



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA SENSOR DAN AKTUATOR PADA
*SMART ASSEMBLING MANUFACTURING***

SKRIPSI

**EKA SUJAYATMA
2103411014
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA SENSOR DAN AKTUATOR PADA
*SMART ASSEMBLING MANUFACTURING***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

EKA SUJAYATMA

2103411014

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : EKA SUJAYATMA

NIM : 2103411014

Tanda Tangan

Tanggal : 20 Juni 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : EKA SUJAYATMA
NIM : 2103411014
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Sensor dan Aktuator
Pada *Smart Assembling Manufacturing*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada
20 Juni 2025 dan dinyatakan ~~TIDAK LULUS~~/LULUS.

Pembimbing I : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
(NIP. 199107132020122013)

Pembimbing II : Nuha Nadiroh, S.T., M.T.
(NIP. 199007242018032001)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 7 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Marie Dwiyanti, S. T., M. T.
(NIP. 197803312003122002)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
2. Ibu Nuha Nadiroh, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 19 Juni 2025

Eka Sujayatma



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Kinerja Sensor dan Aktuator Pada *Smart Assembling Manufacturing*

ABSTRAK

Smart assembling manufacturing dirancang dengan integrasi antara PLC Schneider TM221CE40R dan mikrokontroler ESP32 menggunakan protokol komunikasi Modbus TCP/IP. Sistem ini dikembangkan sebagai media pembelajaran berbasis otomasi industri yang mampu melakukan proses perakitan otomatis secara *real-time* dengan dukungan antarmuka SCADA dan HMI. Pada sistem ini dilengkapi dengan sensor dan aktuator yang mendukung proses perakitan. Lengan robot digunakan untuk proses *pick and place* objek, dengan instruksi sudut pergerakan dikendalikan oleh PLC dan dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi jaringan. Hasil pengujian kinerja sensor dan aktuator berfungsi dengan baik walau masih perlu di evaluasi lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas sistem. Hasil pengujian performa Komunikasi antara PLC dan ESP32 berlangsung stabil, dengan latensi rata-rata sekitar 1.900 ms dan tingkat keandalan sebesar 97,67%. Sedangkan untuk akurasi sudut lengan robot perlu dikalibrasi lebih lanjut agar proses perakitan lebih maksimal.

Kata Kunci : ESP32, Lengan Robot, PLC, *Smart Assembling Manufacturing*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Performance Analysis of Sensors and Actuators in Smart Assembling
Manufacturing*

ABSTRACT

Smart assembling manufacturing is designed with integration between Schneider TM221CE40R PLC and ESP32 microcontroller using Modbus TCP/IP communication protocol. This system was developed as an industrial automation-based learning media capable of performing real-time automated assembly processes with the support of SCADA and HMI interfaces. The system is equipped with sensors and actuators that support the assembly process. The robot arm is used for object pick and place process, with movement angle instruction controlled by PLC and sent to ESP32 through network communication. The results of testing the performance of sensors and actuators function properly although they still need further evaluation to improve the effectiveness of the system. The test results of communication performance between PLC and ESP32 are stable, with an average latency of about 1,900 ms and a reliability rate of 97.67%. As for the accuracy of the robot arm angle, further calibration needs to be done so that the assembly process is maximized.

Keywords: *Arm Robot, ESP32, PLC, Smart Assembling Manufacturing*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 PLC	7
2.2.1 <i>Central Processing Unit (CPU)</i>	8
2.2.2 Memori.....	8
2.2.3 Catu daya.....	9
2.2.4 Perangkat Input	9
2.2.5 Perangkat Output.....	9
2.2.6 Komunikasi	9
2.3 Protokol Komunikasi Modbus TCP/IP	10
2.4 ESP32.....	12



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5	Lengan Robot	12
2.6	Motor Servo	13
2.7	Elektropneumatik	14
2.8	Sensor Jarak	15
2.9	Sensor <i>Proximity</i>	15
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI		16
3.1	Rancangan Alat	16
3.1.1	Deskripsi Alat	17
3.1.2	Cara Kerja Alat	20
3.1.3	Spesifikasi Alat	26
3.1.4	Diagram Blok	32
3.2	Realisasi Alat	34
3.2.1	Pemilihan Objek <i>Assembling</i>	38
3.2.2	Pemilihan Sensor dan Aktuator	38
3.2.2.1	Sensor <i>Proximity</i>	39
3.2.2.2	Sensor <i>Distance</i>	39
3.2.2.3	Lengan Robot	39
3.2.2.4	<i>Conveyor</i>	40
3.2.2.5	Elektropneumatik	40
3.2.3	Rangkaian Sensor dan Aktuator	40
3.2.3.1	Sensor <i>Proximity</i>	41
3.2.3.2	Sensor Analog (<i>Distance</i>)	41
3.2.3.3	Lengan Robot	41
3.2.3.4	<i>Conveyor</i>	42
3.2.3.5	Elektropneumatik	42
BAB IV PEMBAHASAN		44



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1	Pengujian Kinerja Sensor Analog	44
4.1.1	Deskripsi Pengujian	44
4.1.2	Prosedur Pengujian	44
4.1.3	Data Hasil Pengujian	44
4.1.4	Analisis Data / Evaluasi	47
4.2	Pengujian Kinerja Sensor <i>Proximity</i>	47
4.2.1	Deskripsi Pengujian	47
4.2.2	Prosedur Pengujian	48
4.2.3	Data Hasil Pengujian	48
4.2.4	Analisis Data / Evaluasi	49
4.3	Pengujian Kinerja <i>Conveyor</i>	49
4.3.1	Deskripsi Pengujian	49
4.3.2	Prosedur Pengujian	49
4.3.3	Data Hasil Pengujian	49
4.3.4	Analisis Data / Evaluasi	50
4.4	Pengujian Kinerja <i>Cylinder Pneumatic</i>	50
4.4.1	Deskripsi Pengujian	50
4.4.2	Prosedur Pengujian	50
4.4.3	Data Hasil Pengujian	51
4.4.4	Analisis Data / Evaluasi	52
4.5	Pengujian Komunikasi Modbus TCP/IP antara PLC dan ESP32	52
4.5.1	Deskripsi Pengujian	52
4.5.2	Prosedur Pengujian	52
4.5.3	Data Hasil Pengujian	53
4.5.4	Analisis Data / Evaluasi	55
4.6	Pengujian Akurasi Sudut Lengan Robot	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6.1	Deskripsi Pengujian	55
4.6.2	Prosedur Pengujian	55
4.6.3	Data Hasil Pengujian.....	56
4.6.4	Analisis Data / Evaluasi	57
BAB V PENUTUP		58
DAFTAR PUSTAKA		60
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS.....		62
LAMPIRAN		63





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur PLC	7
Gambar 2.2 Blok Diagram PLC	8
Gambar 2.3 Format <i>Frame</i> Modbus TCP	11
Gambar 2.4 ESP32.....	12
Gambar 2.5 Ilustrasi Lengan Robot.....	13
Gambar 2.6 Motor Servo	14
Gambar 2.7 Pneumatik	14
Gambar 2.8 Sensor GP2Y0A21K.....	15
Gambar 2.9 Sensor Proximity.....	16
Gambar 3. 1 Rancangan Awal Alat.....	18
Gambar 3. 2 Rancangan Akhir Alat.....	19
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Pemilihan Mode Kerja	21
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Mode Manual	22
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Mode Auto 1/3	23
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Mode Auto 2/3	24
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Mode Auto 3/3	25
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Mode Gangguan.....	26
Gambar 3.9 Diagram Blok Sistem.....	32
Gambar 3. 10 Tampak Depan Alat.....	35
Gambar 3. 11 Tampak Atas Alat.....	36
Gambar 3. 12 Tampak Dalam Panel.....	37
Gambar 3. 13 Modul Sensor 5VDC (Bagian atas)	41
Gambar 3. 14 <i>Schematic Diagram Pneumatic</i>	43



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat	26
Tabel 3. 2 Konfigurasi register PLC-ESP32	42
Tabel 4. 1 Data Pengujian Kinerja Sensor Analog	44
Tabel 4. 2 Data Pengujian Kinerja Sensor <i>Proximity</i>	48
Tabel 4. 3 Data Pengujian Kecepatan Conveyor	50
Tabel 4. 4 Data Pengujian Kinerja <i>Cylinder Pneumatic</i>	51
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Latensi Komunikasi Modbus TCP/IP	53
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Gangguan Komunikasi	54
Tabel 4. 7 Data Pengujian Akurasi Sudut Lengan Robot	56





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengerjaan.....	63
Lampiran 2 Pemrograman PLC untuk Lengan Robot	66
Lampiran 3 Program ESP32 untuk Lengan Robot	70
Lampiran 4 <i>Wiring</i> Instalasi PLC	72
Lampiran 5 Kurva Karakteristik Hubungan Jarak Objek dengan Sensor....	80
Lampiran 6 Desain Objek Pada <i>Smart Assembling Manufacturing</i>	81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur memiliki banyak proses yang menuntut efisiensi dan kehandalan dalam produksinya. Salah satu proses yang sering dijumpai adalah proses *assembly* atau perakitan (Nugraha et al., 2023). Perakitan adalah proses menggabungkan beberapa bagian menjadi satu kesatuan produk utuh (Andini et al., 2017). Untuk mencapai proses perakitan yang maksimal, diperlukan sebuah sistem cerdas yang mengintegrasikan teknologi dengan proses perakitan tersebut.

Smart assembling merupakan sebuah sistem cerdas yang mengintegrasikan teknologi otomatisasi dengan sensor dan aktuator pada proses perakitan (Nugraha et al., 2023). Proses perakitan otomatis menggunakan teknologi seperti robot industri dan perangkat lunak cerdas untuk merakit produk dengan efisien dan akurat (Emil 2024). Pada industri terdapat banyak jenis robot untuk membantu kegiatan produksi, salah satunya adalah lengan robot (Afridho et al., 2024). Lengan robot adalah sebuah struktur mekanik yang terdiri dari beberapa bagian rangka (*link*) yang saling terhubung melalui sendi (*joint*), sehingga membentuk sistem mekanik yang mampu bergerak dan dikendalikan untuk melaksanakan tugas tertentu (Zen Nurkholik et al., 2022). Umumnya, lengan robot biasanya dilengkapi motor atau aktuator yang dipasang di bagian sendi sebagai penggerak (M. Irwan & Alauddin, 2022). Lengan robot umumnya memiliki *Degree of Freedom* (DoF) atau derajat kebebasan yang memungkinkan terjadinya gerakan rotasi atau translasi pada setiap sendinya (Maha et al., 2021).

Pemilihan perangkat kontrol sangat penting untuk menciptakan sistem cerdas yang mengintegrasikan teknologi dengan proses perakitan. Beberapa penelitian yang membahas penggunaan *Programmable Logic Control* (PLC) sebagai kontrol utama dalam pengendalian lengan robot. Pemanfaatan PLC sebagai kendali utama masih sering dijumpai karena kemampuannya yang fleksibel terhadap input dan output yang terpasang (Hajah & Nur, 2023). Seperti pada penelitian (P. Irwan, 2024) menggunakan PLC untuk mengendalikan lengan robot yang digunakan untuk

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

media pembelajaran. Pada lengan tersebut tersusun tiga DoF yang digerakkan oleh motor *stepper*. PLC digunakan untuk menggerakkan motor *stepper* agar bisa berputar *Clockwise* (CW) dan *Counter Clockwise* (CCW). Kemudian pada penelitian (Luha et al., 2024) mengintegrasikan PLC dengan mikrokontroler yaitu arduino untuk membuat sistem *conveyor* dan lengan robot pada proses pemindahan barang. Pada penelitian ini, PLC digunakan untuk mengendalikan sistem *conveyor* dengan input sensor *proximity* sebagai pendeteksi keberadaan barang, sedangkan arduino digunakan untuk mengendalikan lengan robot dengan memberikan sinyal input dari potensiometer.

Jika mengikuti perkembangan teknologi, sudah banyak pengembangan terkait proses kontrol dan monitoring jarak jauh secara nirkabel dan *real-time*. Pada penelitian - penelitian sebelumnya kurang memaksimalkan penggunaan komunikasi PLC. Seperti pada penelitian (P. Irwan, 2024) menghubungkan PLC dengan aktuator robot masih secara *hardwire*. Kemudian pada penelitian (Luha et al., 2024) sudah mulai melakukan integrasi antara PLC dengan arduino. Tetapi, kedua perangkat tersebut terkendali secara terpisah dan tidak ada interaksi antara keduanya. Oleh karena itu, penelitian tentang integrasi antara perangkat seperti PLC dengan mikrokontroler masih kurang dieksplorasi lebih lanjut.

Penelitian ini merupakan sebuah pengembangan untuk membuat input dan output yang terpasang pada PLC dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler untuk mengendalikan lengan robot pada proses perakitan. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 karena memiliki kemampuan komunikasi WiFi dan protokol jaringan lengkap (Al Sarfini & Irawan, 2024) & (Ananda et al., 2023). PLC mempunyai fitur komunikasi seperti serial dan Ethernet yang memungkinkan komunikasi nirkabel. Untuk membuat PLC dan ESP32 berkomunikasi, Salah satu protokol komunikasi yang dapat digunakan adalah Modbus TCP/IP. Sistem ini menggunakan model *Client* dan *Server* dalam pertukaran datanya, dimana perangkat yang berperan sebagai *Client* akan meminta data ke perangkat yang berperan sebagai *Server* untuk membaca atau mengontrol data yang diinginkan (Ananda et al., 2023). Dengan ini kita dapat mengkomunikasikan perangkat ke perangkat menggunakan protokol komunikasi, salah satunya adalah komunikasi dari PLC sebagai *Server* dan ESP32 sebagai *Client*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pemilihan komponen sensor dan aktuator yang sesuai untuk konsep *smart assembling manufacturing*?
2. Bagaimana respon waktu dan akurasi sensor jarak analog dalam mengukur tinggi objek pada *smart assembling manufacturing*?
3. Bagaimana respon waktu dan akurasi sensor *proximity* digital dalam mendeteksi keberadaan objek pada *smart assembling manufacturing*?
4. Bagaimana kinerja aktuator silinder pneumatik dalam hal kecepatan dan presisi translasi objek pada *smart assembling manufacturing*?
5. Bagaimana performa komunikasi PLC-ESP32 via Modbus TCP/IP dalam mengendalikan lengan robot?
6. Bagaimana ketepatan sudut dan kestabilan gerak lengan robot 4-axis dengan servo MG995?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian permasalahan yang telah disebutkan, maka tujuan dibuatnya penelitian ini adalah :

1. Menentukan kriteria sensor dan aktuator berdasarkan hasil uji respon dan akurasi dalam sistem *smart assembling manufacturing*.
2. Menganalisis kinerja sensor jarak analog.
3. Menganalisis kinerja sensor *proximity* digital.
4. Mengukur kecepatan dan presisi silinder pneumatik dalam translasi objek.
5. Menganalisis kestabilan performa komunikasi PLC-ESP32 dalam mengendalikan lengan robot.
6. Mengukur akurasi sudut dan stabilitas lengan robot.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari penulisan penelitian ini adalah :

- 1 Modul trainer *Smart Assembling Manufacturing* sebagai bahan pembelajaran mahasiswa.
- 2 Laporan tugas akhir atau skripsi.
- 3 *Jobsheet* praktik pemrograman trainer *Smart Assembling Manufacturing*.
- 4 Hak cipta pemrograman *Smart Assembling Manufacturing*.
- 5 Artikel ilmiah yang dipresentasikan di Seminar Nasional Teknik Elektro



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian kinerja sensor dan aktuator pada sistem *smart assembling manufacturing* dapat disimpulkan :

1. Sistem berhasil direalisasikan dengan PLC sebagai pusat kendali yang mampu mengolah sinyal input (sensor analog dan digital) serta dapat mengendalikan output (aktuator pneumatik dan *conveyor*).
2. Sensor analog yang digunakan memiliki akurasi yang baik dibuktikan dari akumulatif nilai nya setelah diuji secara berkala, interval nilai ADC pada setiap jarak sebagian besar berkisar 30 ADC. Sedangkan sensor proximity memiliki respon waktu yang baik yaitu dapat mendeteksi sensor <2ms, namun walau kinerja sensor sudah baik tetap diperlukan kalibrasi lebih lanjut agar sistem lebih maksimal.
3. Aktuator *cylinder* pneumatik memiliki presisi tinggi dalam gerakan translasi objek, sedangkan pada *conveyor* mengalami ketidakstabilan kecepatan yaitu turun sekitar 20% akibat beban mekanis dan suplai tegangan yang kurang stabil, namun masih dapat digunakan pada sistem ini.
4. Integrasi PLC dengan ESP32 via Modbus TCP/IP berhasil dilakukan dengan latensi rendah dan minim gangguan, dengan latensi rata-rata sekitar 1.900 ms dan tingkat keandalan sebesar 97,67% meskipun terdapat fluktuasi jaringan.
5. Akurasi sudut lengan robot perlu dikalibrasi secara berkala untuk meningkatkan presisi gerakan.

Sebagai pengembangan dari sistem yang telah dibuat, terdapat beberapa hal yang disarankan untuk meningkatkan kinerja dan fleksibilitas sistem di masa mendatang yaitu :

1. Peningkatan presisi sensor dengan menggunakan sensor optik atau sensor dengan standar industri untuk akurasi yang lebih tinggi.
2. Perbaikan desain mekanis *conveyor* menggunakan bahan yang lebih kokoh untuk mengurangi ketidakstabilan kecepatan *conveyor*.
3. Pengembangan lengan robot dengan menambah jumlah axis pada lengan robot agar lebih fleksibel dalam proses *assembling*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Mengembangkan sistem pelaporan data berbasis *cloud* atau *dashboard* IoT untuk pemantauan dan analisis historis yang lebih baik.
5. Memperbaiki tampilan HMI/SCADA menjadi lebih interaktif dan dinamis untuk memudahkan kontrol visual.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Afridho, J., Riyanto, A., Satriyo, Sufandi, M. R., & Rahayu, W. I. (2024). *Rancang Bangun Sepeda Listrik Self Charging Dengan Memanfaatkan Motor Dc Sebagai Alternator*. 03(01), 7–12. <https://doi.org/10.58466/entries>
- Ajudin, D. (2015). Pengenalan dasar PLC (Programmable Logic Controllers). *Wordpress.Com, December*, 0–6.
- Al Sarfini, A. A., & Irawan, D. (2024). Sistem Kontrol Jarak Jauh Plc Menggunakan Esp32 Berbasis Iot. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 14(1), 51–55. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v14i1.33484>
- Ananda, A. S. P., Ii Munadhif, I. M., Isa, I. R., Ryan, R. Y. A., & Rini, R. I. (2023). Integrasi Sistem Komunikasi Modbus TCP/IP pada PLC Siemens S7-1200, ESP32, dan HMI. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(2), 234–244. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i2.3254>
- Andini, F., Putri, P., & Adriani, K. K. (2017). *Jurnal Optimasi Sistem Industri Penggunaan CAD System Dalam Perakitan Atau Perancangan Produk Dan Implementasinya*.
- Chan, B. (2023). *Study on Communication Protocols Modbus and CAN Bus*. May.
- Darni, Y., Lesmana, D., Irfan, M. M., & Riyanto, Y. (2025). *Perancangan Sistem Pengendalian Temperatur pada Proses Pemanasan dengan Listrik Menggunakan Motor Servo sebagai Aktuator*. 25(1), 56–64.
- Djafar, A., Gunawan, R., Dwi Haryono, H., & Suanggana, D. (2023). Efektifitas Respon Sensor Proximity Induktif dalam Menyortir Pecahan Logam pada Model Conveyor. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 4492–4499.
- Hajah, M. S., & Nur, M. (2023). *Rancang Bangun Prototype Robot Arm Palletizing Menggunakan Sekuensial Kontrol*. 10(1), 1–6.
- Hercog, D., Lerher, T., & Trunti, M. (2023). *Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices*. 1.
- Higashi, M., Suzuki, H., Sejati, P., Yasuno, T., & Kuwahara, A. (2016). *SELECTED PAPER AT NCSP ' 16 Investigation of Teleoperation Support System Using Environmental Recognition Sensors for Three-Parallel-Crawler-Type Mobile Robot*. 20(4), 187–190.
- Irwan, M., & Alauddin, Y. (2022). *SISTEM KENDALI LENGAN ROBOT 4-DOF UNTUK PEMINDAH BARANG*. 2(2), 16–25.
- Irwan, P. (2024). *Perancangan Lengan Robot Sebagai Media Pembelajaran*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Programmable Logic Controller Di Laboratorium PLC Politeknik Kampar. 2(1).

Koondhar, M. A., Kaloi, G. S., Junejo, A. K., Soomro, A. H., Chandio, S., & Ali, M. (2023). The Role of PLC in Automation, Industry and Education Purpose: A Review. *Pakistan Journal of Engineering, Technology & Science*, 11(2), 22–31. <https://doi.org/10.22555/pjets.v11i1.975>

Luha, A. F., Sonalitha, E., & Permatasari, D. C. (2024). *Jurnal Qua Teknika Vol . 14 No . 01 Bulan Maret Tahun 2024 ISSN 2088-2424 (Cetak) : ISSN 2527-3892 (Elektronik) Fakultas Teknik Universitas Islam Balitar , Blitar* <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua> ; *Jurnal Qua Teknika Vol. 14(01)*, 18–28.

Maha, H. S., Thantowi, Y. D., & Tamba, C. A. S. (2021). Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Dengan Sensor Ping Hc-Sr04 Dan Sensor Inframerah. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, 06, 70–78. <https://doi.org/10.54367/jtiust.v6i1.1289>

Nadhiroh, N., Wardhany, A. K., Setiana, H., & Renaldy, R. (2024). *Penyiram Tanaman Hidroponik Otomatis Berbasis IoT Dengan PLC Outseal Dan ESP32 Automatic IoT-Based Hydroponic Plant Watering System with PLC Outseal and ESP32 Penyiram Tanaman Hidroponik Otomatis 6*, 17–26.

Nikolajew, C., & Eichelberger, H. (2024). *Industry 4.0 Connectors -- A Performance Experiment with Modbus/TCP*. 5–7.

Nugraha, N. W., Maulana, G. G., & Pancono, S. (2023). *Jurnal Polimesin internet of things*. 21(6), 577–582.

Saputra, M., Ariefin, & AK, Z. (2022). *RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK*. 6(2).

Tosin, T. (2021). Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 10(1), 85–91. <https://doi.org/10.34010/komputika.v10i1.3557>

Zen Nurkholik, Farrady Alif Fiolana, & Diah Arie Widhining Kusumastutie. (2022). Robotik Arm Rancangan Bangun Lengan Robot Arm Untuk Menggambar Menggunakan Invers Kinematik. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 1(3), 59–68. <https://doi.org/10.51903/juisi.v1i3.413>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Eka Sujayatma

Lulus dari SDN 01 Segarajaya tahun 2015, MTsN 5 Jakarta tahun 2018, dan SMKN 4 Jakarta tahun 2021. Penulis menjalani pendidikan lanjut di Politeknik Negeri Jakarta dengan Program Studi D4 Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengerjaan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

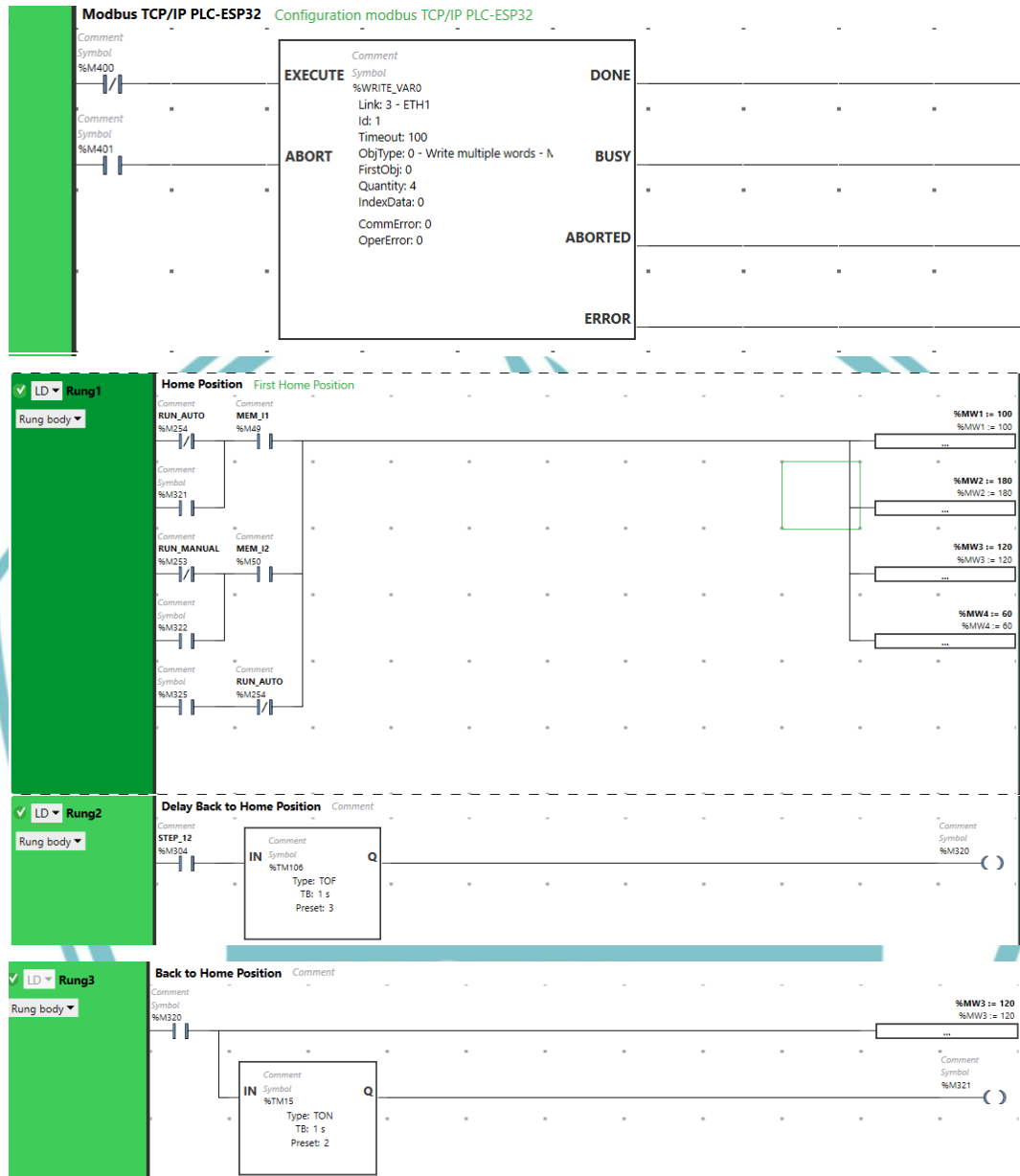
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 2 Pemrograman PLC untuk Lengan Robot

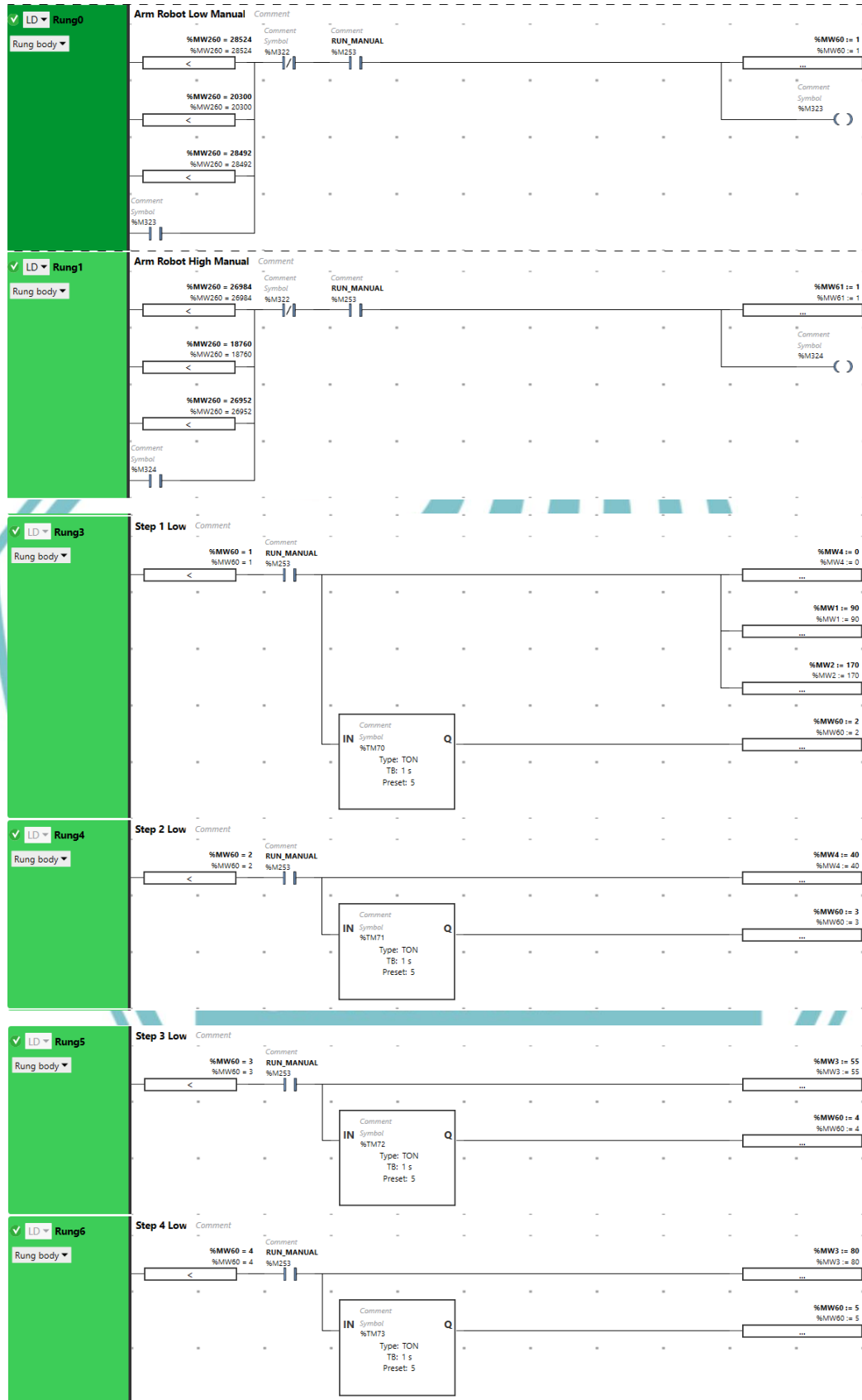
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



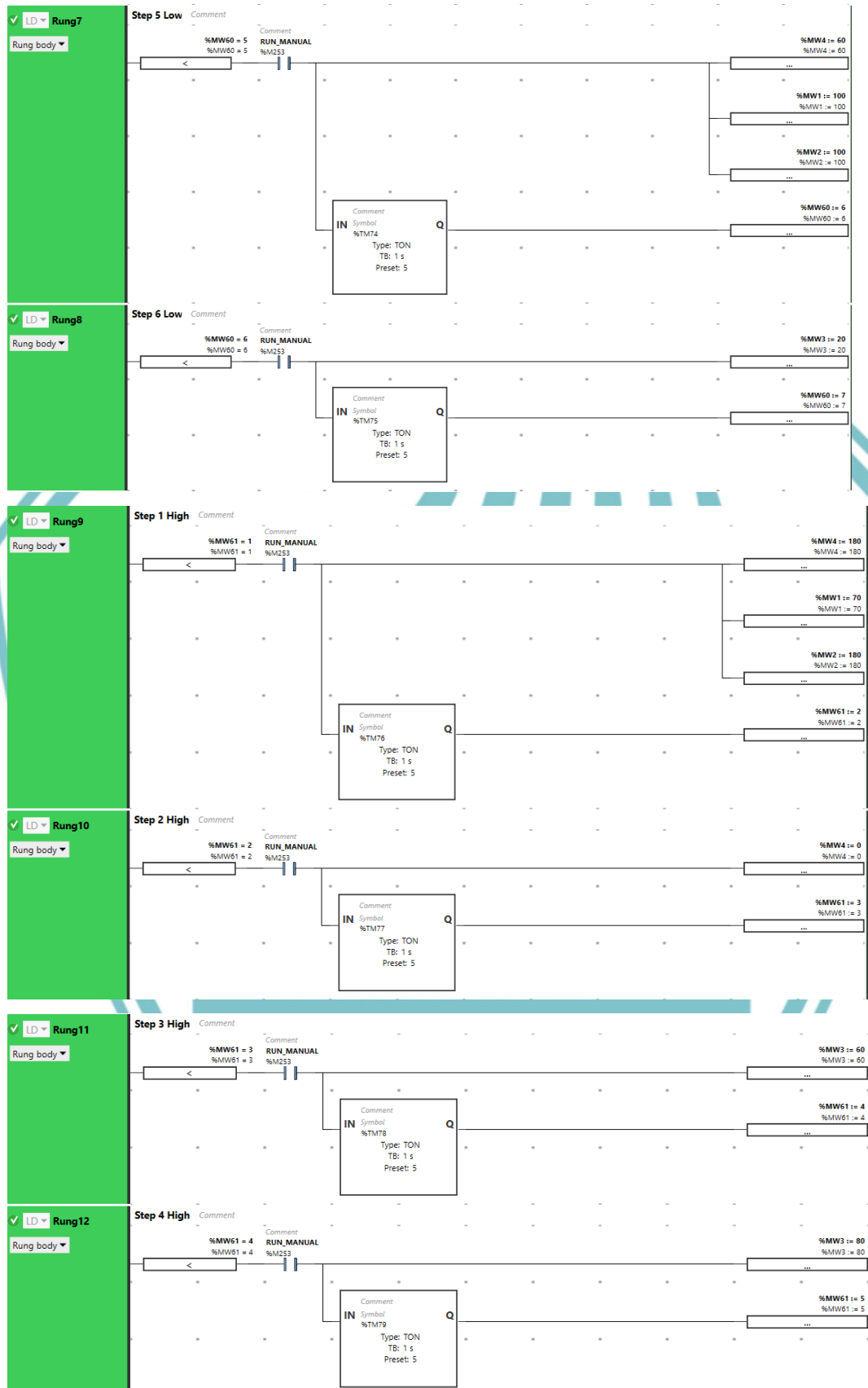
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





- [illegible]

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Program ESP32 untuk Lengan Robot

```
ROBOT1 | Arduino IDE 2.3.4
File Edit Sketch Tools Help

Select Board

ROBOT1.ino

1 #ifndef ESP8266
2 #include <ESP8266WiFi.h>
3 #else
4 #include <WiFi.h>
5 #endif
6 #include <ModbusIP_ESP8266.h>
7 #include <ESP32Servo.h> // Library Servo
8 #include <EEPROM.h> // Library untuk menggunakan EEPROM
9
10 const int REGISTERS[] = {1, 2, 3, 4}; // Alamat register untuk masing-masing servo
11 IPAddress remote(192, 168, 1, 3); // Alamat Modbus Slave device (PLC)
12 const int LOOP_COUNT = 10;
13 const int STEP_DELAY = 15; // Delay between each step in milliseconds
14 const int STEP_SIZE = 1; // Step size for smooth transition
15
16 ModbusIP mb; // Objek ModbusIP
17 uint16_t res[4]; // Array untuk menyimpan nilai pembacaan untuk masing-masing servo
18 uint16_t show = LOOP_COUNT;
19
20 Servo myservos[4]; // Array untuk membuat objek servo untuk mengontrol servo
21 const int servopins[] = {27, 14, 12, 13}; // Pin tempat servo terhubung
22 int currentPos[4]; // Array untuk menyimpan posisi saat ini dari servo
23
24 bool allowMovement = false; // Flag to allow servo movement
25
26 // Konfigurasi IP statis
27 IPAddress staticIP(192, 168, 1, 200); // IP address yang diinginkan
28 IPAddress gateway(192, 168, 1, 1); // Gateway (biasanya alamat router)
29 IPAddress subnet(255, 255, 255, 0); // Subnet mask
30 IPAddress dns(8, 8, 8, 8); // DNS (opsional, bisa menggunakan DNS Google)
31
32 // Fungsi untuk menyimpan posisi servo ke EEPROM
33 void savePositionsToEEPROM() {
34   for (int i = 0; i < 4; i++) {
35     EEPROM.write(i * 2, highbyte(currentPos[i])); // Simpan byte tinggi
36     EEPROM.write(i * 2 + 1, lowbyte(currentPos[i])); // Simpan byte rendah
37   }
38   EEPROM.commit(); // Simpan perubahan ke EEPROM
39 }
40
41 // Fungsi untuk memulihkan posisi servo dari EEPROM
42 void restorePositionsFromEEPROM() {
43   for (int i = 0; i < 4; i++) {
44     uint16_t high = EEPROM.read(i * 2); // Baca byte tinggi
45     uint16_t low = EEPROM.read(i * 2 + 1); // Baca byte rendah
46     currentPos[i] = (high << 8) | low; // Gabungkan byte tinggi dan rendah
47   }
48 }
49
50 void setup() {
51   Serial.begin(115200);
52
53   // Inisialisasi EEPROM
54   EEPROM.begin(8); // 4 servo * 2 byte per servo = 8 byte
55
56   // Memulihkan posisi servo dari EEPROM
57   restorePositionsFromEEPROM();
58
59   // Inisialisasi servo ke posisi yang dipulihkan
60   for (int i = 0; i < 4; i++) {
61     myservos[i].attach(servopins[i]);
62     delay(100); // Delay untuk stabilisasi pin
63     myservos[i].write(currentPos[i]); // Langsung ke posisi yang dipulihkan
64   }
65
66   // Inisialisasi WiFi dengan IP statis
67   WiFi.config(staticIP, gateway, subnet, dns); // Set IP statis
68   WiFi.begin("Smart Assembling Manufacturing", "5678901234");
69 }
```

```
ROBOT1 | Arduino IDE 2.3.4
File Edit Sketch Tools Help

Select Board

ROBOT1.ino

34   for (int i = 0; i < 4; i++) {
35     EEPROM.write(i * 2, highbyte(currentPos[i])); // Simpan byte tinggi
36     EEPROM.write(i * 2 + 1, lowbyte(currentPos[i])); // Simpan byte rendah
37   }
38   EEPROM.commit(); // Simpan perubahan ke EEPROM
39 }
40
41 // Fungsi untuk memulihkan posisi servo dari EEPROM
42 void restorePositionsFromEEPROM() {
43   for (int i = 0; i < 4; i++) {
44     uint16_t high = EEPROM.read(i * 2); // Baca byte tinggi
45     uint16_t low = EEPROM.read(i * 2 + 1); // Baca byte rendah
46     currentPos[i] = (high << 8) | low; // Gabungkan byte tinggi dan rendah
47   }
48 }
49
50 void setup() {
51   Serial.begin(115200);
52
53   // Inisialisasi EEPROM
54   EEPROM.begin(8); // 4 servo * 2 byte per servo = 8 byte
55
56   // Memulihkan posisi servo dari EEPROM
57   restorePositionsFromEEPROM();
58
59   // Inisialisasi servo ke posisi yang dipulihkan
60   for (int i = 0; i < 4; i++) {
61     myservos[i].attach(servopins[i]);
62     delay(100); // Delay untuk stabilisasi pin
63     myservos[i].write(currentPos[i]); // Langsung ke posisi yang dipulihkan
64   }
65
66   // Inisialisasi WiFi dengan IP statis
67   WiFi.config(staticIP, gateway, subnet, dns); // Set IP statis
68   WiFi.begin("Smart Assembling Manufacturing", "5678901234");
69 }
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

ROBOT1.ino
// Wi-Fi config
WiFi.config(STATICIP, gateway, subnet, dns); // Set IP static
WiFi.begin("Smart Assembly Manufacturing", "5678901234");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi Connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP()); // Menampilkan IP address yang digunakan
mb.client();
}

void loop() {
  if (mb.isConnected(remote)) {
    bool success = true;
    // Memeriksa nilai dari semua register
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
      if (!mb.readReg(remote, REGISTERS[i], &res[i])) {
        Serial.println("Gagal membaca data dari PLC");
        success = false;
        break;
      }
    }
    if (success) {
      // Mengatur flag untuk mengizinkan gerakan servo
      allowMovement = true;

      // Hanya menggerakkan servo jika flag diizinkan
      if (allowMovement) {
        // Mengatur setiap servo ke sudut yang diterima dengan gerakan yang halus
        for (int i = 0; i < 4; i++) {
          if (res[i] != currentPosition[i]) {
            smoothMove(i, res[i]);
          }
        }
      }
    }
  }
}

```

```

// at (res[i] != currentPosition[i]) {
  smoothMove(i, res[i]);
}
}
}
delay(10);
} else {
  mb.connect(remote); // Mencoba untuk terhubung jika tidak ada koneksi
}
mb.task(); // tugas Modbus lokal
delay(20);
if (!show--) { // Menampilkan nilai register Slave dua kali per detik
  for (int i = 0; i < 4; i++) {
    Serial.print("Servo ");
    Serial.print(i);
    Serial.print(": ");
    Serial.println(res[i]);
  }
  show = LOOP_COUNT;
}

void smoothMove(int servoIndex, int targetPos) {
  int currentPosition = myservos[servoIndex].read(); // Read the current position of the servo
  if (currentPosition < targetPos) {
    for (int pos = currentPosition; pos <= targetPos; pos += STEP_SIZE) {
      myservos[servoIndex].write(pos);
      delay(STEP_DELAY);
    }
  } else {
    for (int pos = currentPosition; pos >= targetPos; pos -= STEP_SIZE) {
      myservos[servoIndex].write(pos);
      delay(STEP_DELAY);
    }
  }
}

```

Hak Cipta :

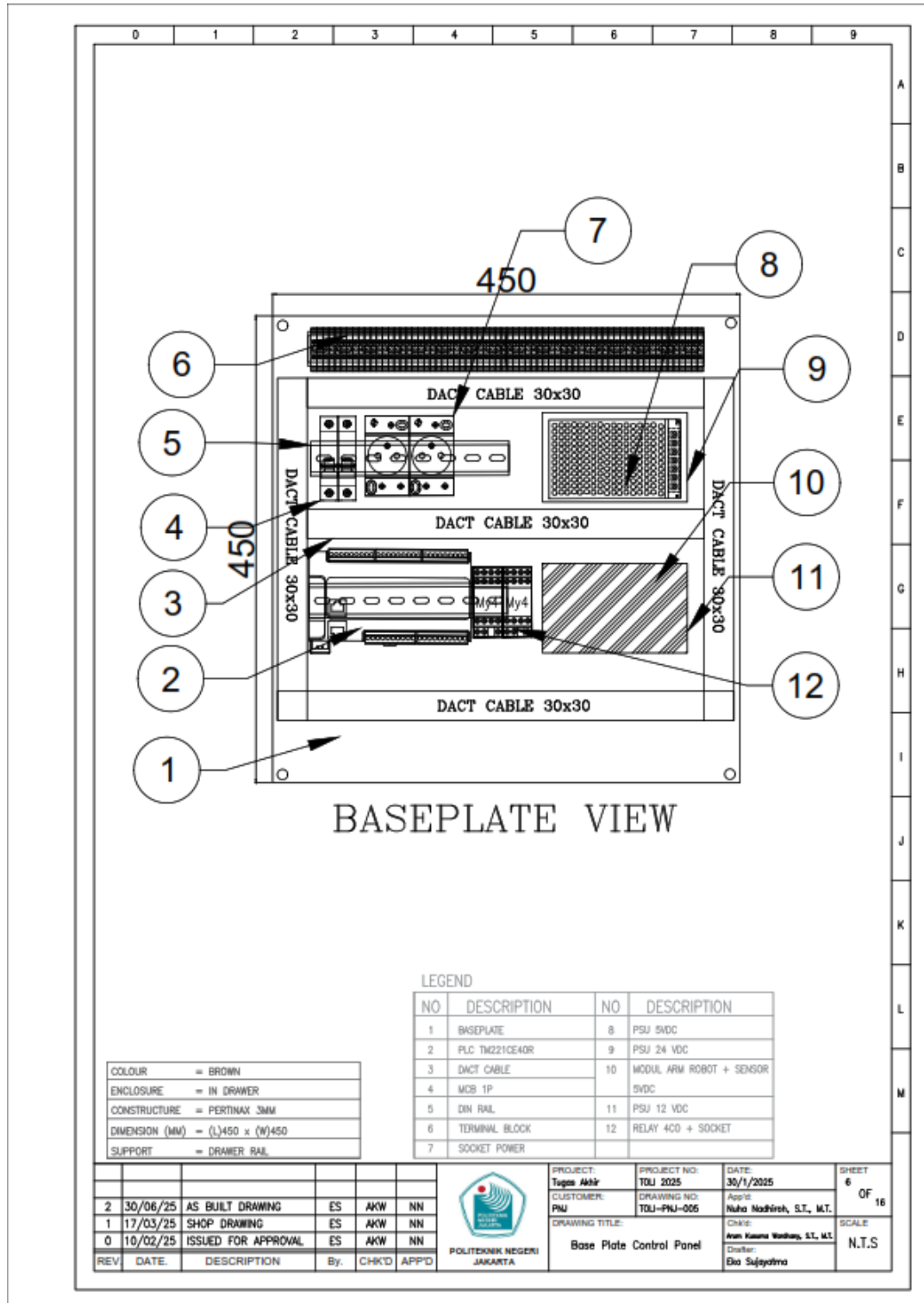
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

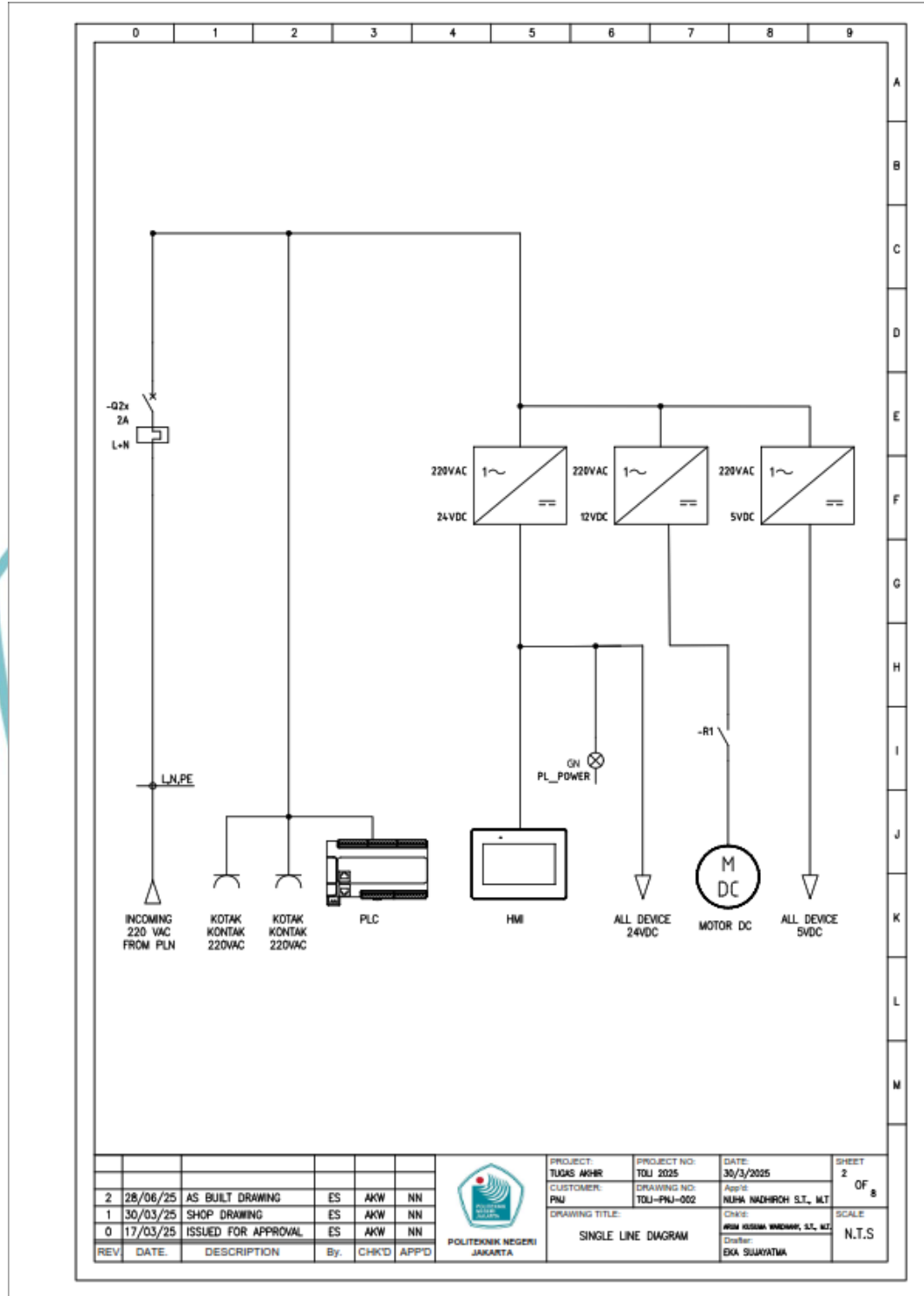
Lampiran 4 *Wiring Instalasi PLC*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

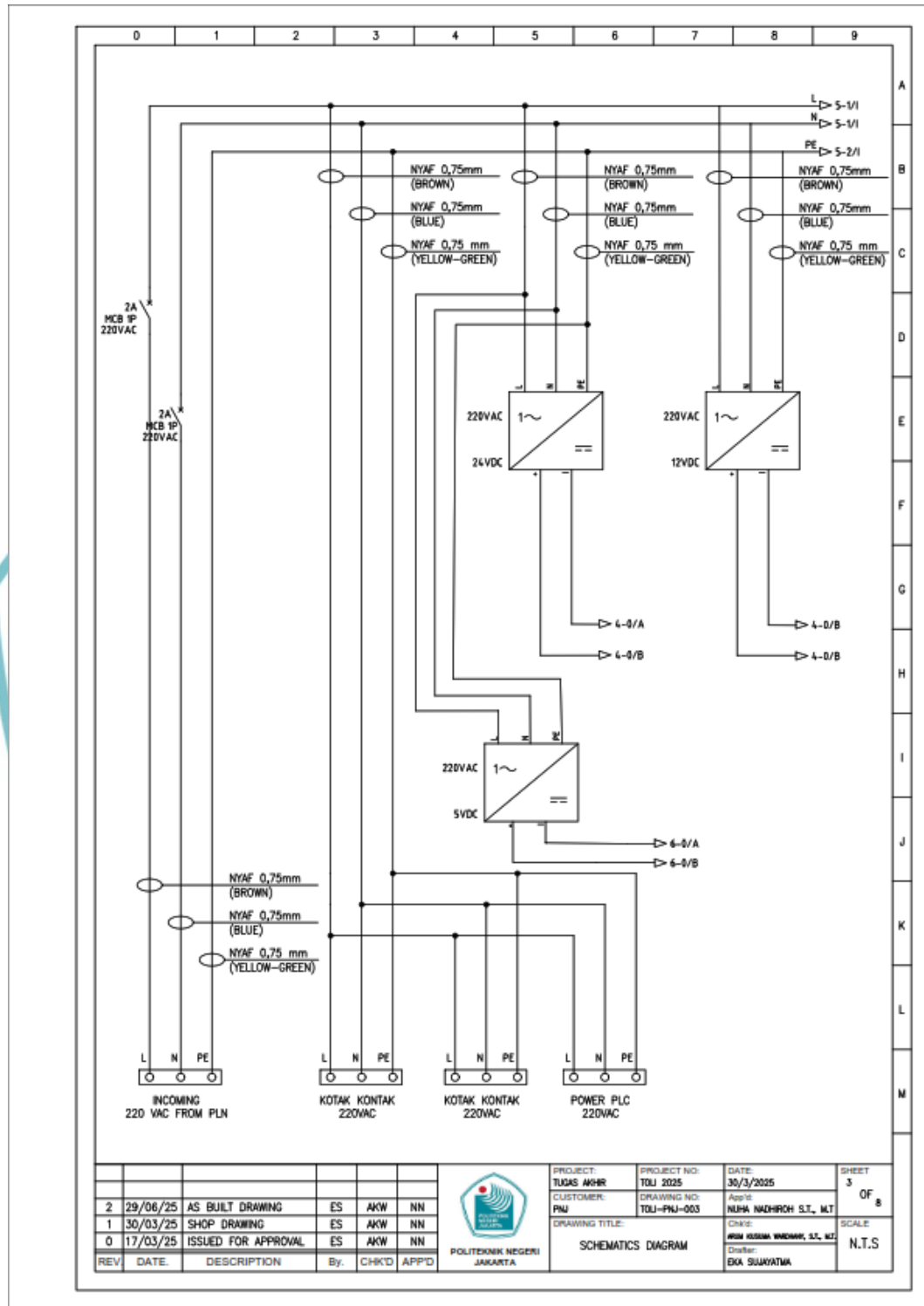


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

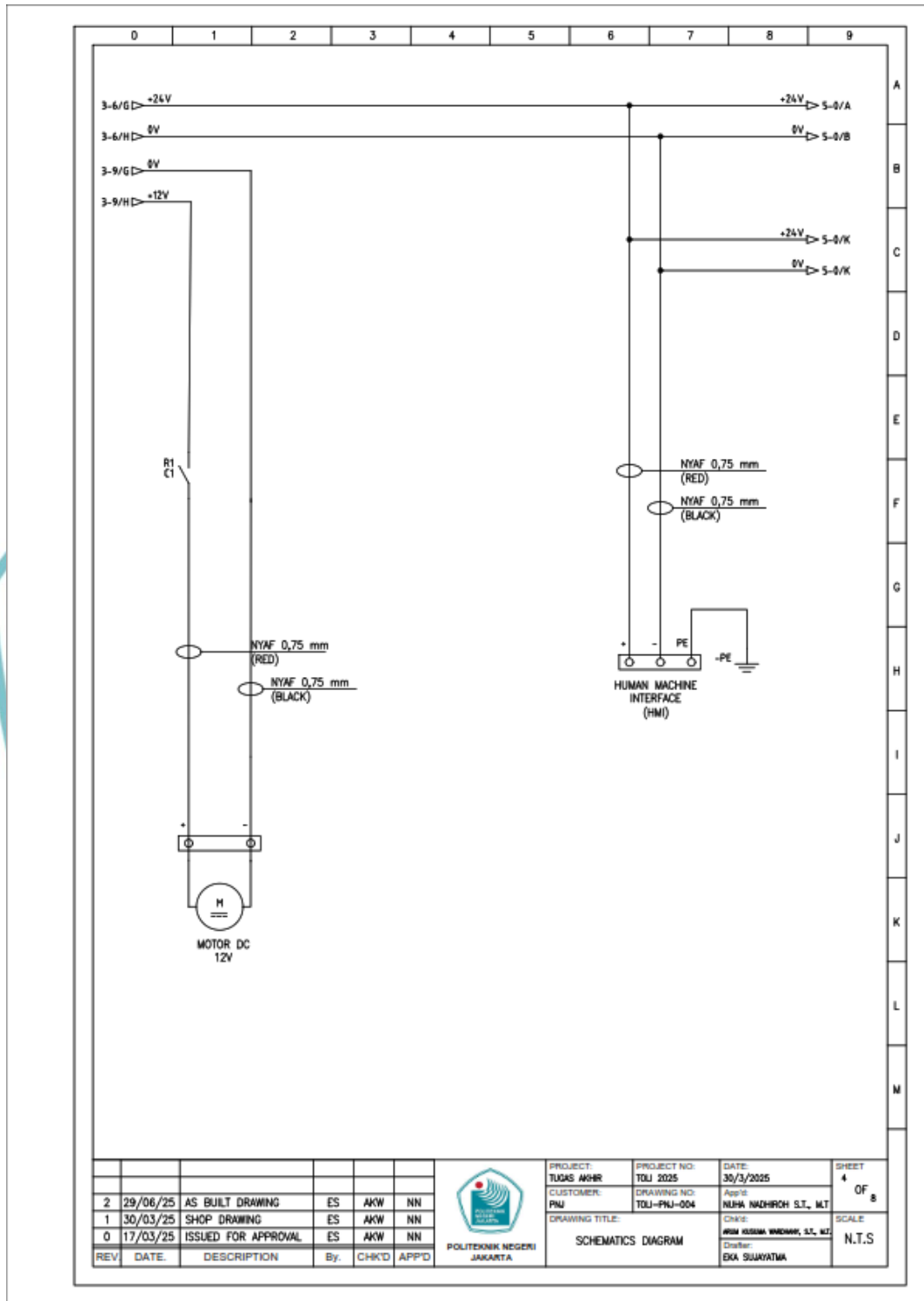
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

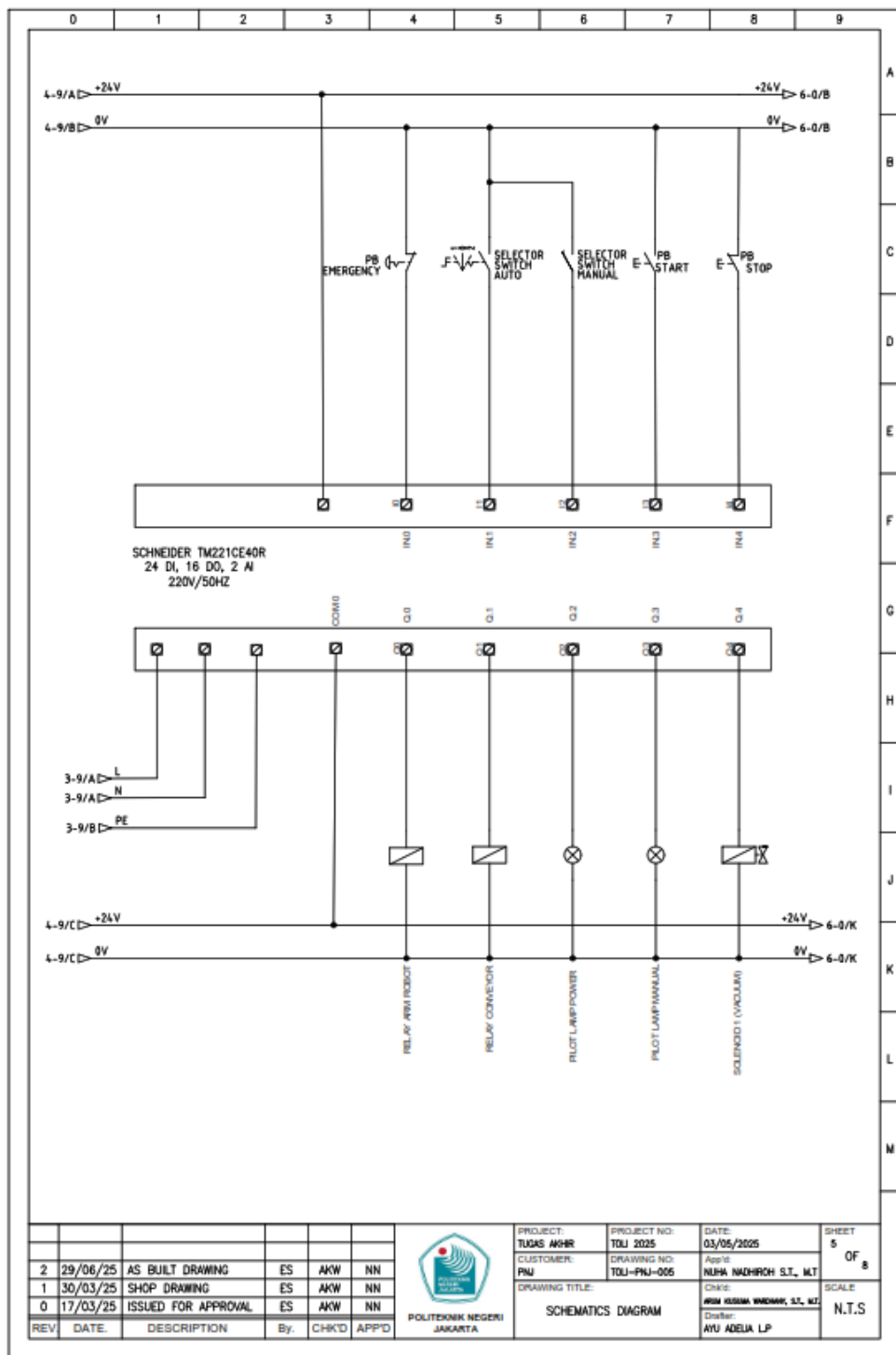
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



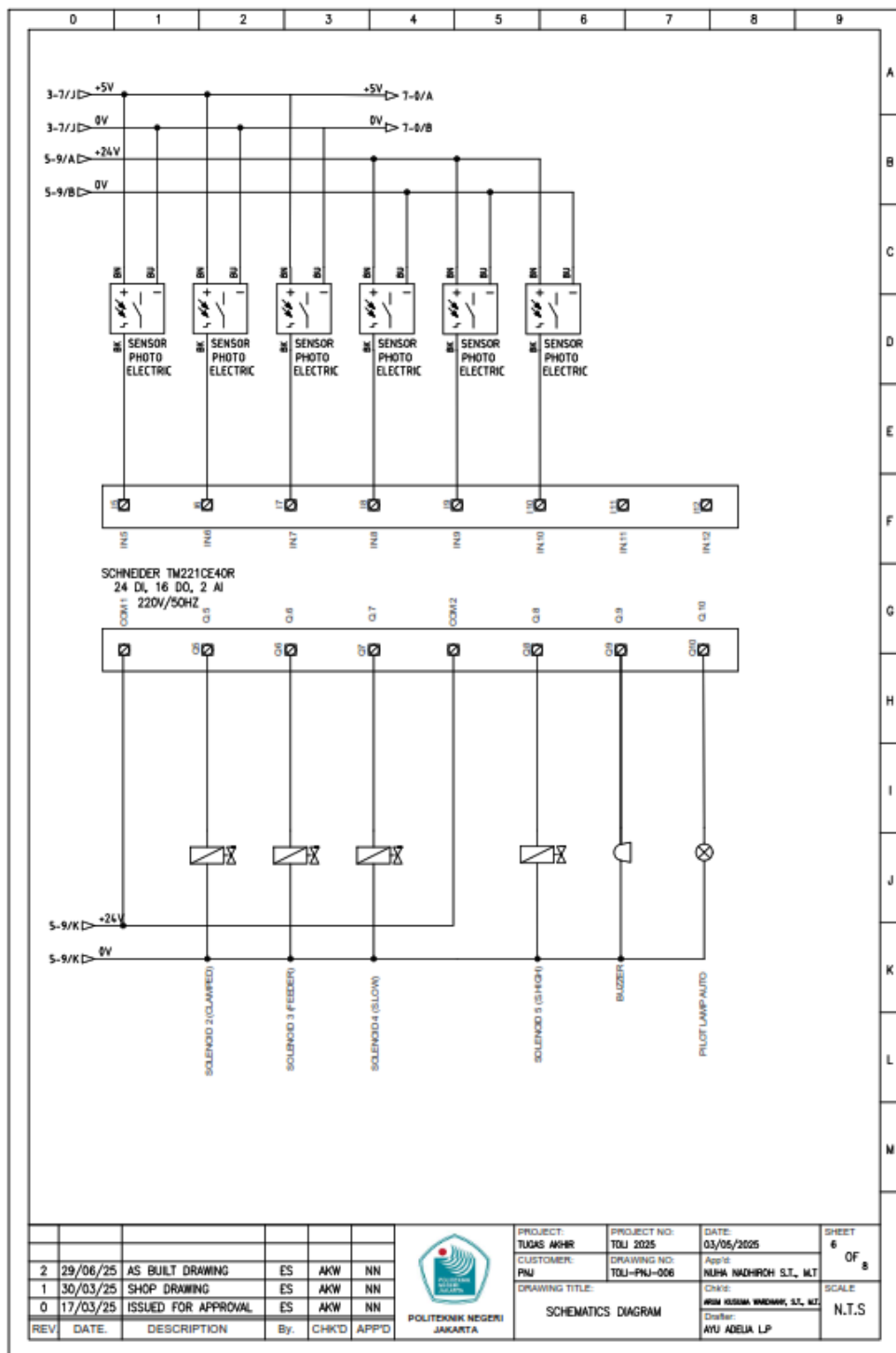
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

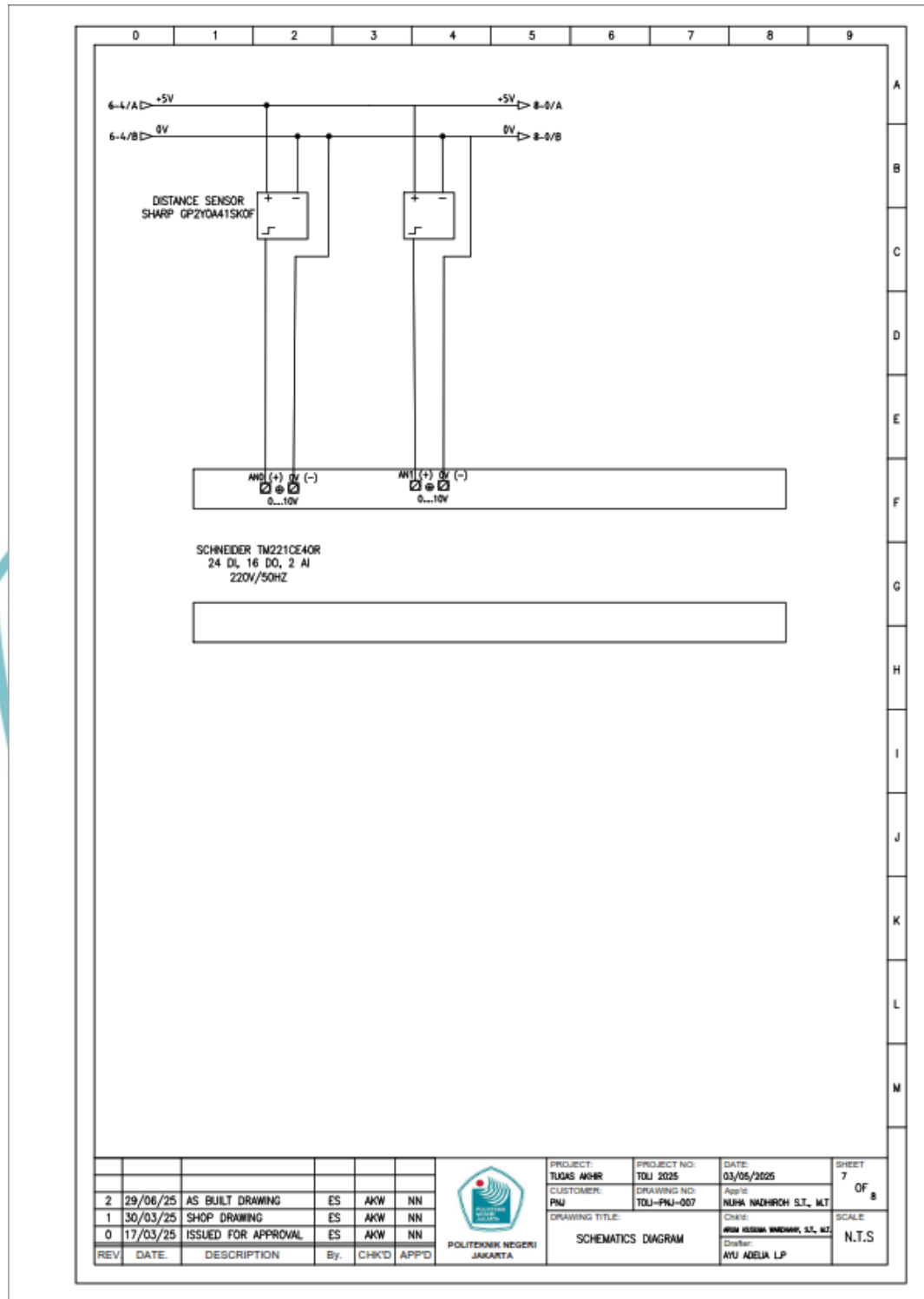


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

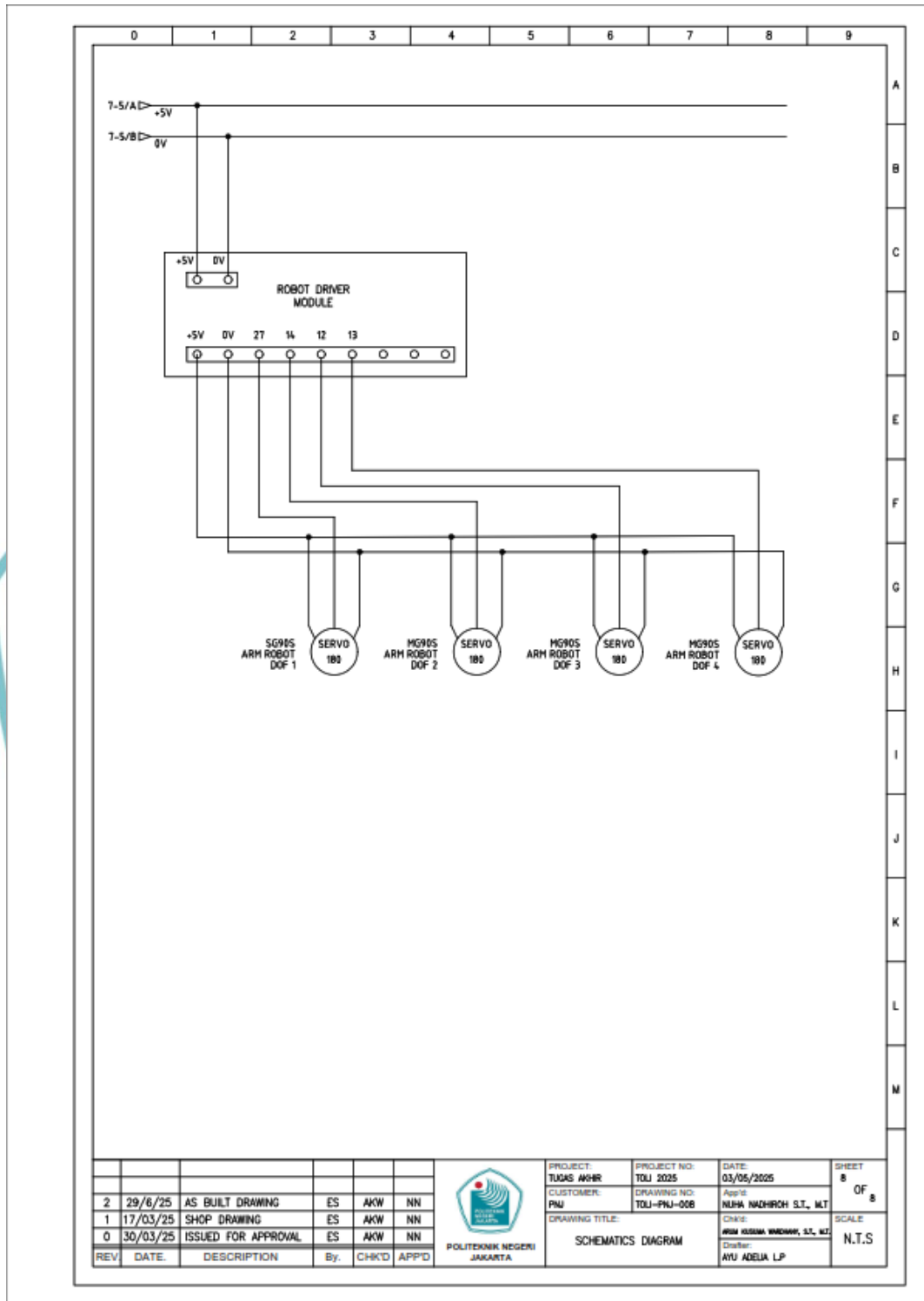


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

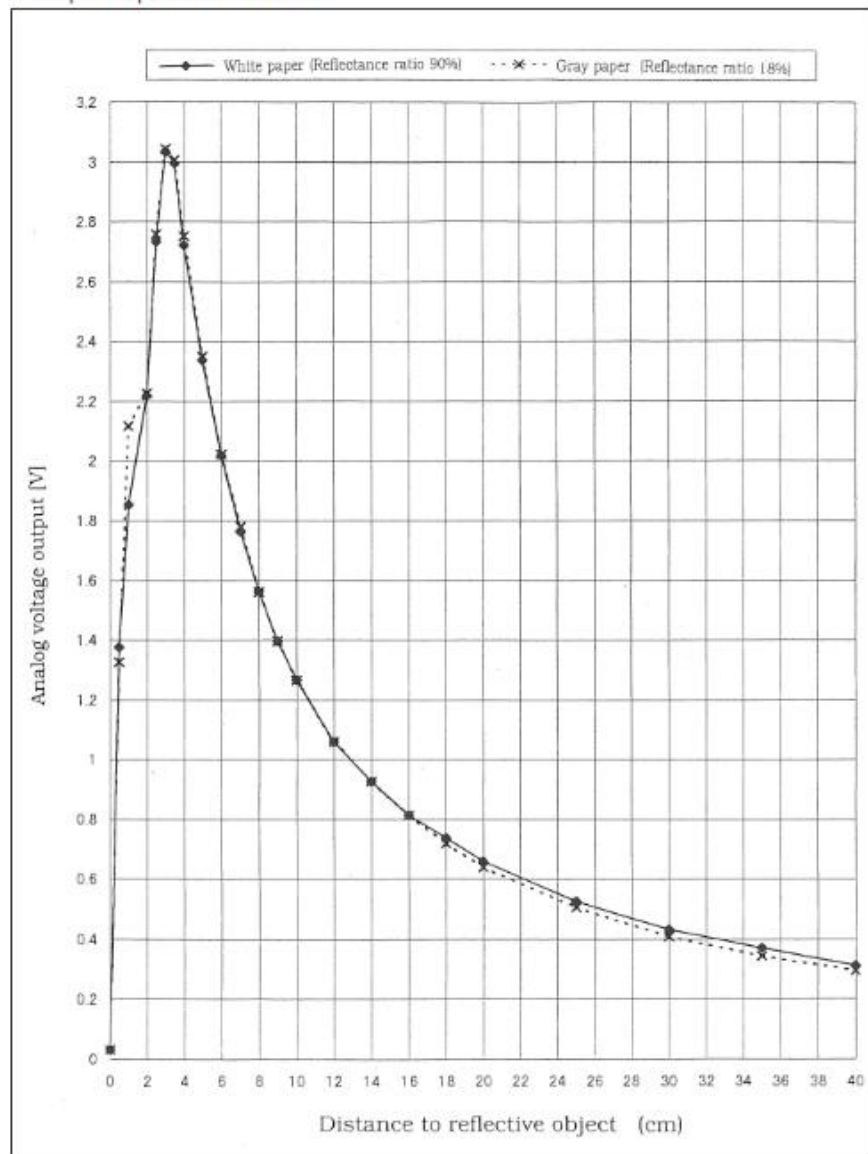
Lampiran 5 Kurva Karakteristik Hubungan Jarak Objek dengan Sensor

SHARP

GP2Y0A41SK0F

■Supplements

●Example of output distance characteristics



Sheet No.: OP13008EN

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Desain Objek Pada Smart Assembling Manufacturing

