

PEMBUATAN ALAT PERAGA SISTEM HIDROLIK



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Otomotif

Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Ujung Pandang

Disusun oleh :

RANDI AGUSTIAWAN	34316027
MUH. RAHMANU	34316034
ARISALDI	34316044

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF (ALAT BERAT)

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul "Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidrolik"

Oleh :

- | | |
|---------------------|------------|
| 1. Randi Agustiawan | : 34316027 |
| 2. Muh. Rahmani | : 34316034 |
| 3. Arisaldi | : 34316044 |

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma tiga (D-3) pada Program Studi Teknik Otomotif Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 28 Agustus 2019

Menyetujui

Pembimbing I



Muhammad Iqbal M., S.T., M.Eng
NIP.19860526 201504 1 003

Pembimbing II



Ir. Lewi, M.T.
NIP.19650913 199103 1 006

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini Rabu 28 Agustus 2019, Panitia Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa :

1. Randi Agustiawan (34316027)
2. Muh. Rahmanu (34316034)
3. Arisaldi (34316044)

Dengan judul "Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidrolik"

Makassar, 28 Agustus 2019

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- | | | |
|---------------------------------|---------------|--|
| 1. Dr.Ir.Muh. Arsyad Habe, M.T. | Ketua | (.....) ¹⁹ / ₀₉ 19 |
| 2. Muhammad Iswar, S.ST.,M.T. | Sekretaris | (.....) |
| 3. Ir. Anwar M, M.T. | Anggota | (.....) |
| 4. Ir. Yosrihard Basongan, M.T. | Anggota | (.....) ²³ / ₀₉ 19 |
| 5. Muh. Iqbal M, S.T., M.Eng | Pembimbing I | (.....) |
| 6. Ir. Lewi, M.T. | Pembimbing II | (.....) |

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, kekuatan, iman dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan dari berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi dengan baik. Maka sehubungan dengan itu pada kesempatan dan lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi tiada henti serta dukungan moril maupun material kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Muhammad Anshar, M.T., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Dr. Jamal, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak A.M. Anzarih, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Otomotif konsentrasi Alat Berat Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Muh. Iqbal M. S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I dan bapak Ir. Lewi , M.T. selaku Pembimbing II yang telah memberikan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh dosen dan staf karyawan pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang yang selalu membantu kami dengan segala daya dan upayanya.
7. Serta seluruh teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Mesin yang telah berpartisipasi dan turut membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sampai pada akhir pembuatan laporan ini.

Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, sebab kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis senantiasa mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya membangun, demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini dan demi perbaikan pada masa yang akan datang.

Semoga laporan Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi kita semua dan dapat menambah wawasan kepada siapa saja yang membacanya.

Kami menyadari bahwa proposal ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga proposal tugas akhir ini dapat diterima dalam pembuatan tugas akhir selanjutnya.

Makassar, 28 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Sampul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Penerimaan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Alat Peraga	4
2.2 Pengertian Sistem Hidrolik	5
2.3 Komponen – komponen Sistem Hidrolik	6
2.4 Prinsip Kerja Sistem Hidrolik	8
2.5 Metode Perawatan Sistem Hidrolik	10
BAB III METODE KEGIATAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan	12
3.2 Alat dan bahan	12

3.3 Rancangan Alat	14
3.4 Prosedur / Langkah Kerja	15
3.5 Diagram Alir / Flowchart	17
3.6 Prosedur Pembuatan	18
3.7 Metode Kuisisioner	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.2 Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
Daftar Pustaka	41
Lampiran	42

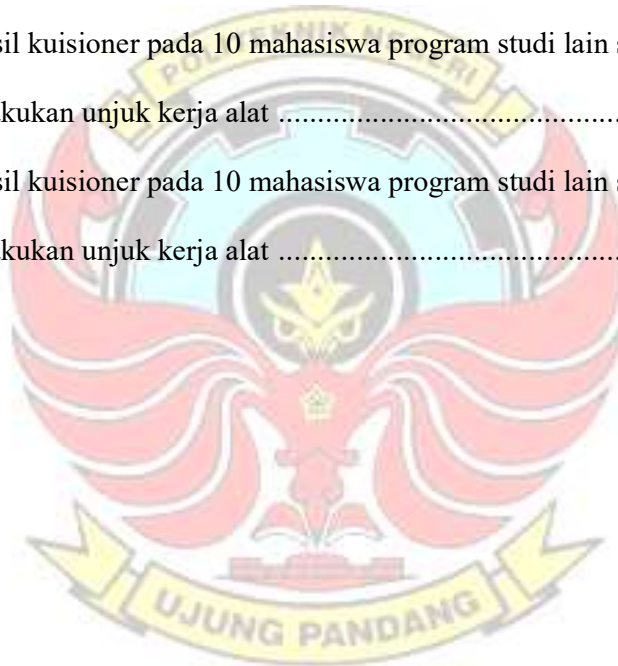


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tangki Hidrolik	6
Gambar 2.2 <i>Gear Pump</i>	6
Gambar 2.3 <i>Directional Control Valve</i>	7
Gambar 2.4 <i>Pressure Relief Valve</i>	7
Gambar 2.5 <i>Hydraulic Cylinder</i>	8
Gambar 2.6 <i>Hydraulic Hose</i>	8
Gambar 2.7 Rangkaian Sistem Hidrolik	9
Gambar 3.1 Desain pembuatan alat peraga sistem hidrolik	14
Gambar 3.2 Skematik Sistem Hidrolik	15
Gambar 3.3 Diagram Alir	17
Gambar 3.4 Motor Listrik	19
Gambar 3.5 Spesifikasi Motor Listrik	19
Gambar 3.6 <i>Directional Control Valve</i>	20
Gambar 3.7 <i>Spool</i>	20
Gambar 3.8 <i>Directional Control Valve</i>	21
Gambar 3.9 <i>Gear Pump</i>	21
Gambar 3.10 Spesifikasi <i>Gear Pump</i>	22
Gambar 3.11 <i>Pressure Relief Valve</i>	22
Gambar 3.12 <i>Hydarulic Hose</i>	23
Gambar 3.13 <i>Hydraulic Cylinder</i>	24
Gambar 4.1 Alat Peraga Sistem Hidrolik	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu kegiatan	12
Table 4.1 Pengujian tanpa beban dan pemberian beban	30
Tabel 4.2 Hasil kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi alat berat sebelum dilakukan unjuk kerja alat	35
Tabel 4.3 Hasil kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi alat berat setelah dilakukan unjuk kerja alat	36
Tabel 4.4 Hasil kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi lain sebelum dilakukan unjuk kerja alat	37
Tabel 4.5 Hasil kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi lain setelah dilakukan unjuk kerja alat	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidrolik	42
Lampiran 2 Dimensi Alat Peraga Sistem Hidrolik	43
Lampiran 3 Proses Pengujian Alat Peraga Sistem Hidrolik	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kata hidrolik berasal dari kata “hudor” (bahasa Yunani), yang berarti air. Teknik hidrolik berarti penggerakan-penggerakan, pengaturan-pengaturan dan pengendalian-pengendalian, dimana berbagai gaya dan gerakan kita peroleh dengan bantuan tekanan suatu zat cair (air, minyak atau gliserin). Sistem hidrolik banyak digunakan dalam berbagai macam industri permesinan, otomotif, pembuatan robot dan alat berat. Sehingga pengetahuan tentang komponen dari sistem hidrolik sangat penting dalam semua cabang industrial.

Semua cabang industrial yang menggunakan alat bantu sistem hidrolik untuk meningkatkan efektifitas dan produktivitas untuk melakukan kerja, sekarang ini sistem hidrolik tersebut banyak dikombinasikan dengan sistem lain seperti sistem elektrik/elektronik dan mekanik sehingga akan didapat hasil kerja dari sistem hidrolik yang lebih optimal.

Sistem elektrik/elektronik pada alat berat digunakan untuk meneruskan daya ke engine system, power train system serta hydraulic system. Hydraulic system ini sangat penting guna menunjang kinerja alat berat, untuk dapat melakukan kerja dengan menggerakkan implement-implement alat berat tersebut. Untuk mengetahui cara kerja dan komponen pada sistem hidrolik ini dibutuhkan suatu alat peraga sistem hidrolik.

Politeknik Negeri Ujung Pandang sendiri khususnya Program Studi Teknik Alat Berat, alat peraga yang digunakan masih sangat kurang sehingga perlu adanya pembuatan alat peraga pada pembelajaran sistem hidrolik.

Tugas Akhir/Proyek Akhir ini dimaksudkan untuk memberikan suatu fasilitas penunjang yang dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa dalam mempraktekkan dan mengamati secara langsung tentang cara kerja pada komponen-komponen sistem hidrolik pada mata kuliah Fundamental Hydraulic System dan Intermediate Hydraulic System.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana cara peningkatan proses pembelajaran sistem hidrolik ?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Berdasarkan latar belakang di atas, untuk menghindari luasnya pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini, maka penulis memberi batasan hanya pada sistem hidrolik.

1. Proses pembuatan alat peraga sistem hidrolik
2. Prinsip kerja silinder hidrolik
3. Metode pengujian alat peraga sistem hidrolik
4. Cara penggunaan alat peraga sistem hidrolik sebagai sarana kegiatan belajar mengajar.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan yang diharapkan dari karya tulis Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan proses pembelajaran sistem hidrolik.

1.4.2 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari karya tulis akhir ini sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat memahami cara kerja sistem hidrolik.
2. Dijadikan alat peraga di Politeknik Negeri Ujung Pandang pada Program Studi Teknik Alat Berat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Alat Peraga

Hidrolik merupakan sebuah cabang dari ilmu mekanika yang mempelajari arus zat cair melalui pipa-pipa yang tertutup. Alat peraga pendidikan adalah media pendidikan berperan sebagai perangsang belajar dan dapat menumbuhkan motivasi belajar sehingga siswa tidak menjadi bosan dalam meraih tujuan – tujuan belajar. Wijaya dan Rusyan (1994).

Pengertian alat peraga pendidikan adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif dan efisien. Sudjana (2009).

Pengertian lainnya tentang alat peraga yakni sebagai instrument audio maupun visual yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan membangkitkan minat siswa dalam mendalami suatu materi. Faizal (2010).

Dari ketiga pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa alat peraga sebagai media pembelajaran yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran sehingga siswa tidak menjadi bosan dalam meraih tujuan – tujuan belajar, dan dengan adanya alat peraga dalam proses belajar mengajar bisa menjadi lebih efektif dan efisien.

2.2 Pengertian Sistem Hidrolik

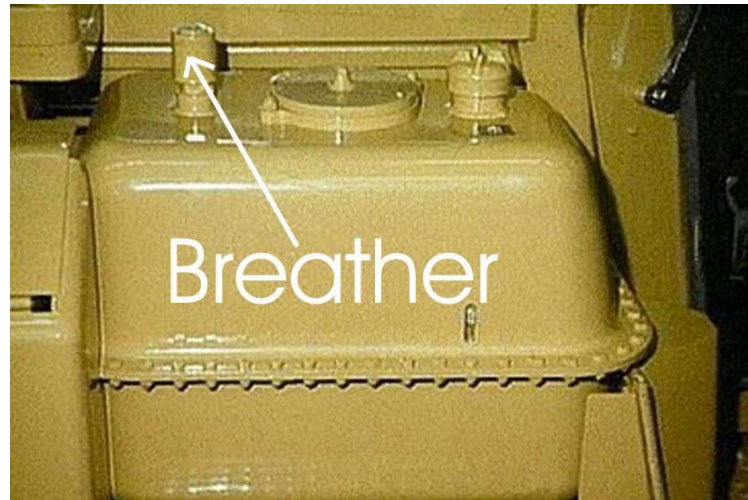
Sistem hidrolik sangat penting artinya dalam pengoperasian berbagai alat berat. Hidrolik digunakan untuk mengoperasikan peralatan untuk mengangkat, mendorong dan menggerakkan barang – barang berat. Dalam sistem hidrolik gaya yang diberikan kepada fluida dialirkan kedalam mekanisme mesin. Hidrolik merupakan ilmu yang mempelajari cairan terkait dengan gerakan dan tekanan didalam pipa dan sislinder. (Caterpillar Of Australia Pty Ltd Melbourne, 2003)

Sistem hidrolik adalah sistem penerusan daya dengan menggunakan fluida cair. Minyak mineral adalah jenis fluida yang sering dipakai. Prinsip dasar dari sistem hidrolik adalah memanfaatkan sifat bahwa zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, namun menyesuaikan dengan yang ditempatinya. Zat cair bersifat inkompresibel, karena itu tekanan yang diterima diteruskan ke segala arah secara merata. (Permana, 2010).

Beberapa kutipan diatas maka dapat disimpulkan bahwa sistem hidrolik menggunakan media cairan untuk memindahkan daya dari suatu sumber ke area yang membutuhkan. Melalui pipa-pipa atau katup-katup yang akan diteruskan ke tempat yang diinginkan, dengan memanfaatkan sifat zat cair itu sendiri yakni meneruskan daya ke segala arah secara merata dan adanya pengontrolan daya yang didistribusikan menjadi lebih efektif.

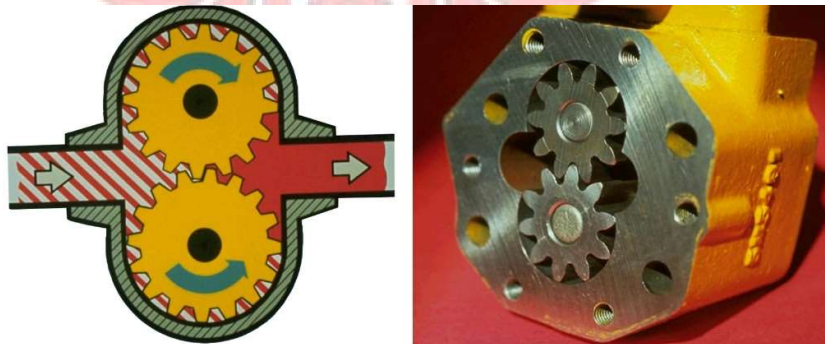
2.3 Komponen-Komponen Sistem Hidrolik

1. Tangki Hidrolik / *Hydraulic Oil Tank*



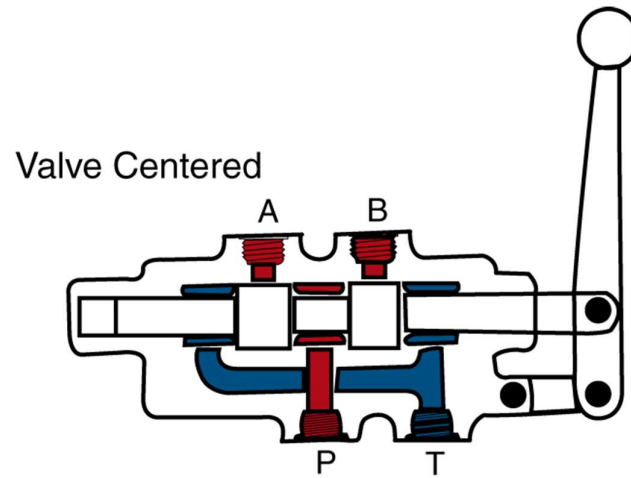
Gambar 2.1 Tangki Hidrolik / *Hydraulic Tank*
(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia:
Training Center Dept.)

2. *Hydraulic Pump*



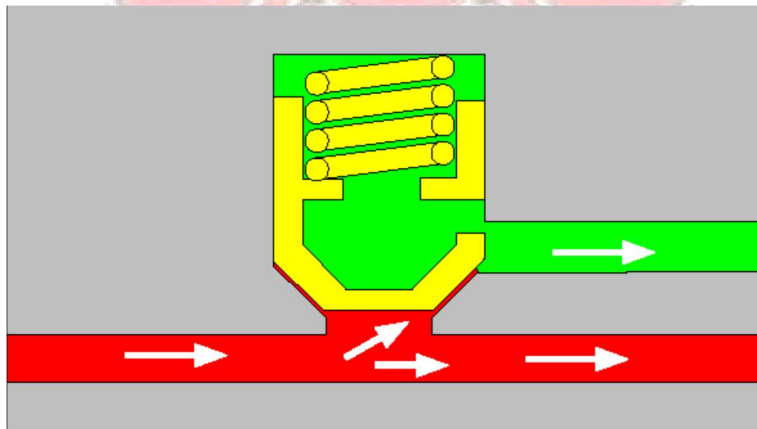
Gambar 2.2 *Gear Pump*
(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia:
Training Center Dept.)

3. Directional Control Valve



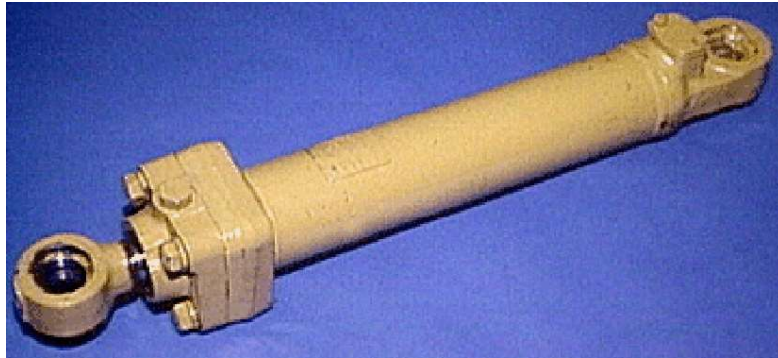
Gambar 2.3 *Directional Control Valve*
(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia:
Training Center Dept.)

4. Pressure Control Valve



Gambar 2.4 *Pressure Relief Valve*
(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia:
Training Center Dept.)

5. Hydraulic Cylinder



Gambar 2.5 Hydraulic Cylinder

(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia: Training Center Dept.)

6. Hydraulic Hose



Gambar 2.6 Hydraulic Hose

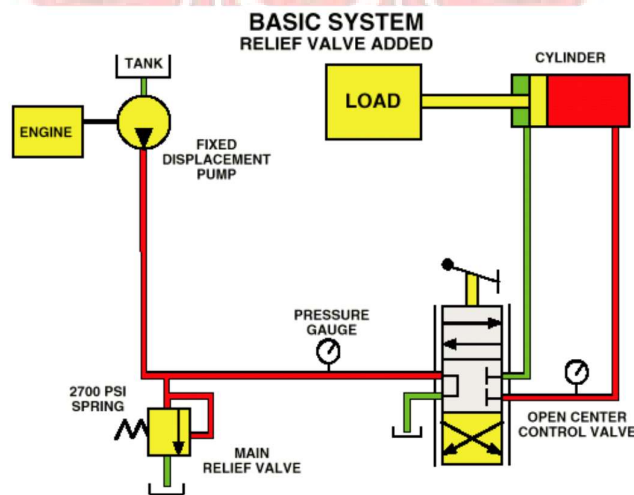
(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia: Training Center Dept.)

2.4 Prinsip Kerja Sistem Hidrolik

Mesin hidrolik, mensupply *fluida* hidrolik bertekanan ke suatu motor hidrolik atau silinder hidrolik untuk melakukan kerja tertentu. Motor hidrolik menghasilkan gerakan berputar yang dapat digunakan untuk memutar beban berat seperti katrol, rantai, dan lain sebagainya. Silinder hidrolik menghasilkan gerakan maju mundur yang banyak diaplikasikan pada alat-alat berat, gerbang air (pada bendungan misalnya), atau juga untuk katub (*valve*) yang berukuran besar. *Fluida* hidrolik dikontrol alirannya oleh *control valve* dan dialirkan melalui selang atau *tubing-tubing* hidrolik.

Sebuah sistem hidrolik terdiri atas pompa hidrolik, saluran pipa, katup pengatur (*control valve*), tangki *fluida* hidrolik, *pressure control valve* dan aktuator yang digerakkan (silinder atau motor hidrolik), dan alat lain sebagai pelengkap.

Rangkaian sistem hidrolik dengan aktuator silinder hidrolik



Gambar 2.7 Rangkaian sistem hidrolik.

(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia: *Training Center Dept.*)

Gambar di atas menjelaskan sebuah sistem hidrolik yang bekerja untuk menggerakkan silinder hidrolik. *Fluida* kerja yang terkumpul didalam tangki dipompa oleh pompa hidrolik sehingga memiliki tekanan spesifik tertentu. *Fluida* mengalir menuju katup solenoid, katup inilah yang mengatur pergerakan silinder hidrolik. Apabila menginginkan posisi silinder memanjang (*extend*) maka katup *solenoid* akan menuju ke kiri, sehingga fluida dapat mendorong piston ke arah maju. Apabila katup *solenoid* diarahkan ke kanan, maka silinder hidrolik akan mundur (*retract*). Pada saat terjadi pergerakan di silinder, maka ada sebagian fluida hidrolik yang terbuang. *Fluida* ini kembali ke tangki melalui jalur pipa khusus.

2.5 Metode Perawatan Sistem Hidrolik

Kegiatan pemeliharaan berkala pada sistem hidrolik ialah kegiatan yang dilakukan pada waktu-waktu tertentu sesuai yang telah dijadwalkan. Kegiatan perawatan berkala Bertujuan agar kondisi, kemampuan dan daya tahan suatu kendaraan (alat berat), menjadi lebih baik dan lebih tahan lama. Perawatan berkala sistem hidrolik dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yakni : perawatan mingguan, perawatan bulanan, perawatan enam bulanan, dan perawatan tahunan.

2.5.1 Mingguan (*Weekly*)

Periksa *level* oli pada tangki hidrolik dan ditambah bila kurang. Periksa *filter*(saringan), *regulator* (*relief valve*) dan *pressure gauge* apakah masih bekerja dengan baik. Pemeriksaannya dengan cara mengoperasikan sistem dan dianalisis. Apabila terdapat gangguan harus segera di perbaiki. Periksa apakah pada katup-katup terdapat kotoran seperti : debu, komponen yang

tergores (*chips*) dan hal lain yang dapat menimbulkan gangguan. Jika memang ada bersihkan atau perbaiki.

2.5.2 Bulanan (*Monthly*)

Periksa kondisi konektor (pengikat), penghubung (konduktor) yang berupa selang atau pipa, apakah masih berfungsi dengan baik. Periksa kondisi sambungan dengan perapatnya (*seal*), apakah ada kebocoran atau tidak. Periksa saluran-saluran pada katup apakah ada kebocoran atau tidak. Bila terjadi kebocoran betulkan dengan cara menyetelnya.

2.5.3 Enam bulanan (*Six monthly*)

Periksa *seal-seal* pada komponen seperti pada silinder, motor hidrolis dan komponen lain. Lakukan penyetelan-penyetelan antara lain penyetelan mur/baut pengikat, penyetelan transmisi seperti *belt*, kopling dan sebagainya. Periksa bantalan/*bearing* pada silinder, batang torak, poros motor hidrolis dan sebagainya.

2.5.4 Tahunan (*Yearly*)

Penggantian oli/cairan hidrolis. Setelah alat peraga sistem hidrolis telah mencapai masa pakai selama setahun maka disarankan untuk mengganti oli hidrolis agar fungsi alat tetap terjaga dan menjaga komponen-komponen sistem hidrolis tetap terlumasi secara sempurna.

(Sumber : Pemeliharaan Berkala Sistem Hidrolis)

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Kegiatan pembuatan alat peraga sistem hidrolik dilakukan di Bengkel Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10 Makassar. Dengan waktu pelaksanaan dimulai dari 03 Juni 2019 sampai dengan 02 Agustus 2019.

Tabel 3.1 Waktu kegiatan

No	Kegiatan	Bulan																			
		April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Seminar Proposal																				
2	Persiapan alat dan bahan																				
3	Pembuatan dan perakitan																				
4	Pengujian alat																				
5	Pengambilan data																				
6	Penulisan laporan																				
7	Seminar hasil																				

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. Mesin las listrik | 7. Spidol |
| 2. Kacamata | 8. Rol meter |
| 3. Topeng las | 9. <i>Tool box set</i> |
| 4. Mesin bor | 10. <i>Tachometer</i> |
| 5. Gerinda | 11. Amplas |
| 6. Penggaris | |

3.2.2 Bahan yang digunakan

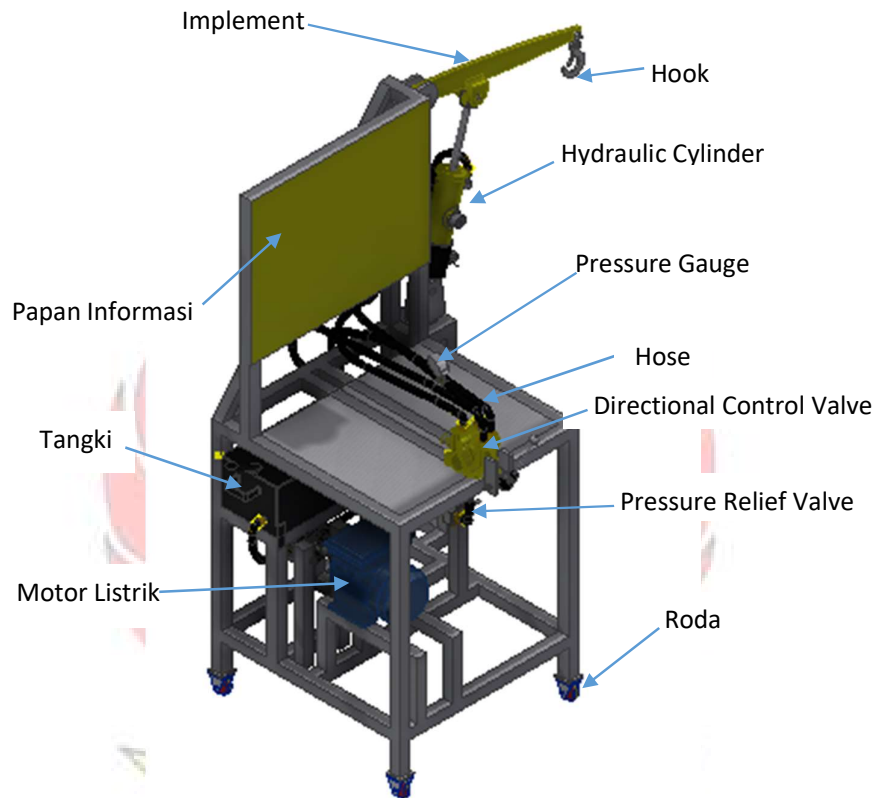
- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. <i>Hydraulic cylinder</i> | 12. Besi holo |
| 2. Motor listrik | 13. Roda |
| 3. <i>Gear pump</i> | 14. Cat |
| 4. <i>Control valve</i> | 15. Baut dan mur |
| 5. <i>Hose high pressure</i> | 16. <i>Clamp</i> |
| 6. <i>Coupler / coupling</i> | 17. Fiber |
| 7. <i>Pulley</i> | 18. Elektroda |
| 8. Tali ties | 19. Stop kontak |
| 9. Sticker | 20. Oli hidrolik |
| 10. <i>Pressure gauge</i> | 21. Hook dan Sackle |
| 11. Isolasi pipa | 22. Besi plat |



3.3 Rancangan Alat

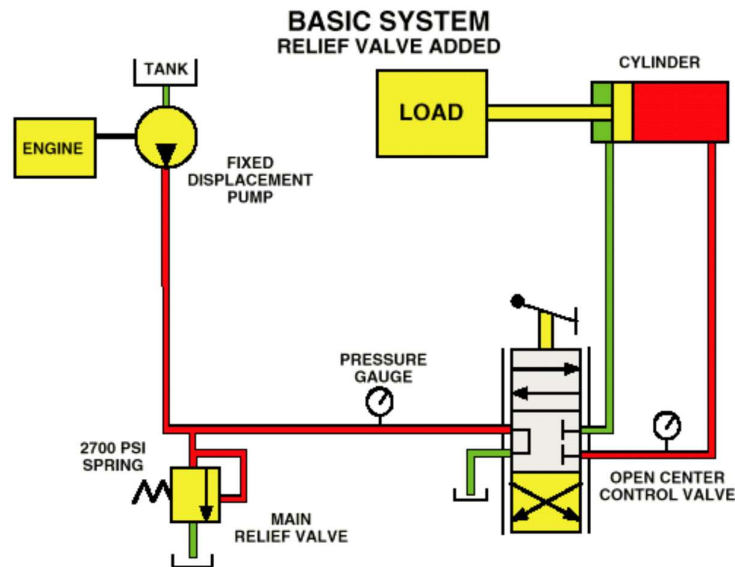
3.3.1 Desain Alat

Desain alat peraga sistem hidrolis yang kami rancang adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Desain pembuatan alat peraga sistem hidrolis

3.3.2 Diagram skematik sistem hidrolik



Gambar 3.2 Skematik sistem hidrolik
(Sumber : PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia:
Training Center Dept.)

3.4 Prosedur / Langkah Kerja

Dalam prosedur / langkah kerja terdapat beberapa tahap yang dilakukan diantaranya :

a. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah proses mencari referensi atau teori yang bersangkutan dengan pembuatan tugas akhir ini. Referensi dapat ditemukan pada buku, jurnal, artikel, laporan tugas akhir dan situs – situs di internet.

b. Perencanaan Alat

Perencanaan alat dilakukan agar proses pembuatan tugas akhir dapat terarah dan sesuai dengan yang diinginkan.

c. Pengadaan Alat dan Bahan

Untuk dapat melakukan pembuatan media pembelajaran sistem hidrolik perlu adanya alat dan bahan. Alat dan bahan ini digunakan perakitan serta pengujian alat.

d. Perakitan

Merupakan proses penyatuan antara alat dan bahan untuk menjadikan sebuah alat tugas akhir, sehingga dapat difungsikan dan dioperasikan.

e. Pengujian

Untuk mengetahui berhasil atau tidaknya alat yang dibuat, maka dilakukan pengujian pada keseluruhan komponen agar prinsip kerja dari alat yang dibuat dapat tercapai atau berfungsi.

f. Laporan

Penyusunan laporan selama perakitan sampai pengujian telah dilakukan. Penyusunan laporan sangat penting sebagai pertanggung jawaban pada ujian tugas akhir.

3.5 Diagram Alir / Flowchart



Gambar 3.3 Diagram Alir

Sumber : Nasabamedia (2019) pengertian *flowchart* beserta fungsi dan symbol-
symbol *flowchart*

3.6 Prosedur Pembuatan

3.6.1 Pemilihan Motor Listrik

Sebelum melakukan proses pembuatan alat, terlebih dahulu tentukan berapa besar kapasitas motor listrik (diibaratkan sebagai *engine*) yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem hidrolik ini, serta berapa besar rpm yang digunakan.

Pada pembuatan alat peraga sistem hidrolik ini menggunakan *gear pump* CAPRONI berkapasitas 8,2 cc/rev. Dan menggunakan tekanan 25 bar atau 363 Psi, dengan kecepatan motor listrik 1400 rpm konstan. Maka besar daya motor listrik yang dibutuhkan menggunakan perhitungan seperti dibawah ini.

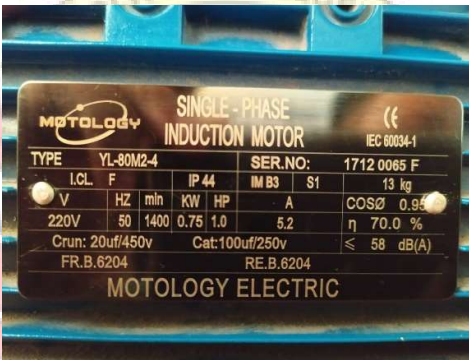
Penyelesaian : $P = (\text{Flow Pompa} \times \text{Tekanan Pompa}) : 600$

(Sumber : Asbari,Masduki. 2011. Mendesain Sistem Hidrolik)

1. Menghitung flow pompa karena yang diketahui masih dalam satuan cc/rev, maka terlebih dahulu dikonversi ke satuan liter/menit, dengan cara mengalikannya dengan rpm motor yang digunakan. Jadi hasilnya sebagai berikut :
 - a. $\text{cc/rev} \times \text{rpm}/1000$
 $8,2 \times 1400/1000 = 11,48 \text{ liter/menit}$
2. Jadi power motor bisa dihitung dengan rumus seperti diatas, yakni :
 - b. $P = (11,48 \text{ liter/menit} \times 25 \text{ bar}) : 600 = 0,4783 \text{ kW}$
3. Jadi power motor listrik yang digunakan adalah $0,4783 \text{ kW} = 478,3 \text{ Watt} = 0,6414 \text{ HP}$. Karena motor listrik yang kami akan gunakan tidak ada yang sesuai dengan spesifikasi dari hasil perhitungan jadi kami menggunakan motor listrik berkapasitas $0,7457 \text{ kW}$ atau 1 HP.



Gambar 3.4 Motor listrik



Gambar 3.5 Spesifikasi Motor Listrik

3.6.2 Pemilihan *Directional Control Valve* (katup pengontrol arah aliran)

Untuk mengarahkan oli menuju ke silinder atau ke tangki perlu adanya *directional control valve* agar oli dapat diarahkan.

Pemilihan *Directional Control Valve* sendiri menggunakan jenis *Manually Operated Spring Centered* tipe 4/2, yang dimana memiliki 4 *port* operasi dan 2 *spool* posisi. 4 *port* tersebut memiliki fungsi yakni :

1. P (*pump/in*) sebagai penyuplai oli dari tangki
2. T (*tank/out*) sebagai pengembali oli ke tangki
3. A (operasi) sebagai *extend* pada silinder
4. B (operasi) sebagai *retract* pada silinder

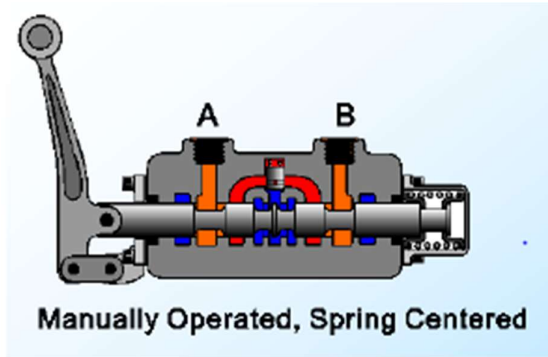
Pemilihan *directional control valve* 4/2 dikarenakan silinder yang digunakan berjenis *double acting cylinder*.



Gambar 3.6 *Directional Control Valve*



Gambar 3.7 *Spool*



Gambar 3.8 *Directional Control valve*

3.6.3 Pemilihan pompa

Agar oli dapat mengalir dalam sistem perlu adanya pompa agar dapat mengalirkan oli. Pompa yang digunakan berjenis *gear pump*, dengan memiliki spesifikasi :

1. Kapasitas : 8,22 cc
2. Maksimal *speed* : 3500 rpm
3. Maksimal *pressure* : 250 bar / 25 Mpa
4. *As / shaft* : 16 mm



Gambar 3.9 *Gear Pump*



Gambar 3.10 Spesifikasi *Gear Pump*

3.6.4 Pemilihan *Pressure Relief Valve*

Agar sistem hidrolis dapat bekerja dengan baik dan terhindar dari kelebihan tekanan yang bisa menyebabkan kerusakan pada komponen maka dipasang *Pressure relief valve*.



Gambar 3.11 *Pressure Relief Valve*

Spesifikasi *pressure relief valve* :

1. *Adjusting pressure* : 8 – 250 bar
2. *Thread output dan input* : 3/8 inch

Pressure relief valve akan bekerja ketika silinder berada pada *full extend* sehingga *pressure relief valve* ini dijadikan sebagai pengaman pada saat pengoperasian alat.

3.6.5 Pemilihan *Hydraulic Hose*

Hydraulic hose digunakan sebagai penghantar aliran oli ke komponen hidrolik, *Hydraulic hose* yang di pakai disini memiliki spesifikasi :

1. *Pressure* : 275 bar / 3990 Psi
2. *Diameter* : ½ Inch



Gambar 3.12 *Hydraulic Hose*

Panjang *Hydraulic hose* disesuaikan dengan jarak komponen, begitupun dengan *pitting* dan *adapter* disesuaikan dengan *pitting* pada komponen hidrolik.

3.6.6 Pemilihan *Hydraulic Cylinder*

Komponen *hydraulic cylinder* yang dipakai berupa *steering cylinder double acting* milik *forklift DP50 Caterpillar*. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. *Power cylinder x rod diameter*, mm (inch) : 55 x 25 (2,17 x 0,98)
2. *Effective stroke*, mm (inch) : 275 (10,8)
3. *Relief pressure*, Kpa (kgf/cm^2) (psi) : 8336^{+490} (85^{+5}) (1209^{+7})
4. *Flow rate*, liter (U.S, gal) / min : $17,5 \pm 0,5$ ($4,6 \pm 0,13$)
5. Diameter piston : ± 64 mm
6. Diameter dalam silinder : ± 69 mm



Gambar 3.13 *Hydraulic Cylinder*

3.6.7 Pembuatan rangka dan pemasangan komponen.

1. Rangka alat peraga didesign
2. Bahan yang digunakan disini adalah besi holo ukuran panjang 3,5 cm x lebar 3,5 tebal 1,2 mm.
3. Besi holo dipotong menggunakan gerinda sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.

4. Setelah besi holo di potong selanjutnya las besi holo tersebut menggunakan mesin las dengan menggunakan elektroda berdiameter 2 mm dengan ampere sebesar ± 80 A.
5. Lubang baut pada rangka dibuar menggunakan mesin bor untuk mengikat komponen pada rangka agar tidak terlepas atau terjatuh.
6. Besi plat dipotong dengan ketebalan 2 mm yang digunakan sebagai meja pada rangka.
7. *Implement* / lengan angkat dibuat menggunakan besi plat dengan ketebalan 1 cm dan diberikan lubang pada ujung, tengah dan belakang pada *implement*.
8. Bubut besi pejal hingga mencapai diameter ± 22 mm dengan panjang ± 50 mm yang dijadikan sebagai engsel pada *implement* agar dapat bergerak. Dan las plat pada ujung besi pejal agar tidak mudah lepas pada saat *implement* bergerak dan memudahkan untuk di bongkar pasang.
9. *Coupling* dibuat dari bahan stainless steel dengan panjang ± 67 mm, diameter luar ± 27 mm, dengan memiliki diameter dalam yang berbeda yakni ± 19 mm dan ± 16 mm. *coupling* disini berfungsi untuk meneruskan putaran dari motor listrik ke pompa.
10. Roda dipasang pada kaki-kaki rangka.
11. Permukaan rangka diratakan menggunakan gerinda dari hasil proses pengelasan dan pengeboran.
12. Rangka dan komponen diwarnai sesuai dengan yang ditentukan sebelumnya menggunakan kompresor dan spoid.

13. Semua komponen dipasang pada rangka sesuai dengan posisi yang telah ditentukan sebelumnya.
14. Pengujian alat peraga.
15. Catat hasil pengujian alat peraga.

3.6.8 Cara pengoperasian alat peraga sistem hidrolik

1. Posisikan alat pada permukaan yang rata.
2. Pastikan oli hidrolik telah terisi penuh.
3. Pastikan seluruh sambungan hose ke komponen telah terpasang dengan kencang.
4. Hubungkan power motor ke sumber listrik.
5. Setelah alat running tunggu \pm 1-2 menit agar oli dapat bersirkulasi pada sistem.
6. Fungsikan alat dengan menggerakkan tuas *directional control valve* kearah maju dan mundur, maka *cylinder hydraulic* akan bergerak naik dan turun sesuai dengan posisi tuas dari *directional control valve*.
7. Berikan pembebanan dengan cara gantungkan beban pada *hook* yang berada pada *implement*.
8. Lihat kenaikan *pressure* pada *pressure gauge* sesuai dengan laju dan lambatnya pergerakan tuas *directional control valve*.
9. Catat hasilnya.

3.7 Metode Kuisisioner

Kuisisioner dilakukan agar dapat mengetahui sejauh mana pemahaman mahasiswa tentang sistem hidrolik. Metode yang dilakukan disini ialah pemberian kuisisioner dilakukan sebanyak dua kali, kuisisioner pertama diberikan kepada mahasiswa tanpa dilakukan unjuk kerja alat agar dapat mengetahui pemahaman mahasiswa tentang sistem hidrolik, pemberian kuisisioner kedua diberikan setelah dilakukan unjuk kerja alat, yang dimana agar mahasiswa dapat memahami prinsip kerja dari sistem hidrolik.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil pembuatan alat peraga sistem hidrolik

Alat yang dibuat adalah simulasi dari sistem hidrolik yang dijadikan alat peraga guna memudahkan mahasiswa mempelajari dan memahami cara kerja sistem hidrolik. Dimana alat ini terdiri dari beberapa komponen yakni :

1. Motor listrik (sebagai sumber tenaga)
2. *Gear pump*
3. *Directional control valve*
4. *Pressure relief valve*
5. *Hydraulic cylinder*
6. *Hydraulic hose*



Gambar 4.1 Alat Peraga Sistem Hidrolik

4.1.2 Spesifikasi Alat Peraga Sistem Hidrolik

1. Kapasitas tangki oli hidrolik 8 liter
2. Beban maksimal yang bisa diangkat 30 kg
3. Kecepatan motor listrik 1400 Rpm
4. Tekanan maksimal sistem 360 Psi
5. Panjang Implement 60 cm

Hasil dari alat ini sendiri seperti bagaimana memperagakan secara umum dari sistem hidrolik, seperti contohnya mengatur pergerakan silinder *extend* (memanjang), *retract* (memendek), laju dan cepatnya pergerakan silinder yang menyesuaikan posisi tuas *directional control valve*, serta pemberian beban secara langsung pada alat peraga sistem hidrolik yang diibaratkan unit excavator sedang melakukan pengerjaan. Dan bisa dilihat juga berapa *pressure* yang bekerja ketika alat mendapat beban sesuai kemampuannya atau melebihi kemampuan alat itu sendiri dengan mengatur tekanan pada *pressure relief valve*.

4.1.3 Hasil pengujian alat peraga sistem hidrolik

Pengujian alat peraga sistem hidrolik dilakukan setelah melalui beberapa proses pembuatan rangka dan pemasangan komponen. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat peraga berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian alat ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan fungsi secara umum sistem hidrolik yang sebenarnya pada unit alat berat yang kemudian disimulasikan pada alat peraga yang telah dibuat.

Berikut ini adalah hasil pengujian dari alat peraga sistem hidrolik :

Table 4.1 Pengujian tanpa beban dan pemberian beban

No.	Kondisi	Rpm motor	Tekanan	Pressure relief valve
1.	Tanpa beban	± 1400	± 25 psi	Bekerja ketika <i>full</i>
2.	± 10 kg	± 1400	± 45 psi	<i>extend</i> dan dijadikan
3.	± 20 kg	± 1400	± 45 psi	sebagai pengaman
4.	± 30 kg	± 1400	± 45 psi	pada sistem yang tekanannya bisa mencapai ± 360 psi tergantung pengaturan pada <i>pressure relief valve</i> .

Pada saat kabel *power* disambungkan ke sumber listrik, motor listrik akan berputar secara normal pada putaran ± 1400 rpm konstan. Pada pengujian pertama tanpa beban tekanan bisa mencapai ± 25 psi tergantung pergerakan tuas *directional control valve*.

Pada pengujian kedua diberikan beban sebesar 10 kg dengan kecepatan motor listrik konstan ± 1400 rpm dan tekanan terbaca pada *pressure gauge* sebesar ± 45 psi tergantung kondisi pergerakan tuas *directional control valve*.

Pada pengujian ketiga diberikan beban sebesar 20 kg dengan kecepatan motor listrik konstan ± 1400 rpm dan tekanan terbaca pada *pressure gauge* sebesar ± 45 psi tergantung kondisi pengontrolan pada *directional control valve*.

Pada pengujian keempat diberikan beban sebesar 30 kg dan kecepatan putar motor listrik ± 1400 rpm konstan, dan tekanan yang terbaca sebesar ± 45 psi tergantung seberapa besar bukaan *spool* pada *directional control valve*.

Pressure relief valve akan berfungsi apabila silinder hidrolis berada pada posisi *full extend* yang dimana tekanannya bisa mencapai ± 360 psi, *pressure relief valve* ini hanya berfungsi sebagai pengaman sistem agar komponen tidak mengalami kerusakan akibat kelebihan tekanan ketika dioperasikan. *Pressure relief valve* dapat diatur tekanan springnya sesuai keinginan operator, semakin kencang putaran *pressure relief valve* maka akan semakin tinggi tekanan bukaan dari *spring* dan semakin lemah putaran *pressure relief valve* maka akan semakin rendah atau mudah bukaan dari *spring* sehingga oli dapat dialirkan kembali ke tangki.

4.1.4 Hasil kuisioner

Adapun setelah dilakukannya pemberian kuisioner kepada mahasiswa maka dapat dipersentasekan hasil kuisioner tersebut dengan menggunakan skala likert seperti dibawah ini.

$$Ls = T \times Pn$$

yang dimana :

Ls = Skala Likert (L)

T = Total jumlah mahasiswa / responden yang memilih (N)

Pn = Aspek penilaian (z)

Nilai yang didapat dari rumus diatas semua hasilnya dijumlahkan. Agar mendapatkan nilai interpretasi, namun terlebih dahulu tentukan skor tertinggi (Y) atau nilai terendah (X) bisa dipilih salah satunya dengan rumus sebagai berikut :

$Y = \text{Skor tertinggi likert} \times \text{jumlah mahasiswa} / \text{responden}$

$X = \text{Skor terendah likert} \times \text{jumlah mahasiswa} / \text{responden}$

Contoh, jumlah skor tertinggi untuk aspek sangat paham (SP) adalah 4, maka dikalikan dengan jumlah mahasiswa / responden yang diberikan kuisisioner sedangkan aspek kurang paham (KP) adalah 1 dikalikan dengan jumlah mahasiswa / responden yang diberikan kuisisioner. Maka penilaian interpretasi mahasiswa / responden terhadap alat peraga sistem hidrolis tersebut adalah hasil nilai yang dihasilkan dengan menggunakan rumus index % seperti dibawah ini.

$$\% = \sum \frac{KP+CP+P+SP}{Y} \times 100$$

KP = kurang paham (skor 1)

CP = cukup paham (skor 2)

P = paham (skor 3)

SP = sangat paham (skor 4)

Karena aspek penilaian terdapat empat bagian maka nilai tertinggi adalah “4” dan nilai terendah adalah “1” sehingga nilai yang didapat dari skala likert diatas dijadikan persentase pada tiap-tiap aspek kuisisioner untuk dilihat perbandingan pemahaman antara sebelum dan sesudah unjuk kerja alat.

Berikut ini adalah contoh perhitungan menggunakan skala likert pada aspek no 1 tabel 4.2.

1. $Ls = T \times Pn$

- a. Mahasiswa yang memilih KP (1)

$$Ls = 9 \times 1 = 9$$

- b. Mahasiswa yang memilih CP (2)

$$Ls = 1 \times 2 = 2$$

- c. Mahasiswa yang memilih P (3)

$$Ls = 0 \times 3 = 0$$

- d. Mahasiswa yang memilih SP (4)

$$Ls = 0 \times 4 = 0$$

- e. Semua hasil dijumlahkan

$$\sum KP + CP + P + SP$$

$$\sum 9 + 2 + 0 + 0 = 11$$

2. Setelah semua hasil dijumlahkan terlebih dahulu harus diketahui skor tertinggi (Y) untuk aspek penilaian dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = \text{skor tertinggi likert} \times \text{jumlah mahasiswa / responden}$$

$$Y = 4 \times 10 = 40.$$

Jadi, jika total skor (Σ) mahasiswa / responden diperoleh angka 11 maka penilaian interpretasi mahasiswa / responden terhadap alat peraga sistem hidrolik tersebut adalah hasil nilai yang dihasilkan dengan menggunakan rumus index %.

$$\% = \sum \frac{KP+CP+P+SP}{Y} \times 100$$

$$\% = \sum \frac{11}{40} \times 100$$

$$\% = 27,5 \%$$

Jadi, pemahaman mahasiswa tentang gear pump pada alat peraga sistem hidrolis sebesar 27,5 %.



Tabel 4.2 Hasil Kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi alat berat sebelum dilakukan unjuk kerja alat.

No	Aspek	Pn (z)				Total Mahasiswa (N)	%
		KP	CP	P	SP		
1	Pemahaman tentang <i>gear pump</i> pada alat peraga	9	2	0	0	10	27,5%
2	Pemahaman tentang <i>pressure relief valve</i> pada alat peraga	10	0	0	0	10	25 %
3	Pemahaman tentang <i>pressure gauge</i> pada alat peraga	9	2	0	0	10	27,5 %
4	Pemahaman tentang <i>directional control valve</i> pada alat peraga	10	0	0	0	10	25 %
5	Pemahaman tentang <i>hydraulic cylinder</i> pada alat peraga	4	10	3	0	10	42,5 %
6	Pemahaman tentang tangki pada alat peraga	5	8	3	0	10	40 %
Apakah alat peraga yang kami buat sangat membantu dalam proses peningkatan belajar mengajar ?		Ya (√)				Tidak ()	

Keterangan :

KP : Kurang Paham

CP : Cukup Paham

P : Paham

SP ; Sangat Paham

Tabel 4.3 Hasil Kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi alat berat setelah dilakukan unjuk kerja alat.

No	Aspek	Nilai				Total Mahasiswa (N)	%
		KP	CP	P	SP		
1	Pemahaman tentang <i>gear pump</i> pada alat peraga	0	6	21	0	10	67,5%
2	Pemahaman tentang <i>pressure relief valve</i> pada alat peraga	0	6	21	0	10	67,5 %
3	Pemahaman tentang <i>pressure gauge</i> pada alat peraga	0	4	21	4	10	72,5 %
4	Pemahaman tentang <i>directional control valve</i> pada alat peraga	0	12	12	0	10	60 %
5	Pemahaman tentang <i>hydraulic cylinder</i> pada alat peraga	0	2	12	20	10	85 %
6	Pemahaman tentang tangki pada alat peraga	0	2	9	24	10	87,5 %
Apakah alat peraga yang kami buat sangat membantu dalam proses peningkatan belajar mengajar ?		Ya (√)				Tidak ()	

Keterangan :

KP : Kurang Paham

CP : Cukup Paham

P : Paham

SP ; Sangat Paham

Tabel 4.4 Hasil Kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi lain sebelum dilakukan unjuk kerja alat.

No	Aspek	Nilai				Total Mahasiswa (N)	%
		KP	CP	P	SP		
1	Pemahaman tentang <i>gear pump</i> pada alat peraga	10	0	0	0	10	25 %
2	Pemahaman tentang <i>pressure relief valve</i> pada alat peraga	10	0	0	0	10	25 %
3	Pemahaman tentang <i>pressure gauge</i> pada alat peraga	6	8	0	0	10	35 %
4	Pemahaman tentang <i>directional control valve</i> pada alat peraga	10	0	0	0	10	25 %
5	Pemahaman tentang <i>hydraulic cylinder</i> pada alat peraga	10	0	0	0	10	25 %
6	Pemahaman tentang tangki pada alat peraga	8	4	0	0	10	30 %
Apakah alat peraga yang kami buat sangat membantu dalam proses peningkatan belajar mengajar ?		Ya (√)				Tidak ()	

Keterangan :

KP : Kurang Paham

CP : Cukup Paham

P : Paham

SP : Sangat Paham

Tabel 4.5 Hasil Kuisisioner pada 10 mahasiswa program studi lain setelah dilakukan unjuk kerja alat.

No	Aspek	Nilai				Total Mahasiswa (N)	%
		KP	CP	P	SP		
1	Pemahaman tentang <i>gear pump</i> pada alat peraga	3	10	6	0	10	47,5 %
2	Pemahaman tentang <i>pressure relief valve</i> pada alat peraga	1	10	12	0	10	57,5 %
3	Pemahaman tentang <i>pressure gauge</i> pada alat peraga	0	2	24	4	10	75 %
4	Pemahaman tentang <i>directional control valve</i> pada alat peraga	5	10	0	0	10	37,5 %
5	Pemahaman tentang <i>hydraulic cylinder</i> pada alat peraga	0	12	12	0	10	60 %
6	Pemahaman tentang tangki pada alat peraga	0	4	12	16	10	80 %
Apakah alat peraga yang kami buat sangat membantu dalam proses peningkatan belajar mengajar ?		Ya (√)				Tidak ()	

Keterangan :

KP : Kurang Paham

CP : Cukup Paham

P : Paham

SP ; Sangat Paham

4.2 Pembahasan

Pada alat peraga sistem hidrolik, telah dilakukan serangkaian proses pembuatan, perakitan, pengujian serta unjuk kerja alat kepada 10 orang mahasiswa program studi teknik otomotif konsentrasi alat berat dan 10 orang mahasiswa dari program studi lain. Yang dimana telah kami berikan kuisisioner untuk melihat apakah alat peraga yang kami buat mampu meningkatkan proses belajar mengajar.

Dari hasil kuisisioner yang didapat maka dapat diketahui tingkat persentase pemahaman mahasiswa tentang prinsip kerja dan komponen – komponen yang ada pada sistem hidrolik. Pada tabel 4.3 terjadi peningkatan dibandingkan pada tabel 4.2 yang dimana kami mengambil data ini pada mahasiswa program studi teknik alat berat. Dan kami pun mengambil data pada mahasiswa program studi lain agar memberikan pengetahuan tentang cara kerja dari sistem hidrolik, pada tabel 4.4 persentase lebih rendah dibandingkan pada tabel 4.5.

Jadi bisa dilihat perbedaan pemahaman mahasiswa tentang prinsip kerja sistem hidrolik dari segi sebelum dan sesudah unjuk kerja alat dan yang mempelajari sistem hidrolik itu sendiri atau tidak.

BAB V

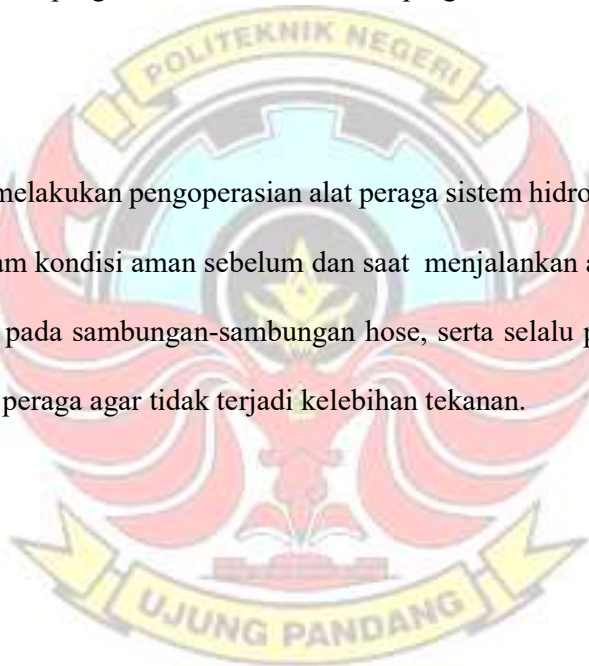
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan, pengujian dan pembahasan dari bab sebelumnya, alat peraga sistem hidrolik dapat berkerja sesuai dengan prinsip kerjanya dan adanya peningkatan pemahaman dengan melakukan unjuk kerja alat kepada mahasiswa program studi alat berat atau program studi lain.

5.2 Saran

Pada saat melakukan pengoperasian alat peraga sistem hidrolik pastikan semua komponen dalam kondisi aman sebelum dan saat menjalankan alat. Pastikan tidak ada kebocoran pada sambungan-sambungan hose, serta selalu perhatikan tekanan kerja pada alat peraga agar tidak terjadi kelebihan tekanan.



DAFTAR PUSTAKA

- Asbari, masduki. 2011. Mendesain Sistem Hidrolik. (<http://goodshoot.wordpress.com> diakses 23 Juni 2019)
- Caterpillar of Australia Pty Ltd Melbourne. 2003. *Fundamental Hydraulic*. Australia : Asia Pacific Learning.
- Faizal. 2010. Pengertian dan Tujuan Alat Peraga Pendidikan. (<http://www.fairuzelsaid.wordpress.com> diakses 12 Agustus 2019)
- Nasabamedia. 2019. Pengertian *Flowchart* Beserta Simbol. Indonesia: Pasuruan (*online*) (diakses 14 Maret 2019)
- Pemeliharaan Berkala Sistem Hidrolik. 2016. (<http://komponenalat-berat.blogspot.com> diakses 17 September 2019)
- Pengertian Skala Likert dan Contoh Cara Hitung Kuisisionernya. 2019. (<http://www.diedit.com/skala> likert diakses 17 September 2019)
- Permana. 2010. Pengertian Sistem Hidrolik. (eprints.undip.ac.id diakses 12 Agustus 2019)
- PT. Trakindo Utama. 2010. *Fundamental Hydraulic System*. Indonesia: *Training Center Dept.*
- Sudjana. 2009. Pengertian dan Tujuan Alat Peraga Pendidikan. (<http://www.fairuzelsaid.wordpress.com> diakses 12 Agustus 2019)
- Wijaya dan Rusyan. 1994. Pengertian dan Tujuan Alat Peraga Pendidikan. (<http://www.fairuzelsaid.wordpress.com> diakses 12 Agustus 2019)

Lampiran 1 : Proses pembuatan alat peraga sistem hidrolik



(a) Pembuatan Rangka



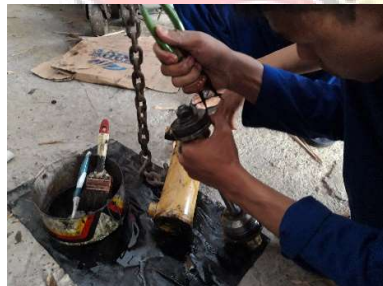
(b) Pembuatan As implement



(c) Pembuatan Tangki



(d) Pembuatan Impement



(e) Pembongkaran Silinder



(f) Pembuatan Coupling

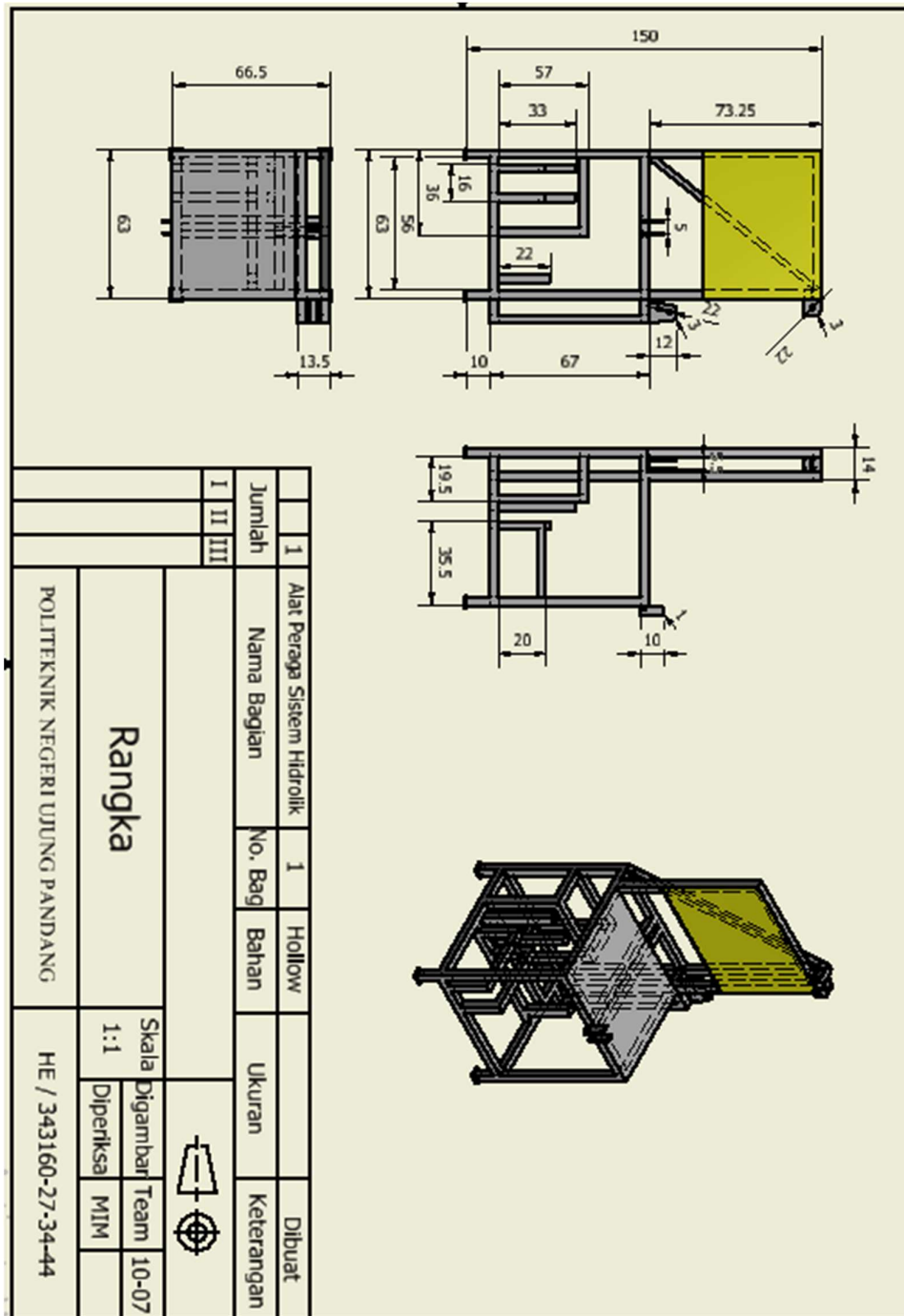


(g) Pengecatan Rangka

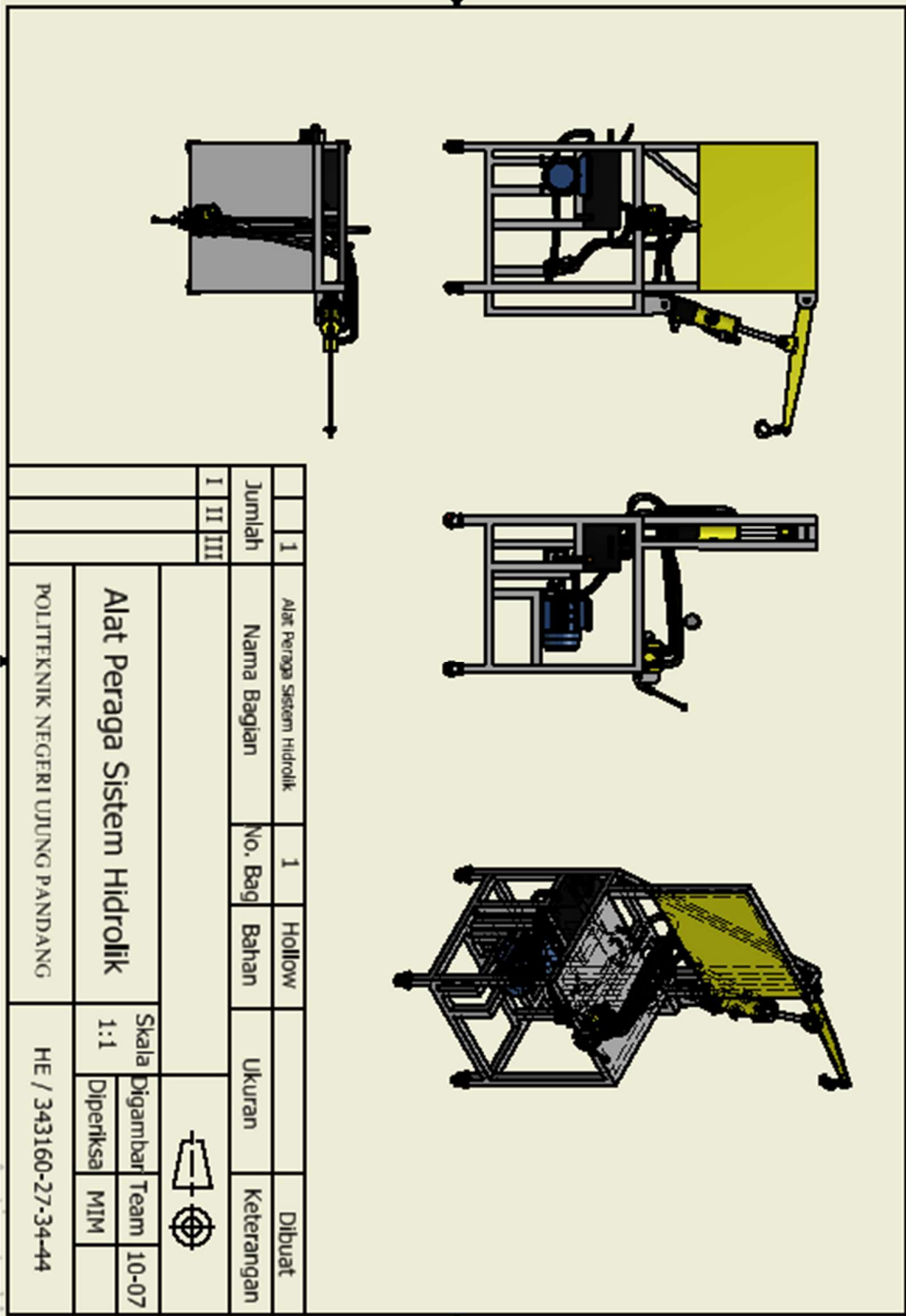


(h) Pemasangan komponen

Lampiran 2 : Dimensi alat peraga sistem hidrolis



(a) Dimensi alat peraga sistem hidrolis.



(b) Tampak depan, samping, atas dan isometric.

Lampiran 3 : Proses pengujian alat peraga sistem hidrolik



(a) Pengujian Rpm motor



(b) Beban alat peraga



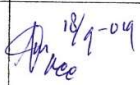
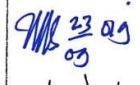


Catatan: * pilih dengan melingkari huruf a atau b

LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR

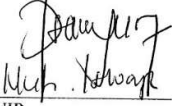
Nama Mahasiswa : Randi Agustiawan / Muh. Rahmani / Arisaldi

NIM : 34316027 / 34316034 / 34316044

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Anwar M.	- Semua rujukan harus dicantumkan di daftar pustaka. - Kesimpulan harus diteliti dengan benar (penyitikan alat dicantumkan).	 18/1-09
2.	Tosrihar & B.	- perbaikan latar belakang	 23/09/09
3.	Muh. Iswar	- Gambar perbaikan sesuai dengan standar pengumpulan.	 15/09/09
4.	M. Arsyad	⊕ Pembahasan diuji juga or. untuk mahasiswa ps. lain - Pertanyaan isharil bukan & pembahasan	 19/09/09

Makassar,
Sekretaris Penguji


Muh. Iswar
NIP.

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.