

**RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMETIK UNTUK MEMINDAHKAN
BARANG**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Melaksanakan Tugas Akhir

Oleh:

Nama : Michael Suhar Syam Nuzul

Nim : 20011018

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA KOTA TEGAL**

2023

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Michael Suhar Syam Nuzul

NIM : 20011018

Adalah Mahasiswa Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama, dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

“RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG”

Merupakan hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Pada Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftarpustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiatisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporannya sebagai Laporan Tugas Akhir sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 23 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Michael Suhar Syam Nuzul
NIM. 20011018

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik politeknik harapan Bersama, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Michael Suhar Syam Nuzul
NIM : 20011018
Program Studi : Teknik Elektronika
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Harapan Bersama Tegal **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN TRAINER ELEKTRO PNEUMATIK UNTUK
MEMINDAHKAN BARANG**

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Politeknik Harapan Bersama Tegal berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tegal
Pada tanggal : 23 Juli 2023
Yang menyatakan



(Michael Suhar Syam Nuzul)

HALAMAN REKOMENDASI

Laporan Tugas Akhir (TA) yang berjudul “**RANCANG BANGUN TRAINER ELEKTRO PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG**” yang disusun oleh Michael Suhar Syam Nuzul, NIM 20011018 telah mendapat persetujuan pembimbing dan siap dipertahankan di depan Tim Penguji Laporan Tugas Akhir (TA) Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal.

Tegal, 23 Juni 2023

Mengetahui,

Pembimbing I,



Qirom, S.Pd, M.T
NIPY. 09.015.281

Pembimbing II,



Bahrun Niam, M.T
NIPY.09.015.277

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN TRAINER ELEKTROPNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Nama : Michael Suhar Syam Nuzul
NIM : 20011018
Program Studi : Teknik Elektronika
Jenjang : Diploma Tiga

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Laporan Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal

Tegal, 23 juni 2023

Tim Penguji :

	Nama	TandaTangan
1. Ketua	: Much. Sobri Sungkar, M.Kom	1
2. Penguji I	: Ratri Wikaningtyas, M.Pd	2
3. Penguji II	: Ulil Albab, M.T	3

Mengetahui,

Ketua Program Studi DIII Teknik Elektronika

Politeknik Harapan Bersama Tegal



Rony Darpono, M.T
NIPY. 04.01.271

HALAMAN MOTTO

Jangan mudah menyerah, hidup itu keras dan penuh tantangan.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada banyak orang yang telah membantu dan mendukung dalam penulisan proyek ini. Tanpa bantuan mereka, proyek ini tidak akan menjadi kenyataan. Kami ingin memberikan penghargaan khusus kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Eko Suhar Irianto dan ibu Sri Purwani yang selalu mendoakan saya dan mendukung saya dalam hal apapun.
2. Kedua kakak saya, Donald Suhar Wananda dan Reffen Syam Suhar Tanti yang selalu membantu dan mensupport saya.
3. Pacar saya Marlin Ega Ashara dan teman-teman saya yang selalu mendukung dan mensupport saya
4. Pihak Dosen pembimbing kami, atas bimbingan, saran, dan dukungannya selama penulisan proyek ini.

Kami juga ingin menyampaikan terima kasih kepada semua orang yang tidak disebutkan di atas, yang telah membantu dalam cara-cara kecil maupun besar dalam penyelesaian proyek ini.

Terima kasih atas semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan. Semoga proyek ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi positif bagi ilmu pengetahuan dan masyarakat.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG**

Penyusunan laporan Tugas Akhir bertujuan untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi DIII Teknik Elektro Politeknik Harapan Bersama. Untuk itu terimakasih kepada semua pihak yang berperan penting dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir, yaitu :

1. Bapak Agung Hendarto, SE, MA selaku Direktur Politeknik Harapan Bersama Kota Tegal.
2. Bapak Rony Darpono, M.T, selaku Ka.Prodi Diploma III Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Kota Tegal.
3. Bapak Qirom, S.Pd, M.T, sebagai Dosen Pembimbing I yang senantiasa telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bahrn Niam, M.T, sebagai Dosen Pembimbing II yang senantiasa telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua, yang selalu memberi motivasi semangat serta doa sehingga mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

Besar harapan, semoga laporan Tugas Akhir dapat bermanfaat. Dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan sehingga saran dan kritik yang membangun senantiasa diharapkan guna penyempurnaan laporan Tugas Akhir.

Tegal, 23 juli 2023



Michael Suhar Syam N

ABSTRAK

Michael Suhar Syam Nuzul, 2023. Rancang Bangun Trainer Pneumatik Untuk Memindah Barang. Program Studi Diploma III Teknik Elektronika. Politeknik Harapan Bersama. Pembimbing I : Qirom, S.PD,M.T. Pembimbing II : Bahrun Niam, M.T.

Banyak mesin-mesin diindustri yang menerpakan sistem otomasi, dimana salah satu prinsipnya yaitu sistem elektro pneumatik agar proses produksi lebih maksimal. Namun, masih banyak institusi pendidikan yang belum maksimal membekali siswanya pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa menjadi individu yang kompeten dan dapat menyesuaikan diri dengan dunia indsutri, sehingga dibutuhkan simulator atau trainer yang mirip dengan kondisi yang nyata. Banyak faktor yang mempengaruhi tidak adanya fasilitas media belajar yang memadai sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan, salah satunya memerlukan dana yang besar. Tujuan dari pembuatan trainer pneumatik ini sebagai media belajar dalam memahami sistem pneumatik trainer ini dibuat dengan metode perancangan dan simulasi rangkaian menggunakan softwre festo fluidSIM yang kemudian dilakukan perakitan komponen. Pada trainer pneumatik untuk memindah barang dibutuhkan double cylinder, double solenoid, power suplay, dan kompresor.

Kata kunci : Media belajar, Trainer pneumatik, Simulasi festo fluidSIM

ABSTRACT

Michael Suhar Syam Nuzul. 2023. Design of a Pneumatic Trainer for Moving Goods. Study Program : Electronic Associate Degree. Politeknik Harapan Bersama. Advisor : Qirom, S.PD,M.T. Co-Advisor : Bahrn Niam, M.T.

Many machines in the industry apply an automation system, where one of the principles is an electro-pneumatic system so that the production process is maximized. However, there are still many educational institutions that have not maximally equipped their students with learning that can help students become competent individuals and can adapt to the industrial world, so a simulator or trainer is needed that is similar to real conditions. Many factors influence the absence of adequate learning media facilities in accordance with the required competencies, one of which requires large funds. The purpose of making this pneumatic trainer as a learning medium in understanding the pneumatic trainer system is made by designing and simulating circuit methods using Festo FluidSIM software which is then carried out assembling components. In pneumatic trainers, to move goods, a double cylinder, double solenoid, power supply and compressor are needed.

Keywords: *Learning Media, Pneumatic Trainer, Festo Fluid SIM Simulation*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
HALAMAN REKOMENDASI	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Rancang Bangun	9

2.2.2 Pneumatik	9
2.2.3 Kompresor	10
2.2.4 Silinder Pneumatik	11
2.2.5 Air Service Unit	15
2.2.6 Selenoid Valve	16
2.2.7 Power supply	18
2.2.8 Push Button	19
2.2.9 Relay	20
2.2.10 Banana Connector dan Soket	21
2.2.11 Kabel NYAF	21
2.2.12 Sensor Proximity	22
2.2.13 Limit switch	23
2.2.14 Selector Switch	24
2.2.15 Festo FluidSIM	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Model Penelitian	26
3.2 Prosedur penelitian	27
3.3 Teknik Pengumpulan Data	29
3.4 Instrumen Penelitian	30
3.4.1 Alat	30
3.4.2 Bahan	36
3.5 Tahap Perancangan Alat	42
BAB IV PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Penelitian	44
4.4.1 Desain produk pemindah barang	44
4.4.2 Perancangan Hardware	44
4.4.3 Perancangan software	46
4.2 Hasil analisa penelitian	49
4.2.1 Uji coba trainer pneumatik	49
4.4.2 Uji coba kecepatan pada silinder	49

4.4.3 Simulasi menggunakan 2 silinder untuk memindah barang	50
4.4.4 Hasil penelitian	55
BAB V KESIMPULAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen pada kompresor	11
Tabel 2.2 Spesifikasi kompresor	11
Tabel 2.3 Simbol actuator	14
Tabel 2.4 Spesifikasi silinder	14
Tabel 2.5 Spesifikasi air service unit	15
Tabel 2.6 Solanoid control	17
Tabel 2.7 Spesifikasi solanoid valve	18
Tabel 2.8 Spesifikasi power supply	19
Tabel 2.9 Spesifikasi relay	20
Tabel 2.10 Spesifikasi sensor proximity	23
Tabel 2.11 Spesifikasi limit switch	24
Tabel 4.1 Uji coba tegangan	49
Tabel 4.2 Uji coba silinder	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kompresor	10
Gambar 2.2 Silinder pneumatik single acting	13
Gambar 2.3 Silinder pneumatik double acting	14
Gambar 2.4 Air service unit	15
Gambar 2.5 Selenoid valve	17
Gambar 2.6 Power supply	18
Gambar 2.7 Push button	19
Gambar 2.8 Relay	20
Gambar 2.9 Banana connector dan socket	21
Gambar 2.10 Kabel NYAF	22
Gambar 2.11 Sensor proximity inductive	23
Gambar 2.12 Limit switch	24
Gambar 2.13 Selector switch	25
Gambar 2.14 Festo fluidSIM	25
Gambar 2.15 Tampilan awal festo fluidSIM	25
Gambar 3.1 Prosedur penelitian	27
Gambar 3.2 Las listrik	30
Gambar 3.3 Gerinda tangan	31
Gambar 3.4 Bor tangan	31
Gambar 3.5 Ripet	32
Gambar 3.6 Tang	32
Gambar 3.7 Obeng	33
Gambar 3.8 Kunci pas	33
Gambar 3.9 Gergaji	34
Gambar 3.10 Isolasi kabel	34
Gambar 3.11 Cutter	34

Gambar 3.12 Jangka sorong	35
Gambar 3.13 Amplas	35
Gambar 3.14 Palu	35
Gambar 3.15 Meteran	36
Gambar 3.16 Besi hollow	36
Gambar 3.17 Cylinder double acting	37
Gambar 3.18 Single solenoid	37
Gambar 3.19 Double solenoid	38
Gambar 3.20 Limit switch	38
Gambar 3.21 Sensor proximity	38
Gambar 3.22 Push button	39
Gambar 3.23 Relay	39
Gambar 3.24 Power suplay	40
Gambar 3.25 Air filter regulator	40
Gambar 3.26 Acrylic	41
Gambar 3.27 Alumunium list H	41
Gambar 3.28 Selector switch	41
Gambar 3.29 Selang	42
Gambar 3.30 Banana flug male	42
Gambar 4.1 Krangka trainer pneumatic	45
Gambar 4.2 Hasil pembuatan pneumatik	45
Gambar 4.3 Pembuatan festo fluidSIM	46
Gambar 4.4 Komponen festo fluidSIM	46
Gambar 4.5 Penyambungan festo fluidSIM	47
Gambar 4.6 Wering mekanik pneumatik	48
Gambar 4.7 Wering elektro pneumatik	48
Gambar 4.8 Tampilan gerakan silinder A dari A- ke A+	51
Gambar 4.9 Tampilan gerakan A dari A- ke A+	51
Gambar 4.10 Tampilan gerakan silinder B dari B- ke B+	52

Gambar 4.11 Tampilan gerakan silinder B dari B- ke B+	52
Gambar 4.12 Tampilan gerakan silinder A dari A+ ke A-	53
Gambar 4.13 Tampilan gerakan silinder A dari A+ ke A-	53
Gambar 4.14 Tampilan gerakan silinder B dari B+ ke B-	54
Gambar 4.15 Tampilan gerakan silinder B dari B+ ke B-	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Proses pembekalan pada.....	60
Lampiran 1.2 Hasil setelah semua komponen sudah terpasang.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Udara merupakan sumber daya alam yang sangat mudah di dapatkan sehingga pada realisasi dan aplikasi teknik sekarang ini udara banyak digunakan sebagai penggerak untuk mengontrol peralatan dan komponen komponennya yang kita kenal sekarang ini dengan pneumatik. Pneumatik berasal dari kata Yunani "*pneuma*" yang berarti udara. Jadi pneumatik adalah ilmu yang berkaitan dengan gerakan maupun kondisi yang berkaitan dengan udara. Perangkat pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan (*compressed air*) [1]. Pneumatik terbagi menjadi dua jenis yaitu pneumatik murni dan elektro pneumatik. Dalam laporan akhir ini penulis menggunakan sistem Elektro pneumatik dimana merupakan pengembangan dari pneumatik. Prinsip kerja elektro-pneumatik hampir sama dengan pneumatik. Yang membedakan hanyalah dari cara mengontrol aktuator. Pengontrolan sistem pneumatik menggunakan sumber tenaga dari udara bertekanan, sehingga hemat biaya. Sedangkan sistem elektro pneumatik menggunakan sumber tenaga disamping udara bertekanan, juga berasal dari sumber tenaga listrik dengan kapasitas tegangan dan daya yang relatif kecil. Dengan demikian kedua sistem pengontrolan ini sangat ekonomis. [2]

Saat ini rata-rata institusi pendidikan banyak yang kurang dalam memberikan bekal kemampuan dalam memahami sistem yang dikendalikan secara otomatis. Mahasiswa dituntut untuk dapat memahami dan mengikuti perkembangan teknologi

industri. Media belajar merupakan sarana untuk mengimplementasikan materi pembelajaran. Media dalam pembelajaran berfungsi sebagai sarana menyampaikan informasi dalam bentuk verbal maupun visual. Pendidikan harus mampu meningkatkan keterampilan mahasiswa. Media pembelajaran harus mampu memberikan informasi kepada mahasiswa untuk belajar dengan mudah. Pengalaman belajar dapat ditingkatkan dengan media belajar yang mendekati bentuk konkret. Media peraga atau trainer yang dibuat dengan komponen yang sederhana dan mudah dibuat, sehingga dapat membantu bagi dosen agar dapat mengajarkan mahasiswa mengenai sistem otomasi ataupun konsep otomasi yang diajarkan.[3]

Dengan demikian, pembelajaran membutuhkan simulator atau trainer untuk dibawah situasi yang mirip dengan hal yang nyata dikelas. Trainer harus mencerminkan situasi nyata dan mudah dioperasionalkan. Trainer menggambarkan proses yang sedang berlangsung secara fisik, atau matematis. Untuk meningkatkan pemahaman tentang rancangan sistem kontrol elektro pneumatik perlu adanya media atau alat bantu trainer elektro pneumatik.

Maka dari itu trainer pneumatik ini akan sangat dibutuhkan dosen dalam memberi pelajaran atau wawasan terhadap mahasiswa untuk lebih mengetahui dan mahasiswa dapat lebih memahami rancangan sistem kontrol, memahami rangkaian pneumatik, memahami fungsi dan sistem kerja komponen elektro pneumatik. [4]

Berdasarkan masalah-masalah di atas, maka penulis mengembangkan dan mengimplementasikan salah satu dari aplikasi sistem kontrol sebagai tugas akhir yang

berjudul “RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan di latar belakang, permasalahan yang muncul adalah:

1. Bagaimana proses pembuatan trainer pneumatik menggunakan bahan untuk rangka komponen yang sudah ada ?
2. Bagaimana cara penggunaan trainer pneumatik dalam pembelajaran mahasiswa ?
3. Bagaimana efektivitas Trainer Pneumatik untuk dipelajari mahasiswa?

1.3 Batasan Masalah

Agar tujuan pembahasan masalah lebih berfokus dan terarah, maka perlu diberikan batasan-batasan. adapun batasan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian membahas tentang pembuatan trainer pneumatik dan identifikasi komponen utama trainer pneumatic
2. Penelitian hanya menjelaskan bagaimana cara penggunaan trainer pneumatik dalam media pembelajaran mahasiswa
3. Menentukan tahapan proses pengerjaan produk kecuali komponen-komponen standart.
4. Proses pembuatan bahan yang sudah ada hanya berfokus pada pembuatan rangka trainer pneumatik.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang seperti diatas maka akan timbul beberapa tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui proses pembuatan trainer pneumatik menggunakan bahan yang sudah ada
2. Untuk mengetahui bagaimana cara penggunaan trainer pneumatik dalam tahap pembelajaran mahasiswa
3. Untuk mengetahui keefektivitasan trainer pneumatik dalam sebuah pembelajaran mahasiswa

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan judul peneliatan yang penulis buat, penulis berharap penelitian bermanfaat:

1. Mahasiswa mampu memahami komponen utama pada trainer pneumatic
2. Dapat mengetahui bagaimana proses penggunaan trainer pneumatik sebagai media pembelajaran

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir, di buat sistematika penulisan agar mudah untuk di pahami dan memberikan gambaran secara umum kepada badalah sebagai berikut :

1. Bagian awal

Bagian awal berisi halaman judul, halaman persetujuan, halaman pengesahan, halaman pernyataan keaslian Tugas Akhir (TA), halaman pernyataan

persetujuan publikasi karya ilmiah untuk kepentingan akademis, halaman persembahan, halaman motto, kata pengantar, intisari/abstrak, daftar isi, daftar table, daftar gambar, dan lampiran. Bagian awal ini berguna untuk memberikan kemudahan kepada pembaca dalam mencari bagian-bagian penting secara cepat.

2. Bagian isi

Bagian isi terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah ruang lingkup penyusun, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan laporan, manfaat laporan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian bab ini yang dibahas adalah teori-teori tentang kajian yang diteliti yang menunjang penulis dalam melakukan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian bab ini berisi tentang alur penelitian yang sangat diperlukan suatu gambaran yang digunakan untuk dasar-dasar dalam melangkah atau bekerja. Gambaran ini dapat disajikan dalam bentuk part, diagram alir sebagai metode dalam perencanaan dan perancangan dalam proses pembuatan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan pembahasan mengenai hasil dari penelitian

suatu projek tugas akhir

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dalam pemecahan masalah sertasaran.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir terdiri dari :

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi tentang daftar buku, literature yang berkaitan dengan penelitian. Lampiran berisi data yang mendukung penelitian tugas akhir secara lengkap.

LAMPIRAN

Lampiran berisi informasi tambahan yang mendukung kelengkapan laporan, dan data-data lain.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Muhammad Aldo Ramadhan, 2018 Membuat rancangan alat dan simulasi menggunakan pneumatik dengan judul “ trainer pneumatik (aplikasi elektrik pemindah barang 3 piston dengan *conter* dan *timer*)”. Dengan menggunakan aplikasi fluid SIM dan 3 piston Double Acting Cylinder, 4 katup 5/2 Single, 6 sensor Reed Switch, 1 Counter dan 1 Timer dapat dipergunakan untuk merencanakan pneumatik elektrik 3 piston yang di lengkapi dengan counter dan timer. penelitian ini sistem strukturnya, fungsinya dan cara kerjanya, yang digunakan melakukan pembuatan trainer pneumatik sebagai media pembelajaran mata kuliah.[5]

Wahyu Raharjo, 2018 membuat rancangan alat menggunakan pneumatik dengan judul “rancang bangun alat trainer otomasi sebagai media pembelajaran” pada proses perancangan menggunakan metode *benchmarking* dan pembuatan dilakukan dengan 3 unit, yaitu unit pemindah, unit sorting dan packing.[6]

Agus Syifa, 2021 Membuat rancangan alat dan simulasi menggunakan pneumatik dengan judul “rancang bangun trainer pneumatik *low cost* berbasis mikrokontroller (arduino) untuk sekolah menengah kejuruan (SMK)”. Dengan menggunakan *software* fluid SIM dan hardware mikrokontroller arduino uno R3, supaya dapat memenuhi kompetensi pembelajaran sistem otomasi di SMK.[7]

Mukhlisina Huda, 2019. Melakukan penelitian dengan judul “ Perancangan Dan Pembuatan Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri Dengan Plc Dan *Hydrolik System* “. jenis penelitian pengembangan Model tersebut menggunakan pendekatan model *benchmarking*. Model ini memiliki tahapan yang disusun secara sistematis dan berurutan yaitu menganalisis fungsi dan material komponen, dan mendata keunggulan serta kelemahan dari alat yang di *benchmarking*. *Benchmarking* yang kedua adalah dari sebuah Mesin *Stamping Pressing Hydraulic* ini adalah mesin *stamping pressing hydraulic* dengan kendali plc, yang mana mesin atau alat ini adalah mesin skala kecil namun sudah digunakan dalam dunia industri di luar Negeri. Untuk dijadikan *benchmarking* mesin ini cukup baik karena memiliki cara kerja yang rapi, hanya saja kelemahan dalam pengoperasiannya masih ada semi manual dalam peletakan part yang masuk dalam proses *stamping* Alat Trainer *Hydraulic System* ini memiliki komponen utama diantaranya motor listrik 1ph 0,75kw, *gear pump* 1,5cc, *solenoid valve*, *relief valve* dan *cylinder hydraulic* 40 x 150. d. Berdasarkan komponen utama yang dipakai pada point 3, alat Trainer *Hydraulic System* ini memiliki kekuatan maksimum sampai 150 kg/cm², namun untuk *pressing* benda kerja yang di tentukan, untuk bias[8]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Rancang Bangun

Rancang adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternative sistem yang terbaik. [9]

Bangun adalah sebuah kegiatan yang menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian. [10]

Pengertian rancang bangun sendiri adalah proses pembangunan sistem untuk menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun hanya sebagian. [11]

2.2.2 Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut pneumatik, dalam penerapannya sistem pneumatik digunakan sebagai sistem otomasi. [12]

Prinsip kerja pneumatik (udara bertekanan) berfungsi sebagai penggerak utamanya (aktuator) sedangkan sistem kontrolnya

menggunakan sinyal elektrik maupun elektronik sebagai penggerakannya. Media kerja pneumatik akan mengaktifkan elemen kerja pneumatik seperti motor pneumatik yang menjalankan sistem tenaga fluida adalah istilah yang mencakup pembangkitan, kendali dan aplikasi dari fluida bertekanan yang digunakan untuk memberikan gerak.[13]

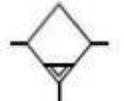
2.2.3 Kompresor

Kompresor berfungsi untuk membangkitkan atau menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangki udara kempa untuk disuplai kepada pemakai (sistem pneumatik). Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan. Tabung udara bertekanan pada kompresor dilengkapi dengan katup pengaman, bila tekanan udaranya melebihi ketentuan, maka katup pengaman akan terbuka secara otomatis. Pemilihan jenis kompresor yang digunakan tergantung dari syarat - syarat pemakaian yang harus dipenuhi misalnya dengan tekanan kerja dan volume udara yang akan diperlukan dalam sistem peralatan (katup dan silinder pneumatik).



Gambar 2. 1 Kompresor

Tabel 2 1 Komponen pada kompresor

Nama komponen	Keterangan	Simbol
Kompresor	Kapasitas tetap	
Tangki udara	Alat untuk menyimpan udara bertekanan (tendon udara bertekanan)	
Filter	Alat untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa oleh udara	
Pemisah air	Kerja manual	
	Pembungan otomatis	

Tabel 2 2 Spesifikasi kompresor

Model	Krisbow 10029559
Power	3HP / 2.2KW
Voltage	220V / 1Ph
Frequency	50Hz
Maximum Air Displacement	250L/Min
Cylinder	65 mm x 2 piece

2.2.4 Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak – balik piston secara linier

(gerakan keluar - masuk). Silinder pneumatik biasa digunakan untuk menjepit benda, mendorong mesin pemotong, penekan mesin pengepresan, peredam getaran, pintu penyortiran, dan lain sebagainya. Silinder pneumatik mungkin memang memiliki banyak fungsi kegunaan, akan tetapi fungsi dasar silinder tidak pernah berubah, dimana mereka berfungsi mengkonversi tekanan udara atau energi potensial udara menjadi energi gerak atau kinetik.

Dalam pengoperasiannya, silinder pneumatik dikontrol oleh katup atau valve pengontrol. Katup pengontrol ini berfungsi mengontrol arah udara yang akan masuk ke tabung silinder. Dengan kata lain, katup kontrol arah inilah yang mengontrol gerakan maju atau mundur (keluar atau masuk) piston. Katup kontrol arah ini biasa dikendalikan secara mekanis atau manual dengan tangan, maupun secara elektris seperti solenoid valve.

Berikut ini adalah dua type silinder pneumatik yang paling umum atau sering digunakan di industri – industri:

1. *Silinder pneumatik single acting*

Silinder ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong ataupun menekan piston dalam satu arah saja (umumnya keluar). Dan menggunakan pegas pada sisi yang lain untuk mendorong piston kembali pada posisi semula. Akan tetapi silinder ini memiliki

kelemahan dimana sebagian kekuatan dari silinder hilang untuk mendorong pegas.



Gambar 2. 2 Silinder pneumatik single acting

2. Silinder kerja ganda

Silinder kerja ganda (*double acting cylinder*) adalah silinder pneumatik yang memiliki 2 (dua) output yang dihasilkan dari gerakan maju dan mundur pistonnya. Gerakan piston pada posisi kembali masuk, dihasilkan dari gaya pada bagian permukaan batang piston (arah maju) sedangkan pada bagian permukaan piston (arah mundur) udaranya terbuka ke atmosfer. Keuntungan dari *double acting cylinder* adalah kemampuannya yang dapat dibebani pada ke-dua sisi pada pergerakan batang piston, oleh karena itu memungkinkan pemasangannya lebih flexible. Persentase pergerakan yang lebih besar pada gerakan batang piston keluar dibandingkan dengan gerakan batang piston kearah masuk.



Gambar 2. 3 Silinder pneumatik double acting

Tabel 2 3 Simbol actuator

Nama aktuator	Keterangan	Simbol
Silinder kerja tunggal	Silinder dengan tekanan hanya bekerja dengan satu arah saja (langkah maju):	
	Langkah kembali oleh gaya dari luar.	
	Langkah kembali oleh pegas.	
Silinder kerja ganda	Silinder dengan tekanan dapat bekerja kedua arah (langkah maju dan mundur) dengan batang piston tunggal	

Tabel 2 4 Spesifikasi silinder

Matrial body	Alumunium
Bore	20 mm
Rod diameter	8 mm
Applicable media	Udara
Speed range	50-800mm/s
Pressure range	1-9 bar

2.2.5 Air Service Unit

Air service unit adalah alat pengatur tekanan udara yang akan disalurkan pada sistem pneumatik. Sumber energy pada pneumatik adalah udara yang sudah dimampatkan (udara bertekanan), yaitu berasal dari kompressor. Fungsi dari *air service unit* adalah mencegah debu, air yang dapat merusak keausan pada komponen-komponen sistem pneumatik, mencegah timbulnya kemacetan dan korosi pada peralatan pneumatik.



Gambar 2. 4 Air service unit

Tabel 2 5 Spesifikasi air service unit

Model	Air service unit AFC2000
Filtration	5-25 micron
Port size	¼
Pressure range	0,5-10bar
Temperature	5-60

2.2.6 Solenoid Valve

Solenoid valve pneumatik adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve* pneumatic atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang Inlet Main. Lubang Inlet Main, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau supply (*service unit*), lalu lubang keluaran (*Outlet Port*) dan lubang masukan (*Outlet Port*), berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatik, sedangkan lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* pneumatic bekerja.

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* pneumatic akan keluar udara bertekanan yang berasal dari supply (*service unit*), pada umumnya *solenoid valve* pneumatic ini mempunyai

tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



Gambar 2. 5 Selenoid valve

Tabel 2 6 Solanoid control

Nama selenoida	Keterangan	Simbol
KK 2/2 , NC	Mempunyai 2 lubang (masukan dan keluaran) dan 2 posisi hubungan selenoida, lubang keluaran tertutup. pada posisi normal tertutup, tidak ada aliran yang keluar (konfigurasi NC)	
KK 2/2, NO	Pada posisi terbuka ada aliran keluar (konfigurasi NO)	
KK 3/2, NC	Mempunyai 3 lubang (masukan, pengeluaran dan pembuangan) dan 2 posisi hubungan selenoida pada posisi normal, tidak ada aliran udara yang keluar (konfigurasi NC)	
KK 3/2, NO	Pada posisi normal ada aliran udara yang keluar (konfigurasi NO)	

KK 4/2	Mempunyai 4 lubang (masukan, pengeluaran dan pembuangan) dan 2 posisi hubungan selenoida	
KK 5/2	Mempunyai 5 lubang (masukan, pengeluaran dan 2 pembuangan) dan 2 posisi hubungan selenoida	

Tabel 2 7 Spesifikasi solanoid valve

Solenoid valve	Airtac 4v 320
Voltage	220V
Max pressure	1mpa – 10bar
Suhu	60 C
Drat	3/8 inch

2.2.7 Power supply

Power supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *power supply* atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *power supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *electric power converter*.



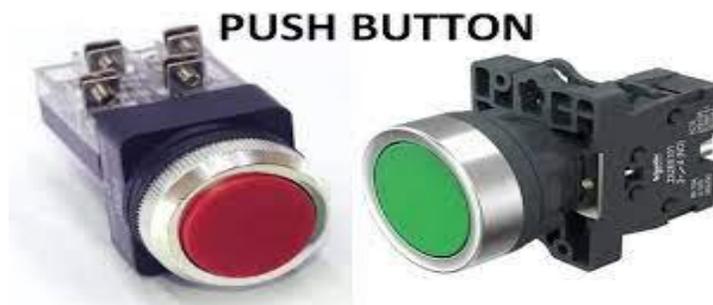
Gambar 2. 6 Power supplay

Tabel 2 8 Spesifikasi power supply

Input	220 V
Power	120 W
Suhu	-20 – 60 c
Ripple dan noise	150mV
Net weight	739gr

2.2.8 Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.



Gambar 2. 7 Push button

2.2.9 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature* relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



Gambar 2. 8 Relay

Tabel 2 9 Spesifikasi relay

Relay	MY2N
Voltage	24 V
Frekuensi	50-60 HZ
Pin	8 Kaki

Merk	Omron
------	-------

2.2.10 Banana Connector dan Soket

Banana connector ini sering disebut juga dengan konektor 4mm, hal ini dikarenakan diameter Pin banana connector ini berukuran 4mm. Pin pada banana connector ini terdapat 1 atau 2 per (spring) yang menonjol keluar, sehingga bentuknya menyerupai pisang (banana). Salah satu kelebihan banana *connector* (konektor banana) adalah dapat melewatkan arus listrik yang tinggi hingga 10A.



Gambar 2. 9 Banana connector dan socket

2.2.11 Kabel NYAF

Jenis kabel ini memiliki inti tembaga berserabut, dengan inti tunggal berisolasi bahan isolator PVC satu lapis. Ini adalah kabel yang memiliki sifat fleksibilitas yang tinggi karena inti tembaganya berbentuk serabut.

Kelebihan Jenis kabel listrik NYAF sangat mudah untuk diinstalasi karena struktur kabelnya sederhana. Selain itu, jenis kabel NYAF memiliki fleksibilitas lebih karena lebih mudah ditekek.



Gambar 2. 10 Kabel NYAF

2.2.12 Sensor Proximity

Inductive Proximity Sensor adalah sensor Jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam baik logam jenis *ferrous* maupun logam jenis *non ferrous*. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek logam), menghitung objek logam dan aplikasi pemosisian. Sensor induktif sering digunakan sebagai pengganti saklar mekanis karena kemampuannya yang dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari sakelar mekanis biasa. Sensor jarak induktif ini juga lebih andal dan lebih kuat. *Sensor proximity induktive* pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. Output dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital. Versi Analog dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0 – 10VDC) atau arus (4 – 20mA). Jarak pengukurannya bisa mencapai hingga 2 inci. Sedangkan versi digital biasanya digunakan pada rangkaian DC saja ataupun rangkaian AC/DC.[10]



Gambar 2. 11 Sensor proximity inductive

Tabel 2 10 Spesifikasi sensor proximity

Model	SN04-P
Type	DC 3-wire PNP
Voltage	10-30VDC
Frequency	500 Hz
Control output	100mA

2.2.13 Limit switch

Limit switch atau saklar pembatas adalah saklar atau perangkat elektro mekanis yang mempunyai tuas akuator sebagai pengubah posisi kontak terminal dari *normally open* (NO) ke *normally close* (NC) atau sebaliknya. Sama halnya dengan saklar pembatas juga mempunyai 2 kondisi diantaranya menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Prinsip kerjanya pada umumnya saklar kerjanya akan dikendalikan secara manual oleh operator atau manusia, bisa di putar atau di tekan tergantung jenis saklarnya. sedangkan saklar pembatas dibuat dan dirancang dengan sistem kerja yang berbeda ,saklar pembatas dibuat dengan sistem kerja yang dikontrol oleh dorongan atau tekanan (kontak fisik) dari

gerakan objek pada akuator, dengan seperti ini bertujuan untuk membatasi gerakan atau suatu kondisi dengan cara memutuskan atau menghubungkan aliran listrik yang melalui terminal kontakannya.[14]



Gambar 2. 12 Limit switch

Tabel 2 11 Spesifikasi limit switch

Jenis	Limit switch
Model	Fort
Type	CZ-7121
Voltage	10A / 250VAC

2.2.14 Selector Switch

Selector Switch adalah sebuah komponen listrik yang berada diluar panel listrik yang berfungsi sebagai memilih mode atau merubah arah arus listrik yang bekerja dengan memutar kanan atau kirim dari selector switch. Prinsip kerjanya yaitu ketika selector switch diputar kanan yang semulanya ada di kiri maka arus akan mengalir menuju ke kontak N/O atau N/C dari selector kanan. Selector istilahnya memilih tetapi dalam komponen listrik selector berfungsi untuk memindahkan arus listrik dari kontak block menuju ke kontak block lainnya.[15]



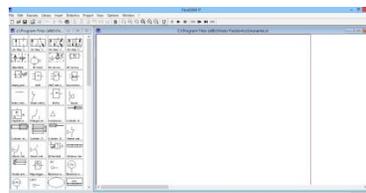
Gambar 2. 13 Selector switch

2.2.15 Festo FluidSIM

Festo FluidSIM adalah sebuah software yang digunakan untuk simulasi sistem kontrol perancang sistem robotik dan hidraulik. Belajar perancang sistem robotik dan hidraulik akan terasa lebih menyenangkan dengan software ini. Pada Fluidsim kita dapat membangun rancangan sebuah sistem perancang sistem robotik dan hidraulik lalu melakukan simulasi terlebih dulu sebelum mengeksekusinya di perangkat realnya. Seluruh perangkat dan komponen perancang sistem robotik dan hidraulik tersedia dan kita tinggal mendrag saja ke lembar kerja [16]



Gambar 2. 14 Festo fluidSIM



Gambar 2. 15 Tampilan awal festo fluidSIM

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

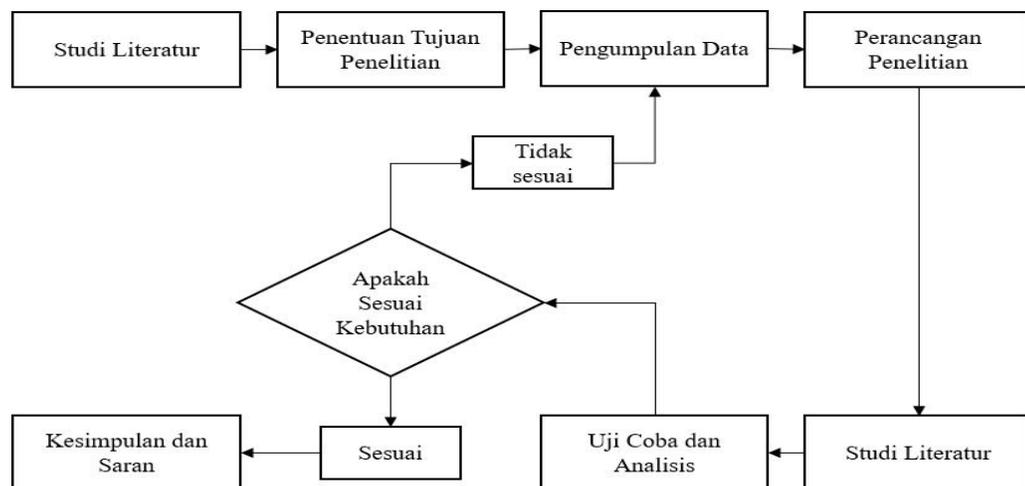
Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau *R&D*). Metode penelitian *Research and Development* yang disingkat *R&D* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.[16]

Pengertian penelitian pengembangan menurut Borg and Gall “*research and development is a powerful strategy for improving practice. It is a process used to develop and validate educational products.*”[17]”Pengertian tersebut dapat dijelaskan bahwa “penelitian dan pengembangan merupakan strategi yang kuat untuk meningkatkan praktek. Itu adalah proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. ”Produk pendidikan yang dimaksud dalam penelitian dan pengembangan mengandung empat pengertian pokok. Pertama, produk tersebut tidak hanya meliputi perangkat keras, seperti modul, bukuteksts, video dan film pembelajaran atau perangkat keras yang sejenisnya, tetapi juga perangkat lunak seperti kurikulum, evaluasi, model pembelajaran, prosedur, proses pembelajaran, dan lain-lain. Kedua, produk tersebut dapat berarti produk baru atau memodifikasi produk yang sudah ada. Ketiga, produk yang dikembangkan merupakan produk yang betul-betul bermanfaat bagi dunia pendidikan. Keempat, produk tersebut dapat dipertanggung jawabkan, baik secara praktis maupun keilmuan. Pengertian pengembangan menurut Amile and Reesnes, *R&D* merupakan suatu proses

pengembangan perangkat pendidikan yang dilakukan melalui serangkaian riset yang menggunakan berbagai metode dalam suatu siklus yang melewati berbagai tahapan. *Research and Development (R&D)* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat dijelaskan bahwa penelitian pengembangan adalah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan untuk menyempurnakan suatu produk yang sesuai dengan acuan dan criteria dari produk yang dibuat sehingga menghasilkan produk yang baru melalui berbagai tahapan validasi atau pengujian.

3.2 Prosedur penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada bagan kotak gambar berikut :



Gambar 3. 1 Prosedur penelitian

1. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mencari informasi sehubungan dengan pneumatic yaitu membuat trainer elektro pneumatik yang bertujuan untuk pembelajaran mahasiswa

2. Penentuan Tujuan Penulisan

Tahap penentuan tujuan penelitian dilakukan untuk mengetahui arah pembuatan tugas akhir ini.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data, dimana data yang diambil adalah data yang digunakan untuk membuat elektro pada pneumatik berjalan dengan sesuai sehingga trainer pneumatik bisa digunakan oleh mahasiswa dengan

4. Perancangan penelitian

Perancangan penelitian menggunakan Perancangan hardware bertujuan untuk merancang peralatan/rangkain pendukung untuk sistem dan trainer yang akan dibuat.

5. Tahap Pembuatan

Pembuatan *Hardware*, Pembuatan *hardware* merupakan proses untuk membuat rangkaian pendukung untuk sistem dan tariner yang akan dibuat.

6. Uji coba dan analisis

Tahap pengujian dilakukan untuk menguji dari keseluruhan komponen yang ada mencakup :

- a. Pengujian sistem control pada pneumatik menggunakan kompresor dan pada elektronya menggunakan power suply
- b. Pengujian terhadap sensor proximity induktif apakah sudah mampu mendeteksi logam dengan baik didepannya.
- c. Pengujian konsumsi daya arus dari power supply dan kompresor untuk kekuatan udara yang dibutuhkan trainer yang digunakan untuk mengoperasionalkan trainer tersebut.

Jika sistem yang diuji belum sesuai, maka kembali ke tahap pembuatan. Tahap analisa dilakukan untuk menganalisa hasil pengujian dari sistem, apakah sistem yang dibuat tersebut telah sesuai dengan apa yang diharapkan. Jika sistem yang dibuat belum sesuai, maka kembali ke tahap pengujian.

7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahapan akhir dari keseluruhan sistem yang akan dibuat, dimana kesimpulan berisikan hal-hal yang dianggap pokok didalam proses pembuatan sistem, dan saran berisikan hal-hal yang merupakan masukan dari pengguna sistem demi kesempurnaan sistem yang dibuat.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh data, maka metode pengumpulan data merupakan salah satu langkah yang paling penting dalam suatu penelitian. Peneliti yang melakukan penelitian tidak akan mendapatkan data yang diinginkan jika tidak mengetahui metode dalam pengumpulan data. Pengumpulan

data dapat dilakukan dalam berbagai pengaturan, berbagai sumber, dan berbagai cara. Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan pengamatan terhadap kemampuan alat elektro dan pneumatik apakah bekerja dengan baik atau tidak. Selanjutnya dilakukan pengamatan kemampuan power supply dan kompresor untuk kekuatan udara yang dibutuhkan trainer.

3.4 Instrumen Penelitian

3.4.1 Alat

Dalam membuat sebuah trainer elektro pneumatik, dibutuhkan beberapa alat, diantaranya sebagai berikut :

1. Las Listrik

Mesin las, adalah mesin yang dapat menyambung besi menjadi satu rangkaian utuh sehingga dapat membentuk sebuah bentuk yang anda inginkan atau butuhkan, Prinsip kerjanya adalah dengan cara membakar besi atau menyambung dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas.



Gambar 3. 2 Las listrik

2. Gerinda tangan

Prinsip kerja dari mesin gerinda tangan adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan.



Gambar 3. 3 Gerinda tangan

3. Bor tangan

Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu kanan dan kiri.



Gambar 3. 4 Bor tangan

4. Ripet

Ripet umumnya digunakan untuk menyambungkan pelat besi.



Gambar 3. 5 Ripet

5. Tang

Tang, secara umum yaitu sebuah alat penjepit yang digunakan untuk menjepit, memotong dan memegang benda dengan erat. Sehingga inti dari deskripsi plier hanya sebuah alat penjepit yang memiliki banyak kegunaan.



Gambar 3. 6 Tang

6. Obeng plus dan min (+ dan -)

Obeng plus dan obeng min, berfungsi untuk mengencangkan baut

ataupu nmengendurkan baut.



Gambar 3. 7 Obeng

7. Kunci Pas

Kunci pass, adalah sebuah batangan besi yang ujung kepalanya berbentuk setengah segi enam yang besar kecil ukuran/sudut diameter pada kepalanya berbeda-beda tergantung pada jenis baut yang sesuai dengan ukuran dari sudut diameter kunci itu sendiri.



Gambar 3. 8 Kunci pas

8. Gergaji

Gergaji besi, adalah alat potong besi, alumunium dan lain sebagainya.



Gambar 3. 9 Gergaji

9. Isolasi Kabel

Isolasi kabel, berguna untuk melindungi sambungan kabel.



Gambar 3. 10 Isolasi kabel

10. Pemotong/ *cutter*

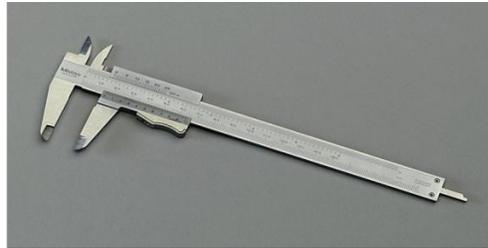
Cutter adalah alat untuk memotong benda yang ringan.



Gambar 3. 11 Cutter

11. Jangka Sorong

Jangka sorong/*caliper*, digunakan untuk mengukur bahan yang tidak dapat diukur menggunakan penggaris.



Gambar 3. 12 Jangka sorong

12. Amplas

Amplas adalah sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus..



Gambar 3. 13 Amplas

13. Palu/Martil

Palu / martil, adalah alat perkakas yang digunakan untuk memaku, mengetok.



Gambar 3. 14 Palu

14. Meteran

Meteran, alat ukur dalam ukuran mm, cm dan meter.



Gambar 3. 15 Meteran

3.4.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian adalah:

1. Besi Hollow

Besi hollow berfungsi untuk perakitan frame trainer elektro pneumatik, dengan kandungan unsur 1.5% lapisan silikon, 43.5% unsur besi, serta unsur coating aluminium sebesar 55%. Karena kandungan unsur besi dan aluminiumnya yang tinggi, besi hollow galvalume lebih dikenal dengan Zinc- Aluminium dengan ukuran 4X4 mm.



Gambar 3. 16 Besi hollow

2. *Cylinder Double Acting*

Cylinder Double Acting Merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara bertekanan.



Gambar 3. 17 Cylinder double acting

3. Single Selenoid 3/2 Valve

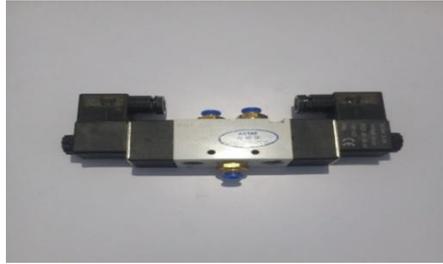
Selenoid 3/2 Valve 220 VAC untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* pneumatic bekerja.



Gambar 3. 18 Single solenoid

4. Double selenoid 5/2 Valve

Selenoid 5/2 Valve 220 VAC berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* pneumatik bekerja.



Gambar 3. 19 Double solenoid

5. Limit Switch

Limit switch digunakan sebagai indikator pada silinder pada silinder kerja ganda untuk mendeteksi posisi piston apakah sudah kondisi maksimum atau minum.



Gambar 3. 20 Limit switch

6. Sensor Proximity

Proximity sensor adalah elektronik yang mampu mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya tanpa ada sentuhan fisik.



Gambar 3. 21 Sensor proximity

7. Push Button Switch

Push button switch adalah perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock / tidak mengunci.



Gambar 3. 22 Push button

8. Relay

Relay merupakan komponen yang berperan penting untuk mengontrol arus listrik pada sebuah sistem elektro pneumatik.



Gambar 3. 23 Relay

9. Power suplay

Power Suplay suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk member daya suatu perangkat keraslainya.



Gambar 3. 24 Power suplay

10. Air Filter Regulator

Air rilter regulator sebagai saringan udara/*water* separator untuk memisahkan air(udara lembab) ataupun minyak udara sehingga angin yang lewat menjadi lebih bersih dan kering.



Gambar 3. 25 Air filter regulator

11. Acrylic

Acrylic 5mm uk A4, yang di gunakan untuk menyatukan komponen yang ada pada trainer pneumatik.



Gambar 3. 26 Acrylic

12. Alumunium List H

Berfungsi segbagai perantara penyambung atau sebagai penahan beban diatasnya.



Gambar 3. 27 Alumunium list H

13. Selector Switch

Sebuah komponen listrik yang berfungsi sebagai memilih mode atau merubah arah arus listrik yang bekerja dengan memutar kanan atau kiri.



Gambar 3. 28 Selector switch

14. Selang

Digunakan untuk mengalirkan udara bertekanan ketempat yang membutuhkan



Gambar 3. 29 Selang

15. *Banana plug male*

Berfungsi untuk menghubungkan satu rangkaian elektro ke elektro lainnya.



Gambar 3. 30 Banana plug male

3.5 Tahap Perancangan Alat

Perancangan alat adalah proses penentuan desain, desain rangkaian, dan komponen apa yang digunakan. Setelah desain sudah sesuai yang diinginkan, langkah selanjutnya adalah perakitan, serta pembuatan trainer pneumatic. Pada tahapan perancangan yang akan dilakukan dengan mengacu pada permasalahan

yang ada, guna mempermudah membuat suatu rancangan atau gambaran yang akan dibuat dengan mempertimbangkan alat dan bahan. Agar sistem berjalan dengan baik sesuai dengan perencanaan maka perlu dibuat gambaran umum sehingga proses dapat berjalan dengan efisien dan tepat waktu.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari trainer pneumatik untuk memindah barang melalui aspek, yaitu tingkat manfaat, kemudahan, kinerja dan tampilan. Penelitian dimulai melalui tahap perancangan alat dan pembuatan alat kemudian tahap pengujian alat.

4.4.1 Desain produk pemindah barang

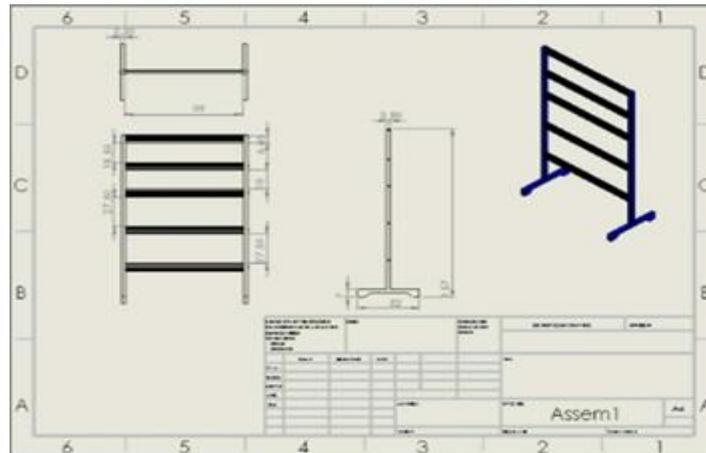
Dalam proses pembuatan produk harus ada perancangan desain, perancangan tersebut menggunakan perangkat lunak yang digunakan dalam proses pembuatan produk, sehingga produk sesuai dengan rancangan yang telah didesain dengan perangkat lunak. Perancangan desain tersebut dibuat oleh perancang yang telah membuat desain rangka, bentuk desain berupa gambar *part* dan *drawing*, yang menampilkan rancangan dengan langkah-langkah sebagai berikut

4.4.2 Perancangan Hardware

1. Desain trainer (rangka)

Sebelum melangkah ke perancangan mekanik dan elektrik, kita harus menyiapkan desain kerangka terlebih dahulu.

Gambar dibawah ini merupakan desain untuk kerangka tempat mekanik dan elektro pneumatik yang akan dijadikan trainer



Gambar 4. 1 Krangka trainer pneumatik

2. Hasil pembuatan trainer pneumatik

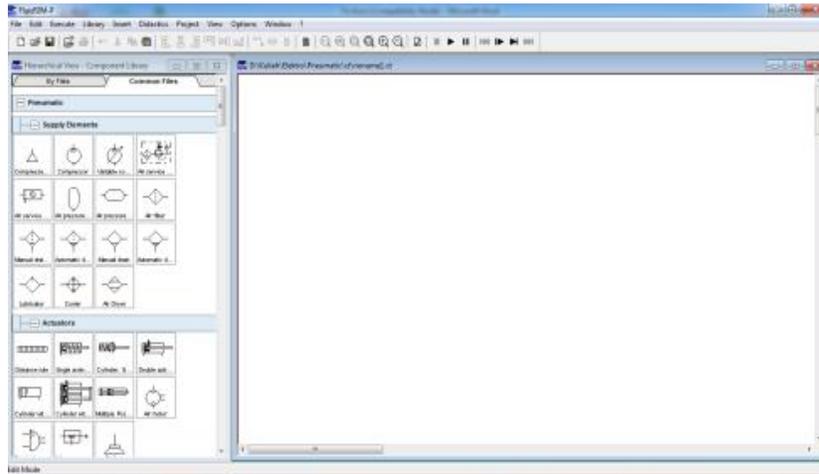
Gambar dibawah ini merupakan hasil dari pengabungan seluruh komponen dan kerangka yang sudah disiapkan



Gambar 4. 2 Hasil pembuatan pneumatik

4.4.3 Perancangan software

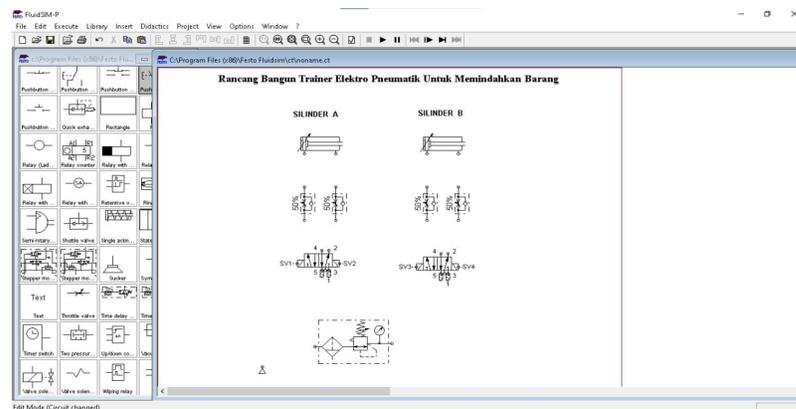
1. Pembuatan lembar kerja baru



Gambar 4. 3 Pembuatan festo fluidSIM

Gambar diatas merupakan tampilan awal pada saat membuka aplikasi FESTO FluidSIM, dari sinilah semua pembuatan simulasi pneumatik maupun elektrik pneumatik dibuat secara simulasi. Setelah ini klik file kemudian pilih New pada pilihan, lihat gambar berikutnya.

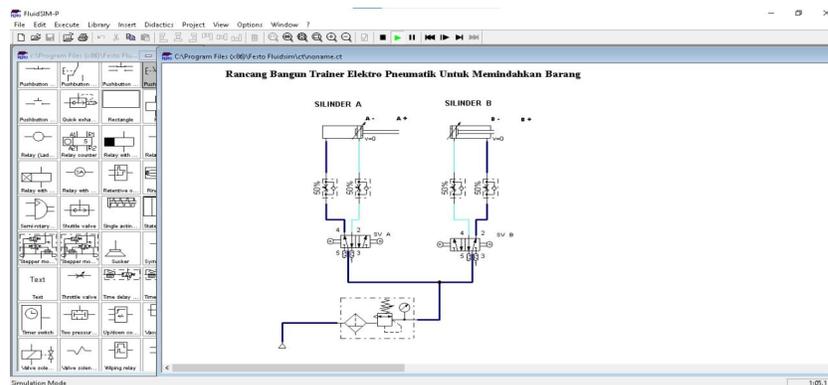
2. Pengambilan komponen



Gambar 4. 4 Komponen festo fluidSIM

Pada gambar diatas komponen dapat dipilih di menu seblah kiri pada tampilan Fluidsim, cara pengambilan komponen yaitu dengan cara mengklik komponen lalu geser ke media kosong yang sudah tersedia.

3. Penyambungan antar komponen

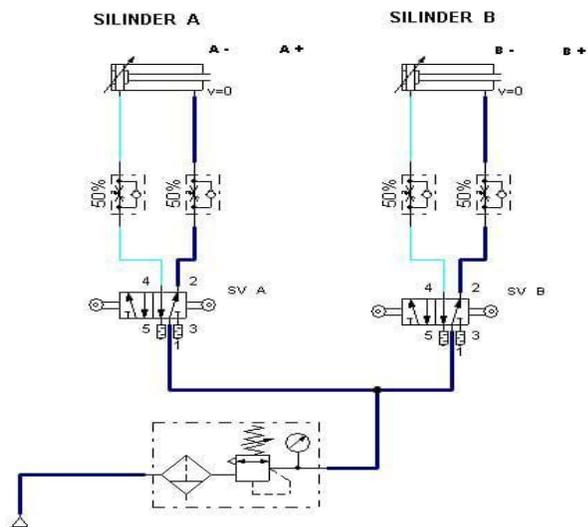


Gambar 4. 5 Penyambungan festo fluidSIM

Penyambungan Komponen Pada tahap ini dilakukan setelah tahap pengambilan komponen selesai, cara menyambungkan antar komponen ini tidak begitu sulit, yaitu hanya mengklik komponen yang terdapat simbol wiringnya, kemudian sambungkan komponen sesuai wiring yang telah direncanakan

a. wiring mekanik pneumatic

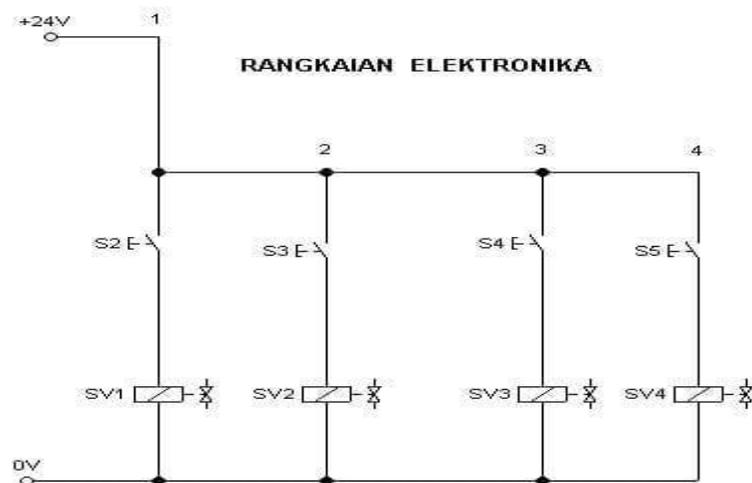
Hasil dari penggambaran komponen mekanik pneumatik pada software Fluidsim.



Gambar 4. 6 Wering mekanik pneumatik

b. Wering elektro pneumatik

Hasil dari penggambaran komponen elektro pneumatik pada software Fluidsim.



Gambar 4. 7 Wering elektro pneumatik

4.2 Hasil analisa penelitian

4.2.1 Uji coba trainer pneumatik

Tabel 4 1 Uji coba tegangan

Nama komponen	Tegangan VDC	Hasil	Keterangan
<i>Power suplay</i>	24 VDC	Sesuai	Bisa dijalankan
<i>Push button</i>	24 VDC	Sesuai	Bisa dijalankan
<i>Relay</i>	24 VDC	Sesuai	Bisa dijalankan
<i>Solenoid 5/2</i>	24 VDC	Sesuai	Bisa dijalankan
<i>Silinder</i>	24 VDC	Sesuai	Bisa dijalankan

Dari tabel diatas menunjukkan uji coba tegangan sesuai komponen dengan hasil percobaan menunjukkan bahwa komponen mendapatkan hasil yang sesuai tanpa kendala. Seperti contoh pada power supply yang dapat mengubah tegangan 220 VAC (volt alternating current) menjadi tegangan 24 vdc (volt direct current).

4.4.2 Uji coba kecepatan pada silinder

Tabel 4 2 Uji coba silinder

Uji coba Silinder	Nama Komponen	Kontrol Manual Mekanik	Hasil Gerak Silinder	Kontrol Otomatis Elektrik	Hasil Gerak silinder
Uji coba Pertama	Silinder A+	0,4 Mpa	12 kali	0,4 Mpa	12
Uji coba Kedua	Silinder A-	0,4 Mpa	13 kali	0,4 Mpa	13
Uji coba Ketiga	Silinder B+	0,4 Mpa	12 kali	0,4 Mpa	12
Uji coba Keempat	Silinder B-	0,4 Mpa	13 kali	0,4 Mpa	13

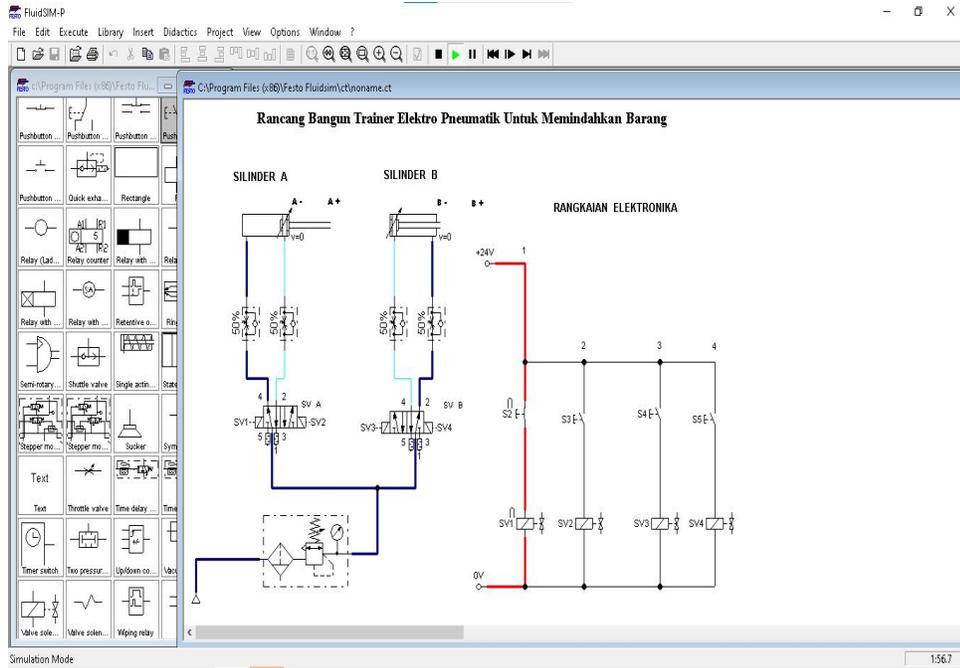
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dicoba dapat disimpulkan bahwa tekanan pada silinder secara manual dan otomatis memberikan hasil yang telah ditetapkan dengan sesuai, seperti contoh pada silinder A yang bergerak dari poin A- menuju poin A+ dengan 12 kali gerakan menggunakan tekanan udara 0,4 Mpa (Megapascal), megapascal sendiri adalah satuan tekanan SI (Sistem Internasional) yang setara dengan 1 juta pascal dan 1 Mpa sama dengan 10 bar (satuan metrik) atau 145 psi (pound per square inch).

4.4.3 Simulasi menggunakan 2 silinder untuk memindah barang

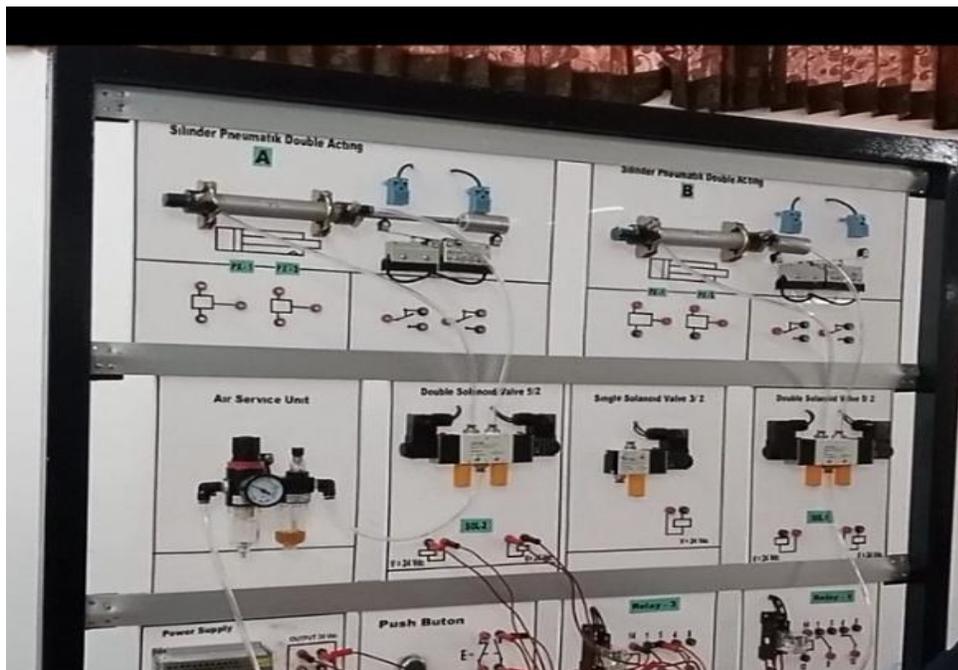
Pada Silinder A bergerak terlebih dahulu menuju poin A+, kemudian silinder A bergerak kembali menuju poin A-, setelah silinder A bergerak ke poin A- maka Silinder B bergerak menuju poin B+, kemudian menuju kembali ke poin B-.

Kasus tersebut bisa dijalankan menggunakan mekanik pneumatik dan elektro pneumatik, berikut simulasi untuk memindah barang diatas :

1. Percobaan pertama silinder A bergerak menuju A+

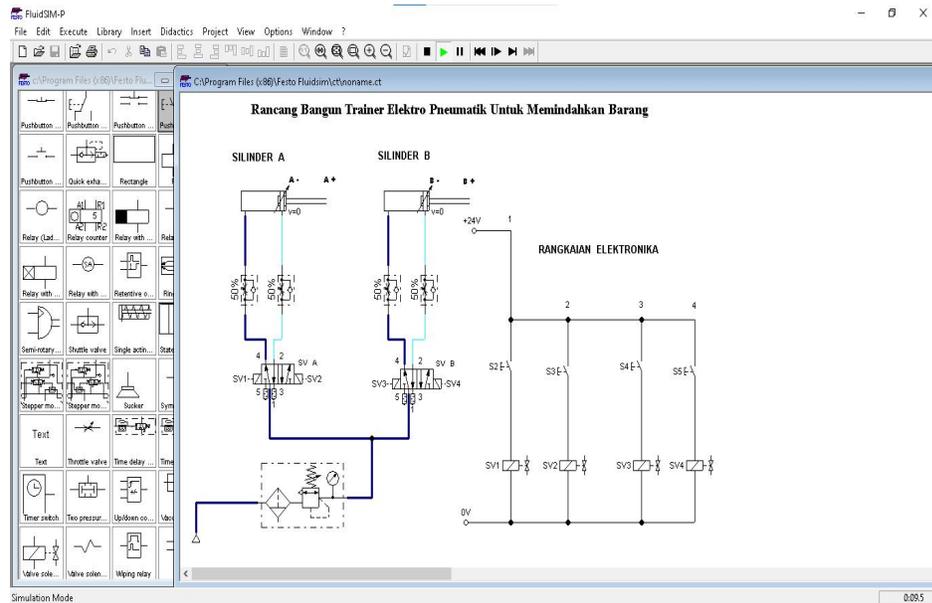


Gambar 4. 8 Tampilan gerakan silinder A dari A- ke A+



Gambar 4. 9 Tampilan gerakan A dari A- ke A+

2. Setelah silinder A mencapai poin A+, maka silinder B yang awalnya ada di poin B- kemudian bergerak kembali menuju B+

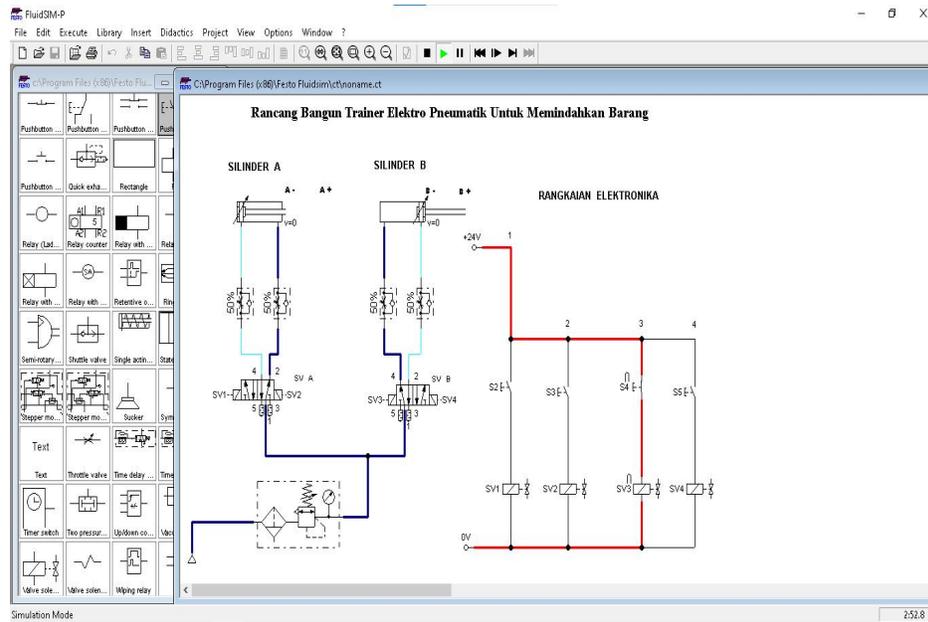


Gambar 4. 10 Tampilan gerakan silinder B dari B- ke B+

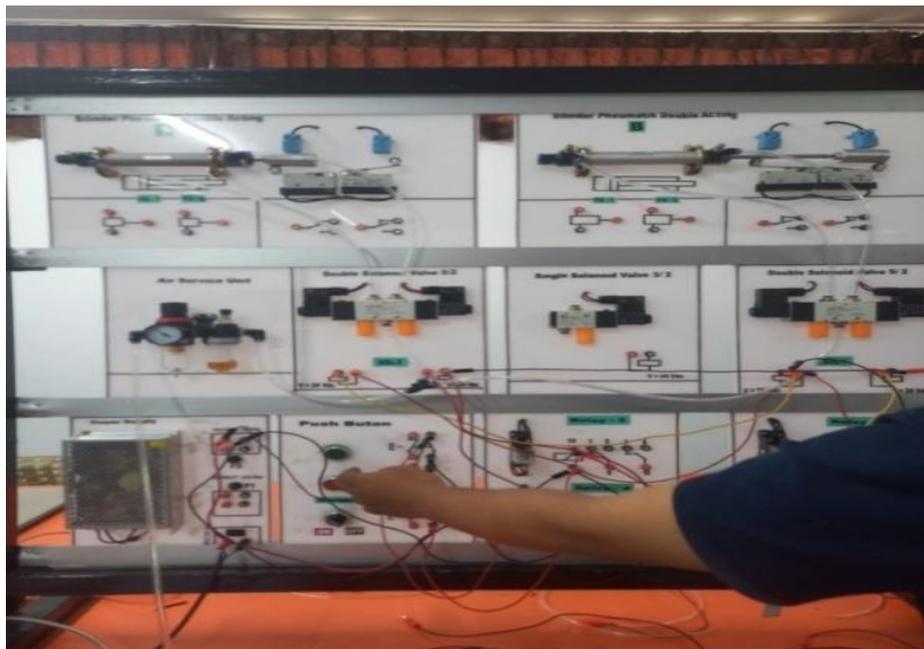


Gambar 4. 11 Tampilan gerakan silinder B dari B- ke B+

3. Setelah silinder B dari B- bergerak menuju B+ maka kemudian silinder A dari A+ bergerak kembali menuju A-

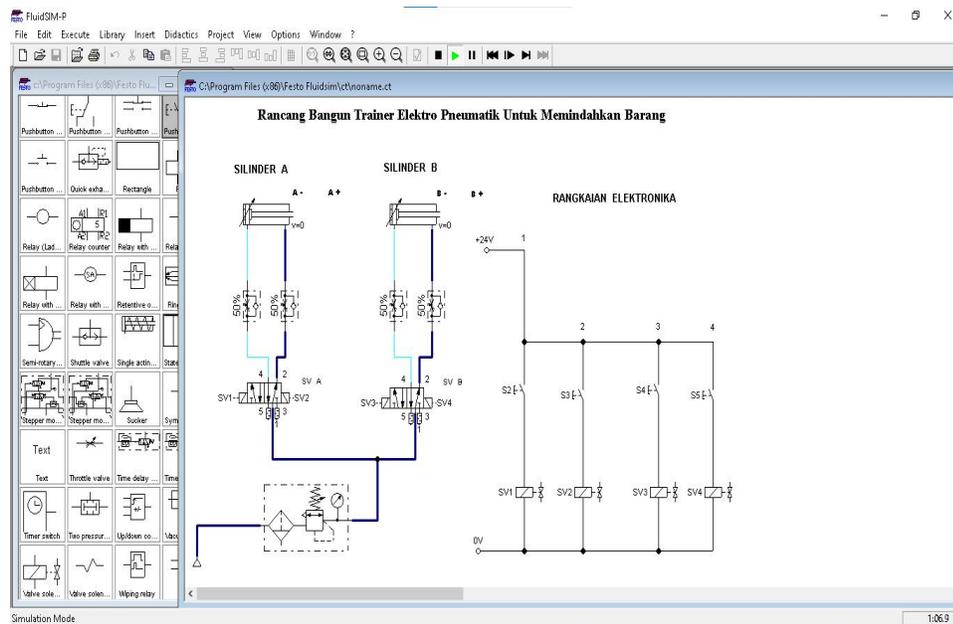


Gambar 4. 12 Tampilan gerakan silinder A dari A+ ke A-



Gambar 4. 13 Tampilan gerakan silinder A dari A+ ke A-

4. Setelah silinder A dari A+ bergerak menuju A- maka kemudian silinder B dari B+ bergerak menuju kembali ke B-.



Gambar 4. 14 Tampilan gerakan silinder B dari B+ ke B-



Gambar 4. 15 Tampilan gerakan silinder B dari B+ ke B-

4.4.4 Hasil penelitian

Penelitian ini bisa membekali mahasiswa dengan kemampuan membuat berbagai simulasi dengan rangkaian dan menganalisa gerakan tertentu pada sistem pneumatik yang menggunakan kontrol listrik. Membekali mahasiswa agar kedepannya dapat berinteraksi dengan pekerjaan yang akan dihadapi terutama berkaitan dengan peralatan industri yang menggunakan peralatan pneumatik dan dikontrol oleh listrik.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan dan pembuatan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Menggunakan daya kompresor sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan udara dalam rangka menunjang kerja alat pemindah barang.
2. Dengan menggunakan aplikasi fluidSIM dapat dipergunakan untuk merencanakan pneumatik 2 silinder yang dilengkapi bahan kompresor, *2 cylinder double acting, 2 selenoid 5/2, power suplay, relay.*
3. Pembuatan Produk Baru Berdasarkan perancangan konsep dan perancangan desain di atas, maka peneliti merealisasikan rangka trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil rancangan dan pembuatan, maka beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada proses perakitan pneumatik pada saat memasang selang/tubing harus sesuai dengan gambar kerja dari rangkaian pneumatik yang telah dibuat. Apabila terbalik maka gerakan yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang telah direncanakan
2. Sistem pneumatik masih biasa dikembangkan penggunaannya untuk berbagai media di industri saat ini.

3. Pembuatan trainer pneumatik dengan standard operasi yang berfungsi sebagai penggunaan alat pemindah barang.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal ALMIKANIKA Vol. 3 No.1 Januari 2021 “*Analisa Pemilihan Aktuator Pada Perancangan Alat bPress Emping Melinjo*” Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

ARIF YUNianto 2019 “*Modul Elektronika Dan Mekatronika Limit Switch Dan Sensor Pada Pneumatik dan Elektro Pneumatik*” Senayan-Jakarta

BDK Jakarta Kementerian Agama RI 2020 “*Teknologi Pendidikan Era Digital Dan Tantangan Indonesia Menghadapi Dinamika Peradaban Milenium Sebagai Era Robotic*”

Huda Mukhlisina, 2019. “*Perancangan Dan Pembuatan Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri Dengan Plc Dan Hidrolik System*”. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Eko Prabowo, 2021. “*Perancangan sistem kontrol motor penggerak pemindah barang melalui perintah google assistant*”. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Suhana, A. K. (2022). “*Simulasi Perancangan Miniplant Penyortir Logam Dan Non-Logam Dengan Sistem Penggerak Pneumatik Handling And Arm Menggunakan Autodesk Inventor*”.

Muchamad nurdin, 2022. “*Pembuatan alat peraga elektro pneumatik sebagai media pembelajaran*”. Politeknik Harapan Bersama.

Muhammad Aldo Ramadhan 2018. “*Trainer pneumatik (aplikasi elektrik pemindah barang 3 piston dengan counter dan timer)*”. Akademi Teknologi Warga Surakarta.

Asyifa agus, 2021. “*Rancang bangun trainer pneumatik low cost berbasis mikrokontroler (arduino) untuk sekolah menengah kejuruan (SMK)*”.

Wahyu raharjo 2018. “*Rancang bangun alat trainer otomasi sebagai media pembelajaran*”

Denni Andrian 2021 “*Penerapan Metode Waterfall dalam [Perancangan sistem informasi pengawasan proyek berbasis web]*” Universitas Teknokrat Indonesia

Devy Ferdiansyah 2018 “Penerapan Konsep Model View Controller Pada Rancang Bangun Sistem Informasi Klinik Kesehatan Berbasis Web” AMIK BSI Tegal

Ahmad Fikri Zulfikar 2020 “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Aset pada Universitas Pamulang Berbasis WEB” Fakultas Teknik Universitas Pamulang

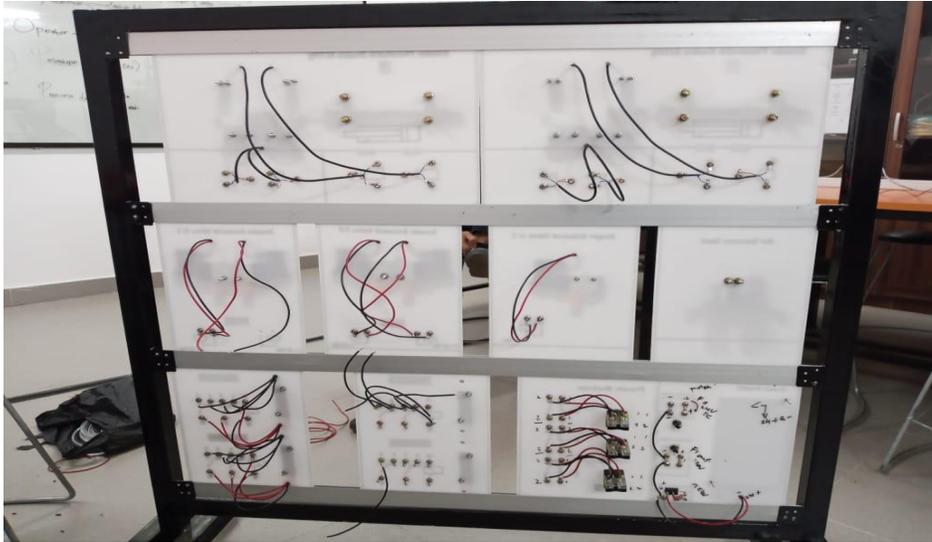
Ahmad Syahril 2018 “Perancangan ulang peralatan pneumatik berbasis Programmable Logic Control (PLC) untuk kegiatan praktikum”

Santoso, Krisno, 2018. “Analisis Kinerja Mesin Pemotong Balok Kayu Dengan Sistem Kontrol Otomatis” Program Studi Teknik ,Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit (UNIM)

Give&Give” Pengenalan Software FluidSIM” 2022

LAMPIRAN

Lampiran 1 1 Proses pembekalan pada



Lampiran 1 2 Hasil setelah semua komponen sudah terpasang.



SURAT KESEDIAAN MEMBIMBING TA

SURAT KESEDIAAN MEMBIMBING TA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Qirom, S.Pd, MT
NIPY : 03.014.270
Jabatan : Ka. Prodi DIII Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bersedia untuk menjadi Pembimbing I pada Tugas Akhir mahasiswa berikut :

Nama : Michael Suhar Syam Nuzul
NIM : 20011018
Program Studi : DIII Teknik Elektronika
Judul Laporan Tugas Akhir : RANCANG BANGUN TRAINER ELEKTRO PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Demikian pernyataan ini dibuat agar dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Ka. Prodi DIII Teknik Elektronika



Qirom, S.Pd, MT
NIPY. 03.014.270

Tegal, 20 Maret 2022

Calon Dosen Pembimbing I,



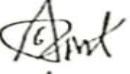
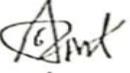
Qirom, S.Pd, MT
NIPY. 03.014.270

FROM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

**FORM BIMBINGAN
TUGAS AKHIR**

NAMA : MICHAEL SUHAR SYAM NUZUL
 NIM : 20011018
 JUDUL TA : RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Pembimbing 1

No.	Hari / tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	27/01/2023	Bimbingan Judul TA	
2	02/02/2023	Bimbingan BAB I	
3	24/02/2023	Bimbingan BAB II	
4	14/03/2023	Bimbingan Alat	
5	18/03/2023	Bimbingan BAB III	
6	04/04/2023	Bimbingan Alat	
7	04/05/2023	Bimbingan BAB IV	
8	09/06/2023	Bimbingan BAB V	

Pembimbing 1

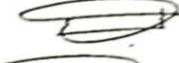


FROM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : MICHAEL SUHAR SYAM NUZUL
 NIM : 20011018
 JUDUL TA : RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Pembimbing 2

No.	Hari / tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	27/01/2023	Bimbingan Judul TA	
2	02/02/2023	Bimbingan BAB I	
3	29/02/2023	Bimbingan BAB II	
4	19/03/2023	Bimbingan Alat	
5	10/03/2023	Bimbingan BAB III	
6	04/04/2023	Bimbingan Alat	
7	04/05/2023	Bimbingan BAB IV	
8	09/06/2023	Bimbingan BAB V	

Pembimbing II



.....

FROM REVISI UJIAN TUGAS AKHIR

**FORM REVISI
UJIAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MICHAEL SUHAR SYAM NUZUL
NIM : 20011018
JUDUL TA : RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Ketua Penguji

No.	Hari / tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	28/8/2023	Perapihan paragraf	
2	29/8/2023	Penggantian nomor sub bab	
3	30 agustus 2023	perapihan kata-kata	

Ketua Penguji



FROM REVISI UJIAN TUGAS AKHIR

**FORM REVISI
UJIAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MICHAEL SUHAR SYAM NUZUL
NIM : 20011018
JUDUL TA : RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Penguji I

No.	Hari / tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	28/8/2023	perapikan paragraf	
2	28/8/2023	penggantian nomor sub bab	
3	30/8/2023	ACC jilid	

Penguji I



FROM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

**FORM REVISI
UJIAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MICHAEL SUHAR SYAM NUZUL
NIM : 20011018
JUDUL TA : RANCANG BANGUN TRAINER PNEUMATIK UNTUK MEMINDAHKAN BARANG

Penguji 2

No.	Hari / tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	20 / 8 / 2023	Perbaikan paragraf	

Penguji 2