt, sementara untuk setiap sel terdiri dari dua buah pelat yaitu pelat positif dan pelat negatif yang terbuat dari timbal hitam (Pb).

Plat-plat tersebut tersusun bersebelahan dan diantara dipasang pemisah (separator) sejenis non konduktor. Pelat-pelat tersebut direndam didalam cairan elektrolit (H_2SO_4). Sehingga mengakibatkan terjadinya reaksi kimia antar pelat baterai dengan cairan elektrolit tersebut, maka baterai dapat menghasilkan arus listrik DC (*Direct Current*). Adapun reaksi kimianya sebagai berikut: (Anonim, 1995)



Gambar 1. Konstruksi Baterai
(Anonim, 1995)

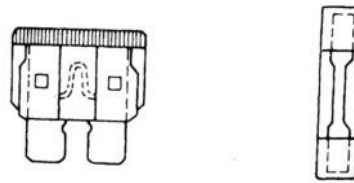
2. Fuse (sekring)

Fuse adalah salah satu komponen yang melindungi sirkuit. Fuse disisipkan ke dalam sirkuit kelistrikan dan sistem kelistrikan untuk melindungi kabel-kabel dan konektor yang digunakan dalam sirkuit untuk mencegah timbulnya kebakaran oleh arus yang berlebihan atau hubungan singkat. Bila arus yang berlebihan melalui sirkuit, maka sekring yang mencair, sehingga sistem sirkuit terbuka dan mencegah komponen-komponen lain dari kerusakan disebabkan arus yang berlebihan.



Gambar 2. Simbol Sekring
(Anonim, 1995)

Tipe sekring dikelompokkan ke dalam tipe sekring blade dan tipe sekring cartridge. Tipe sekring blade paling banyak digunakan.

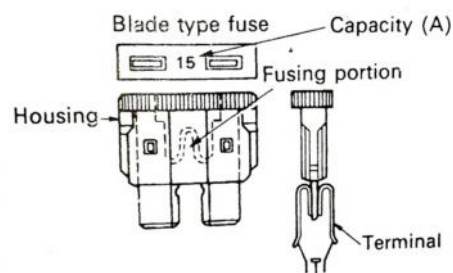


Sekring blade

Sekring cartridge

Gambar 3. Sekring
(Anonim, 1995)

Tipe sekring blade dirancang lebih kompak dengan elemen metal dan rumah pelindung yang tembus pandang, diberi kode warna untuk masing-masing tingkatan arus (5A – 30A). (Anonim, 1995)

Gambar 4. Penampang Fuse
(Anonim, 1995)

Tabel 2. Identifikasi Sekring

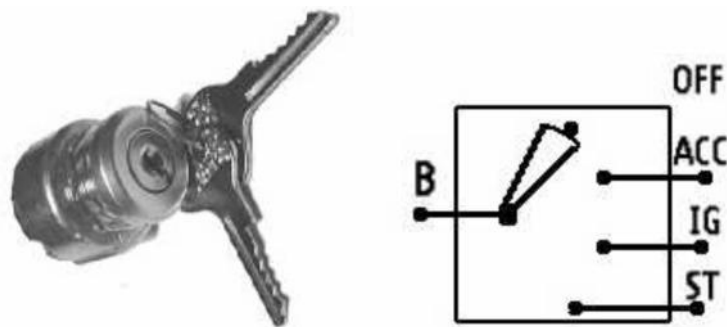
Kapasitas Sekring (A)	Identifikasi Warna
5	Coklat Kekuning-kuningan
7,5	Coklat
10	Merah
15	Biru
20	Kuning
25	Tidak berwarna
30	Hijau

(Anonim, 1995)

3. Kunci Kontak (*Ignition Switch*)

Kelistrikan otomotif pada mobil menggunakan kunci kontak (*ignition switch*) sebagai saklar utama yang menghubungkan semua sistem kelistrikan dengan sumber tenaga. Kunci kontak berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik pada sistem kelistrikan kendaraan. Kunci kontak mempunyai beberapa posisi, yaitu:

- a) OFF : terputus dari sumber tegangan (baterei)
- b) ACC : terhubung dengan arus baterai, tetapi hanya untuk kebutuhan asesoris
- c) ON / IG : terhubung ke sistem pengapian (*ignition*)
- d) START : untuk start (Anonim, 2009)



Gambar 5. Kunci Kontak
(Anonim, 2009)

4. *Electric Remote Control*

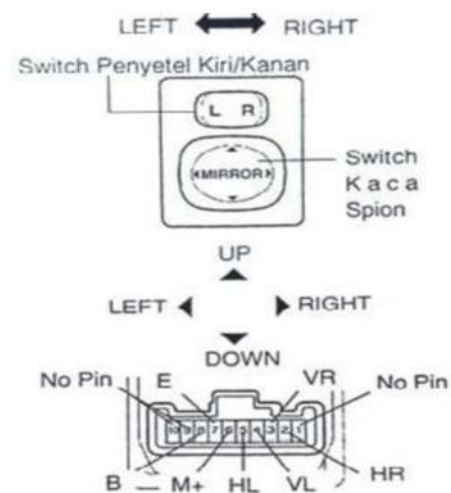
Komponen ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a) *Operation Switch*

Berfungsi untuk menggerakkan permukaan kaca secara vertical maupun horizontal dan memungkinkan pengemudi untuk mendapatkan sudut kaca yang optimal. (Anonim, 2003)

b) *Select Switch*

Adalah saklar yang digunakan untuk menentukan mirror mana yang akan diatur. Jika menggeser select switch ke “R” maka kaca sebelah kanan yang diatur, jika menggeser ke “L” maka kaca sebelah kiri yang diatur. (Anonim, 2003)



Gambar 6. *Electric Mirror Switch*

5. *Outside Rear View Mirror (Kaca Spion)*

Outside Rear View Mirror yaitu kaca yang dipasang pada samping kendaraan yang berfungsi untuk mempermudah pengemudi pada saat akan melihat kendaraan di belakang kendaraan.



Gambar 7. *Outside Rear View Mirror (Kaca Spion)*

6. *Electric Mirror Motor*

Motor listrik yang dipakai pada *electric mirror* adalah motor DC 12 volt. Prinsip kerja motor listrik tersebut adalah mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi tenaga magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang sesama akan tolak menolak dan kutub-kutub tidak senama akan saling tarik menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap. Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-undirectional*.



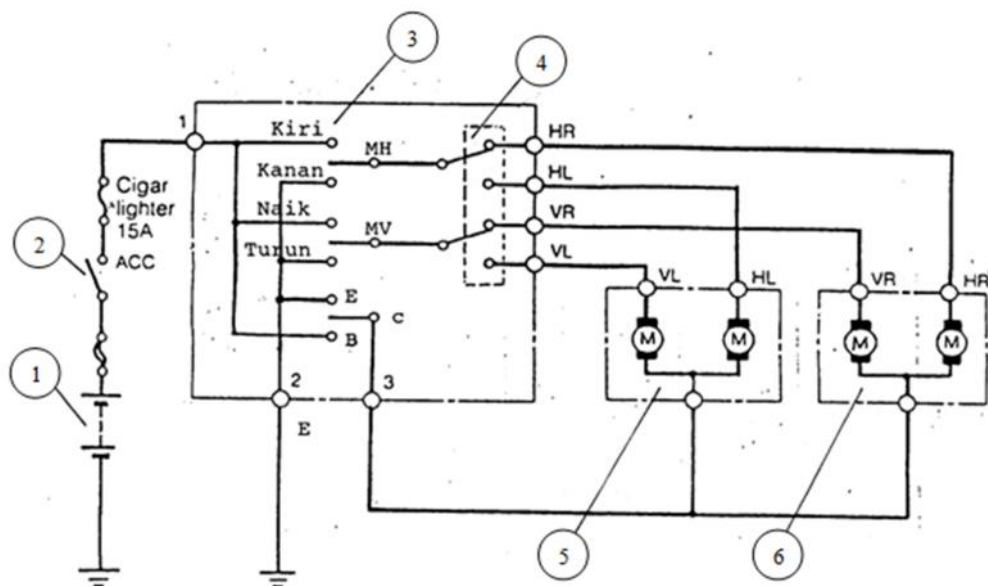
Gambar 8. *Electric Mirror Motor*

C. Fungsi *Electric Mirror*

Electric mirror atau kaca spion elektrik telah menjadi bagian penting dalam sebuah kendaraan. *Electric mirror* berfungsi sebagai pengatur sudut

kaca spion kanan kiri mobil tanpa harus membuka jendela mobil dan mengubahnya secara manual. *Electric mirror* memudahkan pengemudi untuk mengatur sudut pandang ke belakang hanya dengan menekan saklar untuk mengatur sudut pandang kaca spion tanpa harus pengemudi keluar mobil untuk mengatur kaca spion. Dengan begitu pengemudi hanya tinggal duduk di kursi kemudi dan menekan tombol saklar untuk menyetel sudut kaca spion, dengan demikian sudut yang diperlukan dapat disesuaikan dengan postur pengemudi itu sendiri.

D. Cara Kerja *Electric Mirror*



Gambar 9. Wiring Diagram *Electric Mirror* Toyota All New Avanza (Anonim, 1995)

Untuk cara kerja dari *electric mirror* itu sendiri hanyalah sederhana.

Pada saat kunci kontak posisi *ACC*, arus mengalir dari baterai menuju *fuse*, dan

masuk ke saklar *electric mirror*, setelah masuk ke saklar, arus siap mengalir melalui *switch* penyetel kiri/kanan.

Namun untuk setiap penyetelan kaca spion cara kerjanya berbeda-beda. Adapun cara kerja penyetelan dari kaca spion sebagai berikut:

1. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak ke kiri

Terminal MH berhubungan dengan kontak kiri, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke kontak kiri menuju ke terminal MH dan masuk ke terminal HL. Kemudian dari terminal HL masuk ke motor, lalu masuk ke terminal 3 dan melewati terminal C. Dari terminal C, arus masuk menuju terminal E dan masuk ke terminal 2 kemudian dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kiri.

2. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak ke kanan

Terminal MH berhubungan dengan kontak kanan, terminal C berhubungan dengan terminal B. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke terminal B dan masuk ke terminal C. Kemudian arus dari terminal C masuk ke terminal 3 lalu ke terminal HL dan melewati terminal MH. Dari terminal MH, arus masuk ke kontak kanan lalu masuk ke terminal 2 kemudian dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kanan.

3. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak naik

Terminal MV berhubungan dengan kontak naik, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus mengalir dari baterai menuju ke kunci kontak (ACC) melewati fuse. Kemudian arus masuk melewati terminal 1 menuju ke kontak naik. Dari kontak naik masuk ke terminal MV terus menuju ke terminal VL. Kemudian arus masuk ke motor, dari motor arus menuju ke terminal 3 dan menuju ke terminal C. Dari terminal C arus melewati kontak E menuju ke kontak 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak naik.

4. Penyetelan kaca spion kiri, bergerak turun

Terminal MV berhubungan dengan kontak turun, terminal C berhubungan dengan terminal B. Arus mengalir dari baterai menuju ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1 menuju ke terminal B lalu ke terminal C. Dari terminal C menuju ke terminal 3 lalu ke motor kemudian masuk ke terminal VL dan menuju ke terminal MV. Dari terminal MV masuk ke kontak turun kemudian masuk ke terminal E, lalu masuk ke terminal 2 kemudian dari terminal 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak turun.

5. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak ke kiri

Terminal MH berhubungan dengan kontak kiri, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1 arus masuk menuju kontak kiri kemudian ke terminal MH dan menuju ke

terminal HR. dari terminal HR, arus masuk ke motor menuju ke terminal 3 dan masuk ke terminal C. Kemudian dari terminal C masuk ke terminal E dan menuju ke terminal 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kiri.

6. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak ke kanan

Terminal MH berhubungan dengan kontak kanan, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus masuk ke terminal B dan masuk ke terminal C. Kemudian arus melewati terminal 3 masuk ke motor, arus dari motor masuk ke terminal HR dan masuk ke terminal MH. Dari terminal MH, arus masuk ke kontak kanan lalu ke terminal 2 dan kemudian dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak ke kanan.

7. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak naik

Terminal MV berhubungan dengan kontak naik, terminal C berhubungan dengan terminal E. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke terminal MV dan masuk ke terminal VR. Dari terminal VR, arus masuk ke motor kemudian masuk ke terminal 3 lalu melewati terminal C dan menuju ke terminal E. dari terminal E, arus menuju ke terminal 2 lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak naik.

8. Penyetelan kaca spion kanan, bergerak turun

Terminal MV berhubungan dengan kontak turun, terminal C berhubungan dengan terminal B. Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak (ACC) kemudian melewati fuse menuju ke terminal 1. Dari terminal 1, arus menuju ke terminal B dan masuk ke terminal C. Kemudian arus dari terminal C masuk ke terminal 3 lalu masuk ke motor. Arus dari motor, masuk ke terminal VR dan melewati terminal MV kemudian menuju kontak turun. Dari kontak turun menuju terminal 2 dan melewati terminal E, lalu dimassakan. Motor berputar, kaca bergerak turun.

E. Bahan Simulator

Stand simulator merupakan alat peraga yang digunakan sebagai dasar komponen-komponen simulator. *Stand* simulator harus dibuat semenarik mungkin agar mampu menarik perhatian anak didik. *Stand* terbuat dari besi *hollow* sebagai rangka utama dan akrilik sebagai papan panel kemudian dirakit dan ditambah komponen-komponen kelistrikan lainnya. Bahan-bahan utama pembuat *stand* diantaranya:

1. Besi

Terdapat banyak macam-macam besi yang digunakan untuk membuat sebuah rangka media pembelajaran, seperti besi *hollow*, besi H, besi U, besi siku, besi kanal, besi *plate streep*, dll.

Besi merupakan logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal itu dikarenakan beberapa hal seperti : Pengolahannya

relatif mudah dan murah, serta besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan serta mudah dimodifikasi atau dibentuk. Salah satu kelemahan besi adalah besi mudah mengalami korosi. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang yang berbahan besi. Akan tetapi korosi dapat dicegah dengan memberi cat pada besi tersebut. Bahan besi digunakan sebagai rangka media pembelajaran karena sifatnya yang kuat, dan mudah untuk dibentuk.

a. Besi *Hollow* (Besi Kotak Berongga)

Besi *hollow* ini digunakan sebagai rangka dari media pembelajaran. Hal ini dipilih karena besi ini memiliki profil kotak sehingga bisa menompang media agar media pembelajaran dapat diletakkan diatas bidang yang datar dalam kondisi tegak berdiri. Besi kotak berongga memiliki variasi panjang, lebar, dan tebal yang beragam. Besi hollow memiliki 2 jenis yaitu sebagai berikut:

1) Besi Kotak Berongga *Galvanise*

Besi ini merupakan sebutan untuk pelapisan *finishing* yang terdiri dari 97% unsur coating zinc (besi), \pm 1% unsur coating alumunium dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat besi kotak berongga jenis ini menjadi *korosif*, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Oleh karena itu, pada penerapannya besi kotak berongga ini harus diberikan anti karat dan jenis cat yang bagus agar tahan lebih lama meskipun diterpa hujan dan panas.

2) Besi Kotak Berongga *Galvalume*

Galvalume merupakan sebutan untuk *Zinc-Alume* yang pelapisannya mengandung unsur Alume (*Aluminium*) dan *Zinc* (*besi*). Untuk bahan *Galvalume* yang paling baik terdiri dari unsur coating nya 55% Aluminium, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan silicon 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, besi kotak berongga *galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan besi kotak berongga *galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari pada *galvalume* lebih mahal daripada *galvanise*.

Besi *hollow* merupakan besi berbentuk pipa yang berlubang dapat berbentuk kotak maupun lingkaran. Besi *hollow* biasanya terbuat dari besi *galvanis*, *stainless* atau besi baja dan digunakan untuk konstruksi rangka bagian bawah karena besi *hollow* dinilai kuat untuk menopang beban yang cukup berat dan lebih ringan apabila digunakan untuk membuat produk daripada menggunakan besi pejal (Tiwan : 2015).

Besi *hollow* di pakai untuk membuat rangka utama. Ukuran besi *hollow* yang digunakan 25 mm x 25 mm x 2 mm x 6 m, sehingga dalam pembuatan rangka memerlukan 1 buah besi *hollow*.



Gambar 10. Besi *Hollow*

b. Besi Siku

Besi siku adalah besi yang bentuknya siku atau memiliki sudut 90 derajat. Panjang besi siku ini adalah 6 meter. Jenis besi ini banyak digunakan karena profilnya yang kokoh dan tahan lama sehingga cocok untuk keperluan konstruksi jangka panjang karena bisa bertahan hingga bertahun – tahun. Besi siku pada rangka digunakan sebagai tempat dudukan dari *acrylic*. Untuk ukuran besi siku yang digunakan adalah 25mm x 25mm x 2mm x 6m, sehingga dalam pembuatan *stand* cukup 1 buah besi siku.



Gambar 11. Besi Siku

c. Besi *Plate Strrep*

Besi *plate strrep* merupakan besi pejal, dalam kegunaan pembuatan rangka biasanya digunakan sebagai penguat atau untuk membuat dudukan. Besi *plate strrep* adalah besi yang berbentuk datar dengan ukuran 25mm x 2,5mm x 5mm.



Gambar 12. Besi *Strrep*

2. Akrilik atau *acrylic*

Akrilik pada pembuatan media pembelajaran digunakan sebagai papan panel. Papan panel ini berfungsi untuk menempatan alat ataupun komponen-komponen sistem *electric mirror* toyota all new avanza. Akrilik merupakan bahan yang berasal dari asam akrilik atau senyawa sejenis. Istilah ini paling sering dipergunakan untuk menggambarkan plastik jernih seperti kaca yang dikenal sebagai poli metil metakrilat (PMMA). PMMA, juga disebut kaca akrilik, memiliki sifat yang menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk banyak produk yang mungkin juga tadinya dibuat dari kaca. Terdapat dua jenis dasar akrilik yaitu sebagai berikut:

a. Akrilik ekstrusi

Akrilik ekstrusi dibuat melalui proses dimana plastik cair didorong melewati roller, yang kemudian akan menekan plastik tersebut menjadi lembaran saat mendingin. Proses ini relatif murah, tapi lembaran yang dihasilkan lebih lembut daripada akrilik cetakan, lebih mudah tergores, dan mungkin mengandung kotoran. Akan tetapi, banyak akrilik ekstrusi bermutu sangat baik, dan akrilik yang bermutu sangat baik ini merupakan mayoritas akrilik ekstrusi yang terdapat di pasaran. Akrilik ekstrusi merupakan pilihan yang baik untuk membuat plang, display, dan kegunaan lainnya.

b. Akrilik cetakan

Akrilik cetakan cenderung memiliki mutu yang lebih baik daripada jenis ekstrusi, tapi juga lebih mahal. Dalam pencetakan sel, lembar-lembar akrilik tunggal dibuat dengan cara menekan plastik cair diantara dua potong pencetak tekan (mold), seringkali terbuat dari kaca, yang kemudian dibawa melewati proses pemanasan bertahap. Lembar yang dihasilkan lebih kuat daripada akrilik ekstrusi.

Akrilik adalah lembaran plastik yang mempunyai ketahanan terhadap segala cuaca, mudah dibentuk, dan tembus cahaya. Akrilik juga memiliki sifat yang elastis sehingga tahan terhadap pengeboran. Akrilik bening atau yang tembus cahaya, apabila sebagai dasar dan akan diberi *background* maka harus dilakukan *printing*. Bahan yang dipakai pada papan media pembelajaran adalah akrilik dengan ketebalan 3 mm.



Gambar 13. Lembar Akrilik Bening 3 mm

3. Kabel

Kabel adalah konduktor yang dibungkus isolator dan berfungsi sebagai penghubung komponen – komponen sistem kelistrikan pada mobil, kabel dibedakan ukuran diameternya menurut penggunaannya. Kabel kecil digunakan untuk arus kecil dan kabel besar digunakan untuk arus yang besar. Untuk penghubung pada sistem starter digunakan kabel yang cukup besar karena perlu arus yang besar.



Gambar 14. Kabel

4. *Banana Conector*

Konektor adalah komponen yang berfungsi untuk menghubungkan satu rangkaian elektronika ke rangkaian elektronika lainnya maupun untuk menghubungkan suatu perangkat dengan perangkat lainnya. *Banana Connector* ini sering disebut juga dengan konektor 4mm, hal ini

dikarenakan diameter pin *banana connector* ini berukuran 4mm. Pin pada *banana connector* ini terdapat 1 atau 2 per (*spring*) yang menonjol keluar, sehingga bentuknya menyerupai pisang (*banana*). Pada umumnya konektor terdiri dari konektor *plug* dan konektor *socket*. Salah satu kelebihan *banana connector* adalah dapat melewatkan arus listrik yang tinggi hingga 15A.



Gambar 15. *Banana Connector*

F. Ergonomi

Aspek ergonomi perlu diperhatikan dalam membuat suatu alat atau peroduk, begitu pula dalam membuat simulator. Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “*ergon*” berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan

meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.
(Tarwaka, 2004)

Menurut Tarwaka (2004: 7) Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.

Melihat pengertian ergonomi dan lingkupnya, setiap peralatan kerja harus dirancang dengan sedemikian rupa agar dapat menjamin keselamatan, keamanan, dan kenyamanan setiap operatonya. Peralatan yang kurang ergonomi akan memungkinkan terjadinya kelelahan, ketidaknyamanan, bahkan bahaya kecelakaan. Oleh karena itu, setiap peralatan baik alat mekanik maupun alat listrik harus dapat digunakan dengan mudah oleh setiap pengguna masing-masing, tidak memungkinkan cepatnya terjadi kelelahan, serta memungkinkan agar setiap reaksi dari operator dapat diantisipasi.

Ergonomi juga menjadi salah satu pertimbangan dalam perancangan setiap alat-alat otomotif, sama halnya dengan simulator dalam pembuatannya juga perlu memperhatikan aspek ergonomi, sehingga hasil simulator yang dibuat akan mempermudah pengguna dalam menggunakan dan mengoperasikannya. Selain itu juga dapat meminimalkan kelelahan dan bahaya bagi penggunanya.

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Analisa Kebutuhan

Konsep rancangan pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini didasari pada beberapa analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan ini mengacu pada tujuan awal dilaksanakannya pembuatan simulator *electric mirror*, yaitu agar simulator berupa *electric mirror* ini menjadi variasi media untuk pembelajaran yang baik. Kebutuhan akan praktik *electric mirror* menjadi lebih baik dan penting bagi tim pengajar maupun mahasiswa karena mampu meningkatkan pemahaman terhadap materi yang disampaikan.

Analisis kebutuhan pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza adalah sebagai berikut:

1. Konsep rancangan simulator yang ada di bengkel otomotif UNY masih terdapat kekurangan.
2. Kualitas simulator yang ada di bengkel otomotif UNY kurang baik.
3. Keberadaan alat peraga untuk menunjang perkembangan teknologi yang ada, khususnya bagi mahasiswa Teknik Otomotif UNY.
4. Kebutuhan media atau alat peraga untuk memudahkan peserta didik atau mahasiswa dalam pemahaman praktik sistem *electric mirror*.
5. Terlalu beresiko apabila praktik dilakukan pada kendaraan langsung untuk mendapatkan pemahaman yang baik.
6. Menambah prasarana di bengkel kelistrikan Teknik Otomotif UNY.

Pembuatan simulator *electric mirror* memiliki tujuan untuk menambah simulator tentang kelistrikan bodi karena di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta belum terdapat *stand* simulator khusus untuk *electric mirror*. Seperti diketahui, memang sudah terdapat mobil-mobil yang menggunakan sistem *electric mirror* di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta namun itu masih menempel di kendaraan belum dalam wujud *stand* simulator. Untuk materi dan *job* praktik tentang *electric mirror* juga belum pernah diajarkan dalam perkuliahan sehingga diharapkan dengan dibuatnya *stand* simulator *electric mirror*, mahasiswa mampu mempelajari dan menerapkan ilmu sistem *electric mirror* tersebut karena di dunia industri sekarang menuntut agar mahasiswa mengikuti perkembangan teknologi seperti diketahui kendaraan bermobil jaman sekarang sudah menggunakan spion elektrik/*electric mirror*.

B. Rancangan Simulator

Dalam pembuatan simulator sudah seharusnya membuat sebuah rencana perancangan awal agar dapat mempermudah dalam proses pembuatan serta meminimalisir kesalahan yang ada. Berikut ini merupakan rancangan tahapan awal yang akan dilakukan dalam pembuatan simulator tersebut meliputi:

1. Rancangan *Layout* Simulator

Perancangan papan simulator yaitu menggunakan bahan akrilik, dirancang sebagai tempat untuk peletakan komponen-komponen yang digunakan. Untuk komponen yang berat selain diberi lubang dudukan pada

papan, komponen itu juga diberi suatu penguat untuk penyangga berupa besi *hollow* yang di dudukan pada rangka. Komponen yang ringan dan soket-soket dipasang pada papan dan dibuat lubang untuk rangkaian. Pemasangan papan akrilik pada rangka besi yaitu dengan menggunakan baut, yang sebelumnya rangka tersebut dibor terlebih dahulu. Penempatan komponen juga harus sesuai dengan papan yang sudah ada.

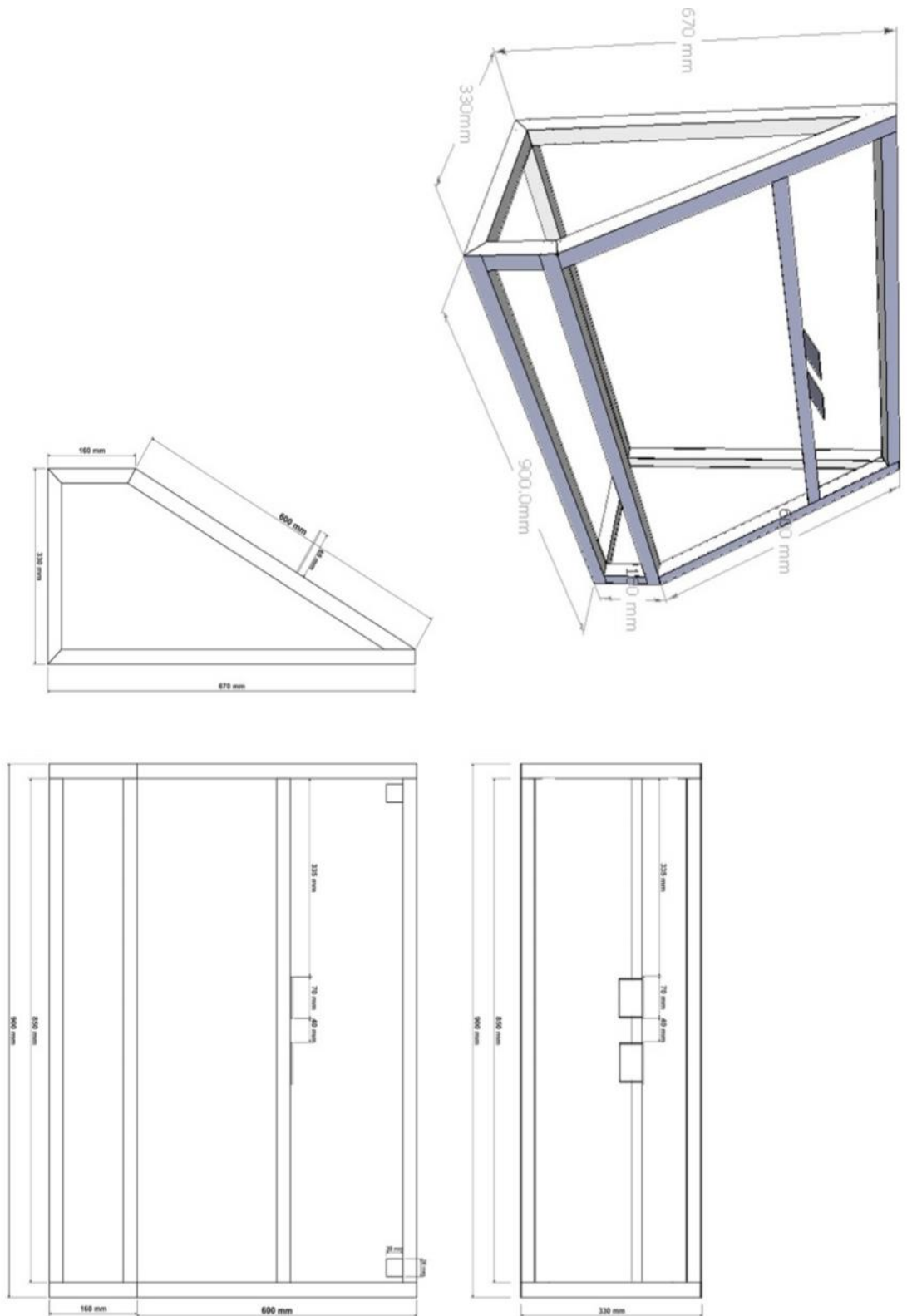
Pembuatan desain *layout* papan panel dari simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini dibuat menggunakan aplikasi *corel draw*. *Layout* merupakan penyusunan dari komponen dan desain dari simbol-simbol komponen pada simulator, sehingga dapat mempermudah sudut pandang mahasiswa saat praktik menggunakan simulator tersebut. Pembuatan desain simbol-simbol pada papan panel harus sesuai dengan simbol komponen dan diberi warna yang berbeda dengan warna papan akrilik, sehingga gambar komponen menjadi mudah dipahami oleh mahasiswa saat membaca simbol-simbol komponen yang disajikan. Untuk memudahkan dalam mempelajari sistem *electric mirror*, maka *layout* sistem *electric mirror* dibuat sebagai berikut:



Gambar 16. Desain *Layout* Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza

2. Rancangan Rangka Simulator

Setelah menentukan desain *layout* simulator, langkah selanjutnya adalah pembuatan desain rangka dari simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Penentuan desain dari rangka ini disesuaikan dengan papan panel yang telah dibuat sebelumnya. Pada perancangan rangka ini adalah mempersiapkan pembuatan desain kerangka simulator agar menjadi sebuah satu kesatuan yang kuat dan desainnya dapat sesuai kenyamanan serta bisa digunakan sebagai tempat sekaligus penopang komponen-komponen. Bentuk simulator disesuaikan dengan kebutuhan penempatan komponen. Munculnya ukuran panjang dan lebar simulator yaitu dengan pertimbangan ukuran komponen dan bentuk komponen agar tidak terlalu sesak ataupun longgar. Gambar desain rangka simulator *electric mirror* adalah sebagai berikut:



Gambar 17. Desain Rangka Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza

C. Rancangan Proses Pembuatan

Perancangan simulator ini adalah untuk memperjelas kegiatan-kegiatan yang membuat sebuah keputusan penting agar dapat mempermudah dalam pembuatannya. Proses pembuatan simulator ini memerlukan beberapa tahapan langkah kerja dalam pembuatannya. Perancangan proses pembuatan ini bertujuan agar pembuatan lebih teratur dan terencana sehingga penggunaan waktu lebih efisien karena pekerjaan dilakukan dari hal yang paling ringan terlebih dahulu, selain itu agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan simulator *electric mirror*. Berikut ini merupakan rencana rancangan tahapan langkah kerja yang akan dilakukan dalam pembuatan simulator tersebut meliputi:

1. Observasi dan Pemilihan Bahan Simulator

Observasi dilakukan agar selama proses pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini tidak terhambat oleh beberapa kendala. Observasi yang dilakukan meliputi observasi sistem *electric mirror* itu sendiri maupun ketersediaan dan harga dari komponen untuk pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Observasi sistem *electric mirror* dilakukan untuk mengetahui mekanisme kerja dan bentuk konstruksi dari komponen-komponen yang mau dibuat menjadi simulator. Observasi dari ketersediaan dan harga dari komponen *electric mirror* dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya barang yang mau dibuat untuk simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dan juga untuk mengetahui kualitas dari komponen tersebut.

Mekanisme kerja dari *electric mirror* dilakukan dengan melihat konstruksi komponen yang mau ditunjukkan, setelah itu dibuat sebisa mungkin terlihat bagaimana mekanisme kerja dari *electric mirror* tersebut. Pemilihan bahan dilakukan berdasarkan kebutuhan dalam pembuatan simulator, sedangkan pemilihan spion elektrik/*electric mirror* ini ditinjau dari harga yang murah namun dapat bekerja dengan baik. Pemilihan ini juga meliputi komponen pendukung seperti kunci kontak, *fuse*, kabel, dan lain-lain yang merupakan kebutuhan dari simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza tersebut.

2. Rencana Proses Pembuatan Rangka Simulator

Pada rencana proses pembuatan rangka simulator ini meliputi beberapa tahapan, diantaranya:

a. Rencana Bentuk Kerangka Simulator

Dalam pembuatan simulator diperlukan beberapa tahapan kerja. Tahapan pertama yaitu membentuk rangka simulator. Sebelum dilakukan pembuatan rangka maka dibuat terlebih dahulu *jig* sebagai dasar pembuatan kerangka. Rangka simulator yang dirancang merupakan penggabungan dua buah rangka yang berbentuk sama maka sangat perlu sekali dalam pembuatan *jig* ini. Tujuan dari pembuatan *jig* ini agar bentuk rangka sama dengan ukuran *jig* yang sudah dibuat sesuai ukuran rancangan yang telah ditetapkan dan meminimalisir terjadinya rangka doyong ke samping/miring. Pembuatan *jig* ini juga sebagai dasar pembuatan rangka bagian samping simulator yang

lainnya. Pembuatan *jig* ini mengacu pada ukuran-ukuran desain yang telah direncanakan karena menyesuaikan dengan pembelajaran mahasiswa yang dilakukan dengan praktik berdiri dan simulator diletakkan di meja. Bentuk rangka yang dibuat seperti pada gambar 17.

Bahan yang digunakan untuk membuat rangka simulator menggunakan besi *hollow* 25 mm x 25 mm x 2 mm x 6 m sebanyak 1 buah. Pembuatan rangka akan diberi tambahan besi *hollow* sebagai dudukan *background* panel agar dalam pemasangan didapat hasil yang presisi dengan ukuran panjang sesuai panjang simulator yaitu 86cm dihitung dari bagian dalam simulator dan juga pemberian dudukan dari besi plat strip sebagai dudukan komponen simulator.

b. Rencana Langkah Pemotongan Besi

Pemotongan besi dilakukan dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan gambar dan kebutuhan tempat peletakan papan panel. Pemotongan besi sesuai ukuran simulator yang akan dibuat atau juga dapat sesuai dengan *jig* yang telah dibuat dan dudukan komponen yang diperlukan. Pengukuran bahan dilakukan sebelum pemotongan besi dikerjakan, adapun alat yang dilakukan dalam proses ini diantaranya:

- 1) Meteran
- 2) Mistar siku
- 3) Penitik

4) Gerinda potong tangan

5) Gerinda potong duduk

c. Rencana Langkah Pengelasan Rangka Simulator

Setelah semua bahan telah dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan, langkah selanjutnya adalah perakitan bahan agar berbentuk rangka dengan melakukan pengelasan pada besi yang sudah dipotong sesuai ukuran simulator. Proses pengelasan rangka yaitu menggunakan las busur listrik karena las busur listrik tidak banyak merubah atau mempengaruhi bahan. Las busur listrik lebih kuat dan lebih tahan lama.

Perakitan rangka mengacu pada gambar yang telah dibuat sebelumnya agar mempermudah dalam mengerjakan simulator. Perakitan rangka sesuai dengan *jig* yang telah dibuat dengan menyusun potongan besi pada *jig* kemudian memberi las pada ujung-ujung besi sehingga besi yang telah terpotong menjadi tersambung membentuk rangka samping. Rangka samping pembuatannya dilakukan dengan berpasangan. Sehingga setelah dilakukan penyusunan rangka akan diperoleh hasil yang presisi. Pengerjaan perakitan rangka ini menggunakan beberapa peralatan yaitu:

1) Las busur listrik

2) Elektroda

3) Kaca mata las

4) Sarung tangan las

- 5) Palu terak
- 6) Siku magnet
- 7) Mistar baja siku
- 8) Tang

d. Rencana Langkah Merapikan Rangka Simulator

Setelah bahan-bahan dilas dan membentuk sebuah rangka maka langkah selanjutnya adalah membuat lubang sebagai dudukan baut yang akan digunakan untuk penempatan komponen dan *background* akrilik. Merapikan sebuah rangka diperlukan penghalusan di permukaan rangka agar didapat hasil yang rata. Agar tidak terjadi kecelakaan kerja dalam proses pembuatan simulator. Pada langkah merapikan rangka ini memerlukan beberapa alat yaitu:

- 1) Gerinda tangan
- 2) Mata gerinda potong
- 3) Mata gerinda amplas
- 4) Mata sikat
- 5) Bor tangan
- 6) Mata bor
- 7) Dempul dua komponen
- 8) Amplas

e. Rencana Pengecatan Rangka Simulator

Rangka yang sudah rapi kemudian diampelas untuk menjaga terjadinya korosi pada kerangka, maka dilakukanlah proses pengecatan rangka. Korosi akan menyebabkan berkurangnya umur dari besi yang digunakan sebagai rangka. Alat dan bahan yang digunakan diantaranya:

- 1) Amplas
- 2) *Spray gun*
- 3) Kompresor
- 4) Cat *primer*
- 5) Cat besi

3. Rencana Pembuatan Papan Panel Simulator

Bahan yang akan digunakan sebagai papan panel yaitu bahan akrilik bening dengan ketebalan 3mm. Ukuran akrilik disesuaikan dengan bentuk rangka yang akan dibuat papan panel yaitu dengan ukuran 76cm x 90cm. Akrilik bening kemudian dilakukan proses *printing* yaitu dengan mengeprint hasil desain *layout* yang berisi simbol tetapi dihilangkan gambar komponen, sehingga akrilik bening menjadi papan panel yang berisi desain *layout*. Hasil *printing* dapat tahan lama jika dilakukan pengecatan dengan cat warna/pilok putih khusus akrilik agar bisa terlindung dari gesekan yang mengakibatkan terlepasnya simbol. Proses *printing* memerlukan jasa *printing* akrilik.

4. Rencana Pemasangan Komponen Simulator

Pengerjaan perakitan komponen dilakukan setelah semua bahan sudah tersedia. Baik dari rangka, papan panel dan komponen-komponen simulator. Sebelum semua komponen dipasang pada simulator, dilakukan pengecekan kelayakan komponen serta identifikasi terminal agar tidak terjadi masalah saat digunakan praktik. Langkah-langkah dilakukan secara bertahap dari pemasangan papan panel ke rangka simulator, memasang komponen-komponen simulator dan merangkai kabel-kabel sesuai rangkaian sistem kelistrikan. Alat-alat yang digunakan untuk pemasangan komponen simulator diantaranya:

- a. Obeng
- b. Kunci pas ukuran 10 dan 12
- c. Solder
- d. Tenol
- e. Gunting
- f. Isolasi bakar
- g. Pengupas kabel

D. Rencana Pengujian

Setelah menentukan konsep rancangan yang akan digunakan pada pembuatan simulator, langkah selanjutnya adalah membuat rencana pengujian. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kualitas alat sebelum digunakan dan mengetahui keberhasilan kinerja serta mencapai tujuan dari

pembuatan proyek akhir simulator *electric mirror*. Rencana pengujiannya antara lain sebagai berikut:

1. Uji Komponen dan Kerja Sistem *Electric Mirror*

a. Pengujian Komponen

Perlunya dilakukan pengujian komponen simulator ini adalah untuk mengetahui sejauh mana keakuratan baik dalam pengoperasian maupun fungsi alat sebagai simulator. Pengujian komponen dilakukan pada setiap komponen sistem *electric mirror*. Adapun pengujian komponen sistem *electric mirror* yang dilakukan pada simulator sistem *electric mirror* Toyota All New Avanza, yaitu:

- 1) Pengujian kontinuitas kunci kontak
- 2) Pengujian kontinuitas *fuse*
- 3) Pengujian kontinuitas *switch electric mirror*
- 4) Pengujian motor *electric mirror*
- 5) Pemeriksaan kontinuitas terminal komponen dengan *stecker bust*

Tabel 3. Rencana Pengujian Kontinuitas Kunci Kontak

Posisi Kunci Kontak	Kontinuitas Terminal	Spesifikasi	Hasil
<i>OFF</i>	-	-	
IG	B-IG-ACC	Ada kontinuitas	
ST	B-G-ST	Ada kontinuitas	
ACC	B-ACC	Ada kontinuitas	

Tabel 4. Rencana Pengujian Kontinuitas *Fuse*

<i>Fuse</i>	Kontinuitas Terminal	Spesifikasi	Hasil
10 A	<i>Input-output</i>	Ada kontinuitas	

Tabel 5. Rencana Pengujian Kontinuitas *Switch* Sisi Kiri

Koneksi Tester	Posisi Switch	Spesifikasi	Hasil
4 (VL) – 8 (B)	<i>UP</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 7 (E)			
4 (VL) – 7 (E)	<i>DOWN</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 8 (B)			
5 (HL) – 8 (B)	<i>LEFT</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 7 (E)			
5 (HL) – 7 (E)	<i>RIGHT</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 8 (B)			

Tabel 6. Rencana Pengujian Kontinuitas *Switch* Sisi Kanan

Koneksi Tester	Posisi Switch	Spesifikasi	Hasil
3 (VR) – 8 (B)	<i>UP</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 7 (E)			
3 (VR) – 7 (E)	<i>DOWN</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 8 (B)			
2 (HR) – 8 (B)	<i>LEFT</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 7 (E)			
2 (HR) – 7 (E)	<i>RIGHT</i>	Ada kontinuitas	
6 (M+) – 8 (B)			

Tabel 7. Rencana Pengujian Motor *Electric Mirror* Kiri

Terminal Pengukuran	Spesifikasi	Hasil
Positif (+) baterai - Terminal 5 (MV)	Berputar ke atas	
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke bawah	
Negatif (-) baterai - Terminal 5 (MV)		
Positif (+) baterai - Terminal 1 (MH)	Berputar ke kiri	
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke kanan	
Negatif (-) baterai - Terminal 1 (MH)		

Tabel 8. Rencana Pengujian Motor *Electric Mirror* Kanan

Terminal Pengukuran	Spesifikasi	Hasil
Positif (+) baterai - Terminal 5 (MV)	Berputar ke atas	
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke bawah	
Negatif (-) baterai - Terminal 5 (MV)		
Positif (+) baterai - Terminal 1 (MH)	Berputar ke kiri	
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke kanan	
Negatif (-) baterai - Terminal 1 (MH)		

b. Pengujian Fungsional Sistem *Electric Mirror*

Perlunya dilakukan pengujian fungsional sistem simulator ini adalah untuk mengetahui pengoperasian dari sistem *electric mirror* tersebut bekerja dengan normal atau tidak sebagai simulator. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui apakah simulator bekerja sesuai perintah yang diberikan atau tidak. Pengujian dilakukan 3 kali dengan cara merangkai sistem *electric mirror* tersebut di simulator. Pedoman yang dilakukan dengan mengisi kesesuaian perintah yang dilakukan operator terhadap kerja alat. Langkah pengujian kerja sistem pengapian adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang akan diuji beserta kelengkapannya seperti baterai dan kabel.
- 2) Merangkai rangkaian sistem *electric mirror* sesuai dengan *wiring* diagram.
- 3) Menekan *switch electric mirror* ke arah atas, bawah, kiri, dan kanan. Kemudian memperhatikan arah kaca yang bergerak.

Tabel 9. Rencana Pengujian Fungsional Spion Kiri

No	Jenis Pengujian	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Kesimpulan	
		Hidup	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Normal	Tidak
1	Gerak ke atas								
2	Gerak ke bawah								
3	Gerak ke kiri								
4	Gerak ke kanan								

Tabel 10. Rencana Pengujian Fungsional Spion Kanan

No	Jenis Pengujian	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Kesimpulan	
		Hidup	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Normal	Tidak
1	Gerak ke atas								
2	Gerak ke bawah								
3	Gerak ke kiri								
4	Gerak ke kanan								

2. Uji Persepsional Simulator (Pengujian Kelayakan)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kinerja simulator pada proses belajar mengajar. Pengujian akan dilakukan oleh beberapa dosen dan mahasiswa untuk mengetahui kelayakan simulator ini. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengisian angket. Angket digunakan untuk melakukan pengukuran dengan tujuan untuk menghasilkan data kuantitatif yang akurat. Jenis angket yang digunakan dalam penilaian ini adalah jenis angket tertutup dengan bentuk *check list*.

Angket disusun dengan skala penilaian. Skala yang digunakan untuk penilaian menggunakan skala *likert*. Dalam penilaian ini menggunakan skala *likert* dengan empat alternatif jawaban yaitu SS (sangat setuju), S (setuju), TS (tidak setuju), STS (sangat tidak setuju). Setiap alternatif jawaban dalam skala *likert* dapat diberikan skor atau bobot untuk

keperluan analisis kuantitatif. Adapun kriteria pembobotan skala *likert* adalah sebagai berikut: (Sugiyono, 2011)

Tabel 11. Kriteria Pembobotan Skala *Likert*

No	Alternatif Jawaban	Bobot/Skala
1	Sangat Setuju	4
2	Setuju	3
3	Tidak Setuju	2
4	Sangat Tidak Setuju	1

Lembar penilaian berisi tentang poin-poin yang menggambarkan kesesuaian pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza, selain itu disertai dengan lembar isian untuk menuliskan saran dan masukan mengenai hasil pembuatan. Dari kisi-kisi akan disusun instrumen berupa poin-poin penilaian yang akan digunakan sebagai tolak ukur penilaian dari persepsi orang lain (ahli) terhadap hasil pembuatan yang telah dilaksanakan.

Kisi-kisi lembar penilaian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 12. Kisi-kisi Instrumen

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor Butir
1	Tampilan	Pemilihan warna	1,2
		Tata letak komponen	3
		Kejelasan simbol	4
		Pemilihan jenis <i>font</i>	5
		Pemilihan <i>size</i> huruf	6
2	Simulator	Kemudahan menyampaikan materi	7,8,9,10
		Menambah motivasi belajar	11,12,13
		Kejelasan menyampaikan materi	14,15,16
		Pemilihan bahan	17,18
3	Penggunaan simulator	Kemudahan dalam pengoperasian alat	19,20
		Kemudahan dalam penyimpanan	21,22
		Praktis	23,24
4	K3	Keamanan dan keselamatan	25,26,27

Setelah penyusunan instrumen, diadakan pengujian berupa uji validitas. Prinsip validitas adalah pengukuran atau pengamatan yang berarti prinsip keandalan instrumen dalam pengumpulan data. Instrumen harus dapat mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji validitas yang akan digunakan adalah validitas konstruk.

Validitas konstruk merupakan tipe validitas yang menunjukkan sejauh mana alat ukur mengungkap suatu produk atau teoritis yang hendak diukurnya. Pengujian validitas konstruk dapat dilakukan dengan cara meminta pendapat dan pertimbangan ahli.

Guna mendapatkan data untuk keperluan di atas maka diperlukan suatu penilaian sebuah angket. Angket tersebut berisikan poin-poin yang menggambarkan dari setiap aspek penilaian. Pengisian angket dilakukan oleh dosen dan mahasiswa dari Universitas Negeri Yogyakarta. Adapun butir-butir dari angket penilaian simulator adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Rencana Angket Penilaian

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-rata
		1	2	3	4	
A. Aspek Tampilan						
1	Dengan warna <i>background</i> yang sejuk/dingin simulator ini mudah dikenali					
2	Perpaduan warna pada papan panel simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza cukup serasi					
3	Penempatan komponen pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini teratur dan rapi					

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-Rata
		1	2	3	4	
4	Gambar dan nama simbol pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza jelas					
5	Huruf pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza menggunakan jenis <i>font</i> yang mudah dibaca					
6	Ukuran huruf dan gambar simbol pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza proporsional					
B. Aspek Simulator						
7	Simulator ini memberikan inti informasi, pokok-pokok secara sistematis sehingga memudahkan dalam pembelajaran					
8	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini membantu dan memudahkan terjadinya komunikasi dalam proses belajar mengajar					
9	Dengan menggunakan simulator ini lebih mudah memahami cara kerja sistem <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza					
10	Dengan menggunakan simulator ini lebih mudah memeriksa komponen sistem <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza					
11	Pembelajaran dengan menggunakan simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini dapat menumbuhkan rasa semangat dalam belajar					
12	Dengan menggunakan simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini dapat meningkatkan motivasi belajar					
13	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini mampu meningkatkan kualitas pembelajaran					

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-Rata
		1	2	3	4	
14	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini dapat menyampaikan isi dan tujuan secara struktur pengajaran yang baik					
15	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini memberikan variasi pembelajaran dalam belajar					
16	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini menyampaikan materi dengan jelas					
17	Pemilihan besi <i>hollow</i> sebagai bahan rangka simulator ini sesuai karena bersifat kuat dan tahan lama					
18	Komponen-komponen simulator ini berkualitas baik karena komponen yang dipakai orisinil					
C. Aspek Penggunaan Simulator						
19	Pengoperasian simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza tidak rumit					
20	Penggunaan <i>banana jack</i> lebih memudahkan dalam merangkai simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza					
21	Pemberian dudukan untuk penyimpanan simulator mempermudah pengguna menyimpannya					
22	Penggantian komponen-komponen simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza dapat dilakukan dengan mudah					
23	Simulator ini mudah untuk dibawa maupun dipindah-pindahkan					
24	Ukuran atau dimensi dari simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini sudah proporsional					

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-Rata
		1	2	3	4	
D. Aspek K3						
25	Simulator dengan dengan bentuk <i>stand</i> seperti ini aman saat digunakan, tidak menimbulkan bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja bagi penggunanya					
26	Papan akrilik yang digunakan tidak mempunyai sifat penghantar listrik, sehingga pada saat terjadi konsleting tidak menimbulkan bahaya bagi penggunanya					
27	Ujung dari setiap siku simulator dibuat tumpul agar tidak membahayakan pengguna					
Jumlah						
Rata – rata						

E. Teknik Analisis Data

Data hasil penilaian ini secara keseluruhan didapat dari data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang berupa angka-angka yang dapat diperoleh dari angket penilaian, analisis data yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis kelayakan dan penilaian terhadap simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif yang mendeskripsikan data yang telah dikumpulkan sebagaimana apa adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum.

Agar dapat digunakan sesuai dengan maksud penilaian, maka data hasil pengambilan data angket yang berupa data kualitatif diubah ke data

kuantitatif. Data kualitatif yang berupa pernyataan sangat setuju (SS), setuju (S), kurang setuju (KS), dan sangat tidak setuju (STS), diubah terlebih dahulu berdasarkan bobot yang telah ditetapkan menjadi data kuantitatif dengan skala empat (4), tiga (3), dua (2) dan satu (1). Data kuantitatif tersebut selanjutnya dianalisis dengan statistik deskriptif. Kategori pilihan untuk pengisian angket adalah:

1. Skala 1, jika penilaian terhadap simulator sangat tidak setuju tidak sesuai dengan kriteria penilaian.
2. Skala 2, jika penilaian terhadap simulator kurang setuju sesuai dengan kriteria penilaian.
3. Skala 3, jika penilaian terhadap simulator setuju dengan kriteria penilaian.
4. Skala 4, jika penilaian terhadap simulator sangat setuju sesuai dengan kriteria penilaian (Suharsimi Arikunto, 2013).

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan :

P = rata-rata skoring

$\sum x$ = jumlah jawaban tiap responden dari tiap *item* yang dinilai

n = jumlah responden

Tingkat kriteria kelayakan yang digunakan dalam penilaian pembuatan simulator ini disajikan dalam tabel 14.

Tabel 14. Kriteria Kelayakan

No	Skor	Kriteria kelayakan
1	3,26 – 4,00	Sangat layak, tidak perlu revisi
2	2,51 – 3,25	Layak, tidak perlu revisi
3	1,76 – 2,50	Kurang layak, perlu revisi
4	1,00 – 1,75	Tidak layak, revisi total

F. Rencana Kebutuhan Alat dan Bahan

Dalam proses pembuatan simulator *electric mirror*, terlebih dahulu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada proses pengerjaannya. Peralatan dan bahan yang dibutuhkan dimaksudkan agar pengerjaan simulator sistem *electric mirror* ini dapat berjalan dengan baik sesuai rencana dan menghasilkan produk sesuai dengan keinginan. Berikut ini merupakan rencana kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan selama proses pengerjaan proyek akhir.

1. Rencana Kebutuhan Alat

Beberapa peralatan yang akan digunakan dalam proses pengerjaan proyek akhir ini dapat dilihat seperti pada tabel 15:

Tabel 15. Rencana Kebutuhan Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Las listrik	1 buah
2	Bor tangan	1 buah
3	Gerinda tangan	1 buah
4	Gerinda Duduk	1 buah
5	Kikir	1 buah
6	Obeng	1 set
7	Tang potong	1 buah
8	Kunci <i>ring</i>	1 set

No	Nama Alat	Jumlah
9	Sikat	1 buah
10	Solder	1 buah
11	Tenol	1 gulung
12	<i>Roll</i> kabel	1 buah
13	<i>Multimeter</i>	1 buah
14	<i>Test lamp</i>	1 buah
15	Skrap dempul	1 buah
16	Meteran	1 buah
17	Mistar	1 buah
18	Mistar siku	1 buah
19	Palu	1 buah

2. Rencana Kebutuhan Bahan

Pada proyek akhir ini mempunyai tujuan untuk membuat simulator, berbeda dengan merekondisi sehingga kebutuhan bahan yang diperlukan harus membeli semua. Pada simulator yang direkondisi, komponen yang masih berfungsi dengan baik maka digunakan lagi sedangkan komponen yang sudah rusak diganti dengan yang baru. Untuk itu harus ada perencanaan dalam membeli kebutuhan bahan agar tidak banyak biaya yang dikeluarkan. Adapun beberapa bahan yang akan diperlukan dalam proses pengerjaan proyek akhir ini dapat dilihat seperti pada tabel 16:

Tabel 16. Rencana Kebutuhan Bahan

No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Electric mirror</i>	Toyota All New Avanza	1 pasang
2	Saklar spion elektrik	Toyota All New Avanza	1 buah
3	Kabel <i>accu</i>	<i>Universal</i>	2 meter
4	<i>Fuse</i>	<i>Blade</i>	1 buah
5	<i>Banana jack</i>	<i>Universal</i>	80 buah

No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah
6	Besi <i>hollow</i>	25 mm x 25 mm x 2 mm	9 meter
7	Besi siku	<i>Universal</i>	1 meter
8	Besi plat strip	Tebal 4 mm	30 cm
9	Kabel	Diameter 1,5 mm	25 meter
10	Solasi bakar	<i>Universal</i>	5 meter
11	Amplas	<i>Universal</i>	½ meter
12	Akrilik	3milimeter	1 lembar

G. Rencana Anggaran Biaya

Pembuatan simulator *electric mirror* ini diperlukan rencana perhitungan anggaran biaya yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan simulator supaya pada saat proses pembuatan simulator tersebut tidak terhambat oleh faktor biaya. Perhitungan biaya dibuat sebelum mulai melakukan pengerjaan proyek akhir dan diharapkan anggaran biaya yang sudah ditetapkan cukup untuk membuat media tersebut sampai benar-benar selesai dan sudah uji kelayakan sistem. Hal ini bertujuan agar biaya yang dibutuhkan dapat dipersiapkan terlebih dahulu dan dapat disesuaikan dengan data yang ada. Bahan yang dibeli mempertimbangkan harga yang murah dan berkualitas agar biaya yang dikeluarkan dapat diminimalisir. Berikut rincian biaya yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan proyek akhir pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ditunjukkan pada tabel 17:

Tabel 17. Rencana Anggaran Biaya

No	Nama Barang	Banyak	Harga Satuan	Harga Jumlah
1	Spion elektrik	1 pasang	Rp1.000.000,00	Rp2.000.000,00
2	Saklar spion elektrik	1 buah	Rp300.000,00	Rp300.000,00
3	Kunci kontak	1 buah	Rp35.000,00	Rp 35.000,00
4	<i>Fuse</i> + rumah <i>fuse</i>	1 buah	Rp 9.000,00	Rp 9.000,00
5	Baut 8	8 buah	Rp 500,00	Rp 4.000,00
6	Baut 10	3 buah	Rp 1.000,00	Rp 3.000,00
7	Plat strip 30 mm x 3 mm	1 m	Rp 15.000,00	Rp 15.000,00
8	<i>Hollow</i> 25 mmx 25 mmx2 mm	9 m	Rp 70.000,00	Rp 105.000,00
9	Besi siku 25 mm x 25 mm x 1	1 m	Rp 15.000,00	Rp 15.000,00
10	Elektroda las	14 buah	Rp 1.000,00	Rp 14.000,00
11	Plat strip 50 mm x 3 mm	10 cm	Rp5.000,00	Rp 5.000,00
12	Mata gerinda potong	2 buah	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
13	<i>Banana conector</i>	25 buah	Rp 1.500,00	Rp 37.500,00
14	Media akrilik bening	90 cmx 90 cm	Rp 150.000,00	Rp 150.000,00
15	Jasa <i>print color</i> dan tekuk	90 cmx 90 cm	Rp 200.000,00	Rp 200.000,00
16	Amplas	5 lembar	Rp 2.000,00	Rp 10.000,00
17	Kabel <i>body</i> kecil	5 meter	Rp 3.000,00	Rp 15.000,00
18	Kabel <i>body</i> besar	2 meter	Rp 6.000,00	Rp 12.000,00
19	<i>Jumper accu</i>	2 buah	Rp 7.000,00	Rp 14.000,00
20	Sekrup	12 buah	Rp 500,00	Rp 6.000,00
21	Dempul	1 buah	Rp 12.000,00	Rp 12.000,00
22	Isolasi bakar	2 meter	Rp 4.000,00	Rp 8.000,00
23	Tenol	1 gulung	Rp 15.000,00	Rp 15.000,00
24	Mata bor	2 buah	Rp 13.500,00	Rp 27.000,00
Jumlah				Rp2.931.500,00

H. Rencana Jadwal Kegiatan

Dalam pelaksanaan pembuatan proyek akhir agar lebih terarah dan terprogram dibutuhkan sebuah program atau rencana jadwal kegiatan agar dapat selesai tepat waktu sesuai dengan yang telah direncanakan. Berikut

BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap tahapan-tahapan pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza memerlukan ketelitian dan kesabaran. Proses pemilihan bahan sebagai obyek simulator, proses perancangan simulator, proses pembuatan simulator dan proses pengujian simulator dilakukan secara teliti untuk kemudian disatukan menjadi sebuah simulator untuk dapat dipergunakan sebagai pengetahuan. Semua proses tersebut harus dikerjakan secara terencana agar memperoleh hasil kinerja simulator yang maksimal dan tidak terjadi kesalahan.

A. Proses Pembuatan Simulator

Proses pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini melalui beberapa tahapan. Pengerjaan simulator ini memerlukan waktu yang cukup lama dan dilakukan secara bertahap sesuai dengan rancangan yang sebelumnya dibuat. Adapun tahapan-tahapan dalam pembuatan simulator ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pembuatan Desain *Layout* dan Rangka Simulator

Pembuatan desain *layout* dan rangka simulator merupakan tahap awal yang dituangkan dalam bentuk gambar. Proses pembuatan desain *layout* dan rangka simulator dimulai dengan melakukan perancangan menggunakan aplikasi *Corel Draw*. Pembentukan desain *layout* papan panel maupun rangka simulator mengacu pada hasil konsultasi kepada dosen yang bersangkutan. Pembuatan desain rangka dan desain *layout* dibuat sesuai

kebutuhan komponen-komponen yang akan terpasang. Proses tersebut dimaksudkan agar pelaksanaan pengerjaan dapat dikerjakan dengan tepat dan didapatkan hasil yang serapi mungkin.

2. Observasi dan Pemilihan Bahan Simulator

Observasi dilakukan agar selama proses pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini tidak terhambat oleh beberapa kendala. Observasi yang dilakukan meliputi observasi sistem *electric mirror* itu sendiri maupun ketersediaan dan harga dari komponen untuk pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Observasi sistem *electric mirror* dilakukan untuk mengetahui mekanisme kerja dan bentuk konstruksi dari komponen-komponen yang mau dibuat menjadi simulator. Observasi dari ketersediaan dan harga dari komponen *electric mirror* dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya barang yang mau dibuat untuk simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dan juga untuk mengetahui kualitas dari komponen tersebut.

Sebelum menentukan bahan untuk membuat simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dilakukan pemilihan bahan dengan cara observasi langsung ke toko-toko untuk mencari tahu ketersediaan bahan yang akan dibutuhkan. Kemudian untuk mekanisme kerja dari *electric mirror* dilakukan dengan melihat konstruksi komponen yang mau ditunjukkan, setelah itu dibuat sebisa mungkin terlihat bagaimana mekanisme kerja dari *electric mirror* tersebut.

Dalam hal ini sebagai contoh pembelian besi *hollow* 25 mm x 25 mm x 2 mm (6m) yang telah ditentukan untuk mencari atau menemukan harga yang sesuai. Adapun komponen-komponen lain yang dibutuhkan yaitu: akrilik, besi siku, besi *streep*/plat strip, cat dan komponen-komponen sistem *electric mirror*. *Electric mirror* yang dibeli adalah dalam kondisi *second* atau setengah pakai namun untuk kualitasnya masih bagus, masih dapat bekerja dengan normal. Mekanisme kerja dari *electric mirror* dilakukan dengan melihat konstruksi komponen yang mau ditunjukkan, setelah itu dibuat sebisa mungkin terlihat bagaimana mekanisme kerja dari *electric mirror* tersebut.

3. Pembuatan Rangka Simulator

a. Proses Pengukuran dan Pematangan Besi

Pengukuran besi perlu dilakukan untuk memulai langkah untuk membuat sebuah rangka simulator. Pengukuran besi dilakukan agar kebutuhan untuk membuat sebuah rangka simulator sesuai dengan rancangan desain yang sebelumnya dibuat. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran dan penggaris siku agar diperoleh hasil yang tepat.



Gambar 18. Proses Pengukuran Besi

Adapun ukuran-ukuran dari rangka sesuai tabel berikut:

Tabel 19. Pemotongan Kebutuhan Bahan

No	Jenis Besi	Ukuran	Jumlah Potongan
1	Besi plat strip 3 mm	6,5 x 7 cm	2
2	Besi plat strip 2 mm	2 x 3 cm	2
3	Besi <i>hollow</i> 25 mm x 25 mm x 2 mm x 6 m	85 cm	5
		67 cm	2
		33 cm	2
		16 cm	2
		60 cm	2
4	Besi siku 2 mm	85 cm	1

Pemotongan besi dilakukan sesuai dengan pengukuran yang dirancang sebelumnya. Langkah pemotongan besi dilakukan dengan cara seksama dengan memperhatikan tanda garis yang diberikan pada besi. Pemotongan harus dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan gerinda potong, bisa menggunakan gerinda duduk maupun gerinda tangan. Pemotongan harus memperhatikan dalam segi K3 agar tidak terjadi kecelakaan kerja, apabila tidak dilakukan secara hati-hati maka akan berbahaya bagi pemotong dan bahan yang akan dipotong akan lebih dari ukuran yang ditentukan karena dapat menyebabkan ketidakakuratan pemotongan sehingga saat dilakukan penyambungan akan mempengaruhi bentuk rangka.



Gambar 19. Pemotongan Besi



Gambar 20. Proses Pemotongan Besi *Hollow*



Gambar 21. Hasil Potongan Besi *Hollow*

b. Proses Pengelasan Rangka Simulator

Setelah proses pengukuran dan pemotongan bahan besi, langkah selanjutnya adalah menyatukan potongan-potongan tersebut dengan menggunakan las busur listrik agar didapati hasil pengelasan yang cukup

kuat dan rapi. Adapun langkah-langkah proses pengelasan sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses pengelasan.
- 2) Menghubungkan arus *minus* (-) mesin las ke besi yang akan dilas dan mengubungkan elektroda ke *plus* (+) mesin las.
- 3) Menata atau merangkai rangka yang akan dilas dengan menggunakan mistar siku untuk menata setiap sudut.
- 4) Menyetel tegangan pada posisi 220 *volt* dan arus pada posisi 50 *ampere*.

Pengelasan pertama membuat kerangka samping sesuai ukuran desain yang telah dibuat kemudian kerangka samping tersebut digunakan sebagai *jig* untuk membuat kerangka samping yang lain sehingga diperoleh kesamaan kerangka samping yang presisi. Perakitan rangka sesuai dengan *jig* yang telah dibuat dengan menyusun potongan besi pada *jig* kemudian memberi las pada ujung-ujung besi sehingga besi yang telah terpotong menjadi tersambung membentuk rangka samping. Rangka samping pembuatannya dilakukan dengan berpasangan sehingga setelah dilakukan penyusunan rangka akan diperoleh hasil yang presisi.



Gambar 22. Hasil Pengelasan Rangka Samping

Dalam perakitan rangka dapat dilakukan dengan menghubungkan empat buah besi dengan ukuran 85cm pada setiap sudut rangka samping dan diberi besi siku pada bagian atasnya sebagai dudukan baut akrilik. Dengan menahan setiap sudut dengan siku magnet maka akan diperoleh hasil yang tegak lurus dengan rangka samping kemudian disambungkan dengan las busur listrik pada setiap sambungannya. Selanjutnya membuat dudukan komponen sesuai desain yang telah dibuat. Dudukan komponen selain sebagai dudukan komponen juga sebagai penguat akrilik agar tidak pecah.



Gambar 23. Proses Pengelasan Simulator

c. Proses Merapikan Rangka Simulator

Setelah proses pengelasan, hasil pemotongan dan pengelasan yang dibuat memiliki bekas permukaan yang kasar untuk itu harus dilakukan proses merapikan permukaan rangka. Merapikan permukaan rangka menggunakan gerinda kikis agar didapatkan hasil yang rata pada permukaan rangka, selain itu agar tidak mudah melukai tangan yang memegang atau merusak bahan akrilik saat pemasangan akrilik.



Gambar 24. Proses Merapikan Rangka Simulator

d. Proses Pengecatan Rangka Simulator

Proses pengecatan rangka merupakan langkah terakhir dalam pembuatan rangka. Pengecatan selain menambah nilai estetika juga melindungi rangka dari korosi. Korosi akan menyebabkan berkurangnya umur dari besi yang digunakan sebagai rangka. Sebelum proses pengecatan dimulai, perlu dilakukan pembersihan permukaan rangka dari kotoran dan karat menggunakan gerinda penghalus dan kertas amplas.

Bagian permukaan yang tidak rata atau bekas dari pengelasan diperlukan pendempulan. Pada proses pendempulan ini menggunakan dempul dengan dua komponen.



Gambar 25. Hasil Pendempulan

Pengecatan dilakukan dengan melakukan pengecatan *primer* dan *top coat*. Tujuan dari pengecatan *primer* ini adalah melindungi besi terhadap karat dan sekaligus *filler* (perapat). Pengecatan dilakukan dengan menggunakan *spray gun*. Adapun langkah-langkah proses dari pengecatan sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan alat dan bahan.
- 2) Membersihkan permukaan yang akan dicat menggunakan amplas.
- 3) Membuat kerataan simulator dan juga menutup bagian bekas las dengan dempul agar rata dan tunggu hingga dempul mengering.
- 4) Setelah dempul mengering, langkah selanjutnya adalah mengamplas hasil dempulan hingga didapati permukaan yang rata menggunakan amplas 240.
- 5) Kemudian membersihkan keseluruhan rangka dari kotoran dan debu dan memasukkan ke dalam *spray booth*.

- 6) Memberikan lapisan cat dasar atau *primer* pada rangka menggunakan *spray gun* dan tunggu hingga kering.
- 7) Menghaluskan permukaan yang sudah dicat *primer* menggunakan amplas 480.
- 8) Kemudian langkah terakhir, berikan lapisan cat warna hitam (*top coat*) pada rangka simulator menggunakan *spray gun*.



Gambar 26. Pengecatan Cat *Primer*



Gambar 27. Pengecatan *Top Coat*

4. Pembuatan Papan Panel Simulator

Pembuatan papan panel menggunakan bahan akrilik bening dengan tebal 3mm dengan pertimbangan agar lebih kuat dan mudah dalam pengerjaannya. Ukuran akrilik disesuaikan dengan bentuk rangka yang akan

dibuat papan panel yaitu dengan ukuran 76cm x 90cm. Desain rancangan *layout* kemudian dilakukan *printing acrylic*.



Gamabr 28. Proses pemotongan akrilik

Printing acrylic dilakukan di tempat percetakan dengan menyerahkan desain *layout* dengan jasa pihak luar sehingga dengan membawa desain. Di tempat percetakan, akrilik sudah dalam bentuk tekukan sesuai rangka simulator. Proses *printing acrylic* dilaksanakan dengan lama waktu 2 hari.

Setelah proses *printing acrylic* jadi, sebelum papan panel dipasang pada rangka dengan menggunakan skrup dilakukan proses melubangi papan akrilik. Proses membuat lubang pada papan akrilik menggunakan mesin bor tangan dan kikir. Lubang-lubang tersebut digunakan sebagai tempat *stecker bust/soket/banana jack*, tempat komponen-komponen sistem kelistrikan *electric mirror* dan lubang baut pengait papan dengan rangka. Lubang *stecker bust* menggunakan mata bor berukuran 8 mm. Untuk lubang pengait akrilik dengan rangka menggunakan mata bor 4,5 mm. Lubang *fuse* dan *switch* menggunakan mata bor 4,5 mm kemudian dirapikan menggunakan amplas dan kikir.



Gambar 29. Proses Melubangi Akrilik dengan Bor Tangan

5. Perakitan Simulator

Proses perakitan ini merupakan tahap untuk menyatukan komponen *electric mirror*, kabel dan *stecker bust* pada akrilik yang telah dilubangi. Langkah-langkah dilakukan secara bertahap dari pemasangan papan panel ke rangka simulator dengan menggunakan skrup, memasang komponen-komponen simulator dan merangkai kabel-kabel sesuai rangkaian sistem kelistrikan kemudian memasang komponen seperti kunci kontak, *fuse*, saklar *electric mirror*, spion beserta rangkaian kabel yang dihubungkan dengan *banana connector*. Proses pemasangan menggunakan alat-alat diantaranya: kunci 8 dan 10, obeng, tang potong, gunting, solder, isolasi bakar, korek api dan bor. Pengerjaan perakitan tidak memerlukan waktu lama karena hanya memasang bahan ke rangka.



Gambar 30. Hasil Pemasangan Kabel dengan *Stecker Bust*

B. Hasil Pembuatan Simulator

1. Hasil Pembuatan Simulator

Setelah melalui beberapa tahapan mulai dari proses perancangan desain rangka dan *layout*, pemilihan bahan, pengukuran dan penentuan pemotongan bahan, pengelasan, melakukan tahap merapikan rangka sampai proses pengecatan dan pembuatan papan panel simulator sampai proses perakitan komponen dan bahan maka diperoleh hasil simulator sebagai berikut:



Gambar 31. Hasil Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza Tampak Depan



Gambar 32. Hasil Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza Tampak Belakang



Gambar 33. Hasil Pembuatan Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza Tampak Samping

2. Hasil Pengujian Simulator

Sebelum dapat digunakan sebagai simulator, maka simulator *electric mirror* perlu dilakukan proses pengujian terlebih dahulu. Ada beberapa tahapan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana hasil kerja dan kinerja dari simulator ini. Pengujian tersebut dibagi menjadi pengujian kerja dari komponen dan sistem *electric mirror*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah simulator *electric mirror* tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak, selain itu dilakukan pengujian kinerja simulator untuk mengetahui kelayakan simulator tersebut, pengujian tersebut meliputi:

a. Pengujian Komponen dan Sistem *Electric Mirror*

1) Pengujian Komponen

Perlunya dilakukan pengujian komponen simulator ini adalah untuk mengetahui sejauh mana keakuratan baik dalam pengoperasian maupun fungsi alat sebagai simulator. Pengujian

komponen dilakukan untuk mendapatkan hasil adakah komponen yang mengalami kerusakan atau komponen yang hasilnya diluar spesifikasi. Terlebih penting untuk mengetahui pencapaian yang didapatkan dari pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dan memastikan bahwa semua komponen simulator siap digunakan, perlu adanya pengujian sehingga dapat diketahui bahwa simulator benar-benar siap digunakan sebagai *training object*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *multimeter*, kemudian memilih selektor sesuai dengan pemeriksaan yang akan dilakukan. Pemeriksaan yang dilakukan yaitu pemeriksaan kontinuitas pada komponen sistem *electric mirror* dan juga kontinuitas antara terminal komponen dengan *stecker bust*. Pengujian komponen yang dilakukan pada simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza, yaitu:

- a) Pengujian kontinuitas kunci kontak

Tabel 20. Hasil Pengujian Kontinuitas Kunci Kontak

Posisi Kunci Kontak	Kontinuitas Terminal	Spesifikasi	Hasil
OFF	-	-	-
IG	B-IG-ACC	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
ST	B-G-ST	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
ACC	B-ACC	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas

Spesifikasi: Ada Kontinuitas

Hasil: Dapat disimpulkan bahwa kunci kontak masih baik karena kontinuitas terminal pada semua posisi tersambung.

b) Pengujian kontinuitas *fuse*Tabel 21. Hasil Pengujian Kontinuitas *Fuse*

<i>Fuse</i>	Kontinuitas Terminal	Spesifikasi	Hasil
10 A	<i>Input-output</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas

Spesifikasi: Ada kontinuitas

Hasil: Dapat disimpulkan bahwa semua *fuse* masih baik karena kontinuitas pada terminal *input* dan *output* tersambung.

c) Pengujian kontinuitas *switch electric mirror*Tabel 22. Hasil Pengujian Kontinuitas *Switch* Sisi Kiri

Koneksi Tester	Posisi Switch	Spesifikasi	Hasil
4 (VL) – 8 (B)	<i>UP</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 7 (E)			Ada kontinuitas
4 (VL) – 7 (E)	<i>DOWN</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 8 (B)			Ada kontinuitas
5 (HL) – 8 (B)	<i>LEFT</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 7 (E)			Ada kontinuitas
5 (HL) – 7 (E)	<i>RIGHT</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 8 (B)			Ada kontinuitas

Tabel 23. Hasil Pengujian Kontinuitas *Switch* Sisi Kanan

Koneksi Tester	Posisi Switch	Spesifikasi	Hasil
3 (VR) – 8 (B)	<i>UP</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 7 (E)			Ada kontinuitas
3 (VR) – 7 (E)	<i>DOWN</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 8 (B)			Ada kontinuitas
2 (HR) – 8 (B)	<i>LEFT</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 7 (E)			Ada kontinuitas
2 (HR) – 7 (E)	<i>RIGHT</i>	Ada kontinuitas	Ada kontinuitas
6 (M+) – 8 (B)			Ada kontinuitas

Spesifikasi: Ada kontinuitas

Hasil: Dapat disimpulkan walaupun *switch electric mirror* yang dibeli *second* kondisi masih baik karena kontinuitas terminal pada semua posisi tersambung.

d) Pengujian motor *electric mirror*

Tabel 24. Hasil Pengujian Motor *Electric Mirror* Kiri

Terminal Pengukuran	Spesifikasi	Hasil
Positif (+) baterai - Terminal 5 (MV)	Berputar ke atas	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke bawah	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 5 (MV)		
Positif (+) baterai - Terminal 1 (MH)	Berputar ke kiri	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke kanan	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 1 (MH)		

Tabel 25. Hasil Pengujian Motor *Electric Mirror* Kanan

Terminal Pengukuran	Spesifikasi	Hasil
Positif (+) baterai - Terminal 5 (MV)	Berputar ke atas	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke bawah	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 5 (MV)		
Positif (+) baterai - Terminal 1 (MH)	Berputar ke kiri	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 3 (M+)		
Positif (+) baterai - Terminal 3 (M+)	Berputar ke kanan	Bekerja normal
Negatif (-) baterai - Terminal 1 (MH)		

Spesifikasi: Berputar ke arah atas, bawah, kiri, dan kanan.

Hasil: Dapat disimpulkan walaupun *electric mirror* yang dibeli *second* atau setengah pakai, motor dari *electric mirror* tersebut masih dalam kondisi baik karena motor dapat bergerak dengan lancar, bekerja normal.

e) Pemeriksaan kontinuitas terminal dengan *stecker bust*

Meliputi pemeriksaan terminal komponen dengan *stecker bust* di setiap komponen. Hasilnya diketahui mempunyai

tahanan 0Ω (*ohm*) sehingga disimpulkan hasil perakitan kabel baik dan sistem dapat dijalankan.

2) Pengujian Fungsional Sistem *Electric Mirror*

Perlunya dilakukan pengujian sistem simulator ini adalah untuk mengetahui pengoperasian dari sistem *electric mirror* tersebut bekerja dengan normal atau tidak sebagai simulator. Perlu adanya pengujian sehingga dapat diketahui bahwa simulator benar-benar siap digunakan sebagai *training object*. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui apakah simulator bekerja sesuai perintah yang diberikan atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara merangkai sistem *electric mirror* tersebut di simulator. Pedoman yang dilakukan dengan mengisi kesesuaian perintah yang dilakukan operator terhadap kerja alat. Hasil dari pengujian 3 kali fungsional yang dilakukan pada simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza sebagai berikut:

Tabel 26. Hasil Pengujian Kerja Spion Kiri

No	Jenis Pengujian	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Kesimpulan	
		Hidup	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Normal	Tidak
1	Gerak ke atas	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
2	Gerak ke bawah	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
3	Gerak ke kiri	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
4	Gerak ke kanan	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-

Tabel 27. Hasil Pengujian Kerja Spion Kanan

No	Jenis Pengujian	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Kesimpulan	
		Hidup	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Normal	Tidak
1	Gerak ke atas	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
2	Gerak ke bawah	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
3	Gerak ke kiri	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
4	Gerak ke kanan	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-

b. Pengujian Kelayakan Simulator

Pada pengujian kelayakan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kelayakan serta kesesuaian materi pada simulator yang telah dibuat. Pengujian kelayakan ini dilakukan di bengkel Universitas Negeri Yogyakarta, dalam uji terbatas melibatkan 10 responden yaitu 3 dosen dan 7 mahasiswa. Sebelum penilaian oleh responden, butir-butir pernyataan yang dibuat sebelumnya sudah divalidasi oleh dosen ahli. Dalam angket tersebut digunakan skala beringkat dimana pada setiap pernyataan, responden memberikan skor untuk aspek yang dinyatakan dari simulator. Teknis analisis data yang sesuai untuk menganalisis hasil angket adalah teknik analisa diskriptif dengan rata-rata skoring jawaban pada masing-masing *item* yang dinilai. Kategori pilihan untuk angket validasi adalah

- 1) skala 1, jika penilaian terhadap simulator sangat tidak setuju tidak sesuai dengan kriteria penilaian
- 2) skala 2, jika penilaian terhadap simulator kurang setuju sesuai dengan kriteria penilaian
- 3) skala 3, jika penilaian terhadap simulator setuju dengan kriteria penilaian
- 4) skala 4, jika penilaian terhadap simulator sangat setuju sesuai dengan kriteria penilaian (Arikunto, 2013).

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan :

P = rata-rata skoring

$\sum x$ = jumlah jawaban tiap responden dari tiap *item* yang dinilai

n = jumlah responden

Tingkat kriteria kelayakan yang digunakan dalam penilaian pembuatan simulator ini disajikan dalam Tabel 28.

Tabel 28. Kriteria Kelayakan

No	Skor	Kriteria kelayakan
1	3,26 – 4,00	Sangat layak, tidak perlu revisi
2	2,51 – 3,25	Layak, tidak perlu revisi
3	1,76 – 2,50	Kurang layak, perlu revisi
4	1,00 – 1,75	Tidak layak, revisi total

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari pengisian angket:

Tabel 29. Hasil Lembar Penilaian Pengujian Kelayakan

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-rata
		1	2	3	4	
A. Aspek Tampilan						
1	Dengan warna <i>background</i> yang sejuk/dingin simulator ini mudah dikenali				10	4
2	Perpaduan warna pada papan panel simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza cukup serasi			3	7	3,7
3	Penempatan komponen pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini teratur dan rapi			1	9	3,9

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-Rata
		1	2	3	4	
4	Gambar dan nama simbol pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza jelas				10	4
5	Huruf pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza menggunakan jenis <i>font</i> yang mudah dibaca			2	8	3,8
6	Ukuran huruf dan gambar simbol pada simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza proporsional			3	7	3,7
B. Aspek Simulator						
7	Simulator ini memberikan inti informasi, pokok-pokok secara sistematis sehingga memudahkan dalam pembelajaran			4	6	3,6
8	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini membantu dan memudahkan terjadinya komunikasi dalam proses belajar mengajar			2	8	3,8
9	Dengan menggunakan simulator ini lebih mudah memahami cara kerja sistem <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza			2	8	3,8
10	Dengan menggunakan simulator ini lebih mudah memeriksa komponen sistem <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza			1	9	3,9
11	Pembelajaran dengan menggunakan simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini dapat menumbuhkan rasa semangat dalam belajar			6	4	3,4
12	Dengan menggunakan simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini dapat meningkatkan motivasi belajar			5	5	3,5
13	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini mampu meningkatkan kualitas pembelajaran			1	9	3,9
14	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini dapat menyampaikan isi dan tujuan secara struktur pengajaran yang baik			1	9	3,9

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-Rata
		1	2	3	4	
15	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini memberikan variasi pembelajaran dalam belajar			2	8	3,8
16	Simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini menyampaikan materi dengan jelas			1	9	3,9
17	Pemilihan besi <i>hollow</i> sebagai bahan rangka simulator ini sesuai karena bersifat kuat dan tahan lama			3	7	3,7
18	Komponen-komponen simulator ini berkualitas baik karena komponen yang dipakai orisinil			2	8	3,8
C. Aspek Penggunaan Simulator						
19	Pengoperasian simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza tidak rumit			2	8	3,8
20	Penggunaan <i>banana jack</i> lebih memudahkan dalam merangkai simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza			1	9	3,9
21	Pemberian dudukan untuk penyimpanan simulator mempermudah pengguna menyimpannya			5	5	3,5
22	Penggantian komponen-komponen simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza dapat dilakukan dengan mudah			2	8	3,8
23	Simulator ini mudah untuk dibawa maupun dipindah-pindahkan			2	8	3,8
24	Ukuran atau dimensi dari simulator <i>electric mirror</i> Toyota All New Avanza ini sudah proporsional			2	8	3,8
D. Aspek K3						
25	Simulator dengan dengan bentuk <i>stand</i> seperti ini aman saat digunakan, tidak menimbulkan bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja bagi penggunanya			3	7	3,7

NO	ASPEK PENILAIAN	RESPON				Rata-Rata
		1	2	3	4	
26	Papan akrilik yang digunakan tidak mempunyai sifat penghantar listrik, sehingga pada saat terjadi konsleting tidak menimbulkan bahaya bagi penggunaanya			2	8	3,8
27	Ujung dari setiap siku simulator dibuat tumpul agar tidak membahayakan pengguna			2	8	3,8
Jumlah						102
Rata – rata						3,77

Tabel 30. Hasil Tiap Aspek Penilaian

No	Aspek Penilaian	Rata – rata aspek penilaian	Keterangan
1	Tampilan	3,85	Sangat layak
2	Simulator	3,75	Sangat layak
3	Penggunaan Simulator	3,76	Sangat layak
4	K3	3,76	Sangat layak

Dari hasil rata-rata didapatkan hasil 3,78. Dari hasil tingkat kriteria kelayakan yang digunakan dalam penilaian pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza diperoleh hasil diantara 3,26 – 4,00 dengan kriteria kelayakan “sangat layak, tidak perlu revisi”.

C. Pembahasan

Proses pengerjaan simulator *electric mirror* dilakukan untuk membuat simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang belum ada berbentuk *stand* di bengkel otomotif FT UNY. Proses pengerjaan ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Merancang Simulator

Perancangan desain rangka dan desain *layout* dibuat sesuai kebutuhan komponen-komponen yang akan terpasang. Proses pembuatan desain rangka dan desain *layout* simulator dimulai dengan melakukan perancangan menggunakan aplikasi *Corel Draw*. Sebelum perancangan menggunakan *Corel Draw* dilakukan, pembuatan sketsa rancangan desain *layout* dan desain rangka simulator dibuat dahulu di kertas biasa agar saat pembuatan rancangan menggunakan aplikasi *Corel Draw* langsung bisa dibuat dengan menuangkan hasil dari sketsa tersebut. Pembuatan perencanaan pembentukan desain rangka dan *layout* simulator merupakan tahap awal yang dituangkan dalam bentuk gambar.

Setelah pembuatan rancangan desain *layout* dan desain rangka simulator selesai, hasil dari rancangan kemudian diprint. Pembentukan desain rangka maupun *layout* papan panel simulator mengacu pada hasil konsultasi kepada dosen yang bersangkutan. Hasil dari rancangan dikonsultasikan kepada Bapak Moch.Solikin, M. Kes selaku Kaprodi D3 Teknik Otomotif untuk dinilai. Dalam pembuatan rancangan desain *layout* dan desain rangka simulator ini terdapat sedikit kesalahan dan harus

memperbaikinya untuk menghasilkan rancangan yang baik. Proses dimaksudkan agar pelaksanaan pengerjaan dapat dikerjakan dengan tepat dan didapatkan hasil yang serapi mungkin.

2. Membuat Simulator

Sebelum pembuatan simulator dimulai, dilakukan observasi harga bahan untuk mencari atau menemukan harga yang sesuai dengan kualitas yang sama. Observasi dilakukan dengan mendatangi toko-toko material yang diperlukan kemudian membandingkan harga yang paling murah namun dengan kualitas yang sama. Observasi komponen yang dibutuhkan meliputi besi *hollow*, *acrylic*, besi siku, besi *steeep*/plat strip, cat dan lain-lain. Kemudian untuk komponen-komponen sistem *electric mirror* Toyota All New Avanza dibeli dalam keadaan setengah pakai (*second*) namun kondisinya masih dapat bekerja normal/bagus.

Pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza secara umum terbagi menjadi pembuatan rangka dan pembuatan papan panel. Proses pembuatan rangka simulator dilakukan secara bertahap mulai dari pengukuran bahan yang akan digunakan, pemotongan besi, pengelasan rangka, merapikan rangka hingga proses pengecatan rangka sedangkan pembuatan papan panel dengan menggunakan bahan akrilik bening dengan tebal 3mm. Ukuran akrilik disesuaikan dengan bentuk rangka yang akan dibuat papan panel yaitu dengan ukuran 76cm x 90cm. Desain rancangan *layout* kemudian dilakukan *printing acrylic* yang dilakukan dengan jasa pihak percetakan.

Pada saat pembentukan rangka simulator, kendala yang dihadapi adalah ketidakrataan rangka pada saat diletakan di tempat yang rata, namun permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pembenahan atau pembongkaran kembali sambungan-sambungan pada rangka yang terjadi pembengkokan atau tidak rata dan melakukan pengelasan ulang pada sambungan yang telah diratakan sehingga rangka simulator yang diletakan di tempat yang rata tidak goyang karena semua sisinya sudah sama rata. Setelah proses pembentukan rangka telah selesai, tahap selanjutnya adalah meratakan bekas pengelasan yang masih menonjol dengan menggunakan gerinda.

Setelah tahapan meratakan bekas pengelasan pada rangka simulator, yaitu pembersihan karat yang melekat pada besi rangka simulator menggunakan gerinda dan amplas. Pada proses ini juga berlangsung cukup baik, kendala yang ditemukan pada proses ini adalah kesulitan menggunakan gerinda pada saat membersihkan bagian dalam rangka simulator sehingga mengharuskan menggunakan amplas kasar agar tempat yang tidak bisa terjangkau gerinda dapat dibersihkan. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan cukup menguras tenaga untuk membersihkan bagian rangka yang hanya bisa dijangkau menggunakan amplas.

Setelah tahapan membersihkan karat pada rangka simulator, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengecatan pada rangka simulator. Pengecatan dimulai dengan menyemprotkan cat *primer* atau *epoxy* dengan

menggunakan *spray gun* dan berlangsung di dalam *spray booth*. Tahapan ini memerlukan waktu yang lama yaitu satu hari untuk mengeringkan cat *primer*. Pada tahapan ini ditemukan permasalahan yaitu terjadi lelehan cat *primer* pada saat proses penyemprotan. Namun setelah cat *primer* kering lelehan cat tersebut dapat diatasi dengan cara mengamplas bagian yang mengalami lelehan cat.

Setelah tahapan menyemprotkan cat *primer*, tahapan selanjutnya adalah menyemprotkan cat warna atau *top coat* pada rangka simulator. Namun sebelum melakukan pengecatan, dilakukan pengamplasan cat *primer* agar nantinya cat warna dapat menempel atau melekat pada rangka simulator dengan kuat dan tahan lama. Proses penyemprotan cat warna ini dilakukan menggunakan *spray gun* dan dilakukan di dalam *spray booth*. Proses ini berlangsung dengan baik dan lancar, namun untuk dapat mengeringkan cat warna harus memerlukan waktu satu hari dan pada proses ini tidak ditemukan kendala.

Untuk pembuatan papan panel, proses pencetakan dan penekukan panel ini dilakukan oleh jasa percetakan karena proses ini harus menggunakan alat. Namun untuk proses pelubangan untuk komponen dilakukan sendiri menggunakan bor tangan. Kendala yang dihadapi saat proses pelubangan yaitu mudah pecahnya akrilik untuk itu pada saat melubangi dibutuhkan kesabaran dan ketelitian agar papan panel tidak pecah.

Setelah semua bahan sudah tersedia baik dari rangka, papan panel dan komponen-komponen simulator. Langkah selanjutnya yaitu perakitan,

perakitan dilakukan secara bertahap dari pemasangan papan panel ke rangka simulator hingga komponen-komponen sistem *electric mirror* Toyota All New Avanza kemudian merangkai sambungan-sambungan kabel dari komponen ke *stecker bust* dengan menggunakan solder agar sambungan merekat kuat.

Dari proses pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza mulai dari pembuatan desain *layout* papan panel dan rangka, pembuatan rangka dan papan panel simulator, dan perakitan simulator sehingga menjadikan sebuah simulator yang layak untuk pembelajaran sudah dilakukan sesuai SOP atau rancangan yang telah dibuat sebelumnya sehingga simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang telah dibuat dapat disimpulkan berhasil dengan baik karena sesuai dengan rancangan.

Untuk pembuatan dari simulator ini tidak ada perubahan, sehingga penggunaan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan seperti rencana dan dalam proses pembuatan dapat dilaksanakan sesuai dengan jadwal rencana kegiatan yang dibuat sedangkan untuk jumlah pembiayaan yang dibutuhkan mengalami perubahan dari rencana awal karena harga pasar yang berubah-ubah. Dari rencana awal pembiayaan diperkirakan membutuhkan biaya sebesar Rp. 2.931.500,00 sedangkan pada kenyataannya hanya membutuhkan Rp. 1.931.500,00 untuk pembuatan simulator tersebut. Perubahan biaya ini terjadi karena *electric mirror* yang dibeli tidak baru (*new*) melainkan barang setengah pakai (*second*). Namun, untuk kualitas

electric mirror yang dibeli setengah pakai ini kondisinya masih bagus, orisinal dari Toyota All New Avanza, tidak mengalami kerusakan dan masih dapat berfungsi dengan baik.

3. Mengetahui Kinerja Simulator

Untuk tahap terakhir yaitu proses pengujian, baik pengujian komponen, pengujian kerja sistem dan pengujian kinerja simulator. Pengujian tersebut sebagai dasar apakah simulator tersebut dapat layak digunakan sebagai simulator atau tidak.

Pengujian komponen simulator disesuaikan dengan spesifikasi yang ada pada buku manual ataupun spesifikasi yang tertera pada komponen tersebut. Terlebih penting untuk mengetahui pencapaian yang didapatkan dari pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza dan memastikan bahwa semua komponen simulator siap digunakan, perlu adanya pengujian sehingga dapat diketahui bahwa simulator benar-benar siap digunakan sebagai *training object*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *multimeter*, dimana dalam pengujian tersebut untuk mengetahui ada tidaknya kontinuitas. Pengujian kontinuitas tersebut menggunakan *multimeter* dengan memilih selektor pada posisi *ohm*. Pemeriksaan yang dilakukan yaitu pemeriksaan kontinuitas pada komponen sistem *electric mirror* dan juga kontinuitas antara terminal komponen dengan *stecker bust*. Pengujian saklar-saklar dilakukan untuk mencari apakah ada kerusakan pada saklar-saklar tersebut atau tidak. Pengujian kontinuitas dilakukan pada semua saklar sehingga saat dialirkan arus dari

baterai akan didapatkan rangkaian tertutup, baik rangkaian tersebut seri maupun paralel. Dari hasil pengujian komponen yang dilakukan, dapat diketahui bahwa semua komponen sistem *electric mirror* yang ada di simulator kondisinya masih baik dan berfungsi dengan semestinya/baik.

Pengujian berikutnya yaitu pengujian fungsional sistem *electric mirror*. Pengujian dilakukan agar diketahui bahwa simulator benar-benar siap digunakan sebagai *training object*. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui apakah simulator bekerja sesuai perintah yang diberikan atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara merangkai sistem *electric mirror* tersebut di simulator. Pedoman yang dilakukan dengan mengisi kesesuaian perintah yang dilakukan operator terhadap kerja alat. Rangkaian sistem dirangkai sesuai rangkaian yang diperoleh pada buku manual. Pengujian dilakukan pada setiap sistem, meliputi:

1. Pengujian gerak kaca spion kiri

Pengujian rangkaian sistem *electric mirror* untuk mengetahui gerak kaca spion kiri dilakukan pada posisi kunci kontak *ON*. Kemudian memilih atau menggeser saklar *select switch* ke kiri. Apabila saklar *select switch* digeser ke kiri maka kaca spion kiri akan bergerak ke arah vertikal maupun horizontal sesuai saklar *operation switch* yang ditekan. Gerakan kaca secara vertikal maupun horizontal yang dilakukan sesuai pemilihan itu merupakan hasil dari pengujian sistem *electric mirror* untuk gerak kaca pada spion kiri.

2. Pengujian gerak kaca spion kanan

Pengujian rangkaian sistem *electric mirror* untuk mengetahui gerak kaca spion kanan dilakukan pada posisi kunci kontak *ON* kemudian memilih atau menggeser saklar *select switch* ke kanan. Apabila saklar *select switch* digeser ke kanan maka kaca spion kiri akan bergerak ke arah vertikal maupun horizontal sesuai saklar *operation switch* yang ditekan. Gerakan kaca secara vertikal maupun horizontal yang dilakukan sesuai pemilihan itu merupakan hasil dari pengujian sistem *electric mirror* untuk gerak kaca pada spion kanan.

Pengujian rangkaian sistem *electric mirror* Toyota All New Avanza dilakukan 3 kali pengujian pada masing-masing sistem. Pada setiap pengujian didapatkan hasil yang sama, pengujian komponen juga sesuai dengan apa yang ada di buku manual. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil kerja sistem bekerja dengan baik/sesuai perintah operator dan sudah sesuai dengan keadaan pada kendaraan yang sebenarnya dan bekerja normal.

Pengujian yang terakhir dilakukan adalah pengujian kelayakan simulator dimana dalam pengujian ini digunakan metode lembar penilaian untuk menentukan sejauh mana kinerja simulator ini dapat diterima dan dipergunakan dengan baik dalam proses belajar mengajar. Hasil lembar penilaian tiap aspek yaitu:

1. Tentang aspek penilaian tampilan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Dalam aspek penilaian tampilan simulator terdapat

beberapa indikator seperti pemilihan warna, tata letak komponen, kejelasan simbol, dan pemilihan jenis *font* dan *size* huruf. Dari aspek penilaian tampilan simulator ini mendapatkan rata-rata nilai 3,85 dengan keterangan bahwa simulator sangat layak digunakan untuk aspek tampilan.

2. Tentang aspek penilaian simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Dalam aspek penilaian simulator terdapat beberapa indikator seperti kemudahan menyampaikan materi, menambah motivasi belajar, kejelasan menyampaikan materi, dan pemilihan bahan. Dari aspek penilaian simulator ini mendapatkan rata-rata nilai 3,75 dengan keterangan bahwa simulator sangat layak digunakan untuk aspek simulator.
3. Tentang aspek penilaian penggunaan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Dalam aspek penilaian penggunaan simulator terdapat beberapa indikator seperti kemudahan dalam pengoperasian alat, kemudahan dalam penyimpanan, dan praktis. Dari aspek penilaian penggunaan simulator ini mendapatkan rata-rata nilai 3,76 dengan keterangan bahwa simulator sangat layak digunakan untuk aspek penggunaan simulator.
4. Tentang aspek penilaian K3 simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza. Dalam aspek penilaian K3 simulator terdapat beberapa indikator seperti keamanan dan keselamatan. Dari aspek penilaian K3 simulator ini

mendapatkan rata-rata nilai 3,76 dengan keterangan bahwa simulator sangat layak digunakan untuk aspek K3.

Dari pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa setiap aspek penilaian simulator yang dibuat sangat layak untuk digunakan sebagai simulator. Dari hasil rata-rata didapatkan nilai sebesar 3,78 sehingga dari hasil tingkat kriteria kelayakan yang digunakan dalam penilaian pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza diperoleh hasil di antara 3,26 – 4,00 dengan kriteria kelayakan “sangat layak, tidak perlu revisi”.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pembahasan dari langkah-langkah pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa:

1. Rancangan desain simulator ini menggunakan aplikasi *corel draw* dan *auto cad*. Desain papan panel dan rangka simulator yang dibuat sudah sesuai dengan kriteria simulator yang baik yang sebelumnya juga sudah dikonsultasikan kepada bapak Solikhin, M.Kes. selaku Kaprodi D3 Teknik Otomotif. Rancangan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini dibuat sesuai dengan kebutuhan praktik di bengkel otomotif. Rancangan simulator ini dibuat dengan ukuran 90cm x 33cm x 67cm menggunakan besi *hollow*, besi siku, dan besi plat yang dicat warna hitam. Rancangan papan panel simulator dibuat dengan akrilik bening ukuran 90cm x 76cm yang diprint warna biru muda.
2. Pembuatan simulator dimulai dari pembuatan rangka simulator beserta dudukan, pembuatan papan simulator, perakitan komponen dan terakhir pengujian simulator. Pembuatan simulator yang pertama adalah pembuatan rangka sesuai desain yang telah dibuat. Pembuatan kerangka simulator dilakukan bertahap dari pengukuran bahan yang digunakan, pemotongan besi sesuai ukuran, pengelasan rangka, dan yang terakhir adalah proses

pengecatan kemudian proses selanjutnya yaitu pembuatan papan simulator. Pembuatan papan simulator dilakukan dengan proses mencetak desain *layout* yang telah dibuat pada papan akrilik yang dilakukan di jasa percetakan. Proses selanjutnya yaitu penekukan akrilik sesuai bentuk pada rangka simulator yang juga dilakukan di jasa percetakan.

3. Pengujian simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini dapat disimpulkan bahwa simulator dapat berfungsi dengan baik. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian komponen, sistem, serta pengujian kelayakan menggunakan angket. Pengujian komponen sistem *electric mirror* didapatkan hasil semua komponen nilai pengukurannya sesuai dengan spesifikasi yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dalam keadaan baik/layak digunakan, selanjutnya pengujian fungsional dilakukan dengan merangkai keseluruhan rangkaian kelistrikan sistem *electric mirror*. Hasil yang didapatkan dari sistem *electric mirror* ini dapat berfungsi sesuai perintah yang diinginkan, sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik. Pengujian yang terakhir adalah pengujian kinerja simulator dengan menggunakan instrumen angket. Dari hasil rata-rata didapatkan nilai sebesar 3,78. Sehingga dari hasil tingkat kriteria kelayakan yang digunakan dalam penilaian simulator diperoleh hasil diantara 3,26 – 4,00 dengan kriteria kelayakan “sangat layak, tidak perlu revisi”.

B. Keterbatasan Simulator

Dalam pembuatan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini memiliki beberapa keterbatasan meliputi:

1. Pencetakan akrilik yang harus dilakukan oleh jasa percetakan karena menggunakan alat.
2. Komponen sistem *electric mirror* yang sensitif terhadap hubungan arus pendek dan harga komponen yang relatif mahal.
3. Pemotongan akrilik yang tidak presisi karena tidak menggunakan mesin laser. Namun sudah dapat dilakukan menggunakan alat potong gerinda meskipun hasil yang didapat tidak sebaik menggunakan mesin laser.
4. Simulator efektif digunakan untuk pembelajaran praktik maksimal hanya 4 mahasiswa.

C. Saran

Untuk lebih menyempurnakan simulator *electric mirror* Toyota All New Avanza ini, maka dapat dimunculkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya penggunaan bahan pada rangka simulator menggunakan bahan yang lebih ringan namun konstruksinya kuat dan rancangan bentuk rangka yang lebih mampu menompang papan simulator yang lebih tipis.
2. Sebaiknya sebelum membentuk rangka dilakukan perhitungan terlebih dahulu agar tidak terjadi kemiringan pada rangka.
3. *Electric mirror* yang dipakai sebaiknya dilengkapi dengan fitur lampu tanda belok agar lebih lengkap seperti *electric mirror* jaman sekarang.

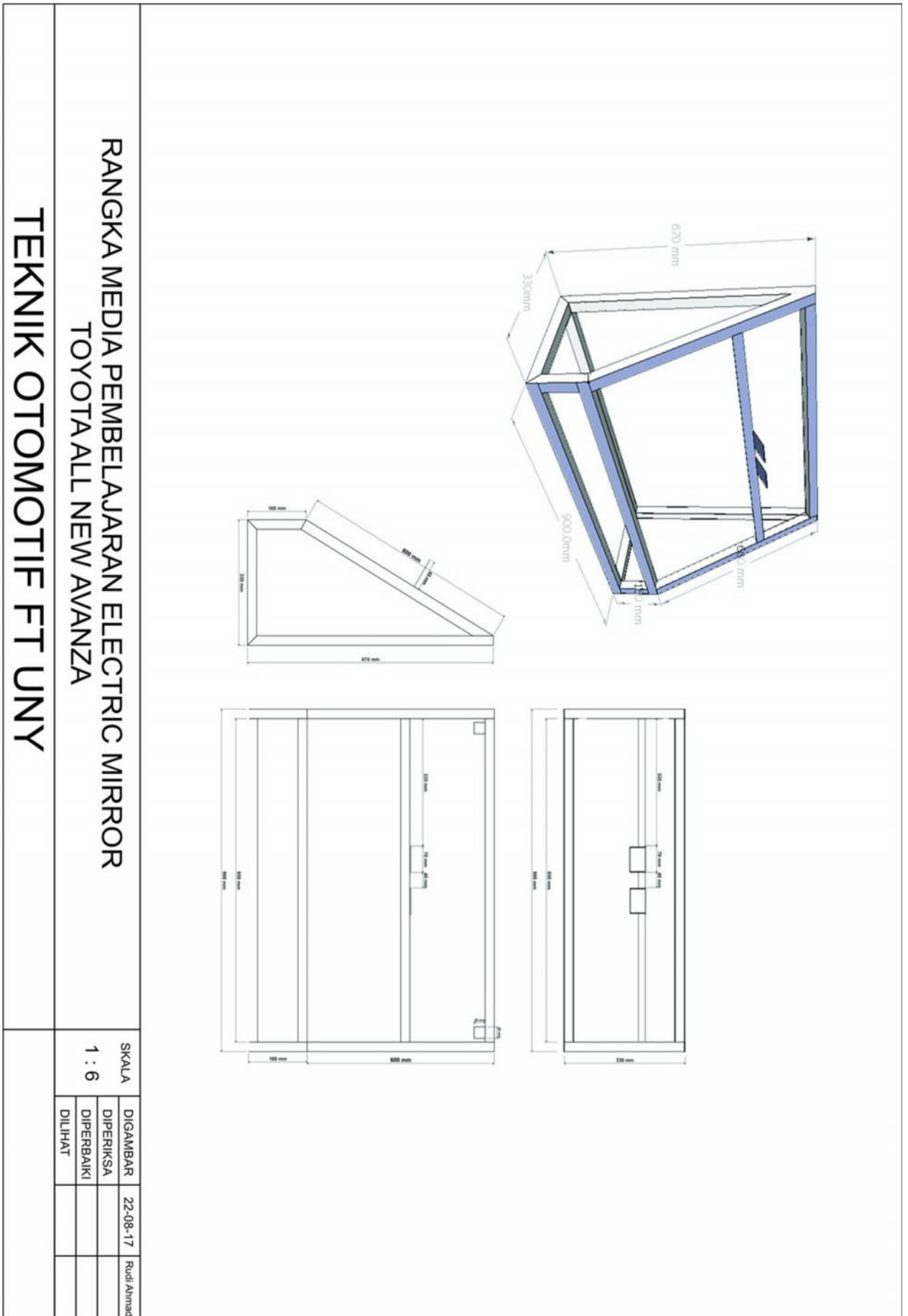
4. Sebaiknya komponen sistem *electric mirror* menggunakan komponen yang baru dan asli.
5. Sebaiknya dalam bengkel kelistrikan tersedia lebih dari satu simulator *electric mirror* yang berbentuk *stand*.

DAFTAR PUSTAKA

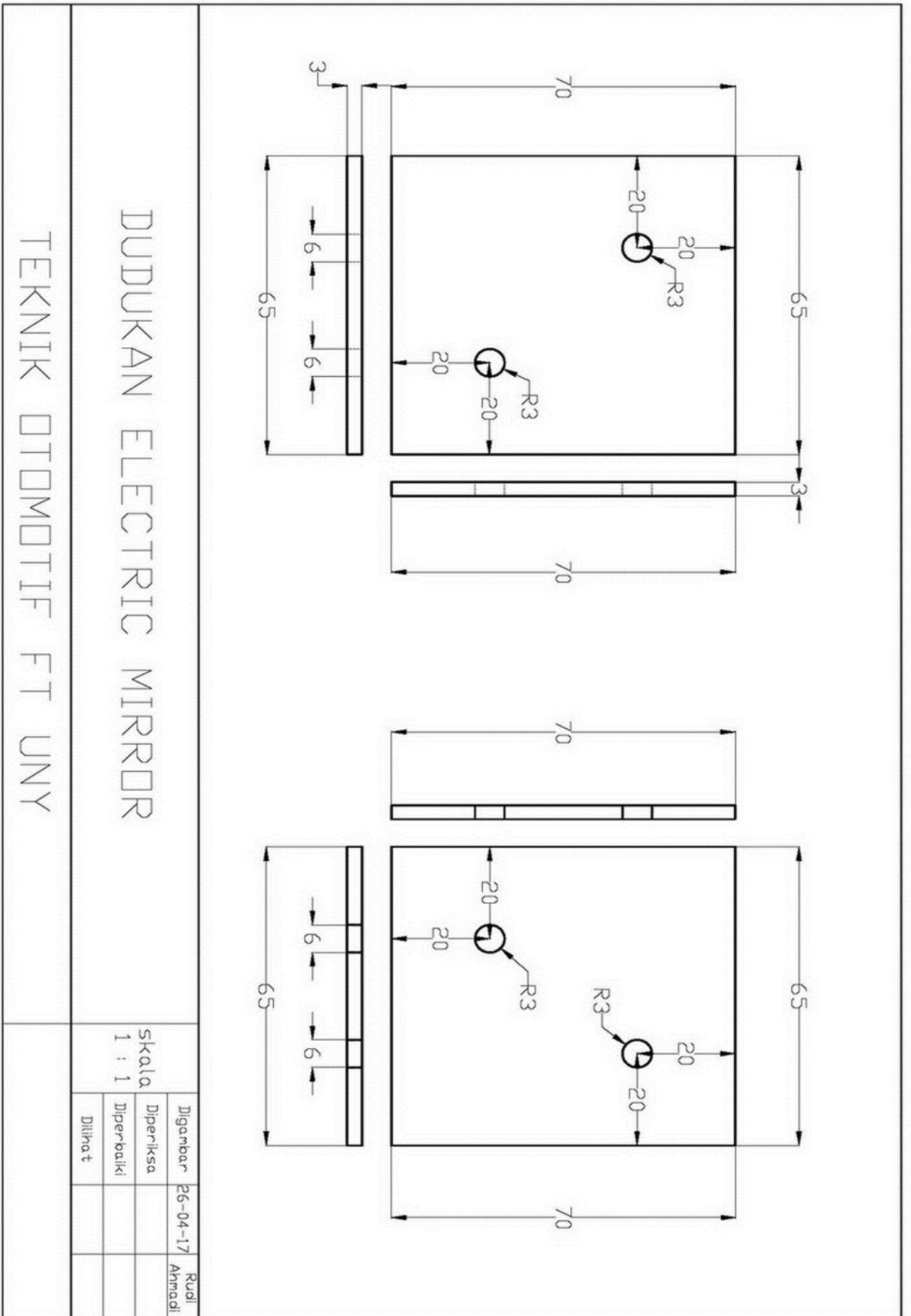
- Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2003). *New Model Technical Introduction Training Guide*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2009). *Sistem Kelistrikan dan Elektronika Pada Kendaraan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Anonim. (2013). *Pengertian akrilik*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, dari <http://acrylicac.net/pengertian-acrylic/>
- Anonim. (2015). *Jenis Besi Hollow*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, dari <http://sahabatsolid.com/jenis-besi-hollow-ukuran-besi-hollow/>
- Anonim. (2017). *Pengertian Conector*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, [dari http://teknikelektronika.com//pengertian-kabel-listrik-jenis-jenis-kabel/](http://teknikelektronika.com//pengertian-kabel-listrik-jenis-jenis-kabel/)
- Anonim. (2017). *Pengertian Kabel*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, [dari http://teknikelektronika.com//pengertian-kabel-listrik-jenis-jenis-kabel/](http://teknikelektronika.com//pengertian-kabel-listrik-jenis-jenis-kabel/)
- Paryanto, dkk. (2011). *Buku Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sandi Setiawan. (1991). *Simulasi Teknik Pemrograman dan Metode Analisis*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2013). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sulasmi Darma Pratiwi. (1989). *Warna Sebagai Salah Satu Unsur Seni & Desain*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS

LAMPIRAN

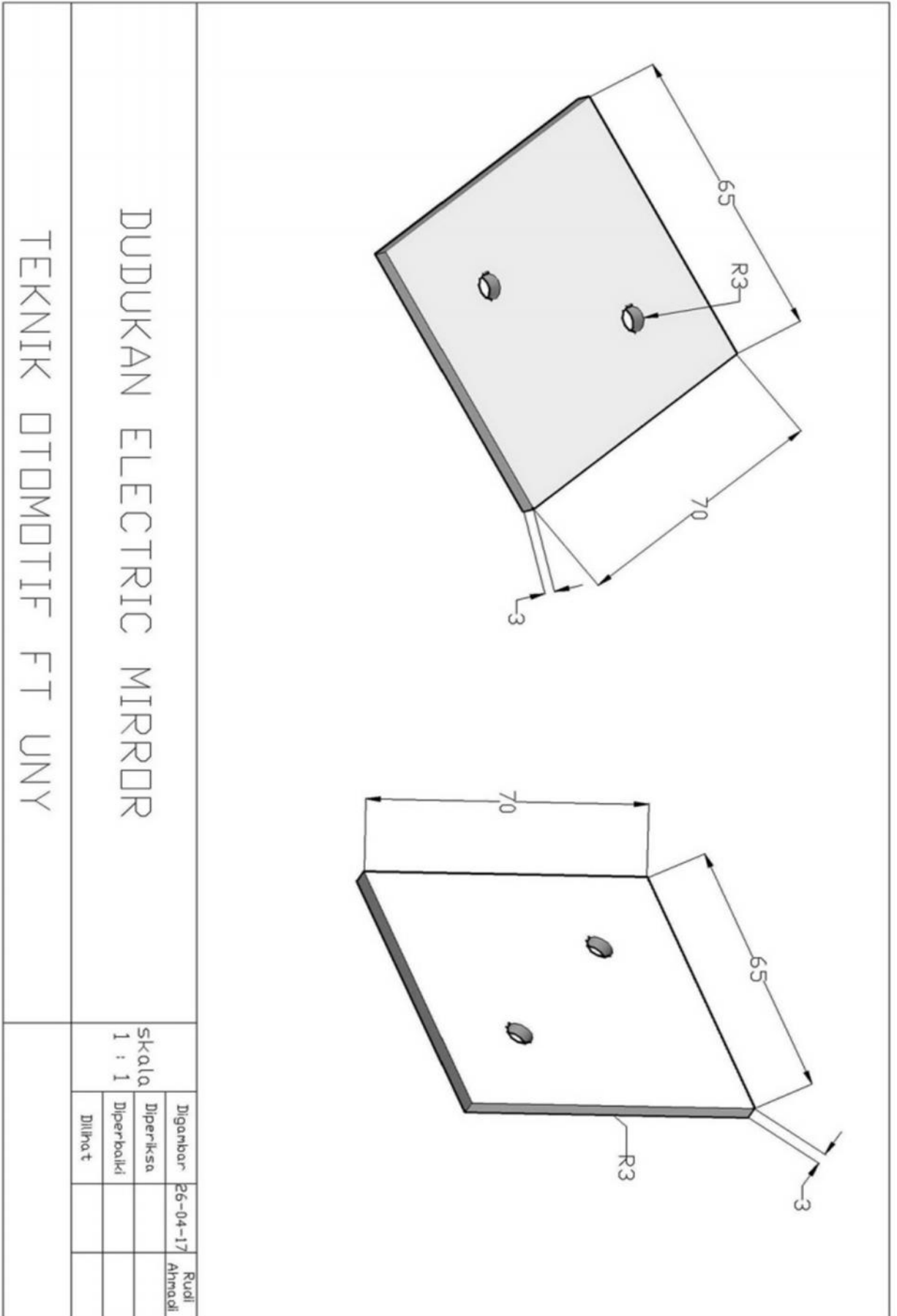
Lampiran 1. Desain Rangka Simulator *Electric Mirror* Toyota All New Avanza



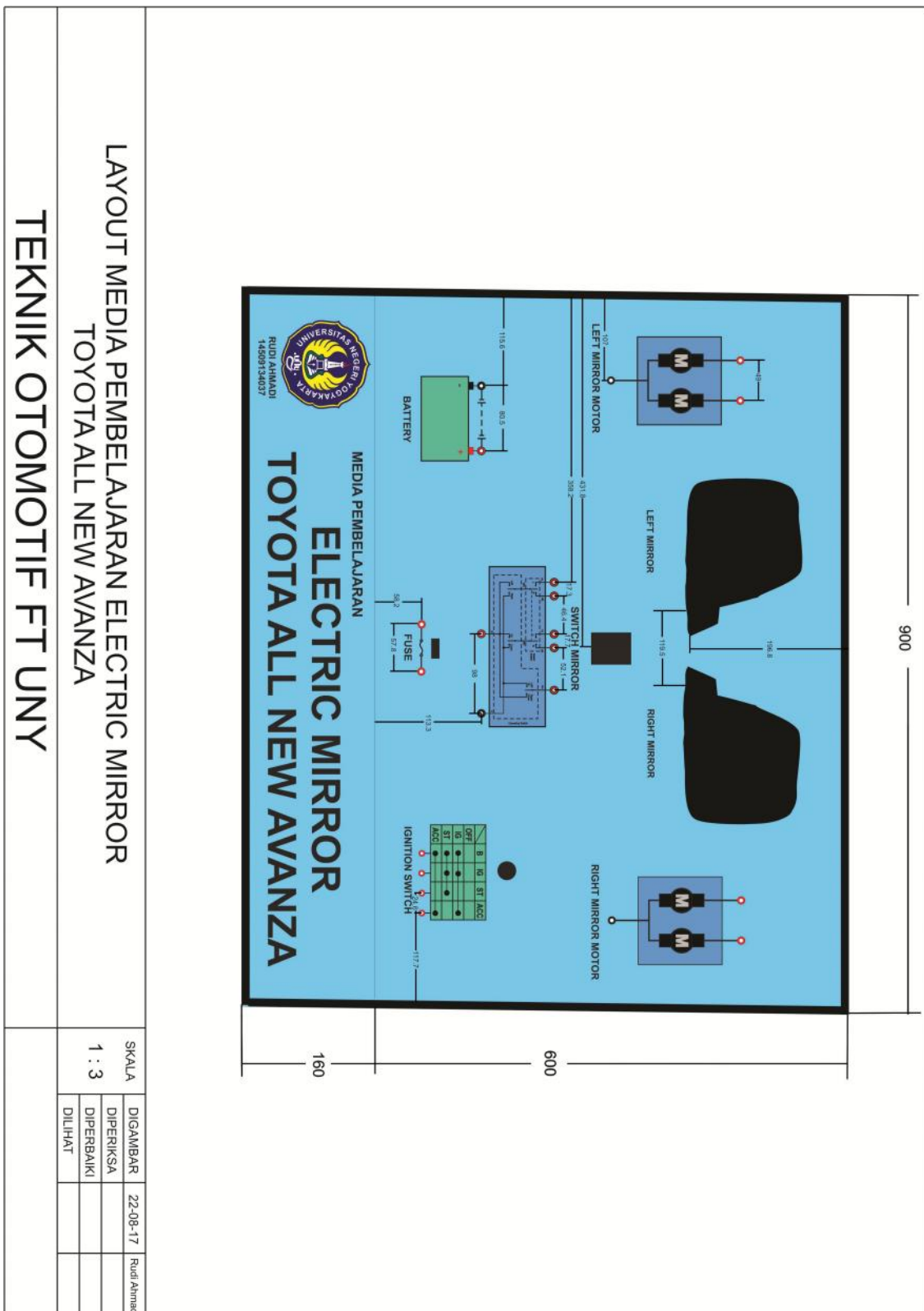
Lampiran 2. Dudukan *Electric Mirror*



Lampiran 3. Dudukan *Electric Mirror* 3D



Lampiran 4. Desain Papan Panel Simulator



LAYOUT MEDIA PEMBELAJARAN ELECTRIC MIRROR
TOYOTA ALL NEW AVANZA

TEKNIK OTOMOTIF FT UNY

SKALA	1 : 3
DIGAMBAR	22-08-17
DIPERIKSA	Rudi Ahmadi
DIPERBAIKI	
DILIHAT	