

MODIFIKASI SISTEM KONTROL *FORKLIFT* BERBASIS PLC  
(STUDI KASUS: PT. PELABUHAN INDONESIA IV ( PERSERO)  
CABANG MAKASSAR *NEW PORT*)



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknik Mekatronika  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ARIEF RAHMAN P  
ABDUL KHABIR

444 17 009  
444 17 007

PROGRAM STUDI S1-T TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2021

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Modifikasi Sistem Kontrol *Forklift* Berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero) Cabang Makassar *New Port* )” oleh Arief Rahman P NIM 44417009 dan Abdul Khabir NIM 44417007 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Terapan Teknik pada Program Studi Teknik Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 06 September 2021

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mekatronika,




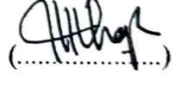

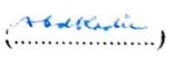


Anton Ka'ka, M.T.  
NIP. 19650913 198803 1 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Senin tanggal 06 September 2021, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi mahasiswa: Arief Rahman P NIM 44417009 dan Abdul Khabir NIM 44417007 dengan judul “Modifikasi Sistem Kontrol *Forklift* berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero) Cabang Makassar *New Port* )”.

Makassar, 6 September 2021

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi :

- |                                               |            |                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc.           | Ketua      | <br>(.....)  |
| 2. Mukhtar, S.Pd., M.Eng.                     | Sekretaris | <br>(.....) |
| 3. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.                  | Anggota    | <br>(.....) |
| 4. Dr.Eng. Abdul Kadir Muhammad, S.T., M.Eng. | Anggota    | <br>(.....) |
| 5. Ir. Lewi, M.T.                             | Anggota    | <br>(.....) |
| 6. Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.          | Anggota    | <br>(.....) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt. karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi ini yang berjudul ” Modifikasi Sistem Kontrol *Forklift* Berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero) Cabang Makassar *New Port* )” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Keluarga yang selalu memberikan dukungan dari segi materi maupun moril, mendoakan segala keselamatan dan kelancaran serta memberikan semangat motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Dr. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur S.ST., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Ir. Simon Ka’ka, M.T., selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Ir. Lewi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan kelas 4 (angkatan 2017) Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, yang telah banyak berdiskusi dan bekerjasama dengan penulis selama proses pembuatan skripsi.
8. Serta semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan siapa pun yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini dengan nikmat dan berkah yang melimpah. Amin. Besar harapan penulis, dengan hadirnya skripsi ini dapat memberikan sumbangsih yang berarti demi kemajuan ilmu pengetahuan bangsa terutama pada bidang Mekatronika.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, September 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hlm.
HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
RINGKASAN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Forklift</i> .....	5
2.1.1 <i>Forklift</i> Secara Umum.....	5
2.1.2 Sejarah <i>Forklift</i> .....	7
2.1.3 <i>Forklift</i> Komatsu (FB20EX/25EX-5).....	8
2.1.4 Bagian Utama <i>Forklift</i> .....	9
2.1.5 Prinsip Kerja <i>Forklift</i> Secara Umum.....	11
2.1.6 Kegiatan <i>Maintenance Forklift</i> .....	13
2.2 <i>Power Supply</i> .....	15
2.3 PLC.....	15
2.3.1 Fungsi PLC.....	16
2.3.2 Komponen PLC.....	16



2.3.3 Cara Kerja PLC.....	20
2.3.4 Konsep PLC .....	20
2.3.5 Penggunaan PLC .....	20
2.3.6 Jenis- jenis PLC .....	21
2.4 <i>Drive Motor</i> .....	22
2.4.1 Definisi <i>Drive Motor</i> .....	22
2.4.2 <i>Transistor</i> .....	24
2.5 Kontaktor .....	27
2.5.1 Definisi Kontaktor.....	28
2.5.2 Prinsip Kerja Kontaktor.....	28
2.6 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	29
2.6.1 <i>Drive Motor Forklift KOMATSU (FB20EX/25EX-5)</i> .....	29
2.6.2 Hasil Pemeriksaan Komponen <i>Drive Forklift</i> .....	31
2.6.3 Pengetesan Kontaktor <i>Forklift</i> .....	34
2.6.4 Pengetesan Sistem <i>Drive Forklift</i> menggunakan Arduino UNO.....	34
2.6.5 Alur Kerja Sistem <i>Drive</i> .....	35
2.7 Hasil Penelitian sejenis.....	36
2.7.1 Studi Literatur .....	36
2.7.2 Perancangan <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> .....	37
2.7.3 Analisi Perancangan PWM.....	37
2.7.4 Hasil Pengujian Pulsa <i>Encoder</i> .....	38
2.7.5 Hasil pengujian pulsa PWM dari Mikrokontroler .....	38
BAB III METODE PENELITIAN .....	41
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	41
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.3 Prosedur Perancangan.....	43
3.3.1 Studi Literatur .....	44
3.3.2 Desain Rancangan.....	44
3.3.3 Percobaan dan Pengambilan Data.....	45
3.4 Langkah-langkah Pengujian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	47

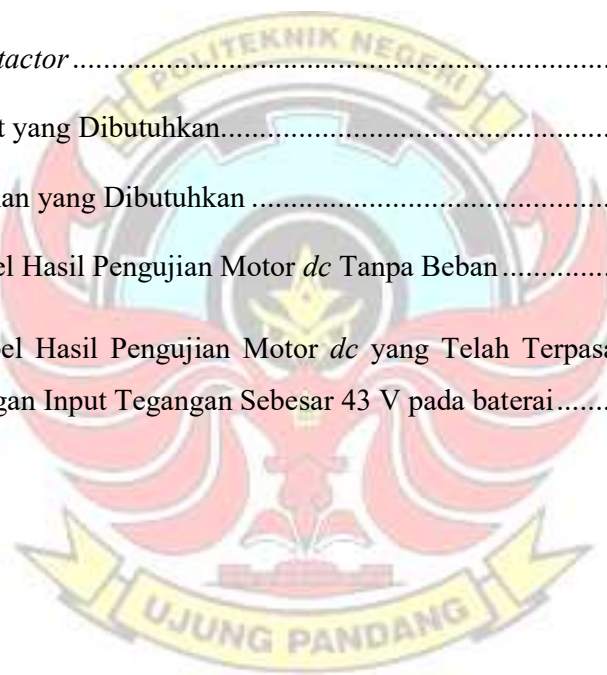
4.1 Hasil.....	47
4.1.1 Hasil Perbaikan Mekanik .....	47
4.1.2 Hasil Perancangan Elektronik.....	49
4.1.3 Hasil Perancangan Program.....	50
4.1.4 Hasil Pengujian .....	51
4.2 Pembahasan.....	53
4.2.1 Proses Pengoperasian Maju/Mundur <i>Forklift</i> .....	53
4.2.2 Analisis Pengujian.....	54
BAB V PENUTUP .....	57
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN .....	61





## DAFTAR TABEL

	Hlm.
Tabel 2. 1 <i>Drive Power</i> .....	31
Tabel 2. 2 <i>Hydraulic Transistor</i> .....	31
Tabel 2. 3 <i>Fuse</i> .....	31
Tabel 2. 4 <i>EPS Power Transistor (Kanan)</i> .....	32
Tabel 2. 5 <i>EPS Power Transistor (Kiri)</i> .....	32
Tabel 2. 6 <i>Diode</i> .....	33
Tabel 2. 7 <i>contactor</i> .....	33
Tabel 3. 1 <i>Alat yang Dibutuhkan</i> .....	41
Tabel 3. 2 <i>Bahan yang Dibutuhkan</i> .....	42
Tabel 4.1 <i>Tabel Hasil Pengujian Motor dc Tanpa Beban</i> .....	52
Tabel 4.2 <i>Tabel Hasil Pengujian Motor dc yang Telah Terpasang pada Forklift dengan Input Tegangan Sebesar 43 V pada baterai</i> .....	53



## DAFTAR GAMBAR

	Hlm.
Gambar 2. 1 <i>Forklift</i> .....	6
Gambar 2. 2 <i>Forklift</i> KOMATSU .....	8
Gambar 2. 3 Bagian Utama <i>Forklift</i> .....	9
Gambar 2. 4 Diagram Blok Prinsip Kerja <i>Lifting</i> .....	12
Gambar 2. 5 Diagram Blok Prinsip Kerja Motor <i>Travel</i> .....	12
Gambar 2. 6 Baterai <i>Forklift</i> .....	15
Gambar 2. 7 <i>Charger</i> Baterai <i>Forklift</i> .....	15
Gambar 2. 8 CPU.....	17
Gambar 2. 9 Memori.....	17
Gambar 2. 10 Kabel <i>input/output</i> .....	18
Gambar 2. 11 <i>Power Supply</i> PLC.....	19
Gambar 2. 12 PLC jenis <i>Compact</i> .....	21
Gambar 2. 13 PLC jenis <i>Modular</i> .....	22
Gambar 2. 14 <i>Drive</i> Motor.....	23
Gambar 2. 15 Diagram Blok <i>Drive</i> Motor.....	23
Gambar 2. 16 <i>Transistor</i> .....	24
Gambar 2. 17 Blok <i>Transistor</i> <i>Drive</i> .....	26
Gambar 2. 18 Kontaktor.....	29
Gambar 2. 19 Panel <i>Drive Forklift</i> .....	30
Gambar 2. 20 Pengetesan Kontaktor <i>Forklift</i> .....	34
Gambar 2. 21 Pengujian Pulsa <i>Encoder</i> .....	38

Gambar 2. 22 Pengujian Pulsa PWM dari Mikrokontroler.....	40
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> metode perancangan. ....	43
Gambar 3. 2 Diagram Perancangan Mekanik dan Elektronik.....	45
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengujian Sistem <i>Travel</i> .....	46
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan pada Bodi <i>Forklift</i> . (a) Tampak Depan. (b) Tampak Samping. dan (c) Tampak Belakang.....	47
Gambar 4. 2 Rem Tangan <i>Forklift</i> .....	48
Gambar 4. 3 Ban <i>Forklift</i> . ....	48
Gambar 4. 4 Motor <i>Travel Forklift</i> .....	48
Gambar 4. 5 <i>Driver Forklift</i> . ....	49
Gambar 4. 6 <i>Wiring Diagram Driver Forklift</i> . ....	50



## DAFTAR LAMPIRAN

	Hlm.
Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan .....	62
Lampiran 2 Program Pada Outseal PLC Mega V.1.....	65
Lampiran 3 Spesifikasi Alat.....	66
Lampiran 4 Biodata Penulis. ....	67



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arief Rahman P

NIM : 444 17 009

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Modifikasi Sistem Kontrol *Forklift* Berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero) Cabang Makassar *New Port* )” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 6 September 2021



Arief Rahman P  
NIM 444 17 009

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Khabir

NIM : 444 17 007

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Modifikasi Sistem Kontrol *Forklift* Berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero) Cabang Makassar *New Port* )” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 6 September 2021



Abdul Khabir  
NIM 444 17 007

MODIFIKASI SISTEM KONTROL *FORKLIFT* BERBASIS PLC (STUDI  
KASUS: PT. PELABUHAN INDONESIA IV ( PERSERO) CABANG  
MAKASSAR *NEW PORT* )

**RINGKASAN**

Dalam lingkungan industri alat berat adalah kendaraan roda empat yang banyak dijumpai karena menjadi suatu kebutuhan untuk memindahkan barang yang besar dan berat dengan mudah. Adapun salah satu jenis alat berat yaitu *forklift* yang dimana dapat meringankan pekerjaan para pekerja seperti waktu dan tenaga bagi para pekerja dan meminimalkan kecelakaan kerja yang ada di industri.

PLC dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, PLC juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh pengguna yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. Dimana dalam penulisan tugas akhir ini digunakan salah satu jenis PLC yaitu outseal PLC yang dimana PLC ini dari segi harga lebih murah dibandingkan dengan PLC pada umumnya, dan pengoperasiannya yang sedikit lebih mudah karena dalam aplikasinya menggunakan Bahasa Indonesia karena outseal PLC ini memang buatan anak bangsa. Outseal plc ini digunakan untuk pengontrolan pada *forklift* elektrik yang dimana menggantikan sistem kerja dari kontroler bawaan dari *forklift* elektrik tersebut, Adapun pengontrol yang dilakukan seperti sistem maju dan mundurnya *forklift* tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa outseal PLC dapat digunakan untuk pengontrolan sistem kendali maju dan mudurnya *forklift*, dan dapat menggantikan sistem kerja dari kontroler bawaan dari *forklift* yang dimana ukuran yang besar dan biaya perawatan yang mahal.



MODIFICATION OF FORKLIFT CONTROL SYSTEM BASED ON PLC  
(CASE STUDY: PT. PORT INDONESIA IV ( PERSERO) MAKASSAR  
BRANCH NEW PORT )

**SUMMARY**

In the heavy equipment industry, four-wheeled vehicles are often encountered because it becomes a necessity to move large and heavy goods easily. As for one type of heavy equipment, namely *forklifts* which can ease the work of workers such as time and energy for workers and minimize work accidents in the industry.

PLC is designed to replace a sequential relay circuit in a control system. Apart from being programmable, PLCs can also be controlled, and operated by users who do not have specific knowledge of computer operations. Where in writing this final project one type of PLC is used, namely the outseal PLC which is cheaper in terms of price compared to PLCs in general, and the operation is a little easier because in its application it uses Indonesian because the outseal PLC is indeed made by the nation's children. Outseal plc is used to control the electric *forklift* which replaces the work system of the default controller of the electric *forklift*, the controllers are carried out such as the forward and backward system of the *forklift*.

Based on the results of research and discussion, it can be concluded that the outseal PLC can be used to control the forward and backward control system of the *forklift*, and can replace the work system of the built-in controller of the *forklift* which is large in size and expensive to maintain.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aktivitas *manual material handling* (MMH) sering dijumpai pada kegiatan sehari-hari sebagai contohnya pemindahan barang menggunakan gerobak karena mudah dilakukan dan murah, akan tetapi memiliki risiko kecelakaan kerja yang besar karena berhadapan langsung dengan barang yang ingin dipindahkan, dan dengan alat yang kurang mendukung untuk digunakan di lingkungan kerja. Yang dimana akan membahayakan suatu pekerja jika diterapkan disuatu perusahaan atau pabrik.

*Manual material handling* (MMH) yang kurang tepat dapat mengakibatkan pekerja mengalami cedera atau nyeri pada bagian anggota tubuh tertentu seperti pada bagian, punggung, lengan, bahu, dan kaki. Karena bagian anggota tubuh itu yang paling banyak bekerja ketika mengangkat barang baik itu besar, berat, dan dilakukan secara terus menerus atau berulang. Pekerjaan yang dilakuakn tidak tepat akan mengakibatkan postur tubuh pekerja yang tidak ideal karena akan mengakibatkan pekerja membungkuk akibat mengangkat barang yang berat dengan waktu yang lama karena semua kegiatan dilakukan secara manual.

Jadwal pekerja pada PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) Cabang Makassar *New Port* yaitu setiap senin – jum'at., mereka mulai bekerja pada pukul 08.00-17.00 WITA dengan jam istirahat selama 1 jam yaitu pukul 12.00-13.00 WITA. Berdasarkan latar belakang di atas menunjukkan bahwa postur kerja yang kurang baik. Hal tersebut menyebabkan pekerja mengalami keluhan maka akan

dilakukan analisis postur kerja untuk meminimalisir cedera. Sehingga material handling untuk mempermudah pekerjaan manusia sangat dibutuhkan. Sebagai contoh memindahkan barang dengan *Forklift*.

Salah satu cara untuk mempermudah suatu pekerjaan yaitu dengan cara menerapkan sistem otomatisasi. Secara umum otomatisasi adalah cara atau proses penggunaan sebuah mesin, sistem kontrol, ataupun sebuah teknologi informasi untuk dapat lebih mengoptimalkan proses produksi, ataupun sistem pengiriman barang dan jasa. Proses Otomatisasi ini pada umumnya dilakukan jika memang dirasa bahwa proses sebelumnya memakan waktu yang cukup lama bila menggunakan tenaga kerja manusia baik berdasarkan faktor kuantitas dan kualitas. (Pdadmin, 2018)

*Forklift* memiliki dua jenis mesin yaitu mesin solar dan mesin listrik, dalam dunia industri kedua jenis *forklift* tersebut digunakan di tempat yang berbeda, seperti *forklift* solar digunakan untuk memindahkan barang di luar ruangan karena memiliki emisi gas buang, sedangkan *forklift* listrik digunakan di dalam ruangan karena tidak memiliki emisi gas buang yang dimana aman untuk pekerja.

Salah satu jenis pengangkat dan pengangkut yang banyak digunakan dalam industri adalah *forklift*, salah satunya yaitu penggunaan *forklift* di PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) Cabang Makassar *New Port* untuk membantu proses pengangkutan dan penurunan barang. Kendaraan *forklift* dalam dunia industri digunakan untuk membantu kelancaran produksi, dalam hal ini *forklift* berfungsi

untuk memindahkan barang-barang produksi atau material, baik yang kemasan maupun satuan dari satu tempat ketempat lainnya.

*Forklift* ini berkapasitas dua ton, menggunakan konsumsi tenaga listrik yang diperoleh dari baterai 48 V *dc*, penulis telah mencapai progres berupa perbaikan dan penyatuan beberapa komponen yang terukur “baik” dan masih dapat digunakan ke dalam satu panel. Sebagian besar aktuator yang ada pada *forklift* tidak dapat difungsikan dikarenakan sistem pada *drive* yang membutuhkan perawatan ataupun penggantian beberapa komponen.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengangkat judul “Modifikasi Sistem Kontrol *Forklift* berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero) Cabang Makassar *New Port*” sebagai judul tugas akhir penulis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengendalikan motor *dc* yang ada pada *forklift* menggunakan PLC dengan sistem PWM ?
2. Bagaimana mengontrol motor *travel* yang ada pada *forklift* menggunakan PLC?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Menggunakan modul PLC sebagai *Controller* untuk pergerakan motor
2. PLC memiliki daya penggunaan yang andal dan tahan lama

3. Menggunakan Modul *drive* sebagai penggerak motor yang dikontrol dengan modul PLC
4. Memodifikasi beberapa *input* yang dioperasikan oleh *operator* sebagai kendali utama *Forklift*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dibuat yaitu:

1. Untuk mengendalikan motor *dc* dengan sistem PWM yang ada pada PLC.
2. Untuk mengendalikan motor *travel* pada *forklift* menggunakan PLC.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu meminimalisir pembelian alat berat pada perusahaan.
2. Membantu mengurangi daya yang digunakan sesuai dengan beban yang akan diangkat.
3. Pembaruan pada *Forklift* secara fisik.
4. Mahasiswa dapat lebih mengenal dan mengerti penerapan PLC pada sebuah alat otomasi yang ada pada industri.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Forklift*

#### 2.1.1 *Forklift* Secara Umum

*Forklift* adalah alat bantu yang digunakan untuk mengangkat beban beban berat atau bisa juga untuk memindahkan barang yang berupa kendaraan dan bisa juga seperti alat transportasi. Untuk menjaga keamanan kenyamanan dan juga keawetan *forklift* itu sendiri perlu juga dilakukan perhatian *spare part* secara rutin dan berkala, hal ini dilakukan guna untuk memperpanjang usia *forklift* itu sendiri. Perawatan *forklift* tidak serta merta hanya mengganti *spare part* yang telah rusak saja, hal yang diperhatikan juga ada cara pemakaiannya. (Irfan, 2016)

*Forklift* umumnya terbagi dalam dua jenis mesin yaitu mesin dengan menggunakan bahan bakar dan mesin listrik, kedua memiliki peruntukan yang berbeda, dan *forklift* dengan mesin menggunakan bahan bakar terbagi lagi menjadi dua ada yang menggunakan bahan bakar solar dan ada juga yang menggunakan bahan bakar propane, untuk *forklift* dengan bermesin bahan bakar biasanya digunakan di area yang terbuka contohnya dilapangan terbuka, sedangkan *forklift* bermesin listrik umumnya digunakan di dalam ruangan karena hampir tidak memiliki suara pada mesinnya hanya ada suara pada ban, sistem hidroliknya dan klakson nya, dan tidak memiliki emisi gas buang yang dimana aman untuk pekerja dan digunakan di dalam ruangan yang tertutup.





Gambar 2. 1 *Forklift*  
(Sumber : Irfan, 2016)

*Forklift* digunakan di sekitar lokasi industri atau konstruksi dan biasanya digunakan untuk mengangkat suatu barang yang berat, bisa mengangkat sekitar 454 kg hingga ketinggian 76 cm . Perkembangan pesat dari *forklift* yang sudah menggunakan sistem hidrolik atau menara vertikal untuk keperluan industri disesuaikan dengan *forklift* medan kasar. Pada pertengahan 1950-an, kapasitas yang dari 454 menjadi 1.135 kg dan tinggi angkat yang awalnya 76 cm menjadi hingga 9 m yang sudah tersedia.

*Forklift* sekarang ini sudah banyak ditemukan karena kebutuhan pengoperasian gudang . setiap perusahaan baik itu perusahaan besar bahkan perusahaan rumahan sudah banyak di jumpai setidaknya punya satu *forklift*, karena sudah banyaknya pilihan *forklift* mulai dari mesinnya yang baik digunakan didalam ruangan maupun di luar ruangan, daya



angkutnya yang berbeda beda mulai dari 2 ton hingga 20 ton, dan tinggi angkat yang berbeda beda mulai dari 2 meter hingga 9 meter.

*Forklift* juga merupakan kendaraan yang digunakan sebagai alat angkut dalam pemindahan barang baik itu besar maupun berat, baik dalam ruangan maupun di luar ruangan, termasuk dalam proses bongkar muat pada Pelabuhan, pabrik, gudang, supermarket, dll. Dengan sistem pengoperasian hampir semuanya elektrik seperti untuk menaik turunkan beban serta bermanuver dengan jarak yang cukup jauh. Mengoperasikan alat ini bisa dilakukan dengan mudah, duduk di atas *cab operator* yang telah disediakan dengan fitur diantaranya layar LCD digital multi fungsi. Tombol kendali kecepatan, alarm, rem otomatis, sabuk pengaman, pilar a dan b untuk melindungi operator dari benda-benda yang tidak disengaja terjatuh dari atas, dan penggunaan atap yang transparan untuk memudahkan dalam melihat benda yang tinggi.

### 2.1.2 Sejarah *Forklift*

Pada tahun 1920, motor hidrolis diperkenalkan, dan pada tahun 1923, sebuah truk listrik dikembangkan dengan tiang dan garpu yang ditinggikan untuk mengangkat beban secara khusus: ini adalah *forklift* pertama. truk pengangkat awal ini terbatas dalam utilitas dan popularitasnya hingga tahun 1930. Tahun itu menandai kedatangan palet standar, yang menyederhanakan proses pengangkatan, pemuatan, dan penumpukan. Perang Dunia II membawa peningkatan pesat yang tiba-tiba dalam kebutuhan akan peralatan pengangkat dan pemuatan, dan

sepanjang tahun 1940-an, truk pengangkat bergerak dengan cepat melalui berbagai evolusi dan menjadi pemandangan standar di hampir setiap tempat kerja penanganan material. (Liftow Ltd, 2020)

Model-model baru yang tiba di tahun 1950-an meningkatkan keserbagunaan dan tenaga dan ukurannya berkurang, menghadirkan *forklift* lorong sempit, sebuah mesin yang dapat menangani beban berat saat bermanuver di ruang yang sangat kecil. Sejak itu, *forklift* terus berkembang dengan perbaikan terus-menerus pada kontrol mesin dan kapasitas beban, serta keselamatan dan kenyamanan operator. (Liftow Ltd, 2020)

### 2.1.3 *Forklift* Komatsu (FB20EX/25EX-5)

Adapun *Forklift* yang digunakan di PT Pelindo 4 cabang new port makassar .



Gambar 2. 2 *Forklift* KOMATSU

*Forklift* ini berkapasitas 2 ton, menggunakan konsumsi tenaga listrik yang diperoleh dari baterai 48 V dc, . *Forklift* listrik memiliki emisi nol dan sangat ramah lingkungan. Tidak seperti mesin diesel, bensin dan gas propana cair, motor listrik tidak memiliki knalpot. Tidak ada karbon monoksida berbahaya bagi operator atau pekerja di dekatnya untuk bernapas dan tidak ada gas.

*Forklift* listrik adalah mesin yang ideal untuk situasi interior dan gudang. Tidak ada asap berbahaya berarti tidak diperlukan ventilasi khusus dan mahal untuk membuang knalpot atau pemanasan *forklift*.

*Forklift* listrik ketika beroperasi hampir tidak memiliki suara pada mesin ketika *forklift* di aktifkan kecuali ketika berjalan yang dimana akan ada suara sedikit terdengar pada bagian mesinnya ketika beroperasi, dan suara pada bagian bagian lain seperti ban,

#### 2.1.4 Bagian Utama *Forklift*



Gambar 2. 3 Bagian Utama *Forklift*  
(Sumber: Irfan, 2016)

Pada umumnya *Forklift* tersusun atas:

1. *Fork*

Adalah bagian utama dari sebuah *Forklift* yang berfungsi sebagai penopang untuk membawa dan mengangkat barang. *Fork* berbentuk dua buah besi lurus dengan panjang rata-rata 2.5 m. Posisi peletakan barang di atas *pallet* masuk ke dalam *fork* juga menentukan beban maksimal yang dapat diangkat oleh sebuah *forklift*.

2. *Carriage*

*Carriage* merupakan bagian dari *forklift* yang berfungsi sebagai penghubung antara *mast* dan *fork*. Ditempat inilah *fork* melekat. *Carriage* juga berfungsi sebagai sandaran dan pengaman bagi barang-barang dalam *pallet* untuk transportasi atau pengangkatan.

3. *Mast*

*Mast* adalah bagian utama terkait dengan fungsi kerja sebuah *fork* dalam *forklift*. *Mast* adalah satu bagian yang berupa dua buah besi tebal yang terkait dengan *hydraulic system* dari sebuah *forklift*. *Mast* ini berfungsi untuk *lifting* dan *tilting*.

4. *Overhead Guard*

*Overhead guard* merupakan pelindung bagi seorang *forklift operator*. Fungsi pelindungan ini terkait dengan *safety user* dari kemungkinan terjadinya barang yang jatuh saat diangkat atau diturunkan, juga sebagai pelindung dari panas dan hujan.

## 5. *Counterweight*

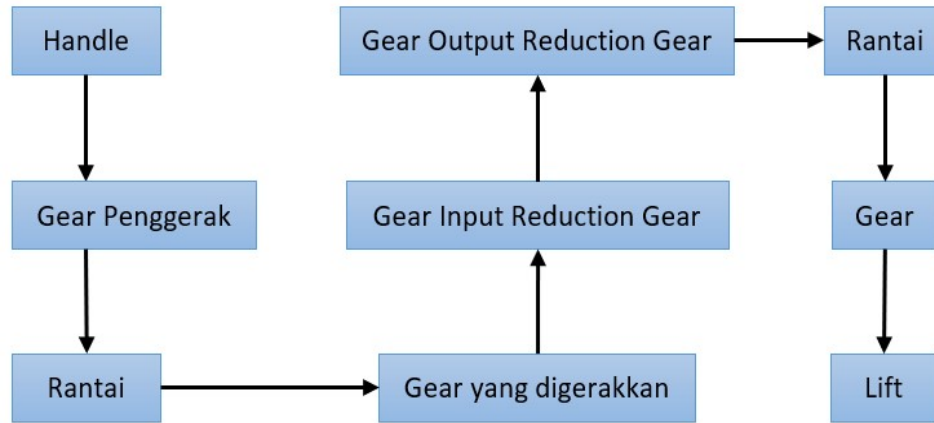
*Counterweight* merupakan bagian penyeimbang beban dari sebuah *forklift*. Letaknya berlawanan dengan posisi *fork*.

### 2.1.5 Prinsip Kerja *Forklift* Secara Umum

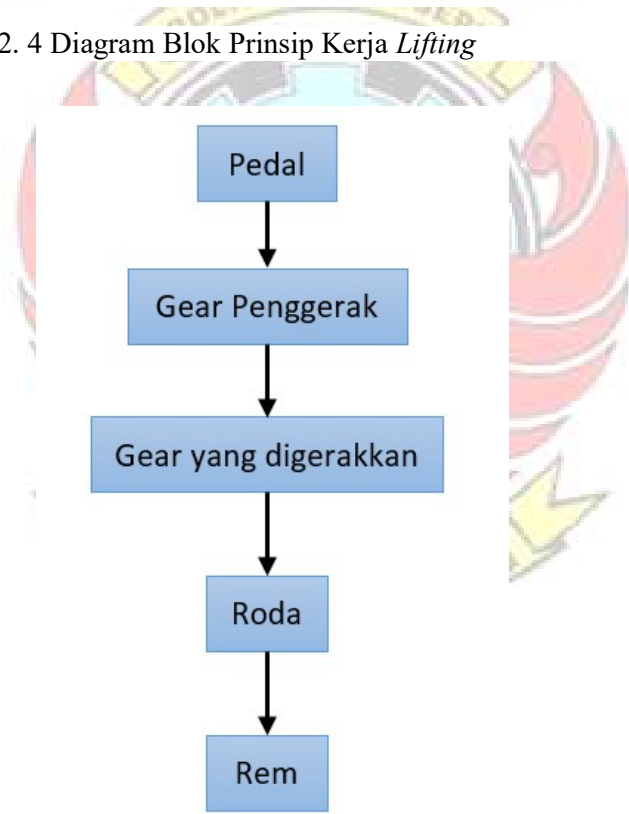
Pada *forklift* terdapat satu bagian yang disebut fork atau garpu pada sebuah *forklift*, dimana fork ini berfungsi sebagai tempat untuk benda yang ingin diangkat maka benda itu akan ditaruh diatas fork, dan bisa diatur lebar bukaannya tergantung jenis benda yang akan diangkat, dengan cara membuka pengunci yang tersambung pada carriage dan menggeser fork secara manual. Sedangkan mast adalah tempat dimana hidrolik, carriage dan fork berada.

Sistem kerja dari *forklift* untuk mengaktifkan lifting dan tilting mast, karena mast tersambung juga oleh carriage, dan fork. maka untuk mengaktifkan hidrolik dengan cara menekan tuas yang ada pada *forklift* untuk tilting dan lifting mast tergantung pada tekanan pada hidrolik yang diberikan melalui tuas yang ada pada *forklift* akibat dari tekanan pada hidrolik mengakibatkan tertariknya rantai, salah satu ujung yang terikat pada beam, karena rantai terikat yang dimana menimbulkan gaya tarik pada rantai yang mengakibatkan mast dapat bergerak tilting maupun lifting, sedangkan untuk maju mundurnya *forklift* menggunakan sistem transmisi otomatis yang dimana terdapat netral, maju, dan mundur pada transmisinya

Prinsip kerja proses *lifting* dan *travel* pada rancang bangun *forklift*



Gambar 2. 4 Diagram Blok Prinsip Kerja *Lifting*



Gambar 2. 5 Diagram Blok Prinsip Kerja Motor *Travel*

### 2.1.6 Kegiatan *Maintenance Forklift*

Kegiatan *Maintenance Forklift Electric* Pada *Forklift Electric* dalam 200 Jam / 1 Bulan ada yang harus diperiksa atau diganti dengan yang baru yaitu :

#### 1. *Chasis dan Body / Mast*

- a. Periksa semua bearing mast
- b. Periksa semua kekencangan baut
- c. Periksa kekencangan rantai [stel bila perlu]

#### 2. *Drive Unit*

- a. Periksa kerja motor *drive*
- b. Periksa suara dan getaran garda kondisi jalan
- c. Periksa oli level gardan
- d. Periksa kondisi pedal gas [stel bila perlu]
- e. Periksa ketebalan ban / roda
- f. Periksa kekencangan baut roda
- g. Periksa Bearing Roda

#### 3. *Steering System*

- a. Periksa kerja motor steering
- b. Periksa EPS Control [bersihkan]
- c. Periksa kondisi volume sensor
- d. Periksa *Contactactor Power Steering*
- e. Periksa kondisi *axle*



#### 4. Brake System

- a. Periksa Level Minyak Rem
- b. Periksa ketinggian Pedal Rem [stel bila perlu]
- c. Periksa Kabel Rem Tangan [stel bila perlu]

#### 5. Hydraulic System

- a. Periksa kerja motor *Hydraulic*
- b. Periksa *Lift* dan *Tilt Cylinder* dari kebocoran
- c. Periksa kemampuan Pompa *Hydraulic* [Test Beban]
- d. Periksa kerja Motor *Hydraulic*
- e. Periksa Level Oli *Hydraulic*

#### 6. Electrical System

- a. Periksa semua sambungan kabel
- b. Periksa kondisi *Accelerator* dan *Directional Switch* [stel bila perlu]
- c. Periksa semua *Contactors* [bersihkan dengan *Contact Cleaner*]
- d. Periksa Kabel Socket CPU / Modul
- e. Periksa *Plug Socket*-Baterai

#### 7. Baterai

- a. Periksa Tegangan *Cell* Baterai
- b. Periksa gravity air
- c. Bersihkan Baterai dari Penggaraman
- d. Bersihkan *Conector* Baterai

## 2.2 Power Supply

Supply utama dari *forklift* ini adalah baterai tipe *lead-acid* bertegangan 48V *dc* dan berkapasitas 450Ah pada Gambar 2.6



Gambar 2. 6 Baterai *Forklift*

Berikut ini adalah *charger* baterai *forklift*.



Gambar 2. 7 *Charger* Baterai *Forklift*

## 2.3 PLC

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah peralatan elektronik yang dapat diprogram agar bisa mengontrol atau mengoperasikan mesin.(Sinaupedia, 2020)

### 2.3.1 Fungsi PLC

Secara umum fungsi PLC dapat dibagi menjadi dua, yaitu kontrol sekuensial dan *monitoring plant*. (Sinaupedia, 2020)

#### 1. Kontrol Sekuensial

Fungsi ini dapat diartikan sebagai penjagaan, agar setiap step atau langkah-langkah dalam proses sekuensial berlangsung sesuai dengan urutan yang tepat. Proses *input* sekuensial umumnya berupa sinyal biner yang akan dikelola kembali sehingga menjadi *output*.

#### 2. *Monitoring Plant*

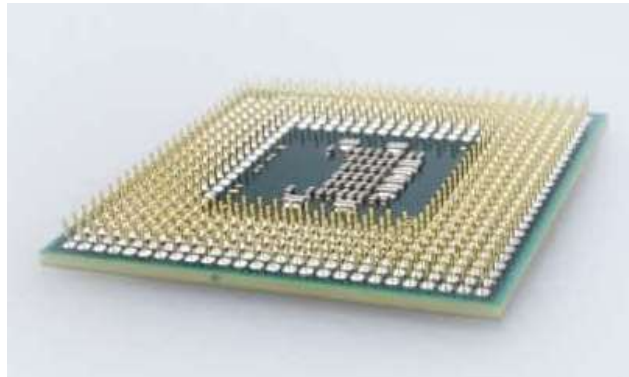
Fungsi ini akan dapat memonitor atau mengawasi suatu sistem (seperti tekanan, temperatur) dan akan menampilkan pesan tersebut ke operator. Selain itu, fungsi ini juga akan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses kontrolnya, contohnya seperti nilai sudah melebihi batas.

### 2.3.2 Komponen PLC

Setiap perangkat tentunya mempunyai komponen utama yang dapat berguna sebagai pendukung agar fungsinya bisa berjalan dengan baik. (Sinaupedia, 2020)

Begitupun pada PLC, adapun komponen utama didalamnya seperti:

## 1. Central Prosesing Unit



Gambar 2. 8 CPU  
(Sumber: Sinaupedia, 2020)

CPU mempunyai fungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian pada PLC dan menjalankan program yang disimpan didalam memori. CPU juga dapat memproses waktu pengawasan dan pelaksanaan perangkat lunak serta menterjemahkan program perantara yang umumnya berisi logika. (Sinaupedia, 2020)

## 2. Memori



Gambar 2. 9 Memori  
(Sumber: Sinaupedia, 2020)

Memori pada PLC mempunyai fungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi hasil perhitungan dapat disimpan didalamnya. PLC menggunakan memori semi konduktor seperti

RAM (*Random Acces Memory*), ROM (*Read Only Memory*) dan PROM (*Programmable Read Only Memory*). (Sinaupedia, 2020)

RAM mempunyai waktu akses yang cepat dan program yang terdapat didalamnya dapat diperbaharui sesuai dengan keinginan pemakainya. Karena RAM merupakan volatile memory, maka PLC harus diberikan supply cadangan daya listrik berupa baterai yang disimpan pada komponen tersebut. Biasanya CMOS RAM dipilih untuk pemakaian daya yang rendah, baterai ini juga mempunyai jangka waktu cukup lama sekitar lima tahun sebelum harus diganti. (Sinaupedia, 2020)

### 3. *Input/Output*



Gambar 2. 10 Kabel *input/output*  
(Sumber: Sinaupedia, 2020)

*Input/output* menjadi sebuah modul yang penting pada PLC. Alasannya, karena PLC berfungsi untuk memproses atau mengoperasikan sebuah mesin. Peran *input/output* akan menjadi perantara diantara perangkat kontrol dengan CPU. Input pada PLC adalah untuk menghubungkan suatu peralatan dari sinyal. (Sinaupedia, 2020)

Selain itu, ada juga input poin yang akan menjadi sinyal dan dikirimkan pada PLC serta memberikan suatu lokasi didalam memori. Lokasi *memory* ini dapat disebut dengan *input bit*. Setiap *input/output* memiliki alamat dan nomor urutan khusus yang dimilikinya selama membuat program untuk memonitor aktivitasnya. (Sinaupedia, 2020)

Adapun indikasi urutan statusnya yang ditandai dengan LED (*Light Emiting Diode*) pada PLC, hal ini bertujuan untuk pengecekan proses pengoperasiannya. (Sinaupedia, 2020)

#### 4. *Power Supply*



Gambar 2.11 *Power Supply* PLC  
(Sumber: Sinaupedia, 2020)

Tanpa *Power Supply*, maka PLC tidak akan dapat beroperasi. *Power Supply* berguna sebagai sumber daya dari PLC, sehingga ia dapat beroperasi dan menjalankan fungsi-fungsinya. (Sinaupedia, 2020)

*Power Supply* akan mengkonversikan pasokan listrik dari PLN (220V) ke daya yang dibutuhkan CPU serta modul *input/output*.

### 2.3.3 Cara Kerja PLC

1. Pertama, PLC akan menerima sinyal masukan yang akan disimpan kedalam memori
2. PLC melakukan instruksi logika untuk menjalankan fungsinya
3. Sinyal masukan (*input*) yang diterimanya akan diproses sehingga menghasilkan keadaan keluaran (*output*) yang menyesuaikan dengan keinginan pemakainya.

### 2.3.4 Konsep PLC

1. *Programmable*, yakni PLC memiliki kemampuan menyimpan memori program. Program ini bisa berubah-ubah, tergantung dari fungsi dan kegunaannya.
2. *Logic*, yakni PLC memiliki kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic* (ALU). Maksudnya adalah PLC dapat melakukan beragam operasi. Membagi, menambah, kali, negasi, OR, AND dan lain-lain.
3. *Controller*, kemampuan PLC dalam mengontrol atau mengatur sebuah proses untuk menghasilkan *output* tertentu.

### 2.3.5 Penggunaan PLC

1. Contoh peralatan input pada PLC berupa: push button panel kontrol, sensor photo elektrik dan sebagainya yang akan menjadi sinyal masukan.



2. Sedangkan contoh peralatan *output*-nya berupa *relay* yang dapat menggerakkan motor atau *switch*.
3. Selain itu, Memori pada PLC adalah dapat diprogram untuk menyimpan instruksi agar bisa menjalankan fungsi-fungsi spesifik.
4. Contoh intruksinya seperti sekuen, logika, *counting*, *timing* dan aritmatika yang berguna untuk mengontrol mesin industri menjadi sesuai yang diinginkan.

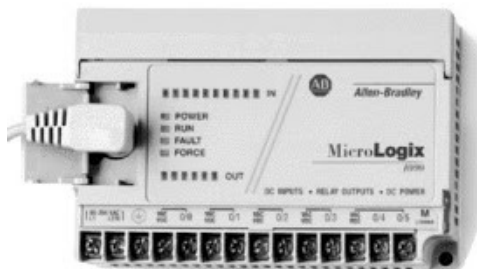
### 2.3.6 Jenis- jenis PLC

#### 1. Tipe *Compact*

Ciri-ciri PLC ini adalah:

- a. Seluruh komponen (*Power suply*, CPU, modul *input-output*, modul komunikasi) menjadi satu.
- b. Umumnya berukuran kecil (*compact*)
- c. Mempunyai jumlah *input/output* relatif sedikit dan tidak dapat *diexpand*
- d. Tidak dapat ditambah modul-modul khusus

Berikut ini adalah contoh PLC *compact* dari *Allen Bradley*.



Gambar 2.12 PLC jenis *Compact*  
(Sumber: Allen Bradley, 2021)

## 2. Tipe *Modular*

Ciri-ciri PLC ini adalah:

- a. Komponen-komponennya terpisah kedalam modul-modul
- b. Berukuran besar
- c. Memungkinkan untuk Ekspansi jumlah *input/output* (sehingga jumlah lebih banyak)
- d. Memungkinkan penambahan modul-modul khusus

Berikut ini adalah contoh PLC *modular* dari *Omron*.



Gambar 2.13 PLC jenis *Modular*  
(Sumber: Allen Bradley, 2021)

## 2.4 *Drive Motor*

### 2.4.1 Definisi *Drive Motor*

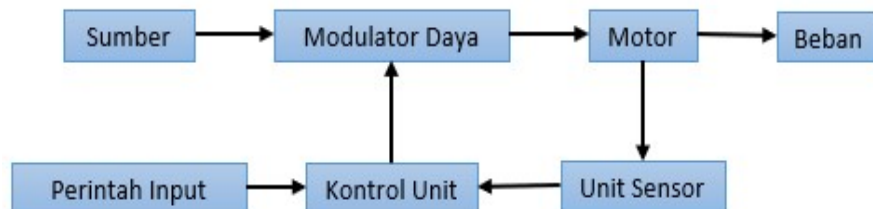
Pada motor *dc*, kecepatan berbanding lurus dengan tegangan jangkar dan berbanding terbalik dengan arus medan. Dan juga, arus jangkar sebanding dengan torsi motor. Oleh karena itu, dengan menambah atau mengurangi tegangan yang diberikan, kecepatan motor divariasikan. Namun, dimungkinkan hingga tegangan pengenal. Jika kecepatan lebih besar dari kecepatan dasar diperlukan, arus medan motor harus dikurangi. (Gewin Scale-Best, 2015)

Dengan mengurangi arus medan, fluks pada motor berkurang. Pengurangan arus medan mengurangi ggl lawan jangkar. Semakin banyak arus jangkar yang mengalir jika ggl lawan jangkar lebih kecil. Selanjutnya, arus jangkar ini meningkatkan torsi motor dan karenanya kecepatan. Ini adalah dua prinsip dasar yang digunakan dalam penggerak *dc* untuk mengontrol kecepatan motor. (Gewin Scale-Best, 2015)



Gambar 2.14 *Drive Motor*  
(Sumber: Gewin Scale-Best, 2015)

Penggerak (*drive*) Motor listrik terdapat dua jenis *drive* yaitu *drive inverter* standar dan *drive servo*. *Drive inverter* standar biasa digunakan untuk mengontrol torsi atau kecepatan putar motor, sedangkan *drive servo* digunakan untuk mengontrol torsi serta kecepatan putar motor, dan juga mengatur posisi pada komponen mesin yang digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan gerakan yang sulit.



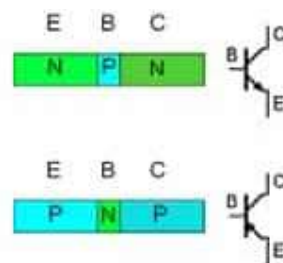
Gambar 2.15 Diagram Blok *Drive Motor*

## 2.4.2 Transistor

### 2.4.2.1 Pengertian Transistor

*Transistor* adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki *elektroda*, yaitu *Basis* (Dasar), *Kolektor* (Pengumpul) dan *Emitor* (Pemancar). Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus dan penyambung (*switching*), stabilitasi tegangan, modulasi sinyal dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Selain itu, transistor juga dapat digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan listrik dengan sangat akurat dan sumber listriknya. (Dosen Pendidikan 2, 2021)

*Transistor* sebenarnya berasal dari kata “*transfer*” yang berarti pemindahan dan “*resistor*” yang berarti penghambat. Dari kedua kata tersebut dapat kita simpulkan, pengertian *Transistor* adalah pemindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi suhu tertentu. *Transistor* pertama kali ditemukan pada tahun 1948 oleh *William Shockley, John Barden* dan *W.H, Brattain*. Tetapi, komponen ini mulai digunakan pada tahun 1958. Jenis *Transistor* terbagi menjadi 2, yaitu *transistor* tipe P-N-P dan transistor N-P-N. (Dosen Pendidikan 2, 2021)



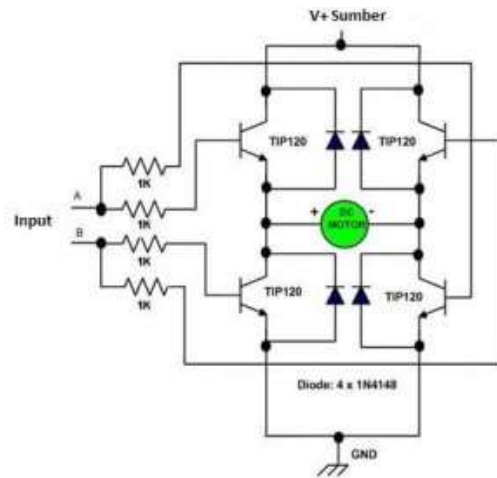
Gambar 2.16 *Transistor*  
(Sumber : Dosen Pendidikan 2, 2021)

*Transistor* merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, *transistor* digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil (*stabilisator*) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, *transistor* digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa *transistor* juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya. (Dosen Pendidikan 2, 2021)

#### **2.4.2.2 Prinsip Kerja *Transistor* Sebagai *Driver Motor***

*Driver motor dc* dalam artikel ini adalah *driver motor dc tipe H-Bridge* menggunakan *power driver* berupa *transistor*. Rangkaian *driver motor dc H-Bridge transistor* ini dapat mengendalikan arah putaran motor *dc* dalam 2 arah dan dapat dikontrol dengan metode PWM (*pulse Width Modulation*) maupun metode sinyal logika dasar TTL (High) dan (Low). Apabila menggunakan metode logika TTL 0 dan 1 maka rangkaian ini hanya dapat mengendalikan arah putaran motor *dc* saja dengan kecepatan putaran motor *dc* maksimum. Rangkaian *driver motor dc H-Bridge* ini menggunakan rangkaian jembatan transistor 4 unit dengan proteksi *impuls* tegangan induksi motor *dc* berupa *diode* yang dipasang paralel dengan masing masing *transistor* secara *reverse bias*. (Elektronika Dasar, 2021)

Rangkaian Motor *dcH-Bridge Transistor* :



Gambar 2.17 Blok *Transistor Drive*  
(Sumber: Elektronika Dasar, 2021)

Proses mengendalikan motor *dc* menggunakan rangkaian *driver motor dc H-Bridge* di atas dapat diuraikan dalam beberapa bagian sebagai berikut :

*Driver Motor dc* dengan metode logika TTL (0 dan 1) atau *High* dan *Low* hanya dapat mengendalikan arah putar motor *dc* dalam 2 arah tanpa pengendalian kecepatan putaran (kecepatan maksimum). Untuk mengendalikan motor *dc* dalam 2 arah dengan rangkaian *driver motor dc h-bridge* di atas konfigurasi kontrol pada jalur *input* adalah dengan memberikan *input* berupa logika TTL ke jalur input A dan B.

- Untuk mengendalikan arah putar searah jarum jam adalah dengan memberikan logika TTL 1 (*high*) pada jalur *input* A dan logika TTL 0 (*low*) pada jalur *input* B.



- Untuk mengendalikan arah putar berlawanan arah jarum jam adalah dengan memberikan logika TTL 1 (*high*) pada jalur *input* B dan logika TTL 0 (*low*) pada jalur *input* A.

*Driver* motor *dc* dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*) dapat mengendalikan arah putaran motor *dc* dan kecepatan motor *dc* menggunakan pulsa PWM yang di berikan ke jalur *input* A dan B, dimana konfigurasi sinyal *control* sebagai berikut :

- Untuk mengendalikan arah putar motor *dc* searah jarum jam dengan kecepatan dikendalikan pulsa PWM maka jalur *input* B selalu diberikan logikan TTL 0 (*Low*) dan jalur *input* A diberikan pulsa PWM.
- Untuk mengendalikan arah putar motor *dc* berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan dikendalikan pulsa PWM maka jalur *input* A selalu diberikan logikan TTL 0 (*Low*) dan jalur *input* B diberikan pulsa PWM. Kecepatan putaran motor *dc* dikendalikan oleh persentasi *ton-duty cycle* pulsa PWM yang diberikan ke jalur *input* rangkaian *driver motor dc h-bridge* transistor di atas. (Elektronika Dasar, 2021).

## 2.5 Kontaktor

Pada tahun 1950, kontaktor pertama kali diluncurkan oleh perusahaan OEM HVACR (*Original Equipment Manufacturer Heating Ventilation Air Conditioning and Refrigeration*). OEM HVACR bekerja sama dengan perusahaan lainnya yang bergerak dalam bidang yang sama. Beberapa perusahaan yang saling bekerja sama tersebut, bertujuan untuk membuat kontaktor murah serta ramah lingkungan. Unit elektrikal ini mulanya

diperuntukkan untuk pasar di benua Amerika Utara saja dan sudah berstandart NEMA. Namun, Perusahaan OEM HVACR ini membuat target baru ke pasar asia juga yang berstandart ICE. (Sinaupedia, 2020)

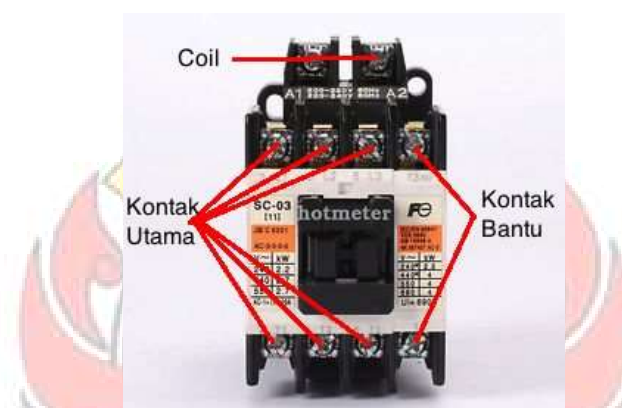
### **2.5.1 Definisi Kontaktor**

Kontaktor merupakan sebuah komponen listrik yang dapat digunakan untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik bolak-balik (AC) ataupun arus tetap (DC). Komponen ini biasa disebut juga dengan *relay contactor* yang biasanya terdapat pada panel kontrol listrik. Pada panel kontrol listrik, kontaktor sering digunakan sebagai saklar transfer dan *interlock* di sistem ATS. Kontaktor juga dapat dikontrol secara otomatis dengan alat pilot atau sensor yang sensitif. Jadi sebuah kontaktor akan berfungsi jika dialiri listrik yang mengenai kumparan tembaga (*coil*). Sehingga didalam kontaktor menimbulkan medan magnet yang menyebabkan kontak NO (*Normally Open*) tertutup dan NC (*Normally Close*) akan terbuka. (Sinaupedia, 2020)

### **2.5.2 Prinsip Kerja Kontaktor**

Pada dasarnya, prinsip kerja kontaktor sama seperti *relay*. Didalam kontaktor juga terdapat komponen berupa saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik. Selain itu, pada kontaktor juga terdapat komponen saklar NO dan NC serta ada sebuah kumparan tembaga. Apabila kumparan tembaga (*coil*) diberikan arus listrik bolak-balik maka saklar didalamnya akan terhubung atau merubah kondisinya secara

otomatis. Misalkan perubahan kondisinya seperti pada posisi awal saklar OFF menjadi ON dan begitu juga sebaliknya. Dalam proses tersebut biasanya sebuah kontaktor memerlukan waktu selama 4-9 ms (untuk ON) dan 12-22 ms (untuk OFF). Namun, ketika arus yang masuk kedalam kontaktor berhenti maka medan magnetnya akan hilang dan menyebabkannya kembali ke keadaan semula. (Sinaupedia, 2020)



Gambar 2.18 Kontaktor  
(Sumber: Sinaupedia, 2020)

## 2.6 Hasil Penelitian Sebelumnya

### 2.6.1 Drive Motor Forklift KOMATSU (FB20EX/25EX-5)

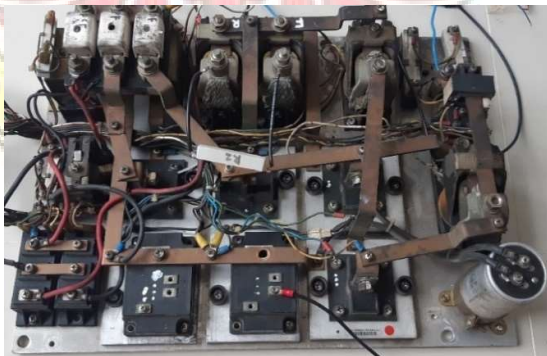
Penelitian ini dilakukan oleh Arief Rahman P dan Mu'adz Dzuhri As-Sahra dari Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang pada tahun 2020 di PT.PELABUHAN INDONESIA IV (PERSERO) CABANG MAKASSAR *NEW PORT* sewaktu melaksanakan kegiatan PKL (Praktik Kerja Lapangan).

Pada tanggal 27 oktober *penulis* berkunjung ke Pelindo 4 cabang TPM untuk berkenalan dengan project yang akan dikerjakan selama melaksana

kan kegiatan PKL yaitu *refurbished Forklift* KOMATSU (FB20EX/25EX-5) yang telah lama terbengkalai dan mengalami kerusakan pada sistem drive dan sistem kontrolnya, namun perusahaan hanya meminta perbaikan sistem *drivenya* saja karena waktu yang sangat terbatas.

*Forklift* yang berjumlah 5 buah ini telah lama terbengkalai atau dapat disebut rusak jadi, selama melakukan kegiatan PKL diberikan tanggung jawab untuk memperbaiki drive pada *forklift* ini. Perbaikan drive *forklift* ini bertujuan untuk mengembalikan fungsi sistem drive ke fungsi awal dengan cara melakukan beberapa peninjauan terlebih dahulu tentang *forklift* ini seperti, mengetahui kondisi fisik *forklift*, mempelajari input dan output drive, dan melakukan beberapa penyatuan komponen-komponen yang masih dapat digunakan untuk dipasang kesalah satu panel drive.

Berikut adalah Gambar 2.19 panel drive motor pada *forklift*.



Gambar 2.19 Panel Drive Forklift

### 2.6.2 Hasil Pemeriksaan Komponen *Drive Forklift*

Setelah pengenalan *Forklift* KOMATSU (FB20EX/25EX-5), selanjutnya dilakukan pengecekan resistansi komponen berdasarkan *standart value* dari *manual book forklift* ini. dan dibawah ini adalah hasil pemeriksaan komponen-komponen yang ada pada *drive forklift* tersebut.

#### a. *Drive Power dan Hydraulic Transistor*

Tabel 2. 1 *Drive Power*

<i>Drive Power Transistor</i>					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standar Value	Name Plate
B-C	B	C	$\infty$	Approx. 800 $\Omega$	Type: QM600HD-M N0. N88Aat
	C	B	11,22 M $\Omega$	$\infty$	
B-E	B	E	57,5 $\Omega$	Approx. 90 $\Omega$	
	E	B	57,5 $\Omega$	Approx. 90 $\Omega$	
C-E	C	E	1,613 M $\Omega$	$\infty$	
	E	C	21,6 M $\Omega$	Approx. 800 $\Omega$	

Tabel 2. 2 *Hydraulic Transistor*

<i>Hydraulic Transistor</i>					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standar Value	Name Plate
B-C	B	C	$\infty$	Approx. 800 $\Omega$	Type: QM600HD-M N0. N88Aat
	C	B	11,22 M $\Omega$	$\infty$	
B-E	B	E	57,5 $\Omega$	Approx. 90 $\Omega$	
	E	B	57,5 $\Omega$	Approx. 90 $\Omega$	
C-E	C	E	1,613 M $\Omega$	$\infty$	
	E	C	21,6 M $\Omega$	Approx. 800 $\Omega$	

#### b. *Fuse*

Tabel 2. 3 *Fuse*

Komponen	Nilai	Name Plate
DS Fuse	0,7 $\Omega$	DC 75 V
HS Fuse	0,6 $\Omega$	
EPS System Fuse	0,7 $\Omega$	

c. EPS Power Transistor

Tabel 2. 4 EPS Power Transistor (Kanan)

EPS Power Transistor (Kanan)					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standard value	Name Plate
B1-C1	B1	C1	$\infty$	$\infty$	2MBI100N-060 100A 600V JAPAN 0
	C1	B1	$\infty$	$\infty$	
B1-E1	B1	E1	$\infty$	$\infty$	
	E1	B1	$\infty$	$\infty$	
C1-E1	C1	E1	0,934 M $\Omega$	$\infty$	
	E1	C1	6,8 M $\Omega$	Approx. 650 $\Omega$	
B2-C2	B2	C2	$\infty$	$\infty$	
	C2	B2	$\infty$	$\infty$	
B2-E2	B2	E2	$\infty$	$\infty$	
	E2	B2	$\infty$	$\infty$	
C2-E2	C2	E2	1,025 M $\Omega$	$\infty$	
	E2	C2	9,45 M $\Omega$	Approx. 650 $\Omega$	
E2-C1	E2	C1	10,67 M $\Omega$	Approx. 1300 $\Omega$	

Tabel 2. 5 EPS Power Transistor (Kiri)

ESP Power Transistor (Kiri)					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standard value	Name Plate
B1-C1	B1	C1	$\infty$	$\infty$	2MBI100N-060 100A 600V JAPAN 0
	C1	B1	$\infty$	$\infty$	
B1-E1	B1	E1	$\infty$	$\infty$	
	E1	B1	$\infty$	$\infty$	
C1-E1	C1	E1	0,5 $\Omega$	$\infty$	
	E1	C1	0,3 $\Omega$	Approx. 650 $\Omega$	
B2-C2	B2	C2	$\infty$	$\infty$	
	C2	B2	$\infty$	$\infty$	
B2-E2	B2	E2	$\infty$	$\infty$	
	E2	B2	$\infty$	$\infty$	
C2-E2	C2	E2	1,018 M $\Omega$	$\infty$	
	E2	C2	$\infty$	Approx. 650 $\Omega$	
E2-C1	E2	C1	10,20 M $\Omega$	Approx. 1300 $\Omega$	



d. Diode

Tabel 2. 6 Diode

Drive System Diode (D1)					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standar Value	Name Plate
A-K	A	K	118 K $\Omega$	Approx. 700 $\Omega$	SR170L -6R 72
	K	A	1500 M $\Omega$	$\infty$	

Diode (D2)					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standar Value	Name Plate
A-K	A	K	109,6 K $\Omega$	Approx. 700 $\Omega$	SR170L -6R 72
	K	A	1231 M $\Omega$	$\infty$	

Diode (D3)					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standar Value	Name Plate
A-K	A	K	112 K $\Omega$	Approx. 700 $\Omega$	SR170L -6R 72
	K	A	1113 M $\Omega$	$\infty$	

Hydraulic System Diode (D4)					
Posisi	(-)	(+)	Hasil	Standar Value	Name Plate
A-K	A	K	1172 K $\Omega$	Approx. 700 $\Omega$	SR170L -6R 72
	K	A	1430 M $\Omega$	$\infty$	

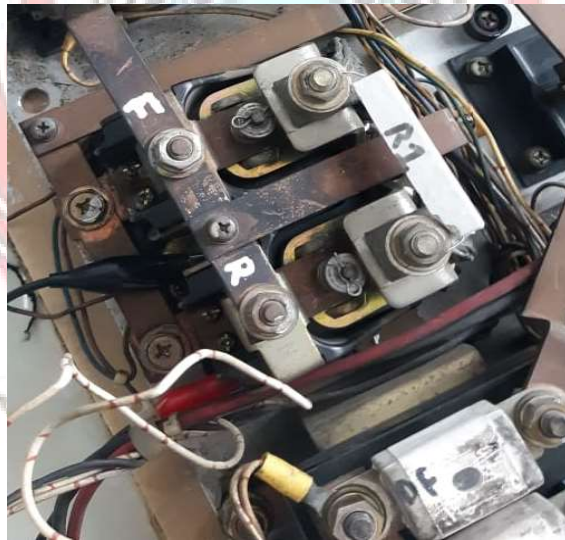
e. Contactor

Tabel 2. 7 Contactor

Komponen	Nilai	Resistance Value	Judgement
RB (Regenerative Breaking) Kontaktor	43 $\Omega$	40 $\Omega$	Good
BP (Bypass) Kontaktor	42,6 $\Omega$		
F (Forward) Kontaktor	42,7 $\Omega$		
R (Reverse) Kontaktor	43 $\Omega$		
PS Kontaktor	272,6 $\Omega$	250 $\Omega$	NG (Open Circuit)
		$\infty$	

### 2.6.3 Pengetesan Kontaktor *Forklift*

Pengecekan kontaktor dilakukan agar dapat mengetahui fungsi magnetik dari kontaktor. dari hasil pengecekan resistansi, kontaktor ini masih di-*Judge* baik atau normal dan setelah itu pengujian dengan cara memberi tegangan ke koilnya, dengan begitu dapat diketahui bahwa koil kontaktor masih normal dan masih dapat menghasilkan daya magnet agar dapat menarik *Armatur* kontaktor tersebut.



Gambar 2. 20 Pengetesan Kontaktor *Forklift*

### 2.6.4 Pengetesan Sistem *Drive Forklift* menggunakan Arduino UNO

Pengetesan/pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem PWM dapat berfungsi dengan baik pada pengendalian motor *forklift* ini, dimana sistem *drive forklift* ini sudah dapat difungsikan kembali terkhusus untuk men-*drive motor travel* dan *motor hidrolik* dengan kendali dari

*transistor* sebagai komponen utama. Pengujian sistem *drive* ini menggunakan *ARDUINO UNO* sebagai *microcontroller* untuk memberi *input* berupa sinyal PWM ke basis *transistor* lalu motor berputar sesuai program PWM yang *penulis* masukkan pada *ARDUINO UNO*.

### 2.6.5 Alur Kerja Sistem *Drive*

1. Aki menyuplaikan tegangan ke *drive forklift* sebesar 48V *dc* kemudian semua komponen yang ada pada *drive* akan bekerja pada sumber utama yang sama yaitu 48V *dc* kecuali *kontaktor* yang membutuhkan *supply* tersendiri untuk mengaktifkan *magnetic coilnya* sesuai pada skema rangkaian *drive* yang ada di atas
2. Lalu *arduino uno* diberi ke pin Vin dengan tegangan sebesar 12V yang bersumber dari aki (agar semua ground menyatu) dan memasang pin yang telah dideklarasikan sebagai pin PWM yang digunakan yaitu pin 5 pada *arduino uno* ke basis *transistor power* yang ada pada *drive*
3. Saat ini basis *Transistor power* pada *drive* memiliki tegangan input berupa sinyal PWM dan basis akan bekerja untuk membuka dan menutup *gate* antara *Emiter* dan *Collector*. fungsi PWM ini juga menentukan berapa banyak tegangan yang mengalir pada *emiter collector* tergantung dari program yang kita masukkan kedalam *Arduino Uno* tersebut.
4. Setelah itu *penulis* mengaktifkan *kontaktor* dengan cara menyuplaikan tegangan sebesar 40V. *Kontaktor* yang *penulis*

aktifkan adalah *kontaktor* R/*reverse* sebagai kontaktor untuk *travel motor* pada *forklift* ini.

5. Basis bekerja berdasarkan *input* PWM dari *Arduino Uno* yang berarti *motor travel* juga bekerja sesuai perintah dari sistem PWM untuk mengatur kecepatan *motor* dan waktu *delay* perubahan kecepatan *motor travel* tersebut.
6. Memberi sistem PWM pada *travel motor* dan mengamati kecepatan dan waktu perubahan kecepatan dari putaran *travel motor* ini.

## 2.7 Hasil Penelitian sejenis

### 2.7.1 Studi Literatur

Lokasi dan Waktu Penelitian Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan yakni bulan januari sampai dengan bulan juni 2011. Lokasi penelitian dilakukan pada lab. Teknik Elektro Universitas hasanuddin Makassar. Adapun studi literatur yang akan dilakukan yaitu:

1. Mengumpulkan berbagai informasi dari buku-buku, skripsi, tesis maupun jurnal yang berkaitan dengan sistem kendali kecepatan motor *dc* berbasis PWM. Mempelajari cara sistem kendali kecepatan motor *dc* menggunakan perangkat lunak berupa software yang berorientasi objek.
2. Mempelajari sistem komunikasi menggunakan *interface* RS – 232 *Converter* yang dapat diimplementasikan dalam sistem kendali kecepatan motor *dc*

3. Mempelajari tentang konsep dasar yang berhubungan dengan prinsip aplikasi PWM pada mikrokontroller khususnya mikrokontroller AVR.

### 2.7.2 Perancangan *Software* dan *Hardware*

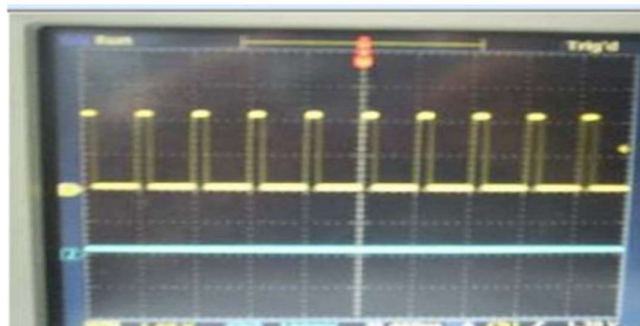
1. Perancangan *software* pada komputer menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.
2. Perancangan program mikrokontroller AVR berbasis bahasa *assembly* dengan memakai AVR *CodeVision*.
3. Perancangan *hardware* meliputi pemilihan modul sistem minimum mikrokontroller, modul *driver* H – Bridge L293D, motor *dc*, modul *converter* RS – 232 , *power suplay*.

### 2.7.3 Analisi Perancangan PWM

Dalam Atmega 8535 menghasilkan PWM mode *phase corrent* dan *pre scalar*, dimana pwm mode *phase corrent* nilai *register counter* TCNTn yang mencacah naik dan turun secara terus menerus dan akan selalu dibandingkan dengan *register* pembanding OCRn. Hasil perbandingan *register* TCNTn dengan OCRn digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM yang dikeluarkan melalui pin OCn . *Pre scalar* merupakan faktor pengali *clock* ( *Scalar clock* ) sehingga frekuensi pengali TCNT dapat diatur.

#### 2.7.4 Hasil Pengujian Pulsa *Encoder*

Pengujian pulsa *encoder* digunakan untuk mengamati pulsa yang dihasilkan oleh *encoder* yang kemudian dihitung jumlahnya. *Amplitudo* pulsa *encoder* sebesar 2 Volt. Semakin cepat putaran motor, maka frekuensi pulsa akan semakin tinggi. Pada saat pulsa *encoder rising edge* akan mengakibatkan *register* di TCNT0 bertambah, kemudian setelah selang 50 ms kecepatan dihitung dengan melihat jumlah pulsa yang nilainya sama dengan nilai yang ada di *register* TCNT0. Gambar 2. 21 Merupakan pengujian pulsa *encoder*. Nilai TNCTO inilah yang diambil sebagai kecepatan motor dan diambil sebagai nilai umpan balik ke sistem kendali. yang digunakan sudah menyatu dengan motor sehingga penggunaannya lebih mudah dan praktis. *Encoder* akan memberikan 116 pulsa/ putaran. (Baharuddin, 2011)



Gambar 2. 21 Pengujian Pulsa *Encoder*  
(Sumber: Baharuddin, 2011)

#### 2.7.5 Hasil pengujian pulsa PWM dari Mikrokontroller

Pulsa PWM yang keluar dari mikrokontroller mendekati ideal, yakni berupa sinyal kotak yang prosentase sinyal *high* dengan keseluruhan sinyal



merupakan besar *duty cycle* yang dihasilkan.. merupakan sinyal bentuk PWM dengan *duty cycle* 75%, dari gambar terlihat perbandingan antara sinyal *high* dan sinyal *low* adalah 3 : 1. (Baharuddin, 2011)

Hasil pengujian pulsa PWM dari *Driver Motor* Bentuk pulsa PWM yang keluar dari *driver motor dc* tidak semulus yang keluar dari mikrokontroller, hal ini karena pengaruh *driver motor* dan motor ketika kondisi *high* ke *low* tidak ideal. Tegangan rata-rata yang dihasilkan sebesar Gambar 2. 22 merupakan bentuk sinyal PWM dengan *duty cycle* 75%, dari gambar terlihat perbandingan antara sinyal *high* dan sinyal *low* 3:1 Hasil pengujian tegangan keluaran *driver* terhadap masukan PWM Pengukuran tegangan keluaran *driver* sebagai catu daya motor dengan masukan berupa nilai PWM 8 bit dengan *preskalar* 64 yang dikendalikan oleh mikrokontroller. hasil pengukuran menghasilkan data pada gambar 10 : Tampak dari grafik bahwa hubungan nilai PWM dengan tegangan keluaran : (1) Tidak *linier*, hal ini karena karakteristik bahan IC L293D . (2) Terjadi *drop* tegangan dimana tegangan referensi yang diberikan sebesar 12 Volt, akan tetapi nilai PWM maksimal sebesar 255 hanya menghasilkan tegangan 10 Volt, hal ini karena karakteristik IC L293D sebagaimana disebutkan dalam *datasheet* bahwa akan terjadi *drop* tegangan sebesar 1,8 – 3,2 Volt. Hasil pengujian kecepatan motor *dc* terhadap masukan PWM Pengukuran kecepatan motor dengan masukan PWM 8 bit dengan *pre skalar* 64 dengan waktu pencuplikan 20 ms menghasilkan data pada gambar 11: Motor mulai berputar pada pemberian nilai PWM

disekitar 100. Ketidaklinieran bahkan adanya *dead zone* ini akan berpengaruh terhadap sistem kendali yang akan dibangun sehingga perancangan fungsi keanggotaan keluaran berupa perubahan selisih PWM berada pada rentang 0 – 155 bukan 0 – 255 . Data di atas dan data pengukuran – pengukuran selanjutnya dinyatakan dalam pencuplikan 20 ms dengan 116 pulsa / rotasi sehingga kecepatan dalam rpm adalah jumlah pulsa x 25,86 rpm. Untuk selanjutnya, pre skalar PWM yang digunakan dalam perancangan penelitian sebesar 64. Hasil pengujian pada sistem menghasilkan data seperti pada gambar 13. Ketika terjadi perubahan beban, maka sistem memberikan kompensasi untuk menjaga kecepatan motor agar tetap pada nilai *set point*. Dapat disimpulkan sistem yang telah di bangun mampu menjaga agar kecepatan berada pada nilai *set point* walaupun terjadi perubahan beban. Pengujian juga dilakukan dengan variasi nilai *set point*, pengujian pada perubahan beban pada *set point* 70 catu daya 12 Volt menghasilkan data waktu (ms). Berikut sinyal kompensasi ketika terjadi perubahan beban, nilai *duty cycle* bertambah ketika terjadi perubahan beban pada motor *dc*. (Baharuddin, 2011)



Gambar 2. 22 pengujian pulsa PWM dari Mikrokontroler  
(Sumber: Baharuddin, 2011)

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) Cabang Makassar New Port yang terletak di Jl. Sultan Abdullah Raya, Kaluku Bodoa, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, dan PT. Pelindo IV (Persero) Cabang Terminal Petikemas Makassar. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Agustus 2021.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaannya penelitian ini memerlukan beberapa alat, bahan dan perangkat lunak guna merakit tugas akhir sesuai yang diharapkan, berikut adalah tabel dari alat dan bahan yang akan digunakan antara lain:

Tabel 3. 1 Alat yang Dibutuhkan

No.	Nama Alat
1.	Laptop
2.	Handphone
3.	Toolset / Toolbox Electrical
4.	Obeng
5.	Gunting
6.	Tang Kombinasi
7.	Tang Skun

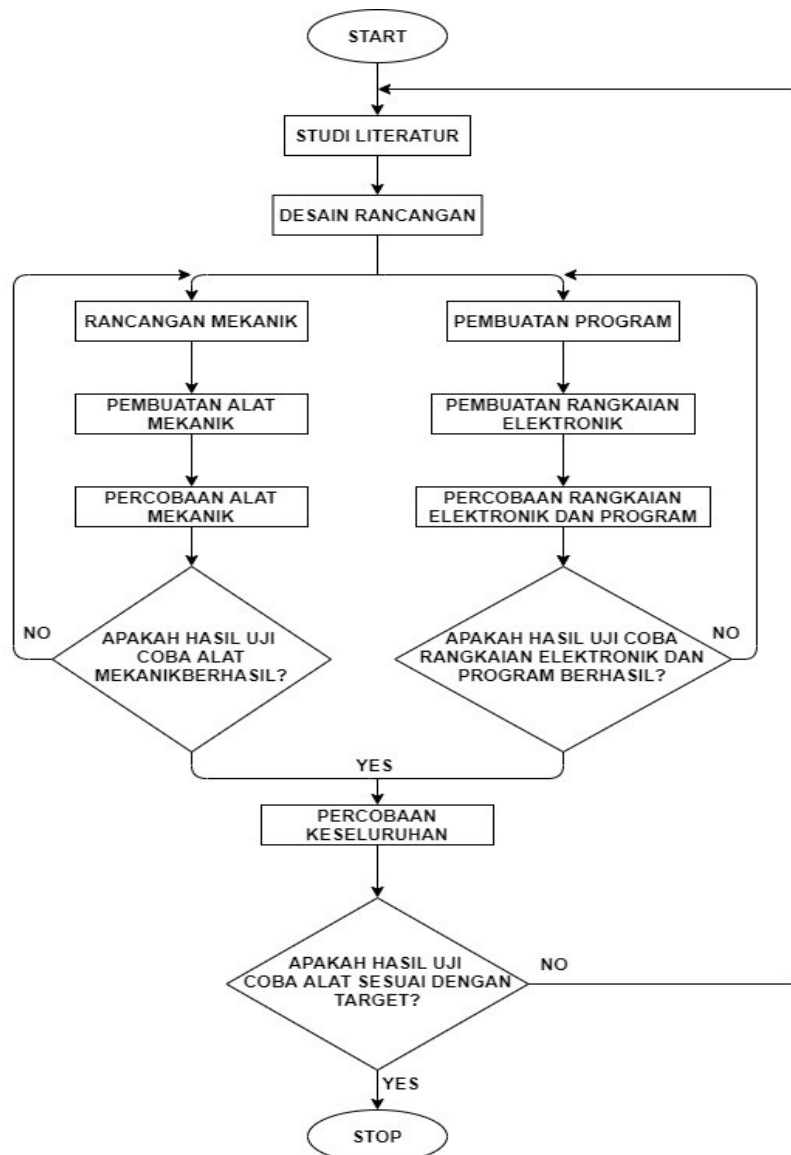
8.	Kompressor
9.	Multimeter Digital
10.	<i>Solder Iron</i>
11.	Kunci Pass
12.	Kunci Ratchet
13.	Palu
14.	<i>Charger Baterai</i>

Tabel 3.2 Bahan yang Dibutuhkan

No	Nama Bahan	Jumlah (buah)
1.	<i>Outseal PLC Mega V.I</i>	1
2.	<i>Drive Motor Forklift</i>	1
3.	Motor dc 48V 7,4 KW	2
4.	Skun Kabel	Disesuaikan
5.	Kabel Listrik	Disesuaikan
6.	Catu Dsya 48V dc	1
7.	Aki 12V	4
8.	Kabel jumper	Disesuaikan
9.	<i>dc Stepdown Variable 1V- 48V</i>	2
10.	Solasi Listrik	Disesuaikan

### 3.3 Prosedur Perancangan

Untuk memperoleh suatu sistem yang baik, kita harus memperhatikan beberapa aspek, mulai dari segi mutu dan segi ekonomis, jadi langkah-langkah perancangan yang ditempuh penulis perlihatkan dalam Gambar 3.1



Gambar 3. 1 *Flowchart* prosedur perancangan.

### 3.3.1 Studi Literatur

Dalam perancangan sistem ini, *penulis* memulai langkah awal dengan mencari sebanyak-banyaknya informasi yang relevan dengan sistem yang akan *penulis* buat, diantaranya dengan melakukan pengecekan langsung pada *forklift* tersebut dan pada *manual book forklift* KOMATSU (FB20EX/25EX-5) serta melalui media elektronik.

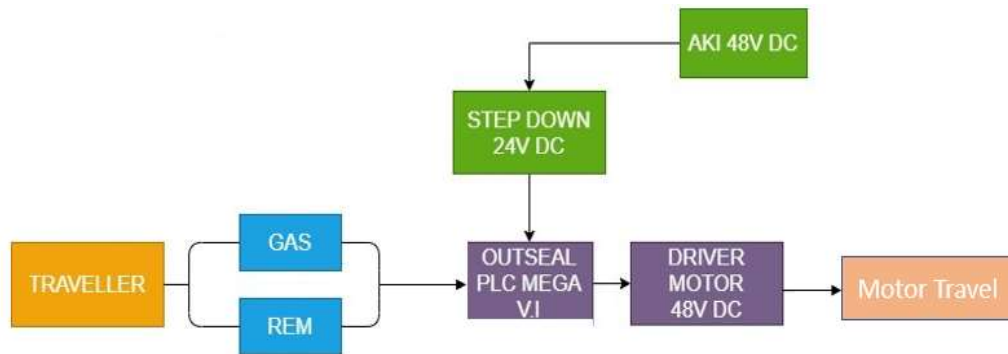
### 3.3.2 Desain Rancangan

Dalam perancangan desain sistem yang akan *penulis* buat baik itu rancangan mekanik maupun elektronik dan pemrograman *penulis* akan membaginya dalam beberapa tahap agar mempermudah dalam pelaksanaannya.

#### 1) Perancangan dan Pembuatan Alat Mekanik serta Elektronik

Proses perancangan mekanik adalah proses atau langkah-langkah pembuatan desain dalam pembuatan alat nantinya. Ini juga akan sangat membantu dalam pembuatan alat mekanik nantinya sehingga kita dapat meminimalisir kesalahan-kesalahan dalam proses pembuatan alat nantinya. Selanjutnya adalah pembuatan rangkaian mekanik sesuai dengan desain yang telah kita rancang sebelumnya.

Dalam perancangan elektroniknya kita terlebih dahulu membuat rangkaiannya yang dapat dijadikan juga sebagai panduan pembuatan rangkaian elektroniknya pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Perancangan Mekanik dan Elektronik

## 2) Pembuatan Program

Disini pembuatan program bertujuan memberikan perintah untuk melakukan suatu fungsi spesifik kepada outseal PLC Mega V.I yang mana akan mengontrol perangkat-perangkat elektronik. Pembuatan program bisa dilakukan dengan dua cara yaitu melalui laptop atau langsung melalui outseal PLC Mega V.I itu sendiri. Bahasa pemrograman yang digunakan outseal PLC Mega V.I adalah Outseal Studio.

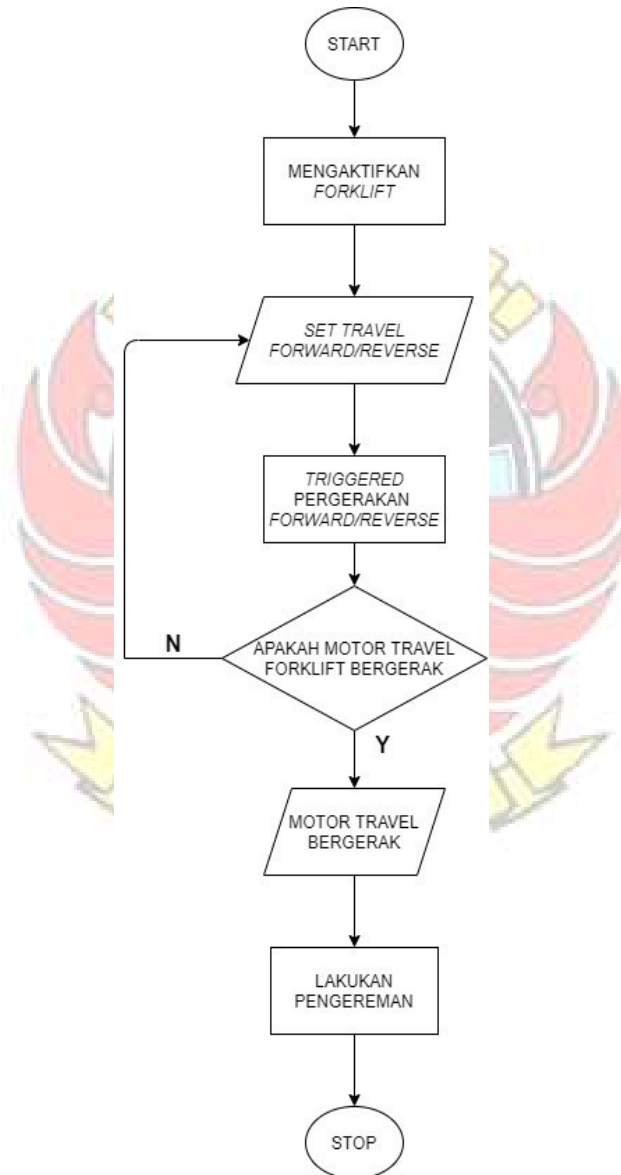
### 3.3.3 Percobaan dan Pengambilan Data

Setelah perancangan dan pembuatan mekanik, elektronik serta program yang telah selesai di buat, selanjutnya kita akan melakukan uji coba terhadap alat tersebut dengan cara melakukan uji coba pada motor *travel* sesuai dengan sistem PWM yang telah diberikan, sekaligus kita dapat mengambil data dari percobaan tersebut.



### 3.4 Langkah-langkah Pengujian

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan sistem *control* dan *drive* motor, selanjutnya dilakukan pengujian. Pada Gambar 3.3 kita dapat melihat langkah-langkah pengujian yang akan dilakukan.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengujian Sistem *Travel*

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Hasil sistem kontrol *forklift* berbasis PLC dengan pembahasan pada bab ini akan dibagi menjadi empat bagian yaitu hasil perancangan mekanik, elektrik, perancangan program, dan hasil pengujian. Berdasarkan hasil dari perbaikan mekanik meliputi perbaikan pada rangka. Perancangan elektrik meliputi penggantian jalur elektronik yang rusak pada *forklift*. Perancangan program meliputi perancangan program yang dibuat menggunakan outseal studio. Hasil pengujian meliputi bagaimana alat yang dikerjakan sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Setelah semua selesai maka dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan.

#### 4.1.1 Hasil Perbaikan Mekanik

Selah dilakukan beberapa perbaikan pada bodi *forklift* maka didapat hasil pada *forklift* seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil Perancangan pada Bodi *Forklift*

(a) Tampak Depan. (b) Tampang Samping. dan (c) Tampak Belakang *Foklift*

Adapun rem tangan dari *forklift* yang telah diperbaiki ditunjukan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Rem Tangan *Foklift*

Adapun Ban *forklift* yang telah dilakukan penggantian ditunjukan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Ban *Foklift*

Adapun Motor travel *forklift* yang telah diganti ditunjukan pada Gambar 4.4

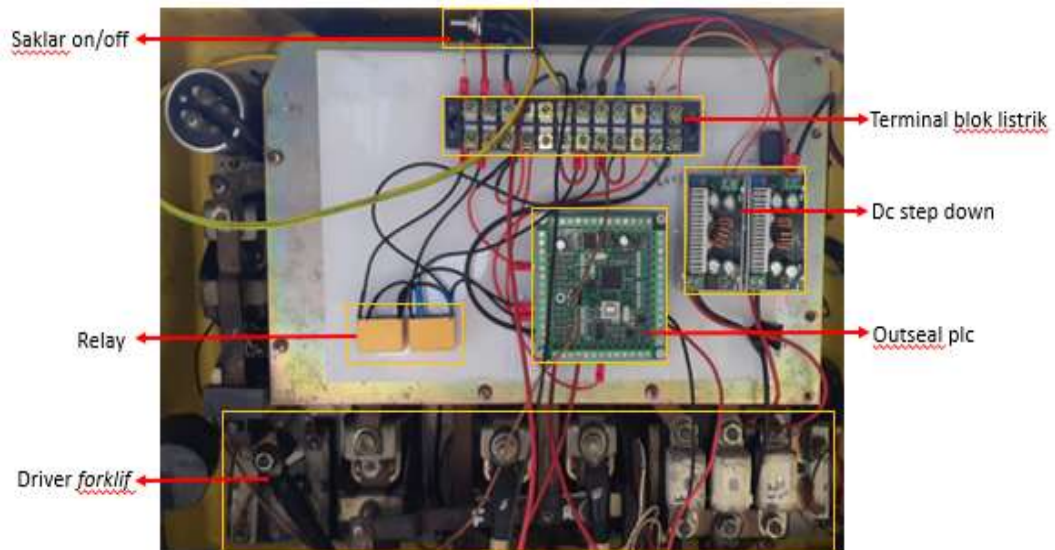


Gambar 4.4 Motor Travel *forklift*

#### 4.1.2 Hasil Perancangan Elektronik

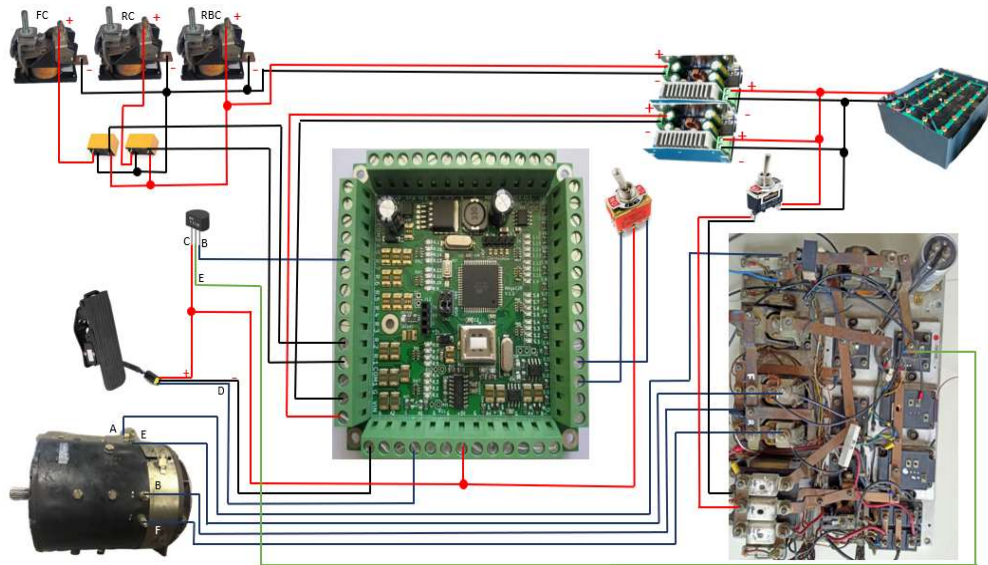
Pada rangkaian elektronik *forklift* menggunakan Outseal PLC Mega V.1 sebagai kontroler untuk menggerakkan motor *dc* 48 V, dan sebagai kontrol baik pergerakan maju pada motor dan pergerakan mundurnya yang terhubung ke drive motor *forklift* untuk menggerakkan motor *travel*. Sumber tegangan terdiri dari baterai 48 V yang dimana untuk menyuplai tegangan masuk ke *driver forklift* dan outseal PLC melalui *dc stepdown*.

Adapun hasil rangkaian elektronik *driver forklift* ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 *Driver Forklift*

Adapun *wiring* diagram pada rangkaian elektronik meliputi baterai, *dc stepdown*, *Driver forklift*, outseal PLC, *relay*, *transistor*, saklar, pedal gas, dan motor *dc* 48 V dapat ditunjukkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 *Wiring Diagram Driver Forklift*

#### 4.1.3 Hasil Perancangan Program

Untuk hasil perancangan program yang dilakukan pada *software* outseal studio yang mengatur proses kerja pada motor *drive forklift*. Adapun perancangan program yang didapatkan adalah:

1. Program untuk *Start* dan *Stop*, digunakan untuk menyalakan dan mematikan fungsi dari *driver forklift*. hal ini dimaksud agar *Driver* tidak langsung aktif ketika *Driver* disambungkan ke baterai *forklift*, atau sebagai pengganti kunci kontak pada *forklift*.
2. Program untuk kecepatan Gerakan motor, digunakan untuk menentukan kecepatan motor melalui input yang diberikan pada pedal gas.



3. Program untuk memilih jenis gerakan motor, digunakan untuk menentukan jenis gerakan motor seperti gerakan maju pada motor atau gerakan mundur.

#### 4.1.4 Hasil Pengujian

Pengujian merupakan langkah yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana kesesuaian antara rancangan dengan kenyataan pada alat yang telah dikerjakan, apakah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

Pada tahap pengujian motor *dc* 48V, dilakukan dua jenis pengukuran, pengukuran pada tegangan motor *dc* yang dilakukan tanpa beban dengan menggunakan tegangan sumber 12V, dan pengukuran pada motor *dc* yang dilakukan saat terpasang pada *body forklift* dengan menggunakan tegangan sumber 48V. Adapun dua jenis pengujian motor *dc* 48V yaitu :

1. Pengujian Motor *dc* Tanpa Beban

Dilakukan lima kali pengujian dengan masing-masing beda tegangan pada motor *dc* yang digunakan dan dapat diketahui bahwa motor berhasil bergerak sesuai dengan tegangan yang di berikan, hasil pengukuran ini diambil dengan cara mengukur tegangan pada motor tanpa beban contohnya tanpa adanya benda apapun yang terhubung oleh motor, dilakukan pengujian dengan tegangan aki terbesar sebesar hanya 12V karena dilakukan pengujian tanpa diberikan dudukan pada motor *dc* yang dimana ketika dilakukan pengujian dengan tegangan aki sebesar 48V sesuai dengan spesifikasi motor *dc* tersebut, dikhawatirkan motor *dc* tersebut

bergerak tak beraturan yang dapat membahayakan. Adapun hasil pengujian motor *dc* tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 4.1

Table 4.1 Tabel Hasil Pengujian Motor *dc* Tanpa Beban

No	Tegangan (V)	Kondisi Motor <i>dc</i>	Keterangan
1	11,8	Bergerak	Tegangan aki 12V
2	10,2	Bergerak	Tegangan aki 11,8V
3	9	Bergerak	Tegangan aki 10,6V
4	7,2	Bergerak	Tegangan aki 8V
5	6,6	Bergerak	Tegangan aki 7,4V

## 2. Pengujian Motor *dc* Saat Terpasang pada *Body Forklift*

Dilakukan dua kali pengujian dengan masing-masing beda tegangan yang diberikan pada motor *dc* yang sudah terpasang pada *body forklift*, saat dilakukan percobaan, tegangan baterai *forklift* sebesar 43V dan 35V, pada saat dilakukan pengujian, motor *dc* berhasil bergerak, saat motor *dc* bergerak ban *forklift* tidak napak ke tanah dengan tujuan agar roda depan *forklift* yang terhubung langsung dengan as motor dapat bergerak secara bebas, karena *power steering* pada *forklift* juga tidak berfungsi yang dimana ketika dilakukan pengujian jalan akan susah untuk melakukan manuver hanya dapat bergerak maju dan mundur. Adapun hasil pengujian motor *dc* saat terpasang pada *body forklift* dapat dilihat pada Tabel 4.2



Table 4.2 Tabel Hasil Pengujian Motor *dc* Yang Telah Terpasang Pada *Forklift* dengan input tegangan sebesar 43V pada baterai

No	Tegangan (V)	Kondisi Motor <i>dc</i>	Keterangan
1	28	Bergerak	Tegangan baterai 43V
2	25	Bergerak	Tegangan baterai 35V

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Proses Pengoperasian Maju/Mundur *Forklift*

- 1) Pastikan tegangan pada baterai *forklift* terisi penuh.
- 2) Menghubungkan baterai dengan rangkaian drive motor dan *dc stepdown*.
- 3) Mengaktifkan saklar/kunci kontak yang berfungsi untuk memutus tegangan utama dari *baterai*.
- 4) Dorong tuas rem tangan kedepan agar roda *forklift* dapat berputar dimana tuas rem ini juga berfungsi sebagai RBC (*regenerative braking concactor*) agar sumber tegangan dapat mengalir dari baterai ke rangkaian *driver* motor *forklift*.
- 5) Menggerakkan tuas *switch* F/R untuk memilih *forklift* akan bergerak maju atau mundur.
- 6) Selanjutnya aktifkan potensio meter pada gas *forklift* dengan cara menginjak pedal gas.
- 7) *Forklift* secara otomatis akan bergerak maju/mundur sesuai tuas *switch* F/R yang telah dipilih.

- 8) Pada saat *forklift* telah selesai digunakan atau dimaju-mundurkan maka operator wajib untuk mengembalikan posisi tuas switch F/R pada posisi semula atau disebut netral untuk menghindari adanya kesalahan dalam pengoprasian *forklift*.
- 9) Setelah itu, tarik tuas rem tangan agar *forklift* tidak bergerak maju/mundur tanpa dioperasikan oleh operator dan juga agar rangkaian pada *driver* motor tidak mendapat *supply* tegangan dan dengan itu meskipun operator *forklift* tidak sengaja menginjak pedal gas maka *forklift* tidak akan bergerak tanpa perintah dari operator.
- 10) Terakhir, operator harus mematikan saklar utama/kunci kontak pada *forklift*.

#### 4.2.2 Analisis Pengujian

##### 1) Pengujian Putaran Motor

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui hasil pengujian motor bahwa motor telah berputar sesuai dengan input tegangan yang diberikan yaitu sebesar 12V. hasil pengukuran ini diambil dengan cara mengukur tegangan pada motor tanpa beban contohnya tanpa adanya benda apapun yang terhubung oleh motor, dan pengukuran ini menggunakan tegangan sumber terbesar dari Aki sebesar 12V, dilakukan lima kali percobaan dengan beda tegangan pada motornya, yang dimana memiliki kondisi pergerakan motor *dc* dan kecepatan yang berbeda.

2) Pengujian arah putaran motor saat terpasang pada *forklift*

Berdasarkan hasil pengujian motor saat terpasang pada *forklift* dengan input sebesar 43V seperti pada Tabel 4.2, motor berputar sesuai perintah dari operator ketika memilih *forklift* akan bergerak maju atau mundur. hasil pengukuran ini diambil dengan cara mengukur tegangan pada motor saat motor sudah terpasang pada *body forklift* yang di angkat pada bagian depan dengan tujuan agar roda depan *forklift* yang terhubung langsung dengan as motor dapat bergerak secara bebas, dan pengukuran ini menggunakan sumber tegangan terbesar dari baterai *forklift* sebesar 48 V. Dilakukan dua kali percobaan.

3) Pengujian Program yang telah diinput pada outseal PLC mega V.I

Hasil pengujian program tersebut telah berhasil, dapat dibuktikan ketika tuas *switch Forward* atau maju digerakkan maka kontaktor *forward* yang ada pada *driver forklift* akan aktif lalu setelah itu ketika gas diinjak maka *forklift* akan bergerak maju dan begitu juga ketika tuas *switch Reverse* atau mundur digerakkan maka kontaktor *reverse* akan aktif dan setelah gas diinjak *forklift* akan bergerak mundur.

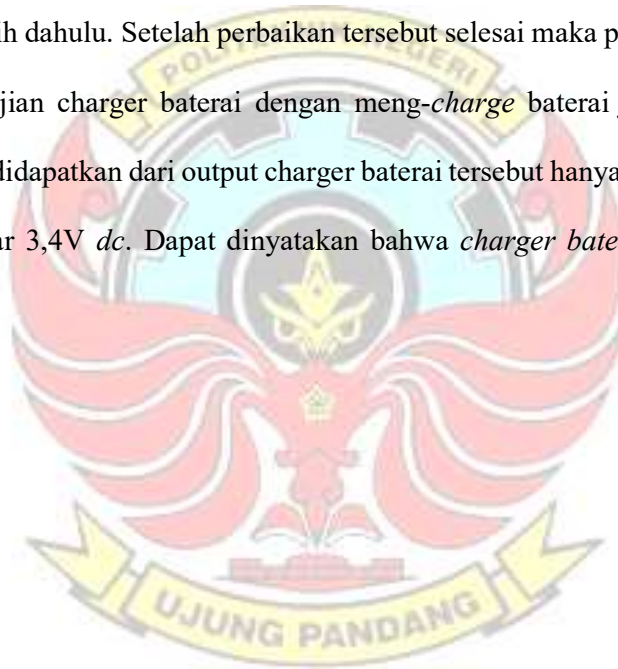
4) Pengujian Baterai *Forklift*

Saat penulis pertama kali melakukan pengecekan voltase yang ada pada baterai tersebut, tegangannya sudah tidak maksimal (48V) tetapi hanya 43V. dan setelah digunakan untuk menguji motor *travel*, baterai *forklift* tersebut mengalami penurunan tegangan dari 43V menjadi 35V. setelah itu dilakukan pengujian kembali dan hasilnya *motor travel* tidak lagi dapat

bergerak maju ataupun mundur seperti saat baterai *forklift* masih sebesar 43V.

5) Pengujian Charger Baterai *Forklift*

Setelah diketahui bahwa baterai *forklift* telah mengalami penurunan tegangan maka penulis melakukan pengecekan pada *charger baterai*, Adapun hasil dari pengecekan tersebut plug-in 3 fasa pada chargeran tersebut mengalami kerusakan sehingga penulis melakukan perbaikan terlebih dahulu. Setelah perbaikan tersebut selesai maka penulis melakukan pengujian charger baterai dengan meng-charge baterai *forklift* dan hasil yang didapatkan dari output charger baterai tersebut hanya terukur tegangan sebesar 3,4V *dc*. Dapat dinyatakan bahwa *charger baterai* tersebut telah rusak.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi *system* kontrol *forklift* berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero ) Cabang Makassar *New Port*) telah berhasil dilakukan dengan menggunakan PLC Outseal Mega V.I sebagai *controller* untuk mengontrol maju *dan* mundur *forklift* elektrik. Program PWM yang di input kedalam Ouseal PLC Mega V.I telah berhasil, dimana Ouseal PLC Mega V.I tersebut berhasil mengontrol pergerakan maju *dan* mundurnya *forklift*, menggantikan peran dari program standar pabrikan dari *controller* asli *forklift* tersebut.
2. Sistem pergerakan maju *dan* mundur pada *forklift* dengan menggunakan motor *dc* berhasil diterapkan sesuai perintah dari operator.

### 5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran untuk Modifikasi *system* kontrol *forklift* berbasis PLC (Studi Kasus: PT. Pelabuhan Indonesia IV ( Persero ) Cabang Makassar *New Port*) yang dimana masih memiliki banyak kekurangan oleh sebab itu penulis memberi saran untuk pengembangan penelitian ini kedepannya sebagai berikut:

1. Menambahkan sistem *power steering* sehingga memudahkan dalam mengoperasikan *forklift* saat memutar stir untuk berbelok ke kiri *dan* kanan.

2. Menambahkan sistem hidrolik agar dapat mengangkat barang dan dapat berfungsi secara normal.





## DAFTAR PUSTAKA

- Allen Bradley. 2021. *PLC* (Online). (<https://www.rockwellautomation.com/en-id/products/hardware/allen-bradley/programmable-controllers.html>). Diakses Tanggal 13 Maret 2021.
- Baharuddin dkk. 2011. *Sistem Kendali Kecepatan Motor dc Berbasis PWM ( Pulse Width Modulation)*. (Online). (<http://pasca.unhas.ac.id/jurnal?files/0ffe9af51c51e48ca3e5da4480a76497.pdf>). Diakses Tanggal 15 Maret 2021.
- Dosen Pendidikan 2. 2021. *Transistor adalah* (Online). (<https://www.dosenpendidikan.co.id/transistor-adalah/>). Diakses Tanggal 15 Maret 2021.
- Elektronika Dasar. 2021. *Driver Motor DC H-Bridge Transistor* (Online), (<https://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-h-bridge-transistor/>). Diakses Tanggal 15 Maret 2021.
- Gewinn Scale-Best. 2015. *What is dc Drive? Working and Types of dc Drives*. (Online). (<https://www.electricaltechnology.org/2015/11/what-are-dc-drives-types-of-electrical-dc-drives.html>). Diakses Tanggal 1 Oktober 2021.
- Irfan. 2016. *Bagian Bagian Forklift dan Fungsinya*. (Online). (<https://www.indotara.co.id/bagian-bagian-forklift-dan-fungsinya&id=333.html>). Diakses Tanggal 14 Oktober 2021.
- Liftow Ltd. 2020. *History of the Forklift: How Well Do You Know It*. (Online). (<https://www.liftow.com/blogs/news/history-of-the-forklift-how-well-do-you-know-it>). Diakses Tanggal 14 Oktober 2021.
- Pdadmin. 2018. *Mengenal Lebih Dekat Sistem Otomatisasi pada Kehidupan Sehari hari*. (Online), (<https://pdsahabat.com/2018/10/05/mengenal-lebih-dekat-sistem-otomatisasi-pada-kehidupan-sehari-hari/>). Diakses Tanggal 15 Maret 2021.



Sinaupedia. 2020. *Pengertian Kontaktor*. (Online), (<https://sinaupedia.com/pengertian-kontaktor/> ). Diakses Tanggal 14 Februari 2021.

Sinaupedia. 2020. *Pengertian PLC*. (Online). (<https://sinaupedia.com/pengertian-plc/>). Diakses Tanggal 14 Februari 2021.



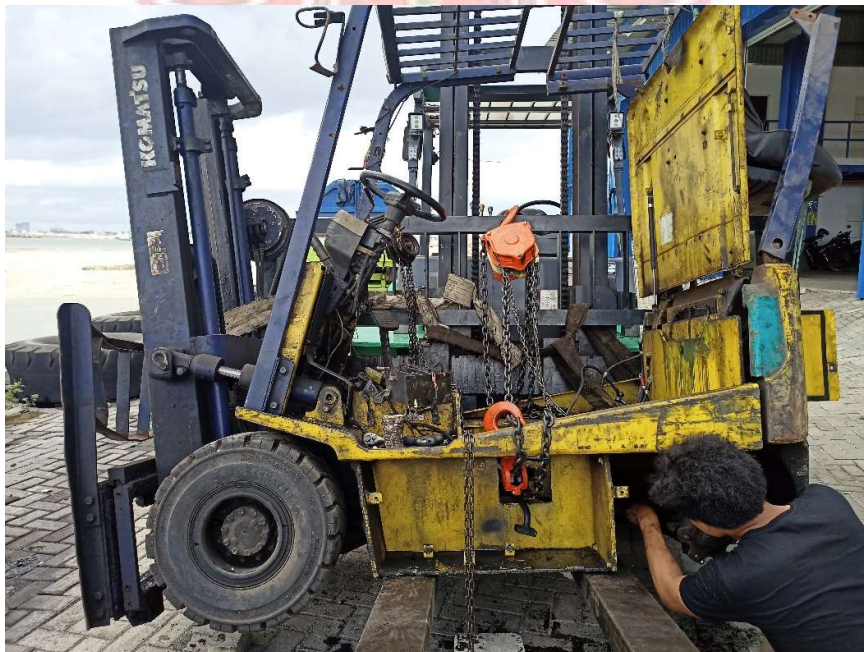


# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan



Proses Penggantian Motor Travel



Proses Penggantian Ban *Forklift*

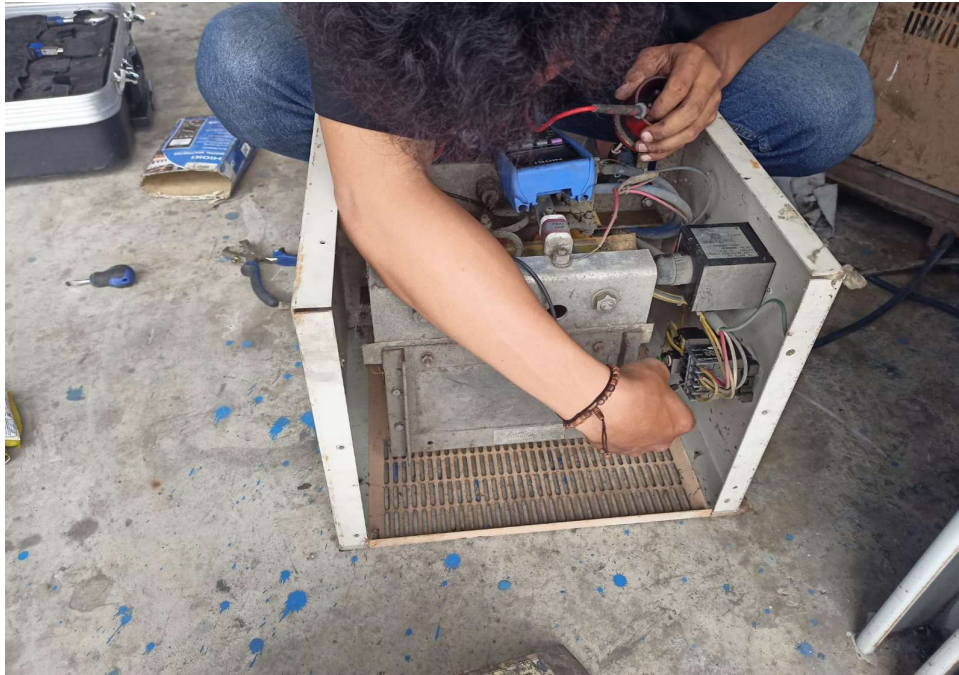


Pengecekan dan Pengujian Motor Travel dan Motor Eps (*magger motor*)



Proses Percobaan Sistem PWM Pada Motor Travel





Proses perbaikan *Charger Baterai forklift*



Proses Pengujian Sistem Maju dan Mundur *Forklift*

## Lampiran 2 Program pada Outseal PLC Mega V.1

Alih fungsi

PWM  
 R.7 = Pin output  
 I.1 = Pilihan frekuensi Daftar frekuensi  
 I.2 = Panjang pulsa (10bit) (0 = 0% , 1023 = 100%)

Pulsa  
 R.7 = Pin output  
 I.1 = Frekuensi pulsa

High Speed Counter (HSC)

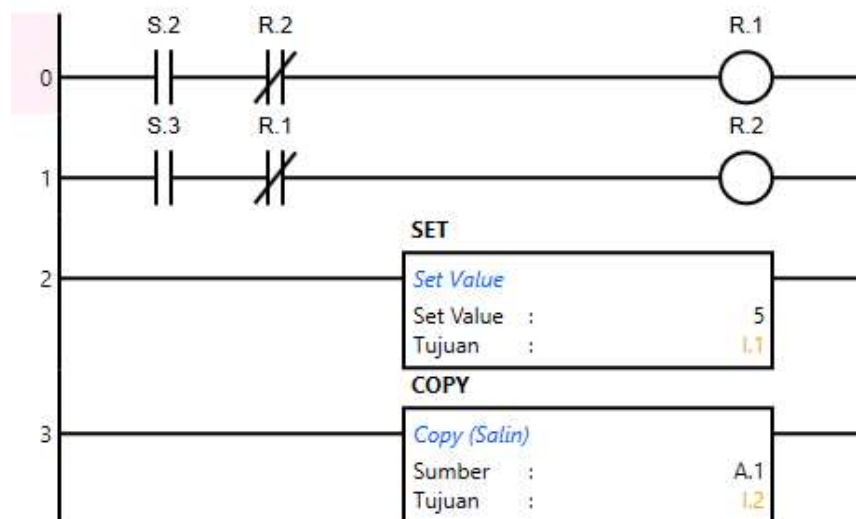
Frekuensi  
 S.8 = Input  
 I.1 = Frekuensi (Hz)

Jumlah Pulsa  
 S.8 = Input  
 Pulsa dihitung saat pin S.6 = High  
 Min. nilai valid (Filter) = 5  
 I.1 = Perhitungan jumlah pulsa

Normal  
 S.8 = Input  
 Target = 1000  
 I.1 = Hasil Counter  
 Pertanda sudah mencapai target = None

Timer 2

Aktifkan EEPROM  
 I.61 sampai I.80 tersimpan di EEPROM  
 Sehingga walaupun catu daya terputus,  
 data I.61 sampai I.80 tidak hilang



### Lampiran 3 Spesifikasi Alat

#### 1. Direct Current Motor



Type : HO-MRO

Volts : 48V

Output : 7.4 KW

Rating : 60 MIN

Serial No. S05 03889

#### 2. Gas Forklift



Type : 3BA-48-41110

Volts : 48V

Serial No : 198500-0640

#### 3. Baterai



Type : Lead-Acid

Volts : 48V

Kapasitas : 450 Ah



#### Lampiran 4 Biodata Penulis



**Arief Rahman P.** Lahir di Makassar pada tanggal 21 April 1999 dari ayah Palindangi Gassang dan ibu Nurhaida. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara. Tahun 2011 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Inpres Jongaya 1 Makassar. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMPN 1 Makassar dan tamat pada tahun 2014, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 1 Sul-Sel, dengan jurusan Elektronika Industri dan lulus pada tahun 2017, pada tahun 2017 penulis diterima sebagai mahasiswa program studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penulis pernah mengikuti praktik kerja lapangan di PT. Pelindo IV (Persero) Cabang Makassar *New Port* , kota makassar, provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2020 .






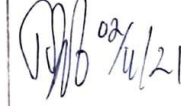
**Abdul Khabir.** Lahir di Labakkang pada tanggal 14 Desember 1999 dari ayah Sabri dan ibu Hudayah. Penulis adalah anak kelima dari lima bersaudara. Tahun 2011 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD 21/5 Pundata Baji. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMPN 3 Labakkang dan tamat pada tahun 2014, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Labakkang *Boarding School*, dengan jurusan IPA dan lulus pada tahun 2017, pada tahun 2017 penulis diterima sebagai mahasiswa program studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penulis pernah mengikuti praktik kerja lapangan di PT. Pelindo IV (Persero) Cabang Makassar , kota makassar,Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2020.

**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN  
UJIAN SIDANG SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Arief Rahman P/Abdul Khabir

NIM : 444 17 009/444 17 007

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Abdul Kadir Muhammad	- Perancang Mukatab kaleranya -	
2.	Simon Kaita	- Penggunaan istilah ✓ - Tujuan yg akan dicapai ✓ dlm penelitian - Pengendalian srik hidrolik	 28/10/2021
3.	Mubhdar	- Fokus pengujian - - Tambahkan perjalanan pada tabel pengujian - kesimpulan	 28/10/2021
4.	Ramus Tambay	- Sama ada pada skema	 02/11/21

Makassar, September 2021  
Sekretaris Penguji



Mukhtar, S.Pd., M.Eng.  
NIP. 19880525 201903 1 013

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