

MEKANISME PENGONTROLAN GERAK SENDI LENGAN ROBOT
MANIPULATOR MENGGUNAKAN PLC



SKRIPSI

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

ACHMAD RIZALDY 44417006
ANDI M AGIL AHSYABUL AM 44417008

PROGRAM STUDI S-1 TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC" oleh Achmad Rizaldy NIM 444 17 006 dan Andi M. Agil Ahsyabul AM NIM 444 17 008 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 06 September 2021

Pembimbing I,



Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP. 19590913 198803 1 001

Pembimbing II,



Ir. Lewi, M.T.
NIP. 19650913 199201 1 006

Mengetahui,

Koordinator Program Studi



Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP. 19590913 198803 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Senin tanggal 06 September 2021, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi mahasiswa: Achmad Rizaldy NIM 44417006 dan Andi M. Agil Ahsyabul AM NIM 44417008 dengan judul “Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot *Manipulator* Menggunakan PLC”

Makassar, 06 September 2021

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi:

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi yang berjudul "Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC" dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi banyak hambatan serta rintangan, namun pada akhirnya penulis dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Orang Tua penulis serta keluarga tercinta atas dukungan doa, kasih sayang serta materinya yang tak terhingga nilainya.
2. Bapak Prof. Ir. 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 S1-T Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang sekaligus dosen Pembimbing I yang dengan ikhlas telah memberikan petunjuk, bimbingan, arahan dan dukungan selama penulis menyelesaikan Proposal Skripsi.
5. Bapak Dr.Eng. Abdul Kadir Muhammad, S.T., PG.Dip, M.Eng. selaku wali kelas 4 S1-T Teknik Mekatronika sekaligus dosen pengarah yang sangat gigih memberikan motivasi semangat kerja dalam menyelesaikan Proposal

Skripsi ini.

6. Seluruh dosen, staf jurusan dan teknisi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
7. Rekan-rekan sesama mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya program studi S1-T Teknik Mekatronika yang selalu memberikan do'a, semangat dan dukungan moril dalam menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak sempat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian Proposal Skripsi ini.

Akhir kata penulis panjatkan doa semoga Tuhan berkenan melimpahkan berkah dan rahmat-Nya membalas budi Bapak/Ibu sekalian. Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan proposal skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan baik isi maupun penyajiannya sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun diharapkan demi kesempurnaan proposal skripsi ini.

Makassar, 06 September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN PENGASAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
RINGKASAN.....	xvi
SUMMARY	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pneumatik dan Elektropneumatik.....	4

2.1.1 Silinder Kerja Tunggal.....	5
2.1.2 Silinder Kerja Ganda.....	6
2.1.3 Kompresor	6
2.1.4 Katup Kontrol Arah	7
2.1.5 Fitting.....	8
2.1.6 Solenoid Valve	8
2.2 Wifi Module DT-06	11
2.3 Outseal Studio.....	13
2.4 Outseal PLC.....	14
2.5 Motor <i>Stepper</i>	17
2.6 TeslaSCADA2 SCADA	23
2.7 Penelitian Sebelumnya	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.2.1 Alat yang digunakan.....	26
3.3 Prosedur Perancangan	28
3.4 Langkah–Langkah Pergerakan Fungsi Alat	34
3.5 Teknik Analisis Data.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36

4.1 Hasil	36
4.1.1 Hasil Perancangan.....	36
4.1.2 Hasil Percobaan	41
4.1.3 Hasil Pengujian Fungsi Alat.....	45
4.2 Pembahasan	49
4.2.1 Koneksi SCADA dengan WiFi PLC Outseal	49
4.2.2 Pneumatik pada Motor Stepper	58
4.2.3 Pengujian Fungsi Alat.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66



DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 2. 1 Katup Arah	7
Tabel 2. 2 Parameter Outsel PLC.....	16
Tabel 2. 3 Notasi	16
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	26
Tabel 3. 2 Benda	27
Tabel 4. 1 Penghubung WiFi Ke Outseal	42
Tabel 4. 2 Kode Address Slave PLC ke TeslaScada	42
Tabel 4. 3 Jarak WiFi	43
Tabel 4. 4 Percobaan Alat Pneumatik	44
Tabel 4. 5 Percobaan Motor Stepper.....	45
Tabel 4. 6 Percobaan Fungsi Alat Silinder dan Motor Stepper Setiap Sendi	46
Tabel 4. 7 Motor Stepper Pengerak Keseimbangan Gripper	47
Tabel 4. 8 Kode Modbus	50
Tabel 4. 9 Kode Modbus pada PLC Outseal	51
Tabel 4. 10 Instruksi Pada Outseal PLC.....	52
Tabel 4. 11 Nama Tabel Fungsi Instruksi	53

Tabel 4. 12 Instruksi Memori Outseal 53

Tabel 4. 13 Tabel Parameter 54



DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2. 1 Silinder Kerja Tunggal.....	5
Gambar 2. 2 Simbol Silinder Kerja Ganda	6
Gambar 2. 3 Kompresor	6
Gambar 2. 4 <i>Fitting</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Solenoid Valve</i> dan Prinsip Kerja.....	9
Gambar 2. 6 WiFi Module DT-06	11
Gambar 2. 7 Outseal Studio	13
Gambar 2. 8 Outseal PLC	15
Gambar 2. 9 Motor <i>Stepper</i>	17
Gambar 2. 10 Pengerak Motor <i>Stepper</i>	21
Gambar 2. 11 Rangkaian lengkap penggerak <i>two-phase stepper motor</i>	22
Gambar 2. 12 Rangkaian lengkap penggerak <i>four-phase stepper motor</i>	23
Gambar 2. 13 TeslaSCADA2 SCADA.....	23
Gambar 3. 1 Flowchart Metode Perancangan	29
Gambar 3. 2 Tampilan 3D Robot Manipulator	31
Gambar 3. 3 Tampilan Atas 2D & Dimensi.....	31
Gambar 3. 4 Tampilan Samping 2D & Dimensi	32
Gambar 3. 5 Tampilan Depan 2D & Dimensi Tanpa Gripper	32
Gambar 3. 6 Diagram Rancangan Elektronik	33

Gambar 3. 7 Diagram Alir Langkah-Langkah Pergerakan Fungsi Alat	35
Gambar 4. 1 Bentuk Mekanik Robot.....	37
Gambar 4. 2 Hasil Rangkaian Elektrikal.....	38
Gambar 4. 3 Hasil Rangkai Pneumatik.....	38
Gambar 4. 4 Contoh Leader Diagram PLC Outseal.....	39
Gambar 4. 5 Hasil SCADA.....	40
Gambar 4. 6 Hasil Contoh Arduino IDE.....	41
Gambar 4. 7 Penghubung Modbus PLC Outseal	52
Gambar 4. 8 Instruksi MF 3	54
Gambar 4. 9 Koneksi PLC.....	55
Gambar 4. 10 Kode IP PLC Outseal.....	55
Gambar 4. 11 Kode Baudrate.....	56
Gambar 4. 12 Kode Server TeslaScada	56
Gambar 4. 13 Mengatur Tag Properties.....	57
Gambar 4. 14 Kode Pointer ke PLC Outseal	57
Gambar 4. 15 Fungsi Menghidupkan R1 Melalui SCADA	58
Gambar 4. 16 Leader diagram port PLC output Arduino	59
Gambar 4. 17 Program Input Arduino	59

DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran 1 PLC Outseal.....	67
Lampiran 2 Leader Diagram dan Program	68
Lampiran 3 Dokumentsai TA.....	75
Lampiran 4 Biodata Penulis	77



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Rizaldy

NIM : 444 17 006

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul "Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC" 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 kutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

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

Makassar, 06 September 2021

Achmad Rizaldy
NIM 444 17 006

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi M. Agil Ahsyabul AM

NIM : 444 17 008

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul "Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC" 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 kutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

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

Makassar, 06 September 2021

Andi M. Agil Ahsyabul AM
NIM 444 17 008

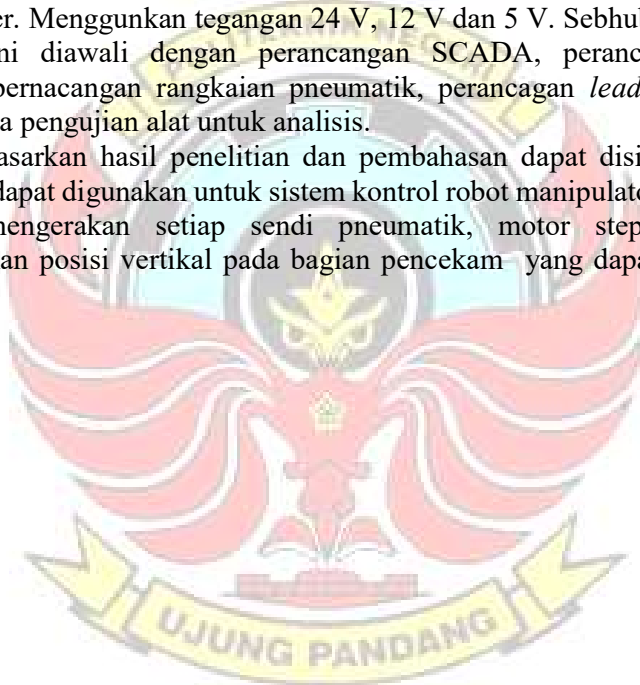
PENGEMBANGAN MEKANISME PENGONTROLAN GERAK SENDI LENGAN ROBOT MANIPULATOR MENGGUNAKAN PLC

RINGKASAN

Anggota gerak manusia yang menjadi inovasi pembuatan teknologi untuk kebutuhan industri yaitu tangan seperti robot manipulator, yang berbentuk seperti lengan tangan manusia dan memiliki sendi-sendi. Agar mempermudah mengangkat dan pemindahan barang tanpa fisik manusia.

Dengan Menggunakan PLC, SCADA, WiFi TTL DT-06, motor dc, motor stepper dan elektropneumatik dapat dibuat suatu sistem kendali robot manipulator yang dapat dioperasikan dengan menggunakan WiFi SCADA dan dikontrol melalui PLC Outseal dan menggerakkan dengan aktuator dari pneumatik, motor dc dan motor stepper. Menggunakan tegangan 24 V, 12 V dan 5 V. Sehubungan dengan itu, penelitian ini diawali dengan perancangan SCADA, perancangan rangkaian elektronik, perancangan rangkaian pneumatik, perancangan *leader diagram* dan program serta pengujian alat untuk analisis.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa TeslaScada dapat digunakan untuk sistem kontrol robot manipulator dikontrol PLC dengan menggerakkan setiap sendi pneumatik, motor stepper dan dapat diseimbangkan posisi vertikal pada bagian pencekam yang dapat memindahkan benda.



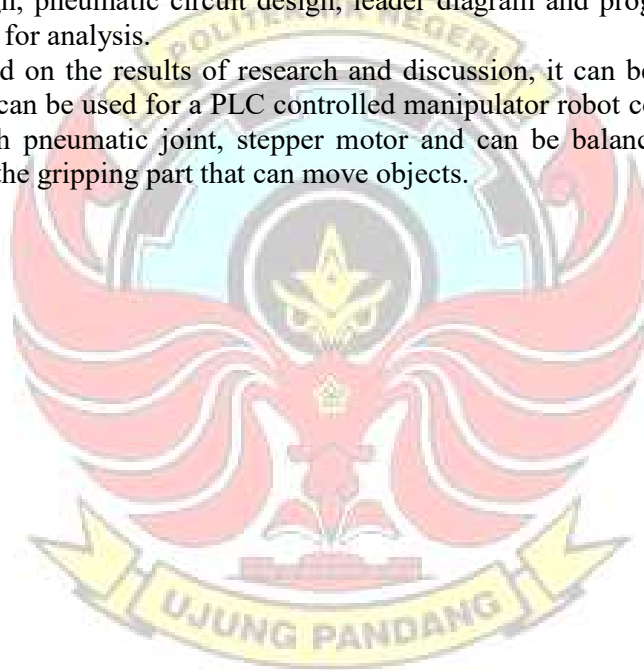
DEVELOPMENT OF MOTION CONTROL MECHANISM OF ROBOT MANIPULATOR ARM JOINT MOTION CONTROL USING PLC

SUMMARY

Human limbs that have become innovations in manufacturing technology for industrial needs are hands such as robotic manipulators, which are shaped like human arms and have joints. In order to make it easier to lift and move goods without being physically human.

By using PLC, SCADA, WiFi TTL DT-06, dc motors, stepper motors and electropneumatics, a manipulator robot control system can be made that can be operated using WiFi SCADA and controlled via PLC Outseal and driven by actuators from pneumatics, dc motors and stepper motors. . Using a voltage of 24 V, 12 V and 5 V. Accordingly, this research begins with SCADA design, electronic circuit design, pneumatic circuit design, ladder diagram and program design and testing tools for analysis.

Based on the results of research and discussion, it can be concluded that TeslaScada can be used for a PLC controlled manipulator robot control system by moving each pneumatic joint, stepper motor and can be balanced in a vertical position on the gripping part that can move objects.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia menggunakan anggota gerak untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Anggota gerak pada manusia terdiri dari anggota gerak atas dan anggota gerak bawah, anggota gerak atas manusia adalah tangan kanan dan tangan kiri. Banyak aktifitas yang dilakukan manusia menggunakan tangan. Seperti contohnya untuk makan, minum, menulis, membuka pintu dan lain-lain. Dari beberapa contoh dapat dikatakan bahwa tangan berperan penting dalam kegiatan yang dilakukan oleh manusia.

Tangan manusia terdiri dari beberapa bagian yaitu lengan atas, lengan bawah, telapak tangan dan jari-jemari. Lengan atas dan tangan manusia disatukan oleh sendi peluru, yang disebut dengan bahu. Lengan bawah dan lengan atas disatukan oleh sendi engsel, yang disebut dengan siku. Sedangkan telapak tangan dan lengan bawah disatukan oleh sendi pelana. Sendi-sendi yang menyatukan tangan manusia, menjadikan tangan manusia dapat bergerak bebas ke segala arah. Anggota gerak manusia yang menjadi inovasi pembuatan teknologi untuk kebutuhan industri yaitu tangan seperti robot manipulator.

Beberapa tahun terakhir ini, para peneliti berkompetensi mengembangkan sistem kontrol pada robot manipulator agar lebih mudah digunakan dioperasikan salah satu penelitian tentang pengembangan robot manipulator yakni penelitian dilakukan oleh

Eva dkk (2017). Pada penelitian tersebut merupakan salah satu tentang pengendalian lengan robot berbasis elektropneumatik melalui Bluetooth dengan sistem kontrol menggunakan Android dan Mikrokontroler Arduino. Pada penelitian tersebut, yang akan dikembangkan adalah pada sistem kontrol PLC *Programmable Logic Controllers*, sistem aktuator yang ditambahkan dengan motor stepper agar membantu pergerakan sendi. Tetap bisa menggunakan SCADA *Supervisory Control And Data Acquisition* sehingga mudah untuk dioperasikan.

Oleh karena itu dirancanglah sebuah sistem kontrol robot manipulator dengan judul "Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC".

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah di atas, maka didapatkan rumus masalah seperti berikut :

1. Bagaimana melakukan pergerakan pada sendi lengan robot manipulator menggunakan silinder pneumatic dan motor stepper.
2. Bagaimana mengontrol pergerakan robot manipulator menggunakan PLC berbasis WiFi SCADA.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian dalam tugas akhir ini agar dapat berjalan dengan baik adalah sebagai berikut :

1. Sistem kontrol robot yang sebelumnya masih menggunakan mikrokontroler, sekarang dikembangkan menggunakan PLC
2. Robot manipulator yang dimaksud dalam penelitian ini adalah robot lengan dalam prototipe.
3. Sistem kontroler yang akan dipakai berbasis SCADA dan PLC.
4. Aktuator yang digunakan adalah motor *stepper* dan silinder pneumatic

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk melakukan gerakan sendi lengan dengan elektropneumatik dan Motor stepper pada robot manipulator dan dapat memindahkan benda.
2. Untuk mengontrol pergerakan robot manipulator menggunakan PLC berbasis WiFi SCADA.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Alat yang telah dibuat dapat digunakan sebagai media pembelajaran mata kuliah praktikum robotika dan mekatronika.
2. Alat yang dibuat dapat digunakan sebagai media pembelajaran PLC dengan menggunakan SCADA.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pneumatik dan Elektropneumatik

Udara merupakan sebagai fluida yang bias dimanfaatkan untuk menghasilkan suatu gerakan, udara juga sebagai sumber daya alam yang berlimpah serta mudah diperoleh. Udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbang-an. Alat pneumatik adalah alat yang pertama kali digunakan oleh orang Yunani bernama Ktesibio. Dengan demikian istilah pneumatik berasal dari Bahasa Yunani kuno yaitu *Pneu* yang artinya (udara) *matic* berarti (ilmu). Bahkan dari ilmu filsafat atau secara philosophi istilah *Pneuma* dapat diartikan sebagai nyawa. Dengan kata lain *pneumatic* berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan. (Suyanto, 2003)

Pneumatik telah banyak digunakan sebagai alat penggerak berbagai teknologi industri moderen. Alat Pneumatik juga mengalami perkembangan seperti dalam sistem pneumatik yang menggunakan sinyal elektrik sebagai media pengontrolan dan ini disebut sebagai elektropneumatik. Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatic sendiri, dimana prinsip kerjanya energi pneumatic sebagai tenaga penggerak atau media kerja dan sedangkan elektrikalnya sebagai media kontrolnya dengan menggunakan sinyal elektrik atau sinyal elektronik. Sinyal elektrik mengalir pada kumparan yang ada pada katup kontrol arah terbagi dari beberapa jenis. Jenis-jenis katup 2/2, katup 3/2, dan katup 5/3. Angka pertama menunjukkan jumlah aliran

pada udara katup, sedangkan angka kedua merupakan jumlah posisi kerja katup. Jadi katup 3/2 berarti katup dengan tiga lubang yang bisa dilalui udara dan dua perubahan posisi kerja.

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Aktuator adalah disini sebagai bahan akhir dari sistem pneumatik yang berfungsi mengubah energi angin yang bertekanan menjadi energi kerja. Berikut dijelaskan macam aktuator yang sering digunakan dalam berbagai sistem otomasi.

Berikut merupakan komponen-komponen yang terdapat dalam sebuah elektropneumatik:

2.1.1 Silinder Kerja Tunggal



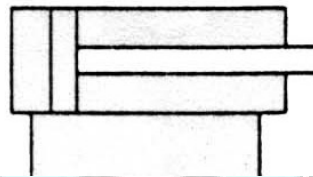
Gambar 2. 1 Silinder Kerja Tunggal

Silinder kerja tunggal adalah merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara bertekanan. sehingga hanya menghasilkan kerja satu arah.

Untuk gerak baliknya, menggunakan tenaga yang didapat dari pegas yang diperoleh dari dalam silinder, sehingga kecepatan bergantung pada pegas yang digunakan.

2.1.2 Silinder Kerja Ganda

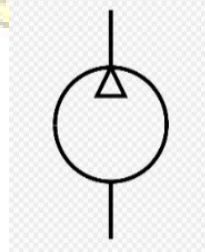
Merupakan silinder yang memiliki dua port untuk instroke dan outstroke. Silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali pada posisi awal (menarik ke dalam). Sehingga silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal.



Gambar 2. 2 Simbol Silinder Kerja Ganda

2.1.3 Kompresor

Kompresor digunakan untuk menghisap udara di atmosfer dan memampatkan serta menyimpannya dalam tangki penampung hingga pada tekanan tertentu. Gambar di bawah ini merupakan simbol kompresor.



Gambar 2. 3 Simbol Kompresor

2.1.4 Katup Kontrol Arah

Katup Kontrol arah adalah komponen kontrol pneumatik berupa katup yang terdiri dari beberapa lubang saluran udara bertekanan yang berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara terkompresi yang akan bekerja menggerakkan aktuator. Katup kontrol arah digambarkan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak. Lubang-lubang menunjukkan saluran udara dan jumlah kotak menunjukkan berapa jumlah posisi.

Tabel 2. 1 Katup Arah

SIMBOL	NAMA KATUP
	KKA 2/2 , N/C
	KKA 2/2 , N/O
	KKA 3/2 , N/C
	KKA 3/2 , N/O
	KKA 4/2
	KKA 5/2
	KKA 5/3 , posisi tengah tertutup

2.1.5 Fitting



Gambar 2. 4 Fitting

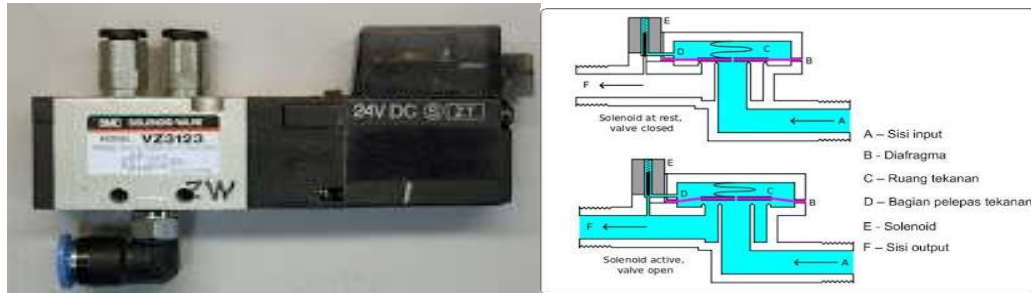
(Sumber : Tohar, 2017)

Fitting adalah bagian yang fungsinya adalah untuk menyambung bagian antar selang satu dengan yang lainnya untuk menyesuaikan dengan kebutuhan saluran yang dibutuhkan.

2.1.6 Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Solenoid Valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis.

Kelebihan dan kekurangan Sistem Elektropneumatik.



Gambar 2. 5 Solenoid Valve dan Prinsip kerja
(Sumber : Derwanto, 2013)

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan/*coil* mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja *solenoid valve* adalah 100/200VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24VDC). Dan sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan selenoida tersebut. Dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F. Untuk melihat penggunaan solenoid valve pada sistem pneumatik.

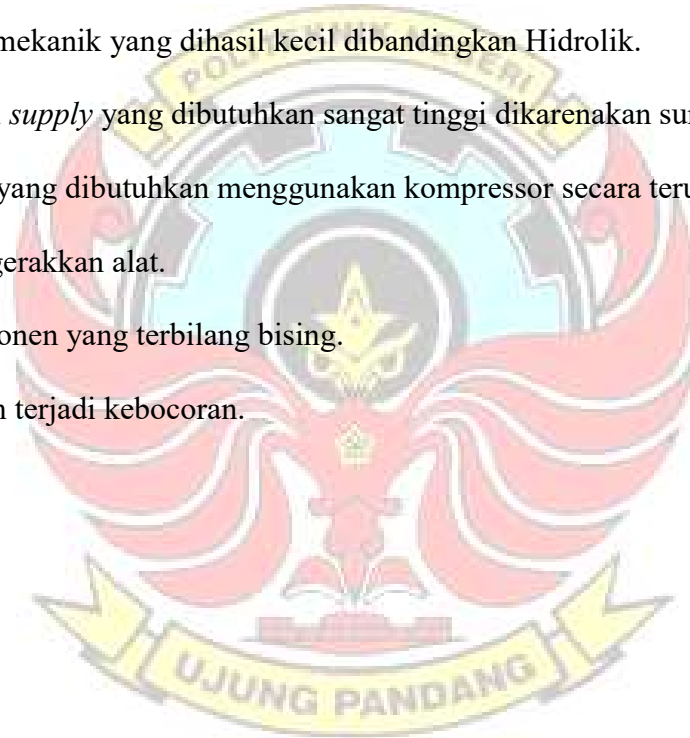
1) Kelebihan Sistem Elektropneumatik (Sutedja, 2016)

- Fluida kerja mudah didapat dan ditransfer.
- Sistem pengembangan pneumatik yang lebih otomatis.
- Lebih aman terhadap kebakaran.
- Mudah dibersihkan ketika dalam perawatan.
- Udara sebagai sumber tenaga penggerak yang mudah didapat.

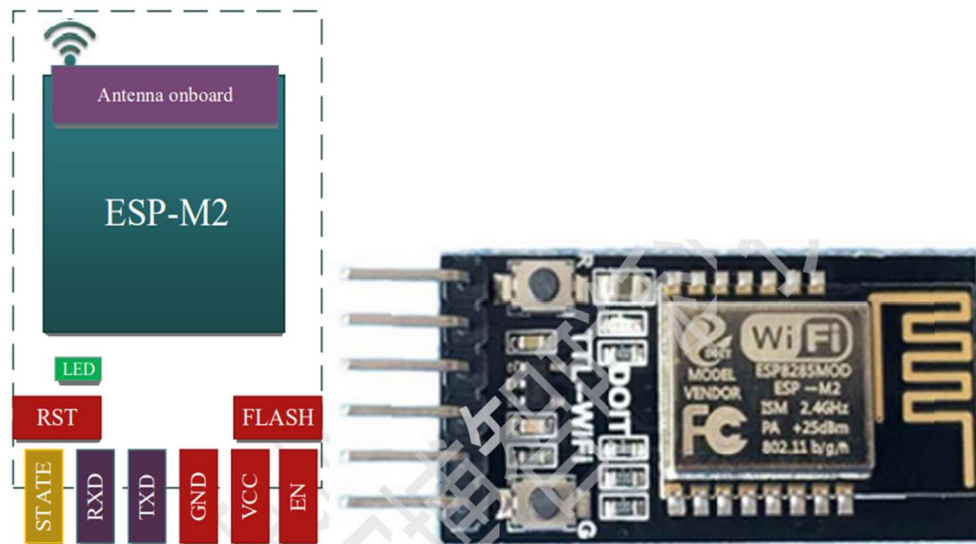
- Lebih ramah lingkungan. Komponen pada Elektropneumatik lebih ringan dibandingkan Elektrohidrolik.
- Kemudahan dalam pemindahan daya dan kecepatan.
- Ketersediaan udara yang tidak terbatas.

2) Kekurangan Sistem Elektropneumatik

- Dapat terjadi pengembunan.
- Daya mekanik yang dihasil kecil dibandingkan Hidrolik.
- Energi *supply* yang dibutuhkan sangat tinggi dikarenakan sumber suplay angin yang dibutuhkan menggunakan kompressor secara terus menerus untuk menggerakkan alat.
- Komponen yang terbilang bising.
- Mudah terjadi kebocoran.



2.2 Wifi Module DT-06



Gambar 2. 6 Wifi Module DT-06
(Sumber : Doctor Intelligence Co., Ltd , 2017)

TTL-WiFi dirancang dan dikembangkan berdasarkan modul WiFi ESP-M2 dari perusahaan Shenzhen Doctors of Intelligence & Technology Co., Ltd., yang mengekstraksi pin TTL, EN, STATE, dan lainnya. Yang penting, TTL-WiFi sudah terintegrasi dengan firmware transmisi transparan serial yang diprogram oleh perusahaan (SZdoit), yang dapat mewujudkan pengiriman data transparan ke *cloud* secara *real-time*, bersama dengan kontrol daya rendah, indikator status. Papan ini dapat menggantikan perangkat WiFi serial kabel lama untuk mewujudkan pengumpulan dan kontrol data. Ini memiliki beberapa fitur berikut.

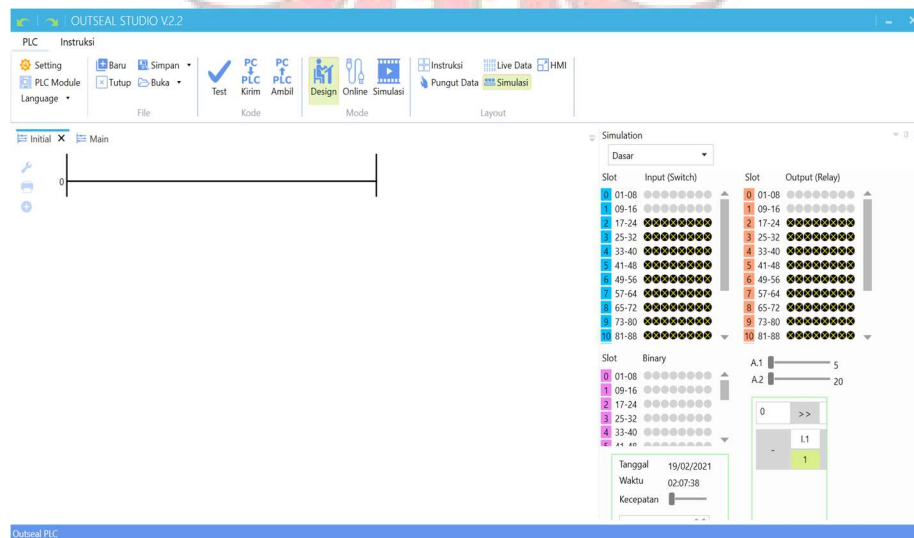
- 1) Sepenuhnya kompatibel dengan antarmuka listrik asli dan antarmuka fisik untuk serial transparan *Bluetooth*.

- 2) Built-in firmware transmisi transparan industri V3.0 dengan stabilitas dan keandalan dengan menggunakan Konfigurasi Web.
- 3) Built-in modul WiFi kinerja tinggi ESP-M2 dengan ukuran: 34mm * 17mm * 4mm.
- 4) Tegangan kerja: 4.5V ~ 6.0V, TTL tegangan kerja: 3.3V (kompatibel dengan 5.0V).
- 5) Pin yang disediakan: STATE, TXD, RXD, EN.
- 6) Arus rata-rata: 80mA, saat data dikirim, ukurannya 170mA, tetapi 20 μ A.
- 7) Mendukung perintah AT serial.
- 8) Mendukung pembaruan firmware OTA yang dapat diprogram ulang.
- 9) Transmisi transparan mulus antara serial dan WiFi.
- 10) Built-in HTTP Web Server, mendukung konfigurasi parameter berdasarkan halaman web.
- 11) Mendukung koneksi ulang secara otomatis pada mode WiFi STA dan Klien TCP.
- 12) Mendukung *set baud rate*, bit data, pemeriksaan paritas, stop bits, dan / atau waktu subkontrak.
- 13) Mendukung *baud rate* (bps): 300 / 600 / 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 74800 / 115200 / 230400 / 460800 / 921600 / 1843200/3686400.
- 14) Mendukung pengaktifan AP, SSID / kata sandi yang ditentukan sendiri, IP yang ditentukan sendiri, dan durasi jaringan.
- 15) Secara otomatis memindai *hotspot* WiFi periferan, mendukung pengaktifan STA, DHCP, IP yang ditentukan sendiri.
- 16) Mendukung Server TCP, Klien TCP, Server UDP, Klien UDP dan siaran lokal UDP;

- 17) Mendukung resolusi DNS secara otomatis untuk alamat server jarak jauh;
- 18) Dukungan memeriksa status dengan perintah AT;
- 19) Sediakan IO4 untuk menunjukkan status WiFi;
- 20) Suhu kerja: -40 °C -125 °C;
- 21) Aplikasi: rumah pintar, koneksi data nirkabel dan transmisi transparan, kontrol mobil pintar, printer serial nirkabel, kontrol industri lampu LED dll.

2.3 Outseal Studio

Outseal Studio adalah software PC (Windows) untuk memprogram outseal PLC secara visual menggunakan diagram tangga (ladder diagram). Software ini adalah hasil karya anak bangsa sehingga bahasa Indonesia menjadi bahasanya.



Gambar 2. 7 Outseal Studio

2.4 Outseal PLC

Programmable Logic Controller (PLC) pada dasarnya adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur/mengontrol nyala (ON) atau tidak (OFF) perangkat lain (kontrol logika) yang tersambung dengan perangkat tersebut dan logika pengaturan tersebut dapat diubah-ubah (diprogram). Umumnya perubahan/pemrograman kontrol logika untuk PLC tersebut dilakukan oleh sebuah perangkat lunak yang berjalan di komputer (PC). Bagian utama dari sebuah PLC adalah input, *controller* dan output. Perangkat yang akan dikontrol (misal: relay, motor, lampu dan lain-lain) terhubung dengan bagian output PLC dan referensi yang digunakan untuk mengontrol logika output tersebut bisa berasal dari logika input atau logika lain di dalam memori PLC seperti timer, counter dan sebagainya.

Outseal PLC Shield adalah sebuah shield (perangkat tambahan) untuk arduino yang dapat mengubah sebuah arduino menjadi sebuah PLC dengan 8 digital input dan 8 digital output. Outseal plc shield dirancang dengan efektif dan optimal agar biaya pembuatan bisa rendah tanpa mengurangi kualitas.

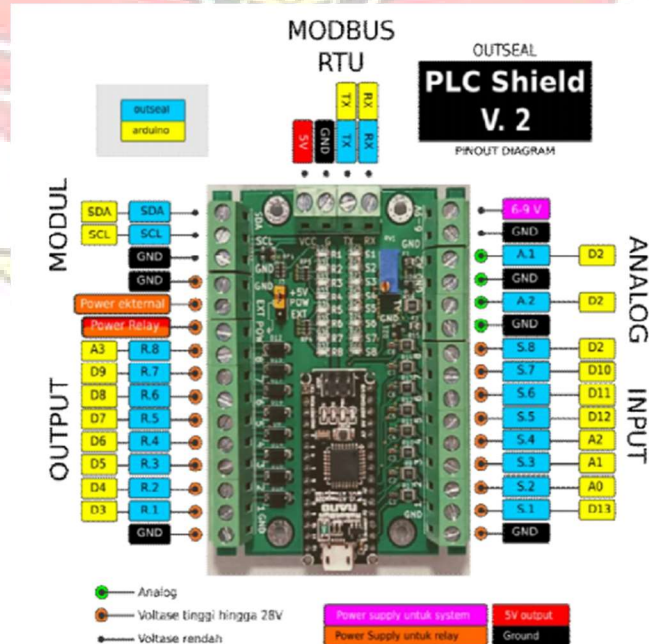
Outseal PLC sudah mempunyai semua fitur dasar dari PLC dan ditambah lagi dengan beberapa fitur tambahan diantaranya:

- 1) Membuat arduino mampu menerima input tegangan 24 V.
- 2) Menyediakan driver relay sehingga mampu mengontrol relay secara langsung.
- 3) Melindungi input dan output terhadap tegangan statis transient hingga 15 kV.
- 4) Menyediakan konektor untuk mempermudah pengkabelan (wiring).

- 5) Menyediakan lampu indikator untuk status input dan output.
- 6) Menyediakan signal conditioner untuk membaca analog input (0-5 V, 0-20 mA)
- 7) Menyediakan port dan perlindungan untuk modul PLC.
- 8) Menyediakan konektor komunikasi menggunakan protokol MODBUS RTU (koneksi dengan SCADA).

Adapun Modul external yang bisa dipasang adalah:

- 1) Tambahan Input atau Output (I/O) digital hingga 128 channel
- 2) Tambahan Input atau Output (I/O) analog hingga 64 channel
- 3) Real Time Clock (RTC)
- 4) Dan masih banyak lagi (masih aktif di kembangkan)



Gambar 2. 8 PLC Shield Pin Out
(Sumber : Bakhtiar, 2020)

Tabel 2. 2 Parameter Outsel PLC

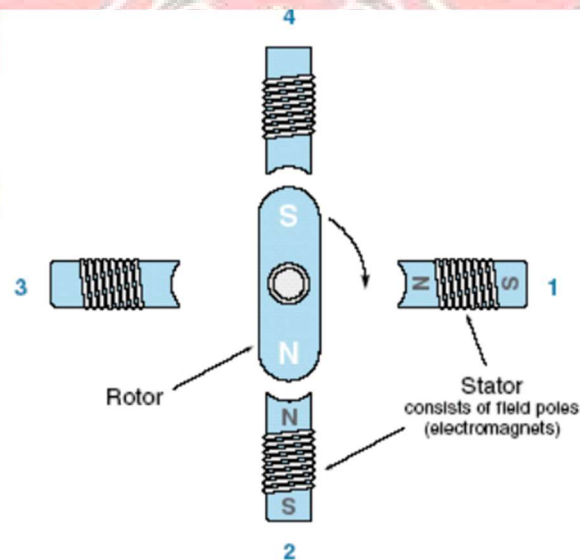
Parameter	Nilai
Tegangan Input	DC min 3.3V, max 24V
Jenis Output	Transistor (Darlington)
Catu Daya Arduino	Min 6V, Maximum 12V (UNO), 9V (NANO)
Tegangan Terbalik	max 9V (NANO), max 24V (INPUT)
ESD rating	max 15kV

Tabel 2. 3 Notasi

Variable / Object	Notasi	Keterangan
Digital Input (Hardware)	S	Dari kata "Switch" ("Contact")
Digital Output (Hardware)	R	Dari kata "Relay" ("Coil")
Digital Memory (I/O) (Software)	B	Dari kata "Binary"
Timer	T	Notasi untuk Timer
Soft PWM (Pulse Width Modulation)	P	Notasi untuk Software PWM
Angka	I	Dari kata "Integer" (bilangan bulat)

2.5 Motor Stepper

Motor *stepper* adalah motor DC yang khusus berputar dalam suatu derajat yang tetap yang disebut step (langkah). Satu step antara 0,9 sampai 90°. Motor *stepper* terdiri dari rotor dan stator. Rotor adalah permanen magnet sedangkan stator adalah elektromagnet. Rotor akan bergerak jika stator diberi aliran listrik. Aliran listrik ini membangkitkan medan magnet dan membuat rotor menyesuaikan dengan kutub magnet yang dimilikinya. Motor *stepper* digunakan khusus menentukan posisi batang motor tanpa harus mempergunakan sensor posisi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah step yang harus diberikan dari posisi acuan. Ukuran dari step ditentukan oleh jumlah rotor dan kutub stator. Tidak ada kesalahan kumulatif yaitu kesalahan sudut tidak terus bertambah dengan meningkatnya step.



Gambar 2. 9 Motor Stepper

(Sumbers : RedSpidey, 2011)

Motor *stepper* bekerja secara lup terbuka, yaitu pengatur mengirimkan sejumlah step ke motor untuk menggerakkan rotor ke posisi yang diinginkan. Sebagai contoh motor *stepper* pada *floppy disk drive*. Motor *stepper* memiliki kecepatan yang rendah dan sering digunakan tanpa reduksi gigi gerigi (*gear reduction*). Suatu jenis motor *stepper* dengan 500 pulsa/detik akan berputar 150 rpm. Tetapi motor *stepper* dapat dibuat berputar 1 rpm atau kurang dengan akurasi yang tinggi. Terdapat tiga jenis motor *stepper* yaitu magnet permanen, *variable reluctance* dan *hybrid*.

Pada motor *stepper* umumnya tertulis spesifikasi N_p (= pulsa / rotasi). Sedangkan kecepatan pulsa diekspresikan sebagai pps (= pulsa per second) dan kecepatan putar umumnya ditulis sebagai ω (= rotasi / menit atau rpm). Kecepatan putar motor *stepper* (rpm) dapat diekspresikan menggunakan kecepatan pulsa (pps) sebagai berikut :

$$\omega = \frac{V_p}{N_p} \dots\dots\dots (1)$$

Dalam hal ini :

- ω : Kecepatan putar [rotasi per detik]
- V_p : Kecepatan pulsa [pulsa per detik]
- N_p : Spesifikasi [pulsa/rotasi]

Dimisalkan dari persamaan (1)

$$\omega = k \frac{V_p}{N_p} \dots\dots\dots (2)$$

Dalam hal ini :

k : Konstanta

Jika $\omega = 1$ rotasi/detik, $V_p = 1$ pulsa/detik, $N_p = 1$ pulsa/rotasi

Maka

$$k = \frac{\left(\frac{\text{rotasi}}{\text{detik}}\right) \cdot \left(\frac{\text{pulsa}}{\text{rotasi}}\right)}{\left(\frac{\text{pulsa}}{\text{detik}}\right)} \dots\dots\dots (3)$$

Telah diketahui

$$1 = \text{rotasi/detik} = 60 \text{ rotasi/menit} \dots\dots\dots (4)$$

Substitusikan persamaan (4) ke dalam persamaan (3) :

$$k = 60$$

$$\frac{\left(\frac{\text{rotasi}}{\text{menit}}\right) \cdot \left(\frac{\text{pulsa}}{\text{rotasi}}\right)}{\left(\frac{\text{pulsa}}{\text{detik}}\right)}$$

Akibatnya persamaan (2) menjadi :

$$\omega = 60 \frac{V_p}{N_p} \dots\dots\dots (5)$$

ω : Kecepatan putar [rpm]

V_p : Kecepatan pulsa [pulsa per detik]

N_p : Spesifikasi [pulsa/rotasi]

Torsi yang dapat dihasilkan oleh motor *stepper* dapat dihitung berdasarkan perbandingan daya kerja motor terhadap kecepatan putarannya atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\tau = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots (6)$$

Dalam hal ini :

- τ = Torsi dalam satuan (Nm)
- P = Daya kerja motor dalam satuan (W)
- ω = Kecepatan perputaran motor dalam satuan (rad/s)

atau :

$$\tau = 30P / \pi\omega \dots\dots\dots (7)$$

- τ = Torsi dalam satuan (Nm)
- P = Daya kerja motor dalam satuan (W)
- ω = Kecepatan perputaran motor dalam satuan (rpm)

Untuk mengetahui beban maksimum yang dapat digerakkan motor *stepper* dapat diperoleh dengan menghitung torsi dengan menggunakan rumus :

$$\tau = F \cdot r \dots\dots\dots (8)$$

dalam hal ini :

- F = Gaya berat yang bekerja terhadap motor (N)
- r = Jarak sumbu putar pada motor (m)

Gaya berat yang bekerja terhadap motor dapat dituliskan dengan :

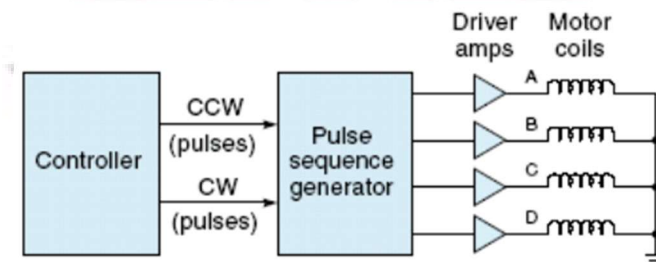
$$F = m \cdot g \dots\dots\dots (9)$$

dalam hal ini :

m = Massa dalam satuan (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Rangkaian penggerak terdiri dari sebuah pengatur (*controller*) yang menentukan jumlah dan arah dari step (CCW=*Counter Clock wise*, CW=*Clock Wise*). Sedangkan Generator pulsa membangkitkan pulsa yang sesuai untuk masing-masing lilitan sesuai dengan arah dan besar step yang diinginkan. Motor *Stepper* tidak memerlukan operasional amplifier karena hanya biasanya digunakan secara digital yaitu penyalan on/off saja.

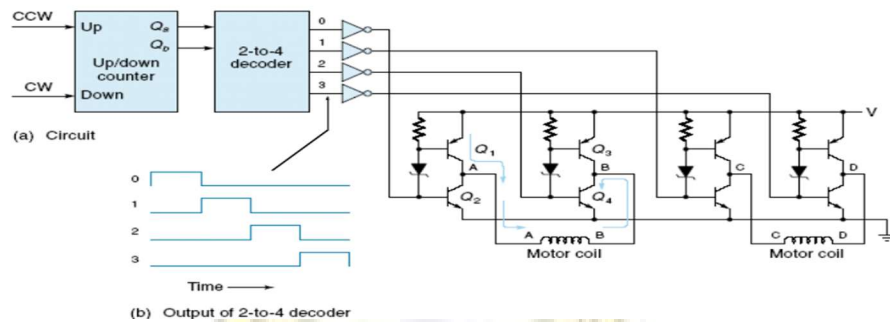


Gambar 2. 10 Pengerak Motor *Stepper*

(Sumbers : RedSpidey, 2011)

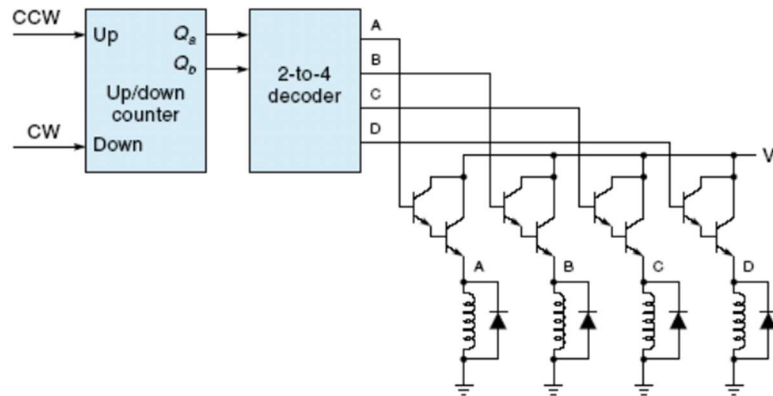
Untuk menggerakkan two phase (bipolar) *stepper* motor berlawanan arah jarum jam (CCW) digunakan timing diagram. Misal untuk posisi rotor di 1 maka kutub A

diberi polaritas positif dan kutub B negatif sehingga mengalir arus sedangkan kutub C dan D diberi polaritas negatif atau rangkaiannya menjadi off.



Gambar 2. 11 Rangkaian lengkap penggerak *two-phase stepper motor*
(Sumbers : RedSpidey, 2011)

Untuk membuat timing diagram seperti pada gambar 2. 11 dapat dilakukan dengan menggunakan rangkaian digital (Gambar 2. 11) yang menghasilkan posisi naik dan posisi pulsa turun. Setiap timing diagram ini dinyatakan dengan pulsa digital menggunakan 2 to 4 decoder yang menghasilkan keempat timing diagram dinyatakan dengan salah satu dari nilai 00, 01, 10, 10 dan 11. Output dari decoder harus diinvertng dan dihubungkan ke rangkaian transistor simetri. Resistor dan zener membuat transistor UP menjadi on pada saat keluaran OFF dan sebaliknya.



Gambar 2. 12 Rangkaian lengkap penggerak *four-phase stepper motor*
(Sumbers : RedSpidey, 2011)

Rangkaian untuk *four-phase stepper motor* mirip dengan gambar 6. 12 tetapi pada keluaran *decoder* tidak perlu ditambahkan inverting lagi. Keluaran dari *decoder* dihubungkan ke 4 Transistor *darlington*.

2.6 TeslaSCADA2 SCADA



Gambar 2. 13 TeslaSCADA2 SCADA
Sumber : LLC Tesla, 2011

TeslaSCADA2 adalah solusi SCADA dan HMI untuk sistem operasi Mac OS, Windows, Linux, Android dan iOS untuk akses langsung ke data produksi dan proses, menggunakan protokol komunikasi industri yang paling dikenal - Modbus RTU, Modbus TCP, Siemens ISO / TCP, Ethernet / IP, FINS / TCP (UDP), MQTT dan OPC UA. Driver komunikasi tertanam dan berkomunikasi langsung dengan PLC Anda menggunakan tautan TCP / IP langsung dengan konfigurasi minimal. Juga di Industrial Internet of Things dengan teknologi seperti OPC UA yang diintegrasikan ke dalam TeslaSCADA2, dimungkinkan untuk mendapatkan data terenkripsi dengan aman dari cloud dan dari sistem tingkat perusahaan untuk memantau mesin dan data manufaktur dari jarak jauh, dan cukup bawa HMI ke mana saja. Mendukung Web-Server.

2.7 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian kedua yang dilakukan oleh Sunardi dkk (2007) pada penelitian ini, merupakan salah satu penelitian tentang pengendalian robot berbasis elektropneumatik melalui Bluetooth. Pada penelitian tersebut, robot hanya mampu di kendalikan dengan menggunakan *Windows XP Service Pack 2*.

Pada penelitian ketiga yang dilakukan oleh Eva Abdullah dan Adrian (2017) pada penelitian ini, salah satu pengembangan ini adalah sistem kontrol menggunakan Android dan *microcontroller*. Sistem operasi yang hampir ada di seluruh telepon seluler menggunakan sebagai remote yang disambungkan Bluetooth.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Supriyono (2017) pada penelitian ini, ada penelitian ini sistem pneumatik digunakan sebagai penggerak lengan robot (manipulator) dan sebagai pengendalinya digunakan Programmable Logic Controller (PLC). Hasil penelitian rancang bangun ini berupa produk robot lengan yang dapat memindahkan objek/benda dari satu titik ke titik yang lainnya yang sudah ditentukan. Timing diagram digunakan untuk menggambarkan pergerakan masing-masing lengan pada robot.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Alexander Deni Pratama (2017) pada penelitian ini, salah satu pengembangan ini adalah memrjemah G-code dalam mikrokontroller arduino uno untuk menggambarkan bidang berupa garis, lingkaran dengan sebuah robot manipulator yang memiliki 4 derajat kebebasan dimana setiap sendi memiliki gerakan X, Y, Z. Lengan robot ini bergerak menggunakan motor stepper dan motor RC servo yang akan kendalikan oleh mikrokontroller berupa Arduino Uno R3

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Lokasi pelaksanaan dilakukan di kampus Politeknik Negeri Unjung Pandang di ruangan laboratorium Mekatronika dan Sistem Otomasi atau di *basecamp* Mekatronika 17. Waktu Pelaksanaan dimulai dari bulan Februari 2021 sampai dengan bulan September 2021.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan

Tabel 3. 1 Alat dan Benda

Nama Benda	Jumlah
1. Mesin bor	1
2. Kompresor	1
3. Mesin gerinda	2
4. Mata Gerinda	10
5. Tang Potong	1
6. Tang Jepit	1

(Lanjutan pada tabel 3. 1)

7. Mistar	1
8. Obeng	2
9. Solder	2
10. Multimeter	1

3.2.2 Bahan Yang digunakan

Tabel 3. 2 Bahan

Nama Bahan	Jumlah
1. Acrylic	2
2. Kabel	Disesuaikan
3. Cat	2
4. Kabel Spiral	5
5. Silinder Pneumatik	3
6. Kabel Ties	Disesuaikan
7. Power Supply	1
8. Android	1
9. TTL-DT 06 WiFi	1
10. Emergency Stop	1

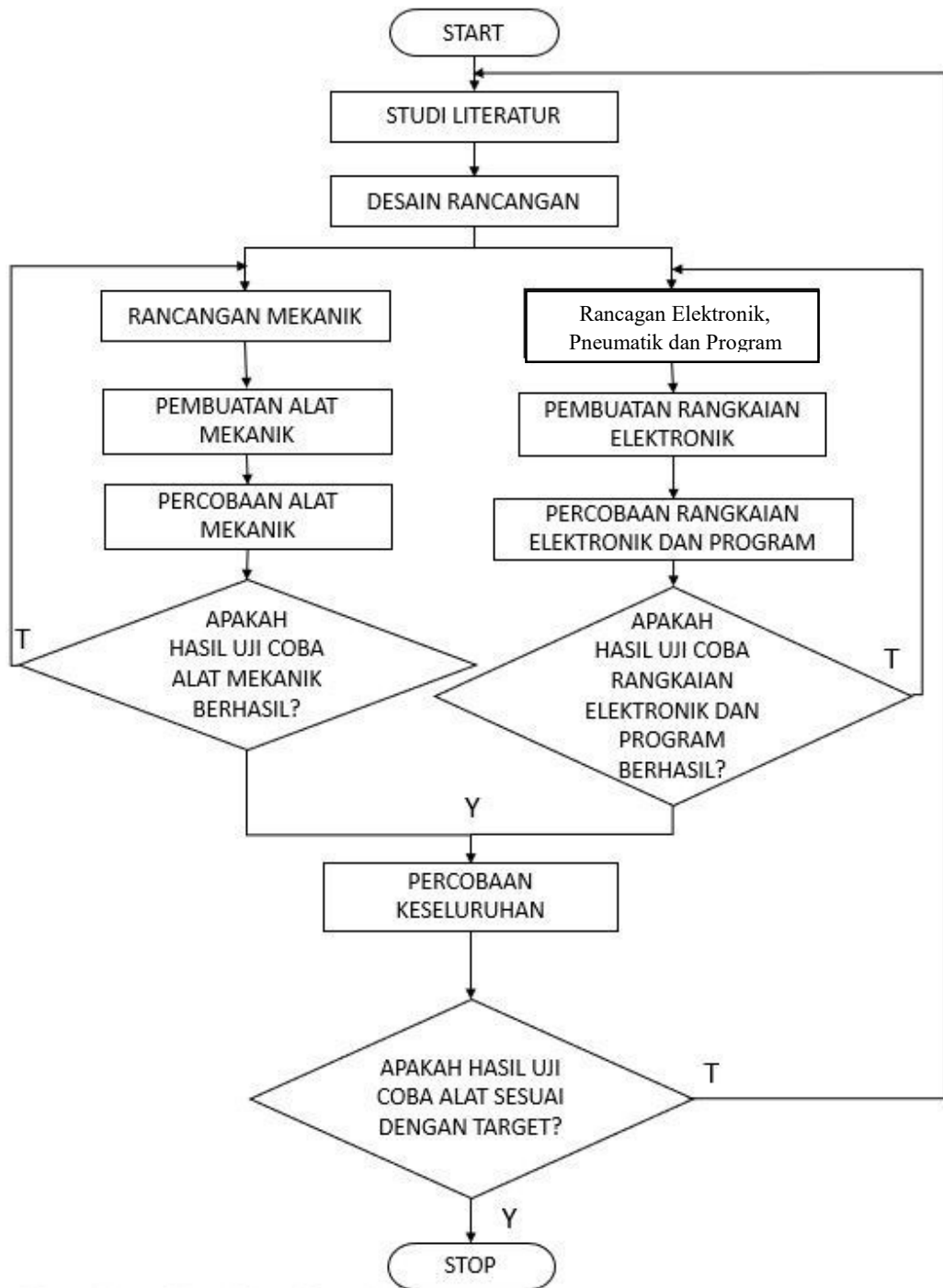
(Lanjutan pada tabel 3.2)

11. Driver Motor Stepper	3
12. Selenoid 4/2	3
13. Arduino UNO	1
14. PLC Outseal	1

3.3 Prosedur Perancangan

Untuk memperoleh suatu sistem yang baik, sebelum perancangan harus memperhatikan beberapa aspek, mulai dari segi mutu dan segi ekonomis, jadi langkah-langkah perancangan yang ditempuh dalam hal ini diperlihatkan dalam diagram seperti di bawah ini:





Gambar 3. 1 Flowchart Metode Perancangan

3.3.1 Studi Literatur

Dalam perancangan sistem ini, untuk memulai langkah awal dengan mencari sebanyak-banyaknya informasi yang relevan dengan sistem yang akan buat, diantaranya, dengan melakukan mencari referensi melalui buku-buku dan internet.

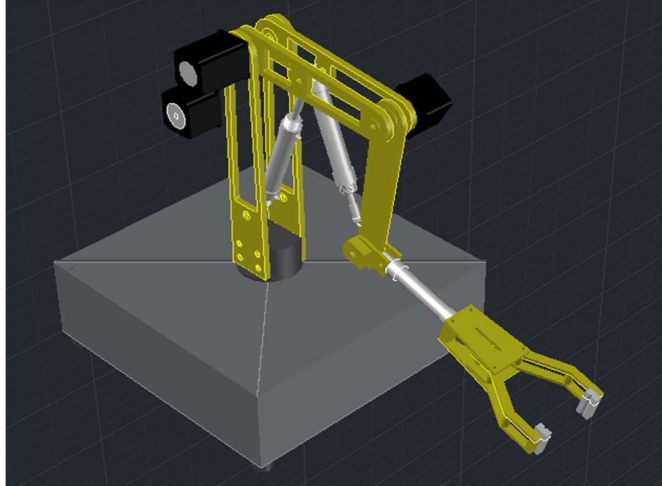
3.3.2 Desain Rancangan

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

1) Perancangan Mekanik

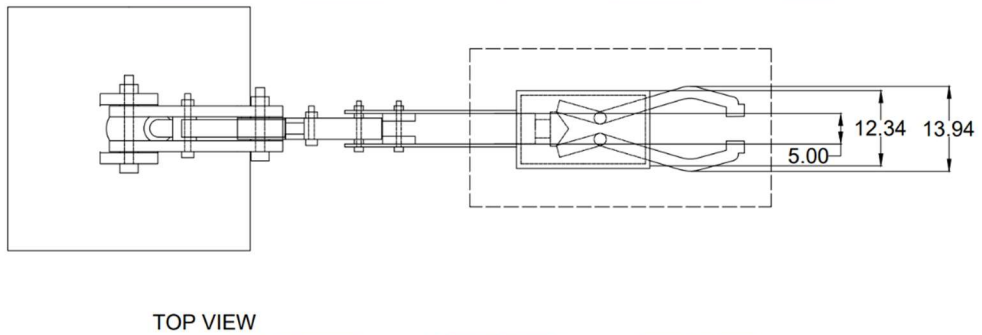
Proses perancangan mekanik adalah proses atau langkah-langkah pembuatan desain dalam pembuatan alat nantinya. Ini juga akan sangat membantu dalam pembuatan alat mekanik nantinya sehingga dapat meminimalisir kesalahan-kesalahan dalam proses pembuatan alat nantinya. Selanjutnya adalah pembuatan rangkaian mekanik sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Desain mekanik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

- Tampilan 3D Robot Lengan Manipulator

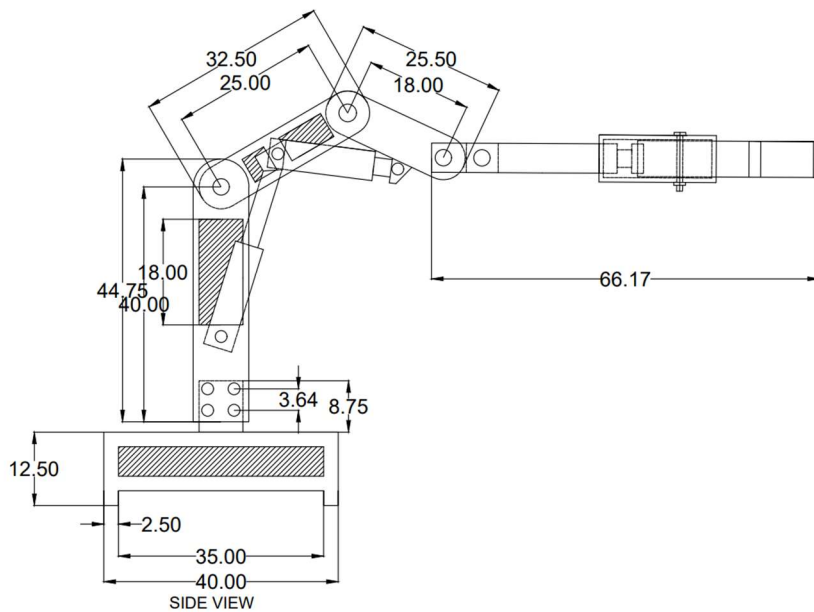


Gambar 3. 2 Tampilan 3D Robot Manipulator

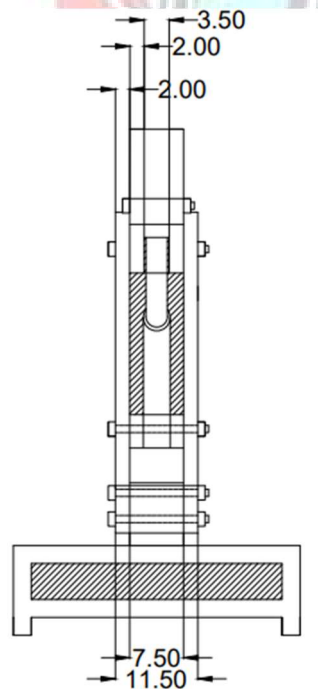
- Tampilan 2D Robot Lengan Manipulator dan Dimensi



Gambar 3. 3 Tampilan atas 2D dan dimensi



Gambar 3. 4 Tampilan samping 2D dan Dimensi

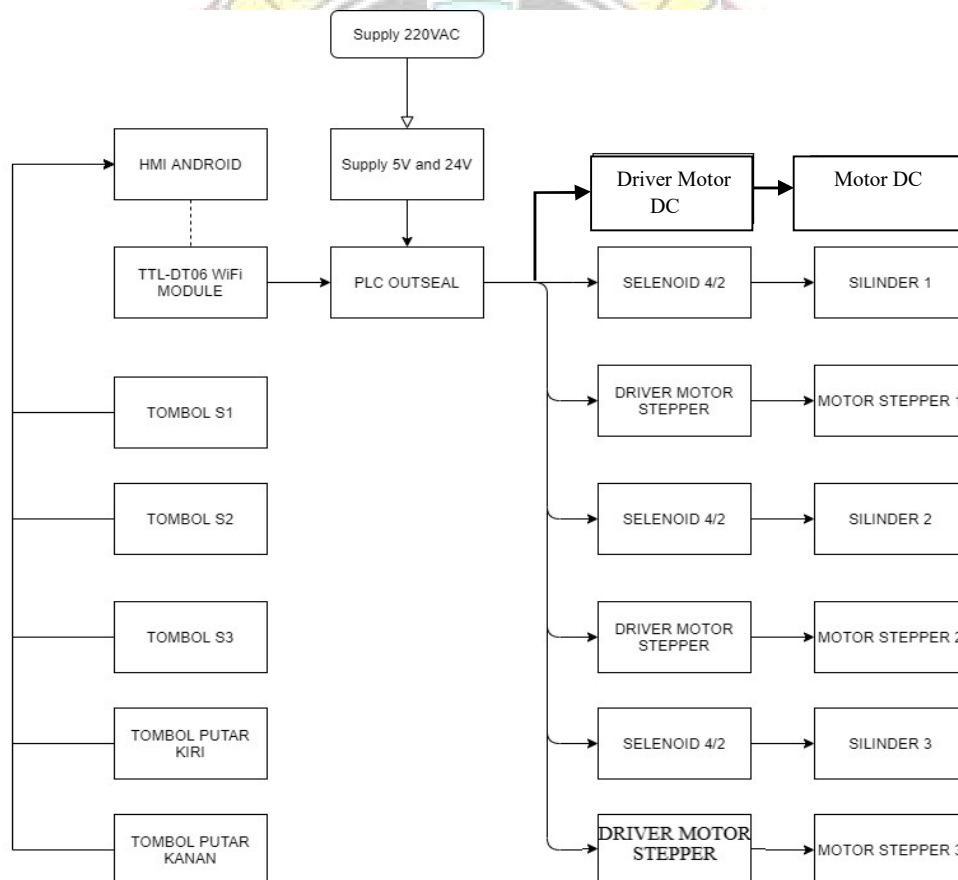


FRONT VIEW WITHOUT GRIPPER

Gambar 3. 5 Tampilan Depan 2D dan Dimensi Tanpa Gripper

2) Perancangan Elektronik

Dalam perancangan elektroniknya membuat rangkaiannya yang dapat dijadikan juga sebagai panduan pembuatan rangkaian elektroniknya. Perancangan hardware elektronik pada alat ini dibuat dengan menggunakan beberapa shield untuk memperkecil tempat atau space dalam peletakkannya dan memperkecil ukuran dari alat ini. Adapun komponen penyusun hardware elektronika yang digunakan pada alat ini dapat dilihat pada gambar ini :



Gambar 3. 6 Diagram Rancangan Elektronik

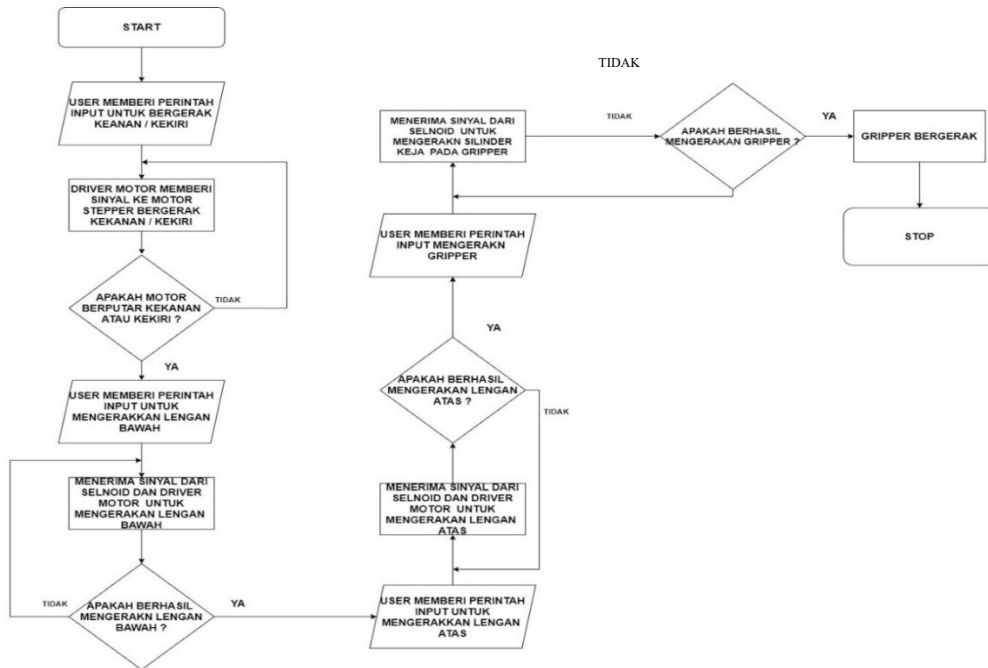
3) Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada alat ini bertujuan untuk memudahkan penggunaan untuk mengoperasikan robot manipulator sebagai media alat pembelajaran praktikum. Perancangan perangkat lunak pada alat ini berupa program yang dibuat dalam komputer kemudian dimasukkan ke dalam perangkat hardware elektronika yang telah dibuat. Program tersebut bias digerakan melalui android yang sesuai desain alat pembelajaran praktikum.

3.4 Langkah–Langkah Pergerakan Fungsi Alat

Robot Manipulator yang telah dibuat selanjutnya akan di uji. Adapun tahap tahap pergerakan alat yang akan dilakukan seperti dijabarkan pada Gambar 3. 7.





Gambar 3. 7 Diagram Alir Langkah-Langkah Pergerakan Fungsi Alat

3.5 Teknik Analisis Data

- a. Melakukan pengujian pada pergerakan fungsi robot manipulator.
- b. Melakukan pengujian pergerakan robot manipulator dengan dimonitoring dan di kontrol via SCADA.
- c. Melakukan pengujian pengiriman sinyal *Serial Address Slave* WiFi dari SCADA ke WiFi TTL-DT06.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Perancangan

Seperti yang dijelaskan pada BabIII, terdapat dua buah perancangan, yakni perancangan keras (perancangan mekanik, pneumatik dan elektrik) dan perancangan perangkat lunak.

4.1.1.1 Hasil Perancangan Mekanik

Seperti yang dijelaskan pada BabIII, dalam penelitian ini, penulis memfokuskan penelitian pada pembuatan sistem kontrol PLC SCADA robot manipulator berbasis elektropneumatik dan mekanismenya. Sedangkan untuk bagian mekanik, sudah dibuat pada penelitian sebelumnya, sehingga pada penelitian ini, penulis hanya melakukan perbaikan terhadap mekanik robot. Perbaikan yang dilakukan penulis yakni dudukan pada motor stepper dan mekanisme keseimbangan pada gripper lengan supaya bisa tegak lurus agar robot bisa bergerak lebih halus dari pada sebelumnya dan gripper bergerak seimbang. Gambar berikut merupakan robot manipulator yang telah diperbaiki :

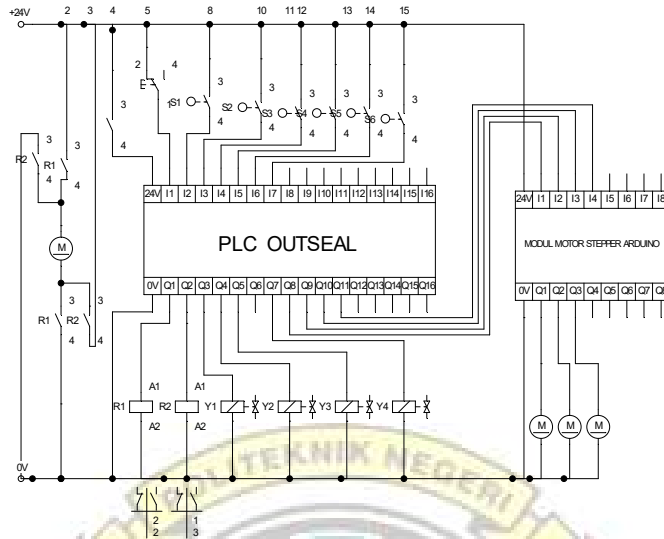


Gambar 4. 1 Bentuk Mekanik Robot

Adapun beban yang diangkat dan pindahkan oleh robot manipulator yakni benda dengan ukuran botol minuman yang sedang, memiliki massa 0.3 kg dan 0.5 kg.

4.1.1.2 Hasil Perancangan Elektrik

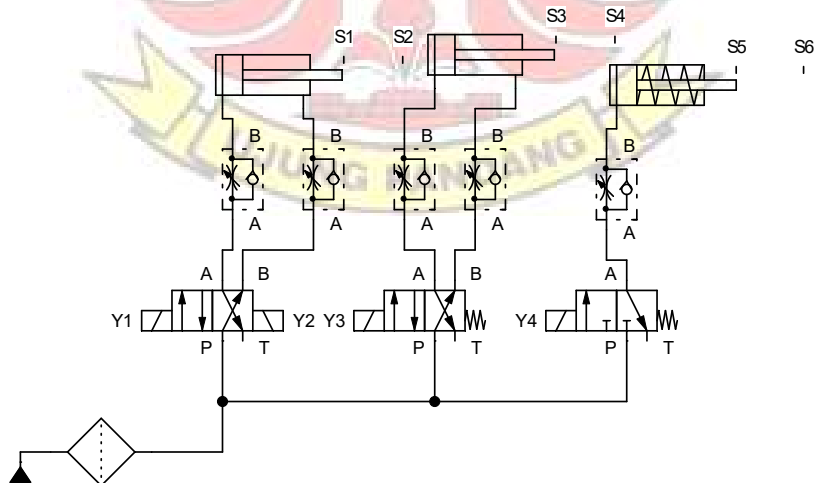
Pada perancangan elektrik, terdapat rangkaian PLC, Selenoid Pneumatik, Motor Stepper, Modul Motor Stepper dan Driver Motor Stepper.



Gambar 4. 2 Hasil Rangkaian Elektrikal

4.1.1.3 Hasil Perancangan Pneumatik

Pada perancangan pneumatik ini, terdapat rangkaian solenoid, silinder kerja, dan *flow control*.



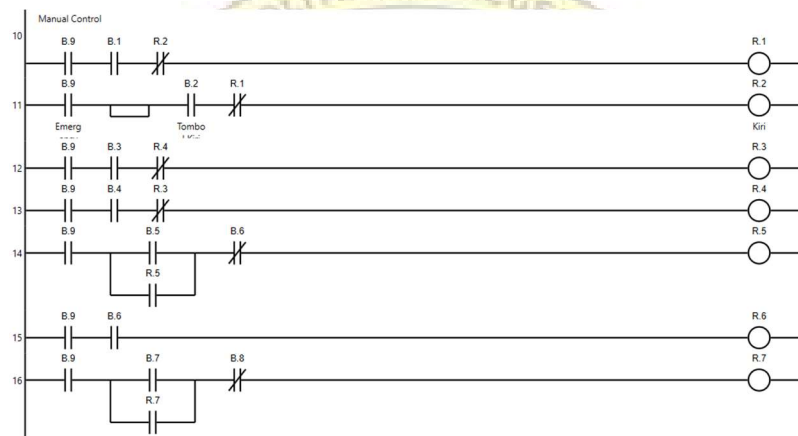
Gambar 4. 3 Hasil Rangkai Pneumatik

4.1.1.4 Hasil Percancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak yang dirancang dari program PLC Outseal Mega, SCADA WiFi dan Arduino sebagai kontrol motor stepper.

1. Program PLC Outseal

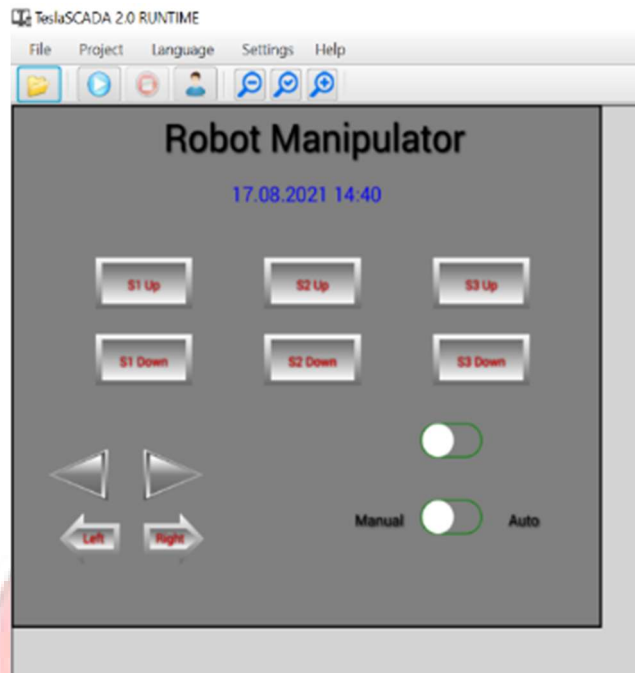
Adapun hasil rancangan *leader diagram* pada PLC Outseal, yaitu salah satu contoh yakni.



Gambar 4. 4 Contoh Leader Diagram PLC Outseal

2. SCADA WiFi

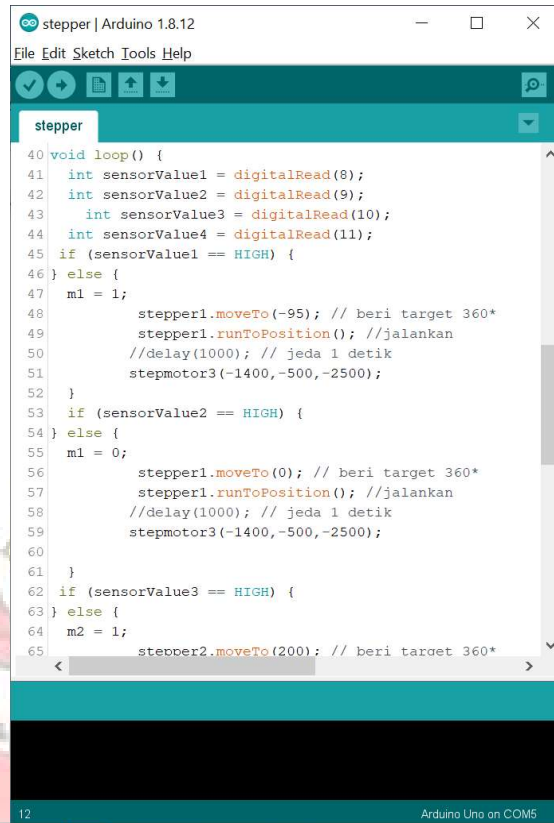
SCADA WiFi yang digunakan adalah TeslaScada yang sudah bisa dihubungkan dengan WiFi TTL-DT06 PLC Outseal. Adapun hasil rancangan tampilan SCADA WiFi TeslaScada yakni.



Gambar 4. 5 Hasil SCADA

3. Arduino Sebagai Kontrol Motor Stepper

Arduino sebagai kontrol motor stepper agar bisa berputar sesuai putaran langkah-perlangkah dikarenakan PLC Outseal belum bisa menyesuaikan putaran langkah-perlangkah. Adapun salah satu hasil sebagian program pada arduino ini.



```
stepper | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help

stepper
40 void loop() {
41   int sensorValue1 = digitalRead(8);
42   int sensorValue2 = digitalRead(9);
43   int sensorValue3 = digitalRead(10);
44   int sensorValue4 = digitalRead(11);
45   if (sensorValue1 == HIGH) {
46   } else {
47     m1 = 1;
48     stepper1.moveTo(-95); // beri target 360*
49     stepper1.runToPosition(); //jalankan
50     //delay(1000); // jeda 1 detik
51     stepmotor3(-1400,-500,-2500);
52   }
53   if (sensorValue2 == HIGH) {
54   } else {
55     m1 = 0;
56     stepper1.moveTo(0); // beri target 360*
57     stepper1.runToPosition(); //jalankan
58     //delay(1000); // jeda 1 detik
59     stepmotor3(-1400,-500,-2500);
60   }
61   }
62   if (sensorValue3 == HIGH) {
63   } else {
64     m2 = 1;
65     stepper2.moveTo(200); // beri target 360*
```

Gambar 4. 6 Hasil Contoh Arduino IDE

4.1.2 Hasil Percobaan

Pengujian yang dilakukan dibagi atas dua tahap pengujian, yakni pengujian terhadap komponen-komponen robot manipulator dan pengujian pada fungsi robot manipulator, untuk lebih jelasnya, perhatikan uraian berikut :

4.1.2.1 Hasil Percobaan Koneksi SCADA dengan WiFi PLC Outseal

Setelah scada yang dibuat selesai, dilakukan pengujian respon aplikasi TeslaScada melalui sinyal WiFi komputer. Ada beberapa pengujian yang dilakukan. Untuk lebih jelaskan, perhatikan uraian berikut :

1. Percobaan koneksi PLC Outseal dan SCADA

a. Hubungkan modul WiFi ke PLC Outseal

Pada saat menghubungkan modul WiFi ke PLC Outseal, kita harus memperhatikan *slot* pin PLC Outseal maupun WiFi sesuai dengan aturan berikut :

Tabel 4. 1 Penghubung WiFi Ke Outseal.

Pin WiFi TTL DT-06	Pin PLC Outseal
TX	A
RX	B
Gnd	Gnd
5V	5V

b. Hubungkan PLC Outseal WiFi ke TeslaScada

Pada saat menghubungkan PLC Outseal ke tesla Scada harus mengetahui kode-kode Modbus pada PLC yang sesuai dengan spesifikasi PLC tersebut. Berikut Adapun kode yang digunakan adalah:

Tabel 4. 2 Kode Address Slave PLC ke TeslaScada

Kode dari PLC Outseal(Kode Modbus)	Offset Kode dari TeslaScada
I.1 (4000)	0
I.2 (4001)	1
I.3 (4002)	2
I.4 (4003)	3

(Lanjutan pada tabel 4.2)

I.5 (4004)	4
I.6 (4005)	5
I.7 (4006)	6

2. Percobaan Jarak jangkauan Koneksi WiFi

Pada saat terkoneksi PLC Outseal dengan Scada, mencoba jarak PLC pada laptop.

Adapun penulis melakukan percobaan koneksi WiFi :

Tabel 4. 3 Jarak WiFi

Jarak jangkauan WiFi	Aktif atau Tidak
2 Meter	Aktif
4 Meter	Aktif
6 Meter	Aktif
8 Meter	Aktif
10 Meter	Tidak Aktif

4.1.2.2 Percobaan Pneumatik

Setelah melakukan percobaan koneksi Scada, Selajutya dilakukan pengetesan terhadap komponen-komponen pneumatik, adapun langkah-langkah pengetesan pneumatik

1. Menyiapkan alat dan komponen yang ada dipakai pada robot manipulator, yaitu :

- a. Kompresor (1 buah).
- b. *Flow Control* (5 buah).
- c. Silinder kerja tunggal (1 buah).

- d. Silinder kerja ganda (2 buah).
 - e. Selenoid (3 buah).
 - f. Tube.
2. Merangkai komponen pneumatik.
 3. Melakukan percobaan apakah alat dan komponen masih layak pakai atau tidak.

Tabel 4. 4 Percobaan Alat Pneumatik

Komponen	Hasil dengan Keterangan
Flow Control	Semunya bagus
Selenoid	Semuanya bekerja Yang berkerja
Silinder kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Silinder kerja tunggal bagian gripper masih layak pakai - Silinder kerja ganda bagian lengan pertama kondisi bocor halus tetapi masih bisa bergerak maju mundur dan mampu mengangkat beban - Silinder kerja ganda bagian lengan kedua kondisi bocor tidak bisa maju mundur solusinya adalah diganti yang baru

4.1.2.3 Percobaan pada Motor Stepper

Setelah melakukan pengetesan pneumatik, selanjutnya melakukan pengetesan pada motor stepper dengan menggunakan Arduino UNO sesuai langkah arah putaran kita mau. Adapun hasil percobaan motor stepper.

Tabel 4. 5 Percobaan Motor Stepper

Motor Stepper	Putaran
Lengan Pertama	100 Step = 45 Derajat
Lengan Kedua	200 Step = 90 Derajat
Kesimbangan Gripper	1500 – (-2400 Step)

4.1.3 Hasil Pengujian Fungsi Alat

Setelah melakukan percobaan komponen dan koneksi wifi, selanjutnya melakukan pengujian fungsi alat dari robot manipulator. Adapun hasil pengujian fungsi alat :

Tabel 4. 6 Percobaan Fungsi Alat Silinder dan Motor Stepper Setiap Sendi

No	Tekanan / Beban	Setiap Silinder dan Motor Stepper Setiap Sendi Bergerak atau Tidak					
		SilinderA+	SilinderA-	SilinderB+	SilinderB-	SilinderC+	SilinderC-
1	3 bar / 0.3 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder terangkat tetapi tidak sampai setengah	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
2	4 bar / 0.3 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder terangkat tetapi tidak sampai penuh	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
3	5 bar / 0.3 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder bisa terangkat penuh	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
4	6 bar / 0.3 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder bisa terangkat penuh	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
5	7 bar / 0.3 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder bisa terangkat penuh	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
6	3 bar / 0.5 kg	Motor 1 berputar tetapi Silindertidak bisa terangkat	Motor 1 berputar tetapi Silinder tidak bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula

(Lanjutan pada tabel 4. 6)

7	4 bar / 0.5 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder terangkat tetapi tidak sampai setengah	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
8	5 bar / 0.5 kg	Motor 1 berputar tetapi Silinder terangkat tetapi tidak sampai penuh	Motor 1 berputar tetapi Silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
9	6 bar / 0.5 kg	Motor 1 berputar tetapi silinder bisa terangkat penuh	Motor 1 berputar tetapi silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula
10	7 bar / 0.5 kg	Motor 1 berputar tetapi silinder bisa terangkat penuh	Motor 1 berputar tetapi silinder kembali posisi semula	Motor 2 berputar tetapi bisa terangkat	Motor 2 berputar tetapi bisa turun ke posisi semula	Bisa mencapit	Bisa kembali posisi semula

Tabel 4. 7 Motor Stepper Pengerak Keseimbangan Gripper

No	Tekanan	Berat Beban Gripper	Motor Stepper Keseimbangan Gripper Bergerak atau Tidak			
			SilinderA+	SilinderA-	SilinderB+	SilinderB-
1	3 bar	0.3 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
2	4 bar	0.3 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan

3	5 bar	0.3 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
(Lanjutan pada tabel 4. 7)						
4	6 bar	0.3 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
5	7 bar	0.3 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
6	3 bar	0.5 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
7	4 bar	0.5 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
8	5 bar	0.5 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
9	6 bar	0.5 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan
10	7 bar	0.5 kg	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan	Motor berputar sesuai posisi keseimbangan

4.2 Pembahasan

4.2.1 Koneksi SCADA dengan WiFi PLC Outseal

Setelah melakukan pengujian terhadap koneksi WiFi dengan PLC Outseal, dan berdasarkan data yang diperoleh, modul WiFi TTL-DT06 dapat dihubungkan dengan *Serial Address Slave* MODBUS PLC Outseal, adapun instruksi MODBUS PLC Outseal. Modbus adalah protokol komunikasi yang umum digunakan pada PLC dan digunakan oleh outseal PLC. Data pada setiap perangkat modbus slave selalu disimpan dalam empat tabel yang berbeda berdasarkan golongan data. Setiap tabel berjumlah 9999 baris, tabel-tabel itu adalah:

1. Tabel *Discrete Output Coils*.
2. Tabel *Discrete Input Contacts*.
3. Tabel *Analog Input Registers*.
4. Tabel *Holding Registers*.

Untuk memudahkan penomoran data-data tersebut, keempat tabel-tabel tersebut dijadikan satu dan diurutkan dari tabel pertama sampai keempat seperti terlihat pada Tabel 4. 8. Walaupun nomor data tersebut digabung tapi baris akses datanya (Alamat akses datanya) terpisah. Manfaat dari penomoran tersebut adalah jenis data dapat dikenali dengan mudah melalui digit pertama dari nomor data tersebut.

Tabel 4. 8 Kode Modbus

Nomor	Alamat akses dalam desimal	Izin akses	Nama Tabel	Jenis Data
00001-09999	0 - 9.998	Baca dan tulis	Discrete Output Coils	Bit
10001-19999	0 - 9.998	Baca saja	Discrete Input Contacts	Bit
30001-39999	0 - 9.998	Baca saja	Analog Input Registers	16 bits
40001-49999	0 - 9.998	Baca dan tulis	Holding Registers	16 bits

Sumber : Bakhtiar, Agung Buku Panduan Outseal PLC Surabaya, 2020

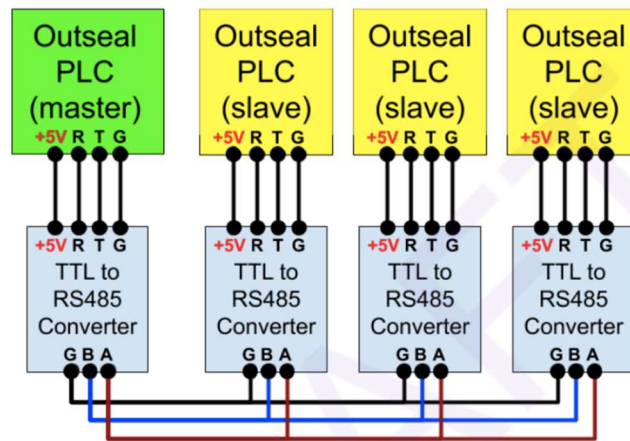
Setiap merek PLC yang memproduksi perangkat modbus slave, bebas menempatkan lokasi datanya pada tabel data modbus. Outseal PLC baik nano atau mega secara otomatis terprogram sebagai modbus slave setelah upload program dari outseal studio. Alamat modbus slave dapat diatur pada program outseal studio melalui jendela pengaturan. Outseal PLC akan berubah menjadi master saat instruksi MF1 hingga MF6 digunakan. Peta data modbus untuk outseal PLC yang bertindak sebagai slave dapat dilihat pada Tabel 4. 9.

Tabel 4. 9 Kode Modbus pada PLC Outseal

Nomor	Alamat akses dalam desimal	Izin akses	Variable
00001-09999	0 hingga 127	Baca saja	Relay (R.1 hingga R.128)
	128 hingga 255	Baca dan tulis	Binary (B.1 hingga B.128)
	256 sampai 9998	Tidak ada	Tidak ada (cadangan)
10001-19999	0 - 127	Baca saja	Switch (S.1 hingga S.128)
	128 hingga 9998	Tidak ada	Tidak ada (cadangan)
30001-39999	0 hingga 25	Baca saja	Analog (A.1 hingga A.26)
	26 hingga 9998	Tidak ada	Tidak ada (cadangan)
40001-49999	0 s/d 99	Baca dan tulis	Integer (I.1 hingga I.99)
	100 hingga 9998	Tidak ada	Tidak ada (cadangan)

Sumber : Bakhtiar, Agung Buku Panduan Outseal PLC Surabaya, 2020

Apabila jalur serial (pin RX dan TX) outseal PLC terhubung dengan RS485 converter, maka outseal PLC tersebut dapat digunakan dalam jaringan multidrop yang mana terdapat satu perangkat bertindak sebagai master dan perangkat yang lain bertindak sebagai slave seperti terlihat pada gambar 108. Kelebihan lain dari penggunaan RS485 ini adalah kemampuannya dalam komunikasi data menggunakan kabel hingga satu kilometer. Apabila diperlukan komunikasi antar PLC dengan jarak maka RS485 dapat dijadikan pilihan.



Gambar 4. 7 Penghubung Modbus PLC Outseal

Sumber : Buku Panduan PLC Outseal, 2020

Instruksi-instruksi yang digunakan untuk melakukan komunikasi data menggunakan komunikasi modbus RTU dengan outseal PLC bertindak sebagai master terdapat pada Tabel 4. 10 berikut :

Tabel 4. 10 Instruksi Pada Outseal PLC

Instruksi	kegunaan
MF1	Fungsi Modbus nomor 01, Membaca discrete data coil
MF2	Fungsi Modbus nomor 02, Membaca discrete data contact
MF3	Fungsi Modbus nomor 03, Membaca holding register
MF4	Fungsi Modbus nomor 04, Membaca input register
MF5	Fungsi Modbus nomor 05, Set/tulis status coil
MF6	Fungsi Modbus nomor 06, Set/tulis single data holding register

Sumber : Bakhtiar, Agung Buku Panduan Outseal PLC Surabaya, 2020

Apabila peta alamat modbus outseal PLC sebagai slave digabungkan dengan Tabel instruksi modbus master maka didapatkan 4. 9. Untuk alamat memori secara detail dapat dilihat pada Tabel 4. 11.

Tabel 4. 11 Nama Tabel Fungsi Instruksi

Nomor	Izin akses	Nama Tabel	Instruksi outsel PLC	
			Membaca	Menulis
00001-09999	Baca dan tulis	Discrete Output Coils	MF1	MF5
10001-19999	Baca saja	Discrete Input Contacts	MF2	
30001-39999	Baca saja	Analog Input Registers	MF4	
40001-49999	Baca dan tulis	Holding Registers	MF3	MF6

Sumber : Bakhtiar, Agung Buku Panduan Outseal PLC Surabaya, 2020

Outseal tidak memberikan izin untuk set/menulis data pada memori untuk Relay (R.1 ~ R.128) sehingga peta alamat modbus untuk outseal PLC slave secara detail dituliskan pada Tabel 4. 12.

Tabel 4. 12 Instruksi Memori Outseal

Nomor	Izin akses	Memori Outseal	Instruksi outsel PLC	
			Membaca	Menulis
00001-00128	Baca saja	R.1 ~ R.128	MF1	
00129-00256	Baca dan tulis	B.1 ~ B.128		MF5
10001-10128	Baca saja	S.1 ~ S.128	MF2	
30001-30026	Baca saja	A.1 ~ A.26	MF4	
40001-40100	Baca dan tulis	I.1 ~ I.100	MF3	MF6

Sumber : Bakhtiar, Agung Buku Panduan Outseal PLC Surabaya, 2020

Instruksi yang digunakan 53able pada fungsi membaca MF3, MF3 adalah kependekan dari Modbus Function 03, instruksi ini dipakai apabila outseal PLC

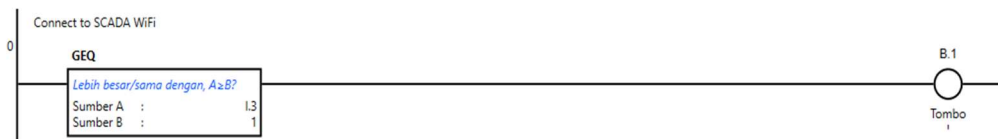
digunakan sebagai master dan bermaksud untuk membaca data register (signed 16 bit number) pada Tabel holding register dari modbus slave. Tabel parameter untuk instruksi MF3 dapat dilihat pada Tabel 4. 13.

Tabel 4. 13 Tabel Parameter

Pengaturan	keterangan
Slave	Alamat modbus slave yang akan dibaca
Awal baca	Urutan nomor register yang digunakan sebagai awal pembacaan
Jumlah	Jumlah register yang dibaca
Tujuan	Tempat awal penyimpanan data hasil pembacaan
Baud Rate	Baud rate komunikasi
Timeout	Batas waktu akses

Sumber : Bakhtiar, Agung Buku Panduan Outseal PLC Surabaya, 2020

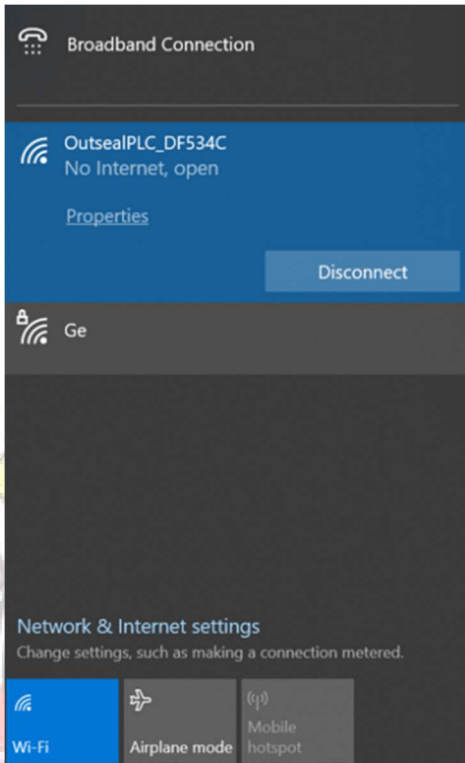
Sebagai contoh, sebuah outseal PLC difungsikan sebagai master dan terhubung dengan sebuah WiFi lain yang digunakan sebagai slave dan master mendapat tugas membaca register dari slave. Pengkabelan dapat dilakukan menggunakan jaringan point-to-point dengan dihubungkan secara langsung (TTL). Contoh program untuk master dapat dilihat pada Gambar 4. 8.



Gambar 4. 8 Instruksi MF 3

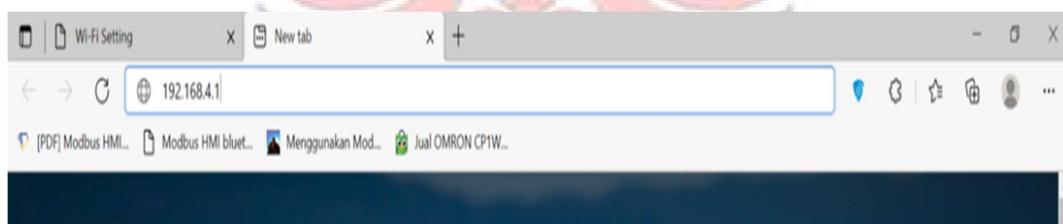
Adapun cara koneksi untuk menghidupkan WiFi hingga menghubungkan ke PLC Outseal :

1. Hidupkan WiFi dikomputer dan klik SSID OutsealPLC_DF534C



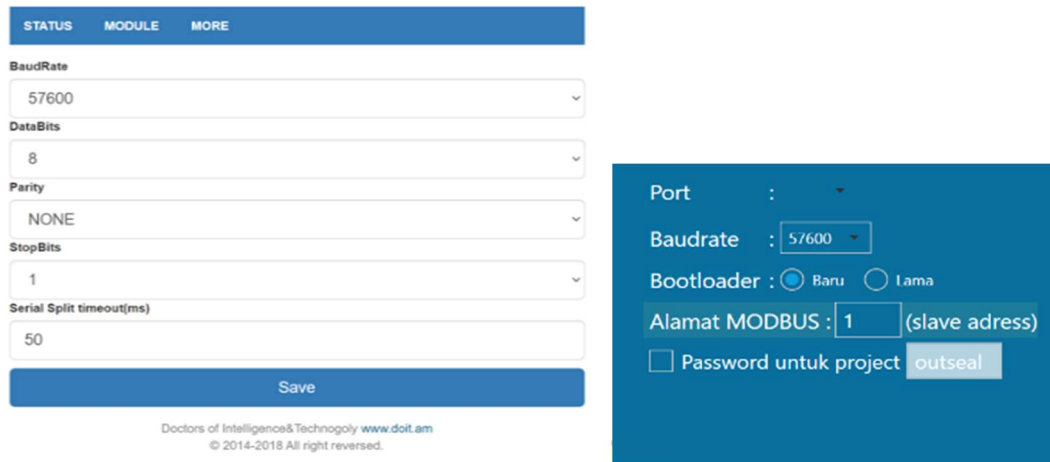
Gambar 4. 9 Koneksi PLC

2. Masukkan kode ip pada Outseal PLC 192.168.4.1



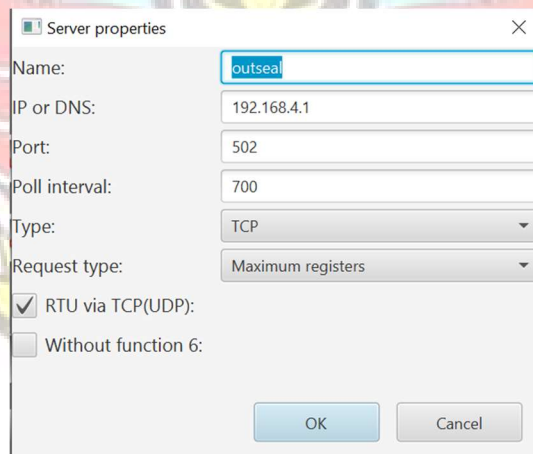
Gambar 4. 10 Kode IP PLC Outseal

3. Klik Module > Serial, sesuaikan BaudRate di PLC Outseal yang digunakan adalah 57800 dan alamat MODBUS adalah 1



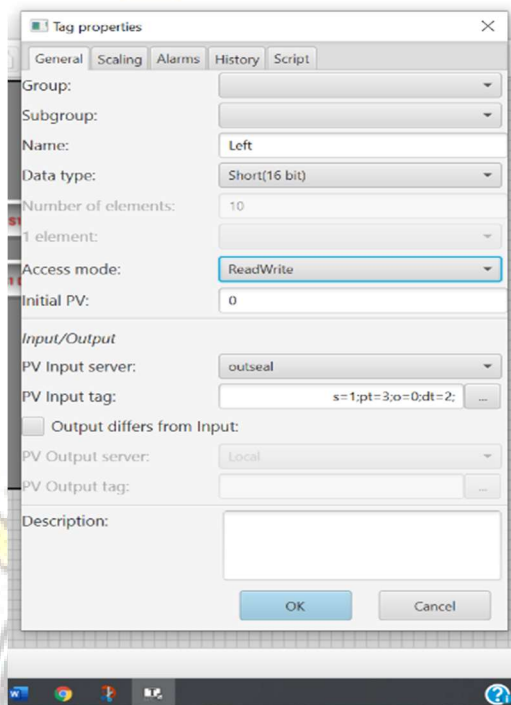
Gambar 4. 11 Kode Baudrate

4. Buka aplikasi dari TeslaScada klik server > klik kanan mouse > klik new server dan sesuaikan dengan gambar ini angkanya setelah itu klik oke.



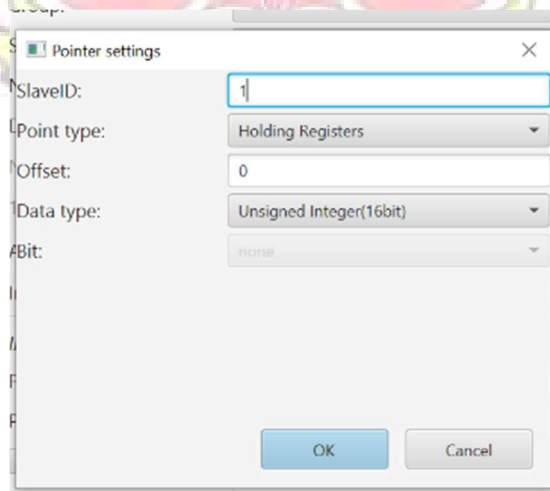
Gambar 4. 12 Kode Server TeslaScada

5. buka Tags klik kanan > klik yang sesuai tombol untuk mengetahui angka buat mengakses ke serial modbus > klik PV Input Tag properties.



Gambar 4. 13 Mengatur Tag Properties

6. SlaveID merupakan kode akses ke PLC Outseal harus sama 1, point type pilih holding register dan offset 0 berarti menggunakan kode 4000 untuk membaca kode I.1 pada PLC Outseal.



Gambar 4. 14 Kode Pointer ke PLC Outseal

7. Maka pada Leader Diagram PLC Outseal untuk menghidupkan R1.

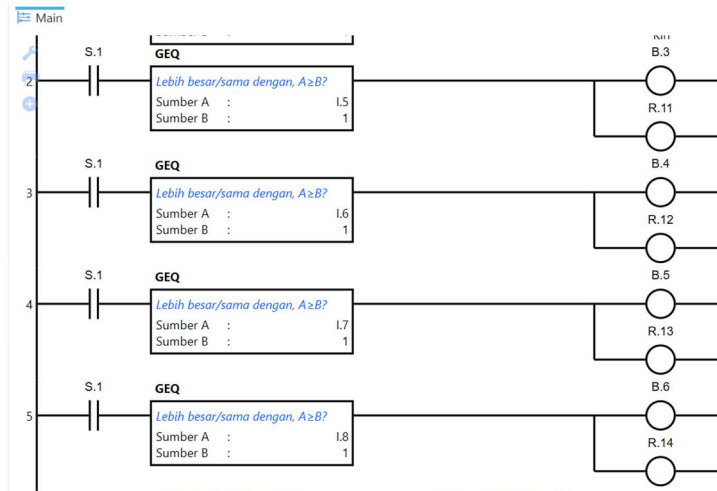


Gambar 4. 15 Fungsi Menghidupkan R1 Melalui SCADA

4.2.2 Pneumatik pada Motor Stepper

Setelah melakukan percobaan pada pneumatik dan motor stepper Adapun dapat penulis membahas. Pada untuk pneumatik dan motor stepper penulis melakukan menyatukan pergerakan bersamaan kedua aktuasi, meskipun ada permasalahan pada PLC ke motor stepper tidak bisa membaca putaran perstepnya hanya bisa mengatur kecepatan. Maka dari itu penulis memiliki solusi menggukan tambahan mikrokontroller yaitu Arduino UNO. Arduino UNO fungsinya sudah diatur kecepatan dan putaran stepnya yang sesuai dengan masing masing lengan dan kestabilan grippernya.

Dengan menggunakan Arduino UNO, output dari PLC Outseal disambung dengan Input Arduino Uno adapun listing program dan leader diagram ini :



Gambar 4. 16 Ladder diagram port PLC output Arduino

```
//mendklarasikan pin 5 sebagai INPUT dengan PullUP Resistor
pinMode(8, INPUT_PULLUP);
pinMode(9, INPUT_PULLUP);
pinMode(10, INPUT_PULLUP);
pinMode(11, INPUT_PULLUP);
```

Gambar 4. 17 Program Input Arduino

4.2.3 Pengujian Fungsi Alat

Dari hasil data pengujian fungsi alat adapun penulis dapat bahas. Pada lengan pertama untuk silinder kerjanya mengalami bocor halus sehingga pada diposisi masih 3bar susah diangkat walaupun motor stepper aktif tetapi tidak bisa membantu angkat, ketika 4bar masih dibantu putran motor stepper dari sendi pertama dan bersamaan dengan posisi silinder kerja bergerak maju sangat pelan Bergeraknya.

Pada lengan kedua untuk silinder kerjanya yang lama mengalami kebocoran karena pada saat pressure tinggi bisa bergerak maju mundur tetapi sangat pelan walaupun tanpa *flowcontrol* solusinya adalah mengganti silinder kerja baru dan diposisi

pressure rendah maupun tinggi dengan dibantu motor stepper sesuai dengan tabel hasil pengujian diatas bisa maju mundur.

Pada lengan keseimbangan penulis membuat dengan tali dan posisi motor stepper dibawah motor stepper lengan pertama. Dengan cara menarik dan melepas.

Pada tabel 4. 6 tekanan 3 bar dengan beban 0.3 kg pada saat silinder kerja A bisa bergerak maju hanya setengah, dikarenakan silinder kerja A mengalami kebocoran halus silinder B dan C bisa Bergerak maju dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan silinder kerja A, B, dan C tetap berputar. Tekanan 4 bar dengan beban 0.3 kg pada saat pada silinder kerja A bisa bergerak maju hanya saja sangat lambat silinder B dan C bisa bergerak maju dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan A, B dan C bisa berputar. Tekanan 5 sampai 7 bar dengan beban 0.3 kg pada silinder kerja A, B dan C bisa bergerak maju mundur dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan A, B dan C bisa berputar.

Pada tabel 4. 6 tekanan 3 bar dengan beban 0.5 kg pada saat silinder kerja A tidak bisa bergerak maju, dikarenakan silinder kerja A mengalami kebocoran halus silinder B dan C bisa Bergerak maju dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan silinder kerja A, B, dan C tetap berputar. Tekanan 4 bar dengan beban 0.5 kg pada saat silinder kerja A bisa bergerak maju hanya setengah, dikarenakan silinder kerja A mengalami kebocoran halus silinder B dan C bisa Bergerak maju dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan silinder kerja A, B, dan C tetap berputar. Tekanan 5 bar dengan beban 0.5 kg pada saat pada silinder kerja A bisa bergerak maju

hanya saja sangat silinder B dan C bisa bergerak maju dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan A, B dan C bisa berputar. Tekanan 6 dan 7 bar dengan beban 0.5 kg pada silinder kerja A, B dan C bisa bergerak maju mundur dan motor stepper yang berada sendi sejajar dengan A, B dan C bisa berputar.

Pada Tabel 4. 7 dengan beban 0.3 kg dan 0.5 kg. pada saat posisi salah satu atau kedua silinder kerja A dan B maju motor berputar sesuai posisi vertikal dan pada saat salah satu atau kedua silinder kerja A dan B mundur motor stepper berputar sesuai posisi vertikal juga.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pneumatik silinder kerja dapat pergerakan dari sendi robot manipulator yang dapat memindahkan sebuah benda. Motor stepper dapat membantu untuk memudahkan pergerakan dari sendi robot manipulator dan dikontrol menggunakan PLC Outseal. Dan motor stepper pada bagian pengecam diseimbangkan posisi vertikal pada saat memindahkan benda.
2. Sistem kerja alat dapat terkoneksi dari PLC Outseal dengan sistem SCADA melalui WiFi, SCADA yang digunakan yakni TeslaScada.

5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh sebab itu robot manipulator berbasis elektropneumatik dan motor stepper dikontrol PLC sebagai media praktikum ini dapat dikembangkan kedepanya dengan memperhatikan :

1. Untuk sistem SCADANYA ditingkatkan ke sistem HMI yang bisa mengakses WiFi Cloud yang bermerk HMI Haiwell agar lebih mudah diakses melalui PC dan Smartphone.
2. Penggunaan pada pneumatiknya persendian untuk silinder kerja yang sekarang bisa diganti dengan silinder kerja model *clamp arm cylinder*. Agar mengurangi bobot

berat dan pada setiap sendi tidak perlu menggunakan motor stepper pada robot manipulator,



DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, Eva dan Adrian. 2017. Pengembangan Robot Manipulator Berbasis Elektropneumatik sebagai Media Pratikum. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bakhtiar, Agung 2020. Panduan Dasar PLC Outseal. Surabaya: Outseal.
- Derwanto, trikun. 2013. Pengertian dan prinsip kerja solenoid. (online), (<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/08/SolenoidValve.html?m=1>) diakses 08 Oktober 2021.
- Doctors of Intelligence & Technolog Co., Ltd. 2017. User Manual For TTL-WiFi Transparant Transmisia. (online), (<https://www.mikrocontroller.net/attachment/349564/UserManualForTTL-WiFi.pdf>) diakses 08 Oktober 2021.
- LLCTesla. 2011. First Android OPC UA SCADA System. (online), (<https://teslascada.com/products/teslascada>), diakses 17 Februari 2021.
- Pratama, Alexander Deni. 2017. Kontroler Lengan Robot Menggunakan Motor Servo dan Motor Stepper Dengan Masukan 3 Axis. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- Redspidey13. 2011. Motor Stepper. (online). (<https://www.scribd.com/document/70915564/Motor-Stepper>) diakses 12 Oktober 2021
- Siregar, Obil Parulian. 2012 Motor Stepper. (online), (<http://obilparulian.blogspot.com/2012/06/motorstepper-motor-stepper-adalah.html>), diakses 17 Februari 2021.
- Sunardi dkk, 2013. Pengendalian Robot Berbasis Elektropneumatik Melalui Bluetooth. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Supriyono dkk, 2017. Rancang Bangun Robot Lengan Dengan Penggerak Sistem Pneumatik Menggunakan PLC. Cilacap: Politeknik Negeri Cilacap.

Sutedja, Glenn. 2016. Sistem Pneumatic. (online), (<https://docplayer.info/33092424-Bab-ii-tinjauan-pustaka.html>), diakses 17 Februari 2021.

Sutedja, Hadi . 2018. Motor Stepper. (online) (<https://docplayer.info/amp/69420980-Bab-vi-motor-stepper.html>) diakses 12 Oktober 2021

Tohar, bpz. 2017. Pneumatic Push Fitting (online), (<http://teknikarcade.blogspot.com/2017/08/pneumatik-push-fitting.html>) diakses 08 Oktober 2021.

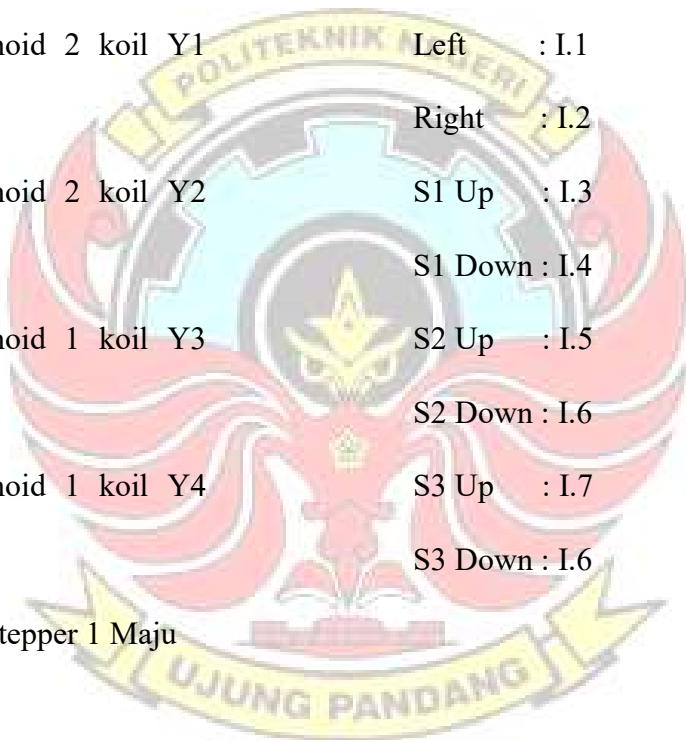




LAMPIRAN

Lampiran 1 PLC Outseal

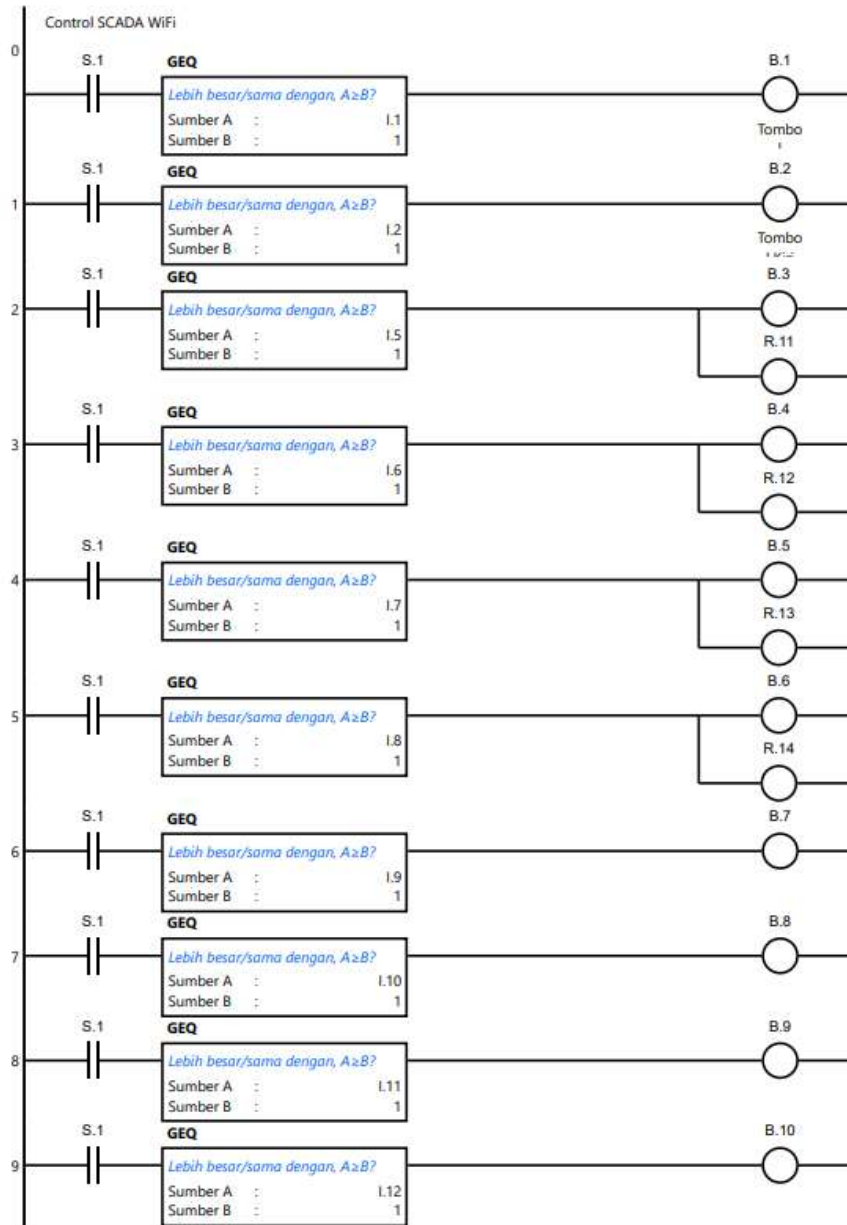
Input :	R12 : Motor Stepper 1 Mundur
S1 : Emergency Stop	R13 : Motor Stepper 2 Maju
Output :	R14 : Motor Stepper 2 Mundur
R1 : Relay Motor Kiri	Kode Modbus
R2 : Relay Motor Kanan	Manual : I.9
R3 : Selenoid 2 koil Y1 (Silinder A+)	Left : I.1 Right : I.2
R4 : Selenoid 2 koil Y2 (Silinder A-)	S1 Up : I.3 S1 Down : I.4
R5 : Selenoid 1 koil Y3 (Silinder B)	S2 Up : I.5 S2 Down : I.6
R7 : Selenoid 1 koil Y4 (Silinder C)	S3 Up : I.7 S3 Down : I.6
R11 : Motor Stepper 1 Maju	
Vin : 24 V	



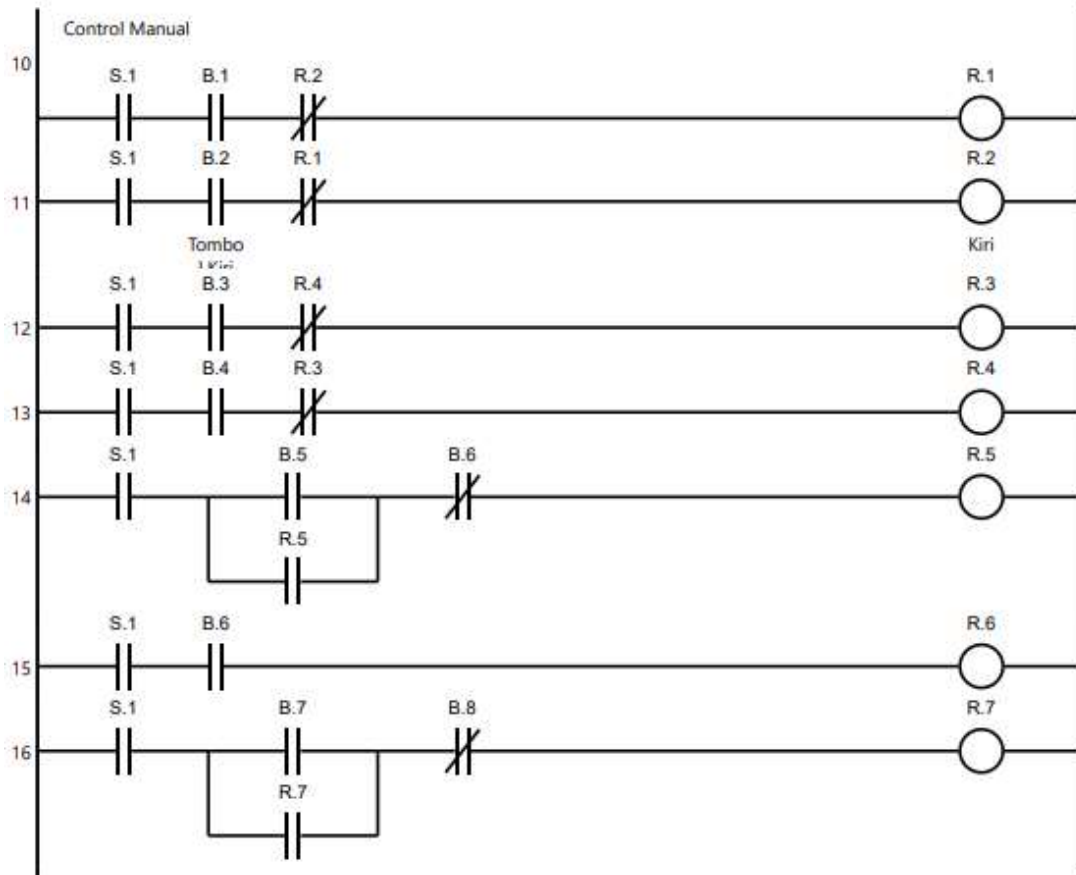
Lampiran 2 Leader Diagram dan Program

a. PLC Outseal Leader Diagram

- Kontrol SCADA WiFi



- Kontrol Manual



b. Arduino IDE

```
#include <AccelStepper.h>

#define dirPin1 2

#define dirPin2 4 // pin yang terhubung ke DIR+ motor driver

#define dirPin3 7

#define stepPin1 3 // pin yang terhubung ke PUL+ motor driver

#define stepPin2 5

#define stepPin3 6

AccelStepper stepper1 = AccelStepper(1, stepPin1, dirPin1);
```

```
AccelStepper stepper2 = AccelStepper(1, stepPin2, dirPin2);
```

```
AccelStepper stepper3 = AccelStepper(1, stepPin3, dirPin3);
```

```
//variabel stepper 3
```

```
int step3;
```

```
int m1;
```

```
int m2;
```

```
void setup() {
```

```
    stepper1.setMaxSpeed(500); // atur kecepatan, dapat docoba dirubah  
    untuk latihan
```

```
    stepper1.setAcceleration(500); // nilai akselerasi / percepatan, dapat  
    docoba dirubah untuk latihan
```

```
    stepper2.setMaxSpeed(500); // atur kecepatan, dapat docoba dirubah  
    untuk latihan
```

```
    stepper2.setAcceleration(500); // nilai akselerasi / percepatan, dapat  
    docoba dirubah untuk latihan
```

```
    stepper3.setMaxSpeed(1000); // atur kecepatan, dapat docoba  
    dirubah untuk latihan
```

```
    stepper3.setAcceleration(1000); // nilai akselerasi / percepatan, dapat  
    docoba dirubah untuk latihan
```



```
Serial.begin(115200);

//mendklarasikan pin 5 sebagai INPUT dengan PullUP Resistor

pinMode(8, INPUT_PULLUP);

pinMode(9, INPUT_PULLUP);

pinMode(10, INPUT_PULLUP);

pinMode(11, INPUT_PULLUP);

step3 = 1200;
stepper3.moveTo(step3); // beri target 360*
stepper3.runToPosition(); //jalankan

m1=0;
m2=0;
}

void loop() {

  int sensorValue1 = digitalRead(8);

  int sensorValue2 = digitalRead(9);

  int sensorValue3 = digitalRead(10);

  int sensorValue4 = digitalRead(11);

  if (sensorValue1 == HIGH) {

  } else {
```




```

m1 = 1;

    stepper1.moveTo(-95); // beri target 360*

    stepper1.runToPosition(); //jalankan

    //delay(1000); // jeda 1 detik

    stepmotor3(-1400,-500,-2500);

}

if (sensorValue2 == HIGH) {
} else {
m1 = 0;

    stepper1.moveTo(0); // beri target 360*

    stepper1.runToPosition(); //jalankan

    //delay(1000); // jeda 1 detik

    stepmotor3(-1400,-500,-2500);

}

if (sensorValue3 == HIGH) {
} else {

m2 = 1;

    stepper2.moveTo(200); // beri target 360*

    stepper2.runToPosition(); //jalankan

    //delay(1000); // jeda 1 detik

    stepmotor3(-1400,-500,-2500);

```



```

}

if (sensorValue4 == HIGH) {
} else {

m2 = 0;

stepper2.moveTo(0); // beri target 360*

stepper2.runToPosition(); //jalankan

//delay(1000); // jeda 1 detik

stepmotor3(-1400,-500,-2500);

}

// S1,S2,S1+S2

//

// stepper.moveTo(0); // kembalikan ke posisi semula

// stepper.runToPosition(); // jalankan

// delay(1000); // jeda 2 detik

}

```

```

void stepmotor3(int s1,int s2,int s12){

if(m1==0 && m2==0){

stepper3.moveTo(step3); // sesuai step

stepper3.runToPosition();

} else if(m1==1 && m2==0){

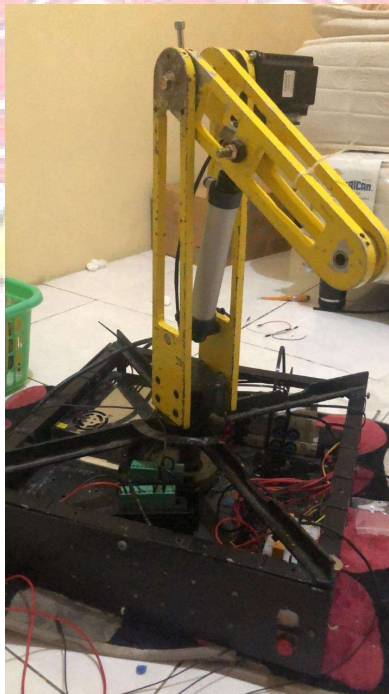
```

```
stepper3.moveTo(s1); // sesuai step
stepper3.runToPosition();
} else if(m1==0 && m2==1){
    stepper3.moveTo(s2); // sesuai step
    stepper3.runToPosition();
} else if(m1==1 && m2==1){
    stepper3.moveTo(s12); // sesuai step
    stepper3.runToPosition();
}
}
```



Lampiran 3 Dokumentsai TA

Foto-foto dokumentasi kerja dan alat





Lampiran 4 Biodata Penulis

Biodata Penulis Skripsi

“MEKANISME PENGONTROLAN GERAK SENDI LENGAN ROBOT MANIPULATOR MENGGUNAKAN PLC”



Achmad Rizaldy Lahir di Ujung Pandang pada tanggal 23 Maret 1999 dari ayah Junimrah dan ibu Hasnah. Penulis adalah anak Pertama dari empat bersaudara. Tahun 2011 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 002 Sekupang, Batam. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan pendidikan di SMPN. 31 Batam dan tamat pada tahun 2014 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMK Negeri 1 Batam jurusan Teknik Listrik Otomasi dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017 penulis diterima sebagai Mahasiswa di perguruan tinggi Politeknik Negeri Ujung Pandang program studi Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin. Penulis pernah mengikuti Praktek Kerja Lapangan di PT. WILMAX Control Systems Batam Center, Baloi Permai, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau pada tahun 2020.



Andi M. Agil Ahsyabul AM Lahir di Makassar pada tanggal 18 November 1998 dari ayah Ahmad Andi Masdjono dan ibu Syaribulan. Penulis adalah anak ketiga dari tiga bersaudara. Tahun 2011 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Pannyikokang 1, Makassar. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan pendidikan di SMPN. 33 Makassar dan tamat pada tahun 2014 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 4 Makassar dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017 penulis diterima sebagai Mahasiswa di perguruan tinggi Politeknik Negeri Ujung Pandang program studi Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin. Penulis pernah mengikuti Praktek Kerja Lapangan di PT. WILMA Control Systems Batam Center, Baloi Permai, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau pada tahun 2020.



LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : 1. Achmad Rizaldy (444 17 006)
2. Andi M. Agil Ahsyabul AM (444 17 008)

Judul Skripsi : **Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC**

No	Hari/Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1.	6 Agustus 2021	Kutipan berupa link web diperjelas penulisnya	
2.	11 Agustus 2021	Tabel hal 47 disatukan dengan isi table	
3.	13 Agustus 2021	Tabel hal 47 disatukan dengan isi table	
4.	19 Agustus 2021	Tujuan harus lebih sinkron dengan jelas cakupannya	
5.	23 Agustus 2021	Halaman posisi dibawah sebelah kanan	
6.	25 Agustus 2021	Daftar pustakan -> alphabet	
7.	26 Agustus 2021	Tabel 4.7 -> hal 46	
8.	27 Agustus 2021	Gambar 4. 9 diperjelas	
9.	30 Agustus 2021	Acc	

Makassar, September 2021

Dosen Pengarah,

Ir. Lewi, M.T.
NIP. 19650913 199201 1 006



LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : 1. Achmad Rizaldy (444 17 006)
2. Andi M. Agil Ahsyabul AM (444 17 008)

Judul Skripsi : **Mekanisme Pengontrolan Gerak Sendi Lengan Robot Manipulator Menggunakan PLC**

No	Hari/Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
		<ul style="list-style-type: none">- Kutipan 2 - banyak link web di perulas penulisannya.- Tabel --- hal. 47 disatukan dgn isi tabel- Tujuan & kesimpulan harus sistem dan jelas capaian.- Daftar pustaka → Alfabot- Tabel 4.7. hal 46- Gambar 4.9 → di perulas.- lampiran lembar persetujuan	

Makassar, 07 September 2021

Dosen Pengarah,

Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP. 19590913 198803 1 001