



**PEMBUATAN ALAT PERAGA ELEKTRO PNEUMATIK
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
jenjang Program Diploma Tiga

Disusun Oleh :

Nama : Muchamad Nurdin

NIM : 18020023

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIKHARAPAN BERSAMA TEGAL**

2021

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PEMBUATAN ALAT PERAGA ELEKTRO PNEUMATIK
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN**

Sebagai salah satu syarat untuk mengikuti Ujian Laporan Tugas Akhir

Disusun Oleh :

Nama : Muchamad Nurdin

NIM : 18020023

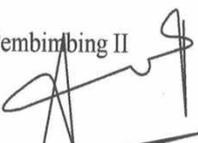
Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat karena itu pembimbing
menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji

Tegal, 2 juli 2021

Pembimbing I


Andre Budhi Hendrawan, M.T
NUPN. 9906977561

Pembimbing II


M. Wawan Junaidi Usman, M. Eng
NIDN.0604067901

Mengetahui,

Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin,
Politeknik Harapan Bersama


M. Taufik Ouhrohman, M.Pd
NIP.Y. 08.015.265

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : PEMBUATAN ALAT PERAGA ELEKTRO PNEUMATIK
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

Nama : Muchamad Nurdin

NIM : 18020023

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Jenjang : Diploma Tiga (DIII)

Dinyatakan **LULUS** setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama

Tegal, 12 Juli 2021

1. Ketua penguji

Tanda Tangan

Andre Budhi Hendrawan, M.T
NUPN. 9906977561



2. Penguji 1

Tanda Tangan

Nur Aidi Ariyanto, M.T
NIDN. 0623127906



3. Penguji 2

Tanda Tangan

Sigit Setijo Budi, M.T
NIDN. 0629107903



Mengetahui,
Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin,
Politeknik Harapan Bersama



M. Fauk Ouhman, M.Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muchamad Nurdin

NIM : 18020023

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Alat Peraga Elektro Pneumatik Sebagai Media Pembelajaran.

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu 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 daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian untuk baru dan menyusun laporan sebagai Laporan Tugas Akhir sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 2 juli 2021

Yang Membuat Pernyataan,



Muchamad Nurdin

NIM 18020023

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Politeknik Harapan Bersama, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muchamad Nurdin
Nim : 18020023
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Jenis Karya : Karya Tulis Ilmiah

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan Karya Tulis Ilmiah ini kepada Politeknik Harapan Bersama dengan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*None Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah ini yang berjudul :

"PEMBUATAN ALAT PERAGA ELEKTRO PNEUMATIK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Harapan Bersama berhak menyimpan, mengalih media, mengelola dalam bentuk *database*, merawat dan mempublikasikan karya tulis ilmiah ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tegal, 2 Juli 2021
Yang membuat pernyataan



Muchamad Nurdin
NIM : 18020023

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Tidak ada rahasia untuk sukses. Sukses adalah hasil dari persiapan , kerja keras dan belajar dari kesalahan (coolin powell)
2. Putus asa adalah mati, bukan mati sesungguhnya.
3. Lebih baik sakit karena mencoba dari pada mati penasaran karena takut.
4. Kesuksesan bukan hanya kerja keras otot, tapi sukses juga merupakan hasil dari kerja otak dan kesucian hati.
5. Tidak ada yang terjadi tanpa diawali sebuah mimpi (carl sandburg)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah Karya ini dipersembahkan Kepada :

1. Bapak dan Ibu atas kasih sayang, bimbingan, pengorbanan, dan do'a beliau berdua, saudara – saudara yang selalu dekat dihati.
2. Bapak dan Ibu Dosen DIII Teknik Mesin yang telah membimbing selama melaksanakan studi kuliah di Politeknik Harapan Bersama Tegal.
3. Dosen pembimbing yang telah membantu dalam pembuatan laporan.
4. Teman – teman Prodi DIII Teknik Mesin angkatan 2018
5. Seseorang yang mampu mensupport sampai selama ini

ABSTRAK

BANGUN TRAINER ELEKTRO PNEUMATIK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

Disusun oleh :

MUCHAMAD NURDIN

NIM : 18020023

Perkembangan teknologi yang sangat pesat dalam dunia industri juga harus diiringi dengan perkembangan dunia pendidikan, maka dari itu Program Studi Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Kota Tegal menyediakan mata kuliah Sistem Pneumatik dan Hidrolik untuk menjembatani mahasiswa mempelajari sistem otomasi, namun pada pelaksanaan proses belajar mengajar berdasarkan hasil pengamatan peneliti secara terbuka kepada mahasiswa, dapat disimpulkan bahwa proses belajar mengajar kekurangan alat visualisasi, Melihat kondisi tersebut peneliti bertujuan untuk membangun alat sistem otomasi yang menggabungkan sistem kontrol trainer full pneumatik dan sistem trainer elektro Pneumatik dengan menggunakan metode analisis. komponen-komponen alat tersebut terdiri dari 1). *Cylinder double acting*, 2). *Cylinder single acting*, 3). *Air filter regulator*, 4). *5/2 Selenoid valve 220 VAC* dan *3/2 selenoid valve 220 VAC*, 5). *Limit switch*, 6). *Proximity sensor*, 7). *Push button switch*, 8). *Relay DC 24 VDC*, 9). *Pilot lamp*, 10). *power suplay unit 220 VAC,VDC*, bahan untuk frame trainer elektro pneumatik menggunakan bahan besi *hollow 4x4 mm* dan alumunium profil, ukuran tinggi 1100mm panjang 1000mm, bahan *acrylic 5mm* ukuran A4. hasil perancangan dan pengembangan dengan metode analisis didapatkan alat trainer sistem trainar elektro pneumatik yang memvisualisasikan proses belajar mengajar mahasiswa politeknik harapan bersama.

Kata Kunci : Analisis, Trainer *full* pneumatik,Trainer elektro pneumatik

ABSTRACT

BUILD PNEUMATIC ELECTRO TRAINER AS A LEARNING MEDIA

Arranged by :

MUCHAMAD NURDIN

NIM : 18020023

The very rapid technological developments in the industrial world must also be accompanied by the development of world education, therefore the Mechanical Engineering Study Program of the Joint Hope Polytechnic of Tegal City provides courses on Pneumatic and Hydraulic Systems to bridge automation system students, but in the implementation of the teaching and learning process based on the results of understanding Researchers openly to students, can deny that the teaching and learning process lacks visualization tools. Seeing this condition, the researcher aims to build an automation system tool that combines a full pneumatic trainer control system and an electro-pneumatic trainer system using the analytical method. these components consist of 1). Double acting cylinder, 2). Single acting cylinder, 3). Air regulator with flow meter, 4). 5/2 Selenoid valve 220 VAC and 3/2 selenoid valve 220 VAC, 5). Limit switch, 6). Proximity sensor, 7). Push-button switch, 8). 24 VDC DC relay, 9). Pilot lamp, 10). Power supply unit 220 VAC, VDC, 11). Air filter regulator, the material for the electro-pneumatic trainer frame uses 4x4 mm hollow iron and aluminum profiles, 1100mm high, 1000mm long, A4 size 5mm acrylic material. The results of the design and development using the analytical method obtained an electro-pneumatic electro-pneumatic trainer system which visualizes the teaching and learning process of mutual hope polytechnic students.

Keywords: Analysis, full pneumatic trainer, electro pneumatic trainer

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mengkaruniakan banyak kenikmatan yang tak terhingga dan Shalawat serta salam tak lupa untuk Nabi Besar Muhammad SAW, Sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ Bangun Trainer Elektro Pneumatik Sebagai Media Pembelajaran”.

Keberhasilan dalam menyelesaikan laporan ini juga tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang secara sukarela telah membantu dalam pembuatan produk Tugas Akhir dan penulisan hasil pembuatan baik secara moril maupun materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Nizar Suhendra, SE. M.PP selaku Direktur Politeknik Harapan Bersama.
2. Bapak M. Taufik Qurohman, M.Pd selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.
3. Bapak Andre Budhi Hendrawan, M.T selaku Pembimbing I dan M.Wawan Junaidi U, M. Eng selaku pembimbing II laporan Tugas Akhir.
4. Bapak dan Ibu dosen pengampu program studi DIII Teknik Mesin.
5. Ibu dan Bapak tercinta yang telah memberikan doa restu serta dorongan semangat.
6. Kawan – kawan seperjuangan dan seseorang yang telah memberikan semangat terus – menerus, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna, untuk itu mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca guna perbaikan laporan yang disusun dikemudian hari. Akhir kata semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amiin Yaa Rabbalalamiin.

Tegal, 2 juli 2021

Muchamad Nurdin
NIM. 18020023

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pengertian Rancang Bangun	9
2.3 Pembuatan	9
2.4 Dasar Pengujian Tarik dan Tekan Logam	10
2.4.1 Uji tarik	10
2.4.2 Uji Tekan	18
2.5 Pengertian Pneumatik	20

BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	29
3.3 Metode Pengumpulan Data	34
3.4 Analisis data Produk.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Perancangan Desain	36
4.1.1 Desain rangka produk <i>part 3D</i>	36
4.1.2 Desain rangka produk <i>drawing 2D</i>	37
4.2 Proses Pembuatan rangka trainer elektro pneumatik	37
4.2.1 Langkah pembuatan rangka trainer elektro pneumatik.....	38
4.3 Proses <i>Cutting</i> Dan Grafir Papan <i>Acrylic</i>	41
4.3.1 Langkah Proses <i>Cutting Acrylic</i>	41
4.4 Proses Perakitan Trainer Elektro Pneumatik.....	43
4.4.1 Langkah Proses Perakitan.....	43
4.5 Data Hasil Percobaan Uji Tarik	46
4.6 Data Hasil Percobaan Uji Tekan	50
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komponen-Komponen Utama Trainer Elektro Pneumatik.....	10
Gambar 2.2 Mesin Uji Tarik Dilengkapi Spesimen Ukuran Standar.....	11
Gambar 2.3 Dimensi Dan Ukuran Spesimen Untuk Uji Tarik	11
Gambar 2.4 Kurva Uji Tarik	12
Gambar 2.5 Trainer Elektro Pneumatik	22
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Mesin Las	24
Gambar 3.3 Kunci Pas.....	25
Gambar 3.4 Tang.....	25
Gambar 3.5 Gergaji Besi.....	25
Gambar 3.6 Isolasi Kabel.....	26
Gambar 3.7 Obeng	26
Gambar 3.8. Jangka Sorong	26
Gambar 3.9 Kikir	27
Gambar 3.10 Amplas	27
Gambar 3.11 Ragum	28
Gambar 3.12 Bor.....	28
Gambar 3.13 Martil.....	28
Gambar 3.14 Meteran.....	29
Gambar 3.15 Besi <i>Hollow</i>	29
Gambar 3.16 <i>Cylinder Single Acting</i>	30
Gambar 3.17 <i>Cylinder Double Acting</i>	30
Gambar 3.18 <i>Solenoid 5/2 Valve 220 VAC</i>	30
Gambar 3.19 <i>Solenoid 3/2 Valve 220 VAC</i>	31
Gambar 3.20 <i>Limit Switch</i>	31
Gambar 3.21 <i>Proximity Sensor</i>	31
Gambar 3.22 <i>Push Button Switch</i>	32
Gambar 3.23 <i>Relay</i>	32

Gambar 3.24 <i>Pilot Lamp</i>	32
Gambar 3.25 <i>Power Suplay</i>	33
Gambar 3.26 <i>Air Filter Regulator</i>	33
Gambar 3.27 <i>Acrylic</i>	34
Gambar 4.1 Produk <i>Part 3D</i>	36
Gambar 4.2 Kerangka Trainer Elektro Pneumatik.....	37
Gambar 4.3 Pengukuran Besi Menggunakan Meteran	38
Gambar 4.4 Pemotongan Besi Menggunakan Gerinda Duduk	39
Gambar 4.5 Pengukuran Sumbu Tengah Besi	39
Gambar 4.6 Pemotongan Besi.....	40
Gambar 4.7 Pengelasan Besi.....	40
Gambar 4.8 Hasil Jadi Pengelasan Besi.....	41
Gambar 4.9 Proses Pengecatan Besi Kerangka.....	41
Gambar 4.10 Hasil Desain <i>Acrylic</i> Di Aplikasi <i>Coreldraw</i>	42
Gambar 4.11 Proses <i>Cutting Acrylic</i>	42
Gambar 4.12 Proses Pengecatan <i>Acrylic</i>	42
Gambar 4.13 Hasil Jadi Setelah Proses <i>Cutting</i> Dan <i>Grafir</i>	43
Gambar 4.14 Pemasangan Baut Pada Tiap Sisi Rangka	43
Gambar 4.15 Proses Pemasangan Papan <i>Acrylic</i> Nama.....	44
Gambar 4.16 Pemasangan <i>Acrylic</i> Baris Ke Dua.....	44
Gambar 4.17 Pemasangan <i>Acrylic</i> Baris Ke Tiga.....	44
Gambar 4.18 Pemasangan <i>Acrylic</i> Baris Ke Empat.....	45
Gambar 4. 19 Hasil Jadi Produk	45
Gambar 4.20 Hasil Penelitian Uji Tarik.....	47
Gambar 4.21 Data Hasil Uji Tekan.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Harga modulus elastisitas pada berbagai suhu.....	16
Tabel 4.2 Besi rangka trainer yang dibutuhkan	37
Tabel 4.3 Data pengujian tarik	46

DAFTAR RUMUS

	Halaman
2.1 Rumus Tegangan Tarik.....	12
2.2 Rumus Regangan	13
2.3 Rumus Kuat Tarik.....	13
2.4 Rumus Kuat Luluh	14
2.5 Rumus Modulus Elastisitas.....	15
2.6 Rumus Hubungan Antara Gaya Tarik Dengan Modulus Elastisitas.....	16
2.7 Rumus Persamaan Hubungan Antara Gaya Tarik	16
2.8 Rumus Energi regangan tiap satuan volume.....	17
2.9 Rumus Kelentingan Material	17
2.10 Rumus Keuletan dan Ketangguhan Material	18
2.11 Rumus Ketangguhan Material Getas	18
2.12 Rumus Regangan Aksial Uji Tekan.....	19
2.13 Rumus Luas Penampang Benda Uji Selama Pembebanan	19
2.14 Rumus Tegangan Aksial Uji Tekan	19
2.15 Rumus Modulus elastisitas Uji Tekan	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A	55
Lampiran B.....	56
Lampiran C.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri yang berbasis produksi pasti memerlukan alat dan mesin untuk menunjang proses produksi, salah satunya *knife gate valve* adalah katup yang terbuka dengan mengangkat penghalang keluar dari jalur fluida dengan sistem pneumatik. Peralatan sistem pneumatik ini cukup sederhana, dan operatornya memperoleh keamanan dan keselamatan kerja yang lebih terjamin. Pengaplikasian sistem pneumatik ini banyak di jumpai hampir pada seluruh sektor-sektor industri khususnya industri kertas, pada bidang otomotif, bidang pemesinan, bidang perkapalan dan khususnya pada bidang-bidang kontruksi lainnya yang membutuhkan gerakan *linier* maupun *rotasi*, (Sudarmadji, 2001).

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 dengan sistem Pneumatik. Sistem pneumatik telah banyak diaplikasikan terutama untuk tujuan otomasi pada industri makanan, minuman, farmasi, migas, otomotif, dan industri berat, sehingga peningkatan Sumber Daya Manusia (SDM) pada bidang pneumatik merupakan langkah strategis yang harus dilakukan sebagai usaha tranformasi teknologi agar mampu berkompetensi secara global, (Laksono and Widodo, 2017).

Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem *automasi*. Perkembangan zaman yang semakin maju dan berkembang saat ini menuntut cara berfikir manusia yang semakin maju dan berkembang pula. Tidaklah mungkin jika kemajuan zaman tidak di ikuti oleh perkembangan pola pikir manusia karena semuanya harus saling mendukung. Seiring dengan kemajuan itu bisa di lihat saat ini telah banyak kemajuan di bidang industri, baik itu industri bermodal besar maupun industri bermodal kecil. Dalam bidang industri salah satu komponen terpenting dalam perusahaan adalah alat-alat produksi karena tanpa salah satu bagian tersebut proses produksi tidak akan berfungsi dan tujuan perusahaan mustahil untuk tercapai, (Saruna, 2013).

Mengingat begitu pentingnya fungsi dari sistem pneumatik di era modern ini, maka sudah sewajarnya jika mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Politenik Harapan Bersama Kota Tegal dituntut untuk mampu memahami tentang sistem kontrol beserta aplikasinya maka dari itu perlu diimbangi dengan meningkatnya proses belajar mengajar dalam alat otomasi, salah satunya dengan trainer elektro pneumatik dijenjang perkuliahan vokasi (Diploma) untuk memiliki kompetensi keahlian dan *skill* dari pneumatik.

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas maka tugas akhir ini peneliti mengambil judul Pembuatan Alat Peraga Elektro Pneumatik Sebagai Media Pembelajaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan di latar belakang, permasalahan yang muncul adalah:

1. Bagaimana tahapan pembuatan trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran?
2. Bagaimana menganalisis kekuatan rangka Trainer elektro pneumatik menggunakan pengujian secara langsung pada material rangka trainer elektro pneumatik?

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. Peneliti hanya membahas tentang pembuatan trainer elektro pneumatik dan identifikasi komponen utama trainer pneumatik.
2. Menentukan tahapan proses pengerjaan produk kecuali komponen-komponen standart.
3. Perhitungan hanya berfokus di kuat tarik maksimum benda uji, kuat luluh dan regangan total.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui cara membuat rangka trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran.

2. Untuk mengetahui pengujian kekuatan dengan uji tarik dan uji tekan pada rangka trainer elektro pneumatik dengan pengujian langsung terhadap material rangka.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1. Dapat mengetahui cara membuat rangka trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran.
2. Dapat mengetahui pengujian kekuatan dengan uji tarik dan uji tekan pada rangka trainer elektro pneumatik dengan pengujian langsung terhadap material rangka.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

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 LANDASAN TEORI

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 PENUTUP

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

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Wahyu raharjo, 2013. mahasiswa jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta membuat rancangan alat dan simulasi menggunakan pneumatik dengan judul “ Rancang Bangun Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Otomasi Industri Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta”. dengan jenis penelitian ini menggunakan pendekatan metode *reverse engineering* adalah proses penemuan prinsip-prinsip teknologi dari suatu perangkat, objek, atau sistem melalui analisis strukturnya, fungsinya, dan cara kerjanya, yang digunakan untuk melakukan rancang bangun alat trainer otomasi industri sebagai media pembelajaran mata kuliah otomasi Industri. Teknik pengumpulan data yang dipakai adalah menggunakan Pengamatan langsung dan penyebaran *kuisisioner* terbuka yang diberikan kepada 5 responden asisten otomasi 2016, 8 responden asisten otomasi 2017, 10 responden angkatan 2014. Hasil dari penelitian tersebut ditinjau dari penilaian Berdasarkan hasil pembobotan dari semua pertanyaan di atas didapatkan nilai tertinggi pada pertanyaan 1 dengan nilai 96, Hasil pembobotan terkecil di dapatkan nilai yang paling terendah 74 pada pertanyaan 7 tentang pemahaman pada sistem *wiring* alat trainer tersebut.

Muhammad Imaduddin, 2013. Mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang meneliti tentang “Rancang Bangun Trainer Alat Penyortir Barang Logam Dan Non Logam Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Dasar Sistem Kontrol”. Model pengembangan Metode pengumpulan data dilakukan melalui instrumen berupa wawancara (*interview*), dan angket (*quisioner*) berdasarkan pada responden mahasiswa Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang sebagai pengguna. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan penilaian Pada indikator 1, yaitu modul mampu menambah pemahaman Dasar sistem kontrol, dari 10 responden 40% menyatakan sangat bermanfaat dan 60% menyatakan bermanfaat. Dominan responden berpendapat bermanfaat pada indikator ini, sehingga dapat disimpulkan bahwa trainer berhasil menambah pemahaman tentang Dasar Sistem Kontrol terhadap mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro. Pada indikator. 2, yaitu modul memberikan pengetahuan dasar tentang kontrol PLC, dari 10 responden 50 menyatakan sangat bermanfaat dan 50% menyatakan bermanfaat. Sebaran responden terbagi rata pada bobot penilaian sangat bermanfaat dan bermanfaat, sehingga dapat disimpulkan bahwa modul telah berhasil memberi pengetahuan dasar tentang kontrol PLC. Pada indikator. 3, yaitu modul mampu meningkatkan minat belajar pada mahasiswa untuk lebih mendalami ilmu kendali. Dari 10 responden, 40% menyatakan sangat bermanfaat dan 60% menyatakan bermanfaat. Banyak faktor yang mempengaruhi suatu modul mampu meningkatkan minat belajar pada mahasiswa untuk lebih mendalami ilmu kendali. Faktor dari modul seperti kemudahan belajar, pembelajaran yang menyenangkan, wawasan pentingnya ilmu kendali bagi

mahasiswa. dan lain-lain, sedangkan faktor dari responden adalah perbedaan karakteristik responden seperti bakat, minat, dan cita-cita responden. Berdasarkan sebaran responden dominan menyatakan setuju pada indikator ini, sehingga dapat disimpulkan bahwa modul berhasil meningkatkan minat belajar mahasiswa untuk lebih mendalami ilmu kendali.

Penelitian yang dilakukan Mukhlisina Huda, 2019. Mahasiswa jurusan teknik industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta 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 bisa

press benda kerja sampai terlihat gambarnya cukup di butuhkan kekuatan 50kg/cm^2 atau dalam skala angin kompresor sama dengan 48 Bar.

2.2 Pengertian Rancang Bangun

Menurut Sutabri,2012 dalam jurnal Yunita P,2017. rancang adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik.

Pengertian Bangun Menurut Pressman, 2010. bangun adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian.

Pengertian Rancang Bangun Menurut Bambang,2013 dalam jurnal Yunita P,2017. rancang bangun adalah proses pembangunan sistem untuk menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun hanya sebagian.

2.3 Pembuatan

Pembuatan alat trainer ini melalui proses persiapan komponen dan bahan, pembuatan alat berdasarkan desain yang telah dibuat dengan *software solidwork* dengan porses awal yaitu pembuatan pola, pemotongan bahan (besi), pengelasan dan penggabungan. Berikut adalah tahapan pembuatan alat peraga trainer elektro pneumatik :

- 1) menyiapkan alat dan bahan sesuai dengan spesifikasi alat peraga trainer elektro pneumatik yang sudah dirancang.

- 2) Pembuatan kerangka fabrikasi dengan jenis model besi *hollow* dengan panjang 1100mm x tinggi 1000mm, bahan *acrylic* yang dipilih dinilai cukup kuat untuk menumpang beban sillinder hidrolik.
- 3) Perakitan *solenoid valve* dan *relief valve* dengan manifold blok.
- 4) Perakitan fabrikasi alat dengan sillinder hidrolik dan sillinder pneumatik.
- 5) Perakitan aksesoris penunjang alat seperti *solenoid valve single* sebagai pengontrol pneumatik, selang untuk hidrolik ataupun pneumatik dengan nepel.



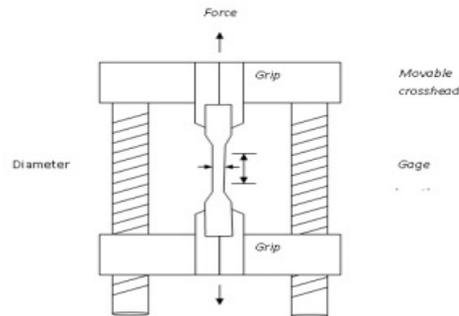
Gambar 2.1 komponen-komponen utama trainer elektro pneumatik
(Sumber:Muhammad jafar shidiq,2019)

2.4 Dasar Pengujian Tarik dan Tekan Logam

2.4.1 Uji tarik

adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu, (Askeland, 1985). Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material.

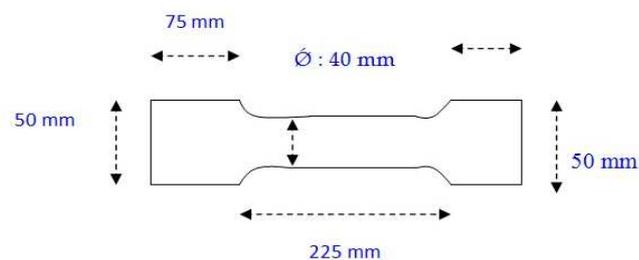
Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.



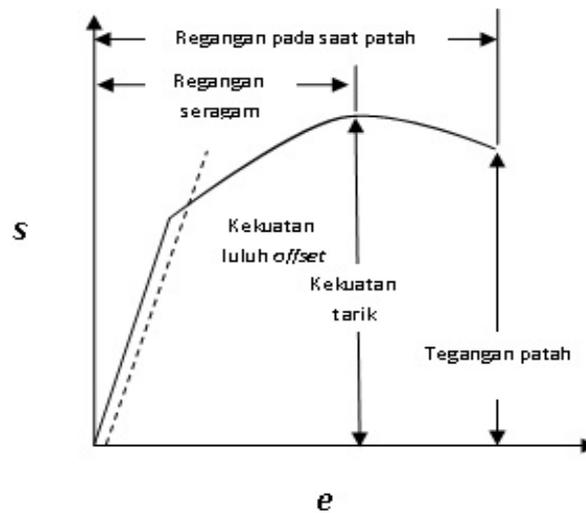
Gambar 2.2 Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar
(sumber : Dieter, E. George, 1993)

Seperti pada gambar 2.2 benda yang di uji tarik diberi pembebanan pada kedua arah sumbunya. Pemberian beban pada kedua arah sumbunya diberi beban yang sama besarnya.

Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana spesimen uji yang telah distandarisasi, dilakukan pembebanan *uniaxial* sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, murah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan *grips* dan lain-lain (George E. Dieter,1986)



Gambar 2.3 Dimensi dan ukuran spesimen untuk uji tarik
(sumber:Dieter, E. George,1993)



Gambar 2.4 Kurva uji tarik
(Sumber:George E. Dieter,1986)

Tegangan yang digunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan teknik tersebut diperoleh dengan cara membagi beban yang diberikan dibagi dengan luas awal penampang benda uji. Dituliskan seperti berikut :

$$S = \frac{P}{A_0} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

s : besarnya tegangan (kg/mm^2)

P : beban yang diberikan (kg)

Ao : Luas penampang awal benda uji (mm^2)

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan-regangan teknik adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan yang dihasilkan setelah pengujian dilakukan dengan panjang awal. Dituliskan seperti berikut :

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

ε : Besar regangan (%)

L : Panjang benda uji setelah pengujian (mm)

L_0 : Panjang awal benda uji (mm)

Dari kurva uji tarik yang diperoleh dari hasil pengujian akan didapatkan beberapa sifat mekanik yang dimiliki oleh benda uji, sifat-sifat tersebut antara lain:

1) Kekuatan tarik

Kekuatan yang biasanya ditentukan dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*) dan kuat tarik (*Ultimate Tensile Strength*).

Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength /UTS*), adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji.

$$S_u = \frac{P_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

S_u : Kuat tarik (kgf/mm² atau MPa)

P_{maks} : Beban maksimum (kgf)

A_0 : Luas penampang awal (mm²)

Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum dimana logam dapat menahan sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas.

2) Kuat luluh dari material

Salah satu kekuatan yang biasanya diketahui dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*). Kekuatan luluh merupakan titik yang menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis, (Dieter, E. George, 1993).

Besar tegangan luluh dituliskan sebagai berikut :

$$Y_S = \frac{P_y}{A_0} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

Y_s : Besarnya tegangan luluh (kg/mm^2)

P_y : Besarnya beban di titik *yield* (kg)

A_0 : Luas penampang awal benda uji (mm^2)

Tegangan dimana deformasi plastis atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastis yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik di mana deformasi plastis mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti.

3) Keuletan dari material

Keuletan adalah kemampuan suatu bahan sewaktu menahan beban pada saat diberikan penetrasi dan akan kembali ke bentuk semula. Secara umum pengukuran keuletan dilakukan untuk memenuhi kepentingan tiga buah hal, (Dieter, E. George, 1993).

- a. Untuk menunjukkan elongasi di mana suatu logam dapat berdeformasi tanpa terjadi patah dalam suatu proses suatu pembentukan logam, misalnya pengerolan dan ekstrusi.
 - b. Untuk memberi petunjuk secara umum kepada perancang mengenai kemampuan logam untuk mengalir secara elastis sebelum patah.
 - c. Sebagai petunjuk adanya perubahan permukaan kemurnian atau kondisi pengolahan.
- 4) Modulus elastis dari material

Modulus elastisitas adalah ukuran kekuatan suatu bahan akan keelastisitasannya. Makin besar modulus, makin kecil regangan elastis yang dihasilkan akibat pemberian tegangan.

Modulus elastisitas ditentukan oleh gaya ikat antar atom, karena gaya-gaya ini tidak dapat dirubah tanpa terjadi perubahan mendasar pada sifat bahannya.

Maka modulus elastisitas salah satu sifat-sifat mekanik yang tidak dapat diubah. Sifat ini hanya sedikit berubah oleh adanya penambahan paduan, perlakuan panas, atau pengerjaan dingin. Secara matematis persamaan sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas} = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}}$$

atau

$$Mo = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

σ : tegangan (N/m²)

ε : regangan (%)

Mo : modulus elastis (N/m²) atau Pascal (Pa)

Jika kita substitusikan tegangan $\sigma = F/A$ dan $e = \Delta L/L$ dalam persamaan (5) di atas, maka diperoleh hubungan antara gaya tarik (F) dengan modulus elastisitas (E).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

E : modulus elastisitas (N/m²) atau (Pa)

σ : tegangan (N/m²)

ε : regangan (%)

Maka :

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (2.7)$$

Tabel 2.1 Harga modulus elastisitas pada berbagai suhu (Askeland, 1985)

Bahan	Modulus elastisitas, psi x 10 ⁶				
	Suhu kamar	400 ⁰ F	800 ⁰ F	1000 ⁰ F	1200 ⁰ F
Baja karbon	30,0	27,0	22,5	19,5	18,0
Baja tahan karat austenit	28,0	25,5	23,0	22,5	21,0
Paduan titanium	16,5	14,0	10,7	10,1	
Paduan alumunium	10,5	9,5	7,8		

5) Kelentingan dari suatu material

Kelentingan adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap energi pada waktu berdeformasi secara elastis dan kembali ke bentuk awal apabila bebannya dihilangkan, (Dieter, 1993).

Kelentingan biasanya dinyatakan sebagai modulus kelentingan, yakni energi regangan tiap satuan volume yang dibutuhkan untuk menekan bahan dari tegangan nol hingga tegangan luluh σ_0 . Energi regangan tiap satuan volume untuk beban tarik satu sumbu adalah :

$$U_0 = \frac{1}{2} \sigma_0 \epsilon_0 \dots \dots \dots (2.8)$$

Dari definisi diatas, modulus kelentingan adalah :

$$U_E = \frac{1}{2} S_0 e_0 = \frac{1}{2} S_0 \frac{S_0}{E} = \frac{S_0^2}{2E} \dots \dots \dots (2.9)$$

keterangan :

U : nilai modulus resilience (mm)

So : *offset* regangan (%)

Persamaan ini menunjukkan bahwa bahan ideal untuk menahan beban energi pada pemakaian di mana bahan tidak mengalami deformasi permanen, misal pegas mekanik, adalah data bahan yang memiliki tegangan luluh tinggi dan modulus elastisitas rendah.

6) Ketangguhan

Ketangguhan (*Toughness*) adalah kemampuan menyerap energi pada daerah plastik. Pada umumnya ketangguhan menggunakan konsep yang sukar dibuktikan atau didefinisikan. Salah satu menyatakan ketangguhan adalah meninjau luas keseluruhan daerah di bawah kurva tegangan-regangan. Luas ini menunjukkan jumlah energi tiap satuan volume yang dapat dikenakan kepada bahan tanpa mengakibatkan pecah. Ketangguhan (So) adalah perbandingan antara kekuatan dan kuelektan. Persamaan sebagai berikut :

$$U_T = \frac{S_o + S_u}{2} e_f \dots \dots \dots (2.10)$$

Untuk material yang getas

$$U_T = \frac{2}{3} S_u e_f \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

U_T : Jumlah unit volume (m^3)

S_u : Kuat tarik (kgf/mm^2 atau MPa)

Tegangan patah sejati adalah beban pada waktu patah, dibagi luas penampang lintang. Tegangan ini harus dikoreksi untuk keadaan tegangan tiga sumbu yang terjadi pada benda uji tarik saat terjadi patah. Karena data yang diperlukan untuk koreksi seringkali tidak diperoleh, maka tegangan patah sejati sering tidak tepat nilai.

2.4.2 Uji Tekan

Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan, beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tekan, meski belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*). Kekuatan tekan dapat diukur dengan mesin uji. Pengujian kekuatan tekan, seperti halnya pengujian kekuatan tarik, dipengaruhi oleh kondisi pengujian (penyiapan spesimen, kondisi kelembaban dan temperatur ruang uji dan sebagainya). Ketika dalam pengujian

tekan, spesimen (biasanya berbentuk silinder) akan lebih mengecil seperti menyebar lateral.

Untuk memperoleh nilai kuat tekan maksimum dilakukan beberapa tahapan penghitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut :

1) Regangan aksial (e)

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

E : regangan aksial (%)

ΔL : perubahan panjang benda uji (mm)

L_0 : panjang atau tinggi benda uji mula-mula (mm)

2) luas penampang benda uji selama pembebanan (A_o)

$$A_o = \frac{A_0}{1-e} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

A_0 : luas penampang benda uji mula-mula (mm)

E : regangan aksial (%)

3. Tegangan aksial (σ)

$$\sigma = \frac{P}{A_c} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

σ : tegangan aksial (N/m²)

P : beban aksial (N)

A_c : luas penampang terkoreksi (mm²)

4. Kurva tegangan – regangan Dibuat dengan dengan menghubungkan data regangan aksial (ϵ) pada sumbu absis dan tegangan aksial (σ) pada sumbu kordinat. Kuat tekan aksial ditentukan berdasarkan nilai tegangan aksial maksimum, $q_u = \sigma_{max}$. Regangan yang dicapai pada saat q_u adalah regangan runtuh (ϵ_f).

5) Modulus elastisitas awal (E_s) Modulus elastisitas awal (*initial modulus of elasticity*) adalah kemiringan bagian kurva tegangan – regangan yang lurus mulai dari awal kurva (titik O). Modulus elastisitas dihitung :

$$E_s = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

E_s : modulus elastisitas awal

$\Delta\sigma$: beda tegangan aksial di antara dua titik pada garis lurus kurva awal

$\Delta\epsilon$: beda regangan aksial di antara dua titik pada garis lurus kurva

2.5 Pengertian Pneumatik

Menurut (Sugihartono, 1996). Pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari gerakan atau perpindahan udara dan gejalanya. Kelebihan dari alat pneumatik yang sangat menonjol adalah karena udara dapat mengembang dengan begitu kuat dan cepat dalam ruangan yang sempit dan waktu yang relatif singkat. Bagian-bagian utama dalam instalasi pneumatik adalah : Kompresor, Katup, Silinder, Air Filter, Pengatur Tekanan Udara, Pelumasan Udara Mampat.

Tidak mustahil jika diinginkan peralatan yang mempunyai efisiensi lebih tinggi lagi, maka alat-alat pneumatik dalam perangkat kontrolnya dikombinasikan

dengan sistem yang lain, seperti : elektrik, elektronik, mekanik dan hidrolis. Karena untuk tujuan-tujuan tertentu, kombinasi pemakaian sistem kontrol lebih dari dua atau tiga bidang itu akan dapat menghasilkan efisiensi yang jauh lebih tinggi dan lebih murah. (Wardhana A, 2007)

Udara atmosfer yang dihisap oleh kompresor dan dimanfaatkan dari tekanan normal (0,98 bar) sampai tekanan yang lebih tinggi (biasanya antara 4 dan 8 bar) disebut udara mampat. Disebabkan oleh penurunan tekanan udara dan suhu, atau juga disebabkan oleh pemuaian udara mampat ini dalam suatu alat pneumatik maka energi potensial yang terkandung dalam udara diubah menjadi energi kinetik, sehingga alat ini dapat menghasilkan kerja mekanis. Dalam beberapa hal, tekanan udara mampat dapat digunakan secara langsung. Fungsi udara mampat ini sebenarnya adalah sebagai sumber tenaga, (Putra dan Haris, 2017).

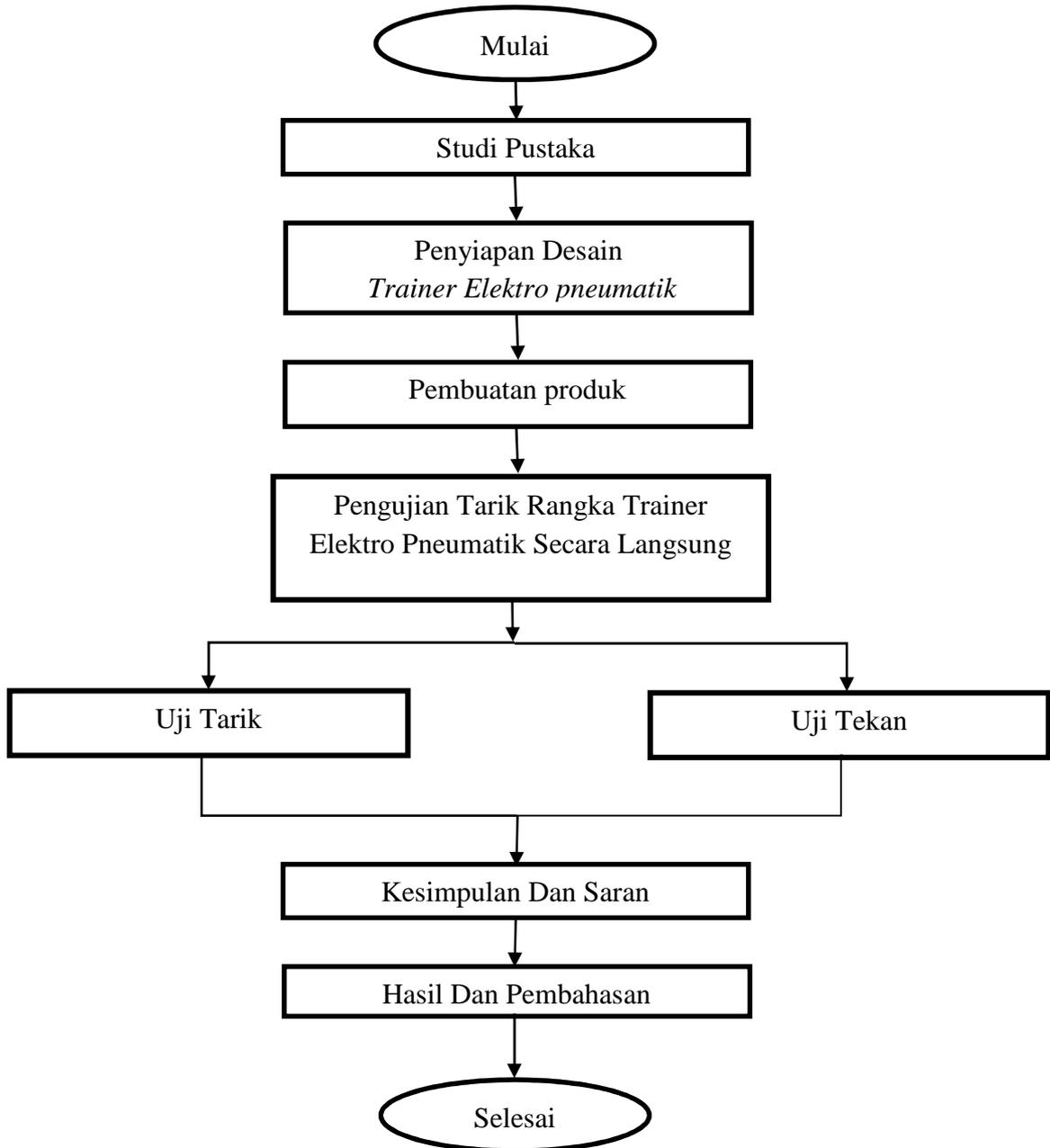
Elektro pneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnetik dan akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti motor-pneumatik atau silinder yang akan menjalankan sistem.



Gambar 2.5 trainer elektro pneumatik
(Sumber:Trainersmk,2014)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Pada saat akan melakukan pembuatan sebuah desain Alat penunjang yang paling utama untuk proses pengerjaan produk ini adalah:

1. Data desain rancang bangun frame traier elektro pneumatik, data ini diambil dari tahap perancangan yang di desain oleh saudara bobi faisal selaku perancang desain trainer elektro pneumatik.
2. 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 mesin las
(Sumber:Dokumentasi,2021)

3. 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 3.3 kunci pas
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4. 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 3.4 tang
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.5 Gergaji besi
(Sumber:Dokumentasi,2021)

6. Isolasi kabel, berguna untuk melindungi sambungan kabel.



Gambar 3.6 isolasi kabel
(Sumber:Dokumentasi,2021)

7. Obeng plus dan obeng min, berfungsi untuk mengencangkan baut ataupun mengendurkan baut.



Gambar 3.7 obeng
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.8. jangka sorong
(Sumber:Dokumentasi,2021)

9. Kikir, adalah alat perkakas tangan yang berguna untuk pengikisan benda kerja.



Gambar 3.9 kikir
(Sumber:Dokumentasi,2021)

10. Amplas, Amplas adalah sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang telah ditambahkan bahan yang kasar kepada permukaan benda tersebut.



Gambar 3.10 Amplas
(Sumber:Dokumentasi,2021)

11. Ragum adalah suatu alat penjepit untuk menjepit benda kerja yang akan dikikir, dipahat, digergaji, di tap, di *sney*, dan lain lain.



Gambar 3.11 ragum
(Sumber:Dokumentasi,2021)

12. Bor, adalah alat yang digunakan untuk melubangi.



Gambar 3.12 bor
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.13 Martil
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.14 meteran
(Sumber:Dokumentasi,2021)

3.2.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian adalah :

1. 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 3.15 besi *hollow*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

2. *Cylinder Single Acting* Merupakan silinder yang memiliki dua port untuk introke dan outroke.



Gambar 3.16 *Cylinder Single Acting*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.17 *Cylinder Double Acting*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.18 *Solenoid 5/2 Valve 220 VAC*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.19 *Solenoid 3/2 Valve 220 VAC*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

6. *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*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

7. *Proximity Sensor* adalah elektronik yang mampu mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya tanpa ada sentuhan fisik.



Gambar 3.21 *Proximity Sensor*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

8. *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 Switch*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.23 *Relay*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

10. *Pilot Lamp* sebagai lampu indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin.



Gambar 3.24 *Pilot Lamp*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

11. *Power Suplay* suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk member daya suatu perangkat keras lainnya.



Gambar 3.25 *Power Suplay*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

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



Gambar 3.26 *Air Filter Regulator*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

13. *Acrylic* 5mm uk A4, yang di gunakan untuk menyatukan komponen yang ada pada Trainer Elektro Pneumatik.



Gambar 3.27 *Acrylic*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari studi pustaka yaitu mengumpulkan data-data dari internet, buku referensi dan jurnal-jurnal yang relevan / terkait dengan topik penelitian.

3.4 Analisis data Produk

Setelah melaksanakan simulasi produk tersebut selanjutnya dilakukan analisa produk guna mengetahui apakah kelayakan alat trainer elektro pneumatik. Analisa dilakukan berdasarkan data yang telah diperoleh. untuk menganalisa data langkah-langkah yang dilakukan adalah Memeriksa kelengkapan data seperti:

1. Perancangan Produk Baru Kegiatan perancangan produk baru alat trainer otomasi industri terbagi menjadi dua proses, pembagian tersebut meliputi perancangan konsep alat dan pembangunan alat.

2. Pembuatan Produk Baru Berdasarkan perancangan konsep dan perancangan desain di atas, maka peneliti merealisasikan rangka trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran pembuatan produk baru ini dilakukan di rumah perancang trainer elektro pneumatik mahasiswa DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.
3. Rencana pengujian Produk Pelaksanaan pengujian alat dilakukan 5 April 2021 bertempat di ruang produksi Laboratorium politeknik harapan bersama, pengujian alat menggunakan uji tarik secara langsung di UPTD Laboratorium perindustrian Kabupaten Tegal, selain bertujuan untuk melakukan pengujian alat, kegiatan tersebut juga dilakukan sebagai pengenalan alat trainer elektro pneumatik kepada mahasiswa yang mengambil mata kuliah sistem hidrolis dan pneumatik.

BAB IV

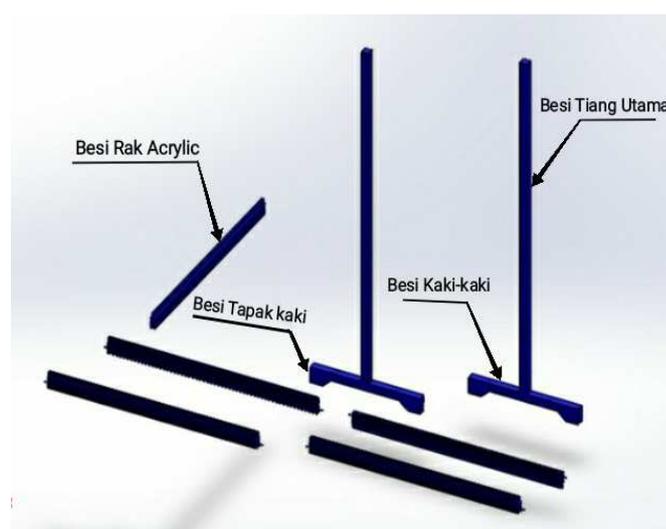
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Desain

Dalam proses pembuatan produk harus ada perancangan desain, perancangan tersebut menggunakan perangkat lunak *Solidwork 2016* yang digunakan dalam proses pembuatan produk, sehingga produk sesuai dengan rancangan yang telah didesain dengan perangkat lunak *Solidwork 2016*. 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 :

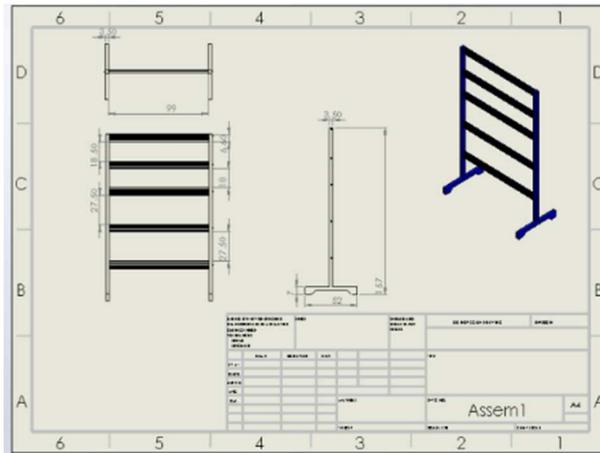
1. Desain gambar kerangka *part 3D* trainer elektro pneumatik
2. Desain gambar kerangka *drawing 2D* trainer elektro pneumatik

4.1.1 Desain rangka produk *part 3D*



Gambar 4.1 produk *part 3D*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4.1.2 Desain rangka produk *drawing 2D*



Gambar 4.2 kerangka trainer elektro pneumatik
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4.2 Proses Pembutan rangka trainer elektro pneumatik

Rangka trainer elektro pneumatik terbuat dari besi *hollow* yang di las dengan menggunakan mesin las listrik, bahan yang dibutuhkan untuk membuat rangka trainer yaitu tiang utama rangka 2 *pcs*, besi *hollow* untuk kaki-kaki 2 *pcs*, besi untuk tapak kaki 4 *pcs* dan besi untuk rak *acrylic* sebanyak 5 *pcs*.

Tabel 4.2 Besi rangka trainer yang dibutuhkan

NAMA PART	UKURAN	JUMLAH
Tiang Utama	150 cm x 30 mm	2 <i>pcs</i>
Besi kaki-kaki	52 cm x 30 mm	2 <i>pcs</i>
Besi Tapak kaki	10 cm x 30 mm	4 <i>pcs</i>
Besi rak <i>acrylic</i>	99 cm x 15 mm	5 <i>pcs</i>

Jumlah keseluruhan bahan untuk besi trainer adalah 4,44 meter berarti membutuhkan bahan besi 2 batang untuk rangka trainer, sedangkan untuk besi rak *acrylic* membutuhkan 4,95 meter, membutuhkan bahan sebanyak 2 batang untuk bagian rak *acrylic*.

4.2.1 Langkah pembuatan rangka trainer elektro pneumatik

1. Pengukuran besi *hollow* sebelum di potong dan di Las pertama mengukur besi menggunakan meteran dan tandai menggunakan spidol, untuk bagian tiang utama dengan ukuran panjang 100 cm sebanyak 2 *pcs* sebagai tiang kanan dan kiri, besi kaki-kaki dengan panjang 52 cm sebanyak 2 *pcs*, besi tapak kaki dengan ukuran panjang 10 cm sebanyak 4 *pcs*, dan besi rak *acrylic* dengan ukuran panjang 99 cm sebanyak 5 *pcs*.



Gambar 4.3 Pengukuran besi menggunakan meteran
(Sumber:Dokumentasi,2021)

2. Pemotongan besi menggunakan gerinda duduk pada pemotongan besi menggunakan mesin gerinda duduk dan potong pada garis penanda ukuran.



Gambar 4.4 Pemotongan besi menggunakan gerinda duduk
(Sumber:Dokumentasi,2021)

3. Pengukuran sumbu tengah besi pengukuran sumbu tengah besi kaki-kaki dalam mencari titik tengah sumbu dengan mengukur panjang keseluruhan panjang besi lalu dibagi dua bagian tandai menggunakan spidol.



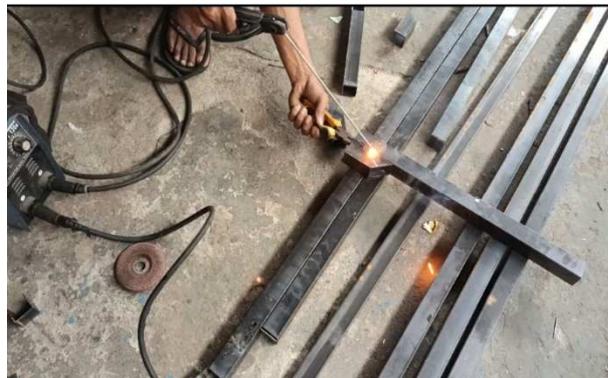
Gambar 4.5 pengukuran sumbu tengah besi
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4. Pemotongan besi untuk tapak kaki rangka potong besi tapak kaki menggunakan gerinda tangan sesuai garis penanda yang telah diukur saat proses pengukuran yaitu panjang 10 cm.



Gambar 4.6 pemotongan besi
(Sumber:Dokumentasi,2021)

5. Proses pengelasan besi menggunakan mesin las pengelasan rangka menjadi kesatuan menggunakan mesin las listrik dimulai dari menyatukan besi tapak kaki dengan besi kaki-kaki lalu pengelasan untuk meyatukan besi kaki-kaki dengan tiang utama, ulangi langkah tersebut untuk rangka kedua, selanjutnya amplas menggunakan gerinda tangan untuk hasil yang maksimal.



Gambar 4.7 Pengelasan besi
(Sumber:Dokumentasi,2021)

6. Hasil jadi setelah pengelasan besi setelah melewati proses pengelasan dan pengamplasan sudah dilalui, proses selanjutnya adalah *finishing* dengan pengecatan besi rangka agar tidak berkarat dan lebih berwarna.



Gambar 4.8 Hasil jadi pengelasan besi
(Sumber:Dokumentasi,2021)

7. Proses pengecatan rangka trainer pada saat pengecatan menggunakan *spray gun nozzle* agar lebih rapi dan tidak belepotan.

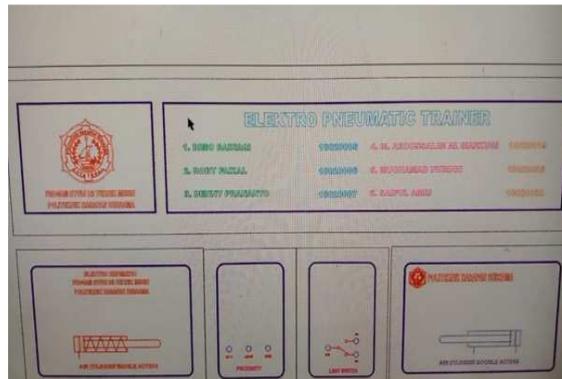


Gambar 4.9 Proses pengecatan besi kerangka
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4.3 Proses *Cutting* Dan Grafir Papan *Acrylic*

4.3.1 Langkah Proses *Cutting Acrylic*

1. Langkah pertama, siapkan aplikasi *CorelDRAW* dan desain bentuk *acrylic* yang akan menjadi acuan dalam pengcuttingan papan *acrylic*.



Gambar 4.10 Hasil desain *acrylic* di aplikasi *CorelDRAW*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

2. Masukkan *acrylic* ke mesin *cutting* dan grafir *acrylic*.



Gambar 4.11 Proses *cutting acrylic*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

3. Setelah proses *cutting* langkah selanjutnya pengecatan papan



Gambar 4.12 proses pengecatan *acrylic*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4. Hasil dari proses *cutting* dan *grafir acrylic*



Gambar 4.13 Hasil jadi setelah proses *cutting* dan *grafir*
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4.4 Proses Perakitan Trainer Elektro Pneumatik

4.4.1 Langkah Proses Perakitan

1. Langkah pertama, siapkan kunci T ukuran 8 dan langsung mulai perakitan dengan memasang baut pada tiap sisi rangka.



Gambar 4.14 pemasangan baut pada tiap sisi rangka
(Sumber:Dokumentasi,2021)

2. Pemasangan papan *acrylic* nama



Gambar 4.15 Proses pemasangan papan *acrylic* nama
(Sumber:Dokumentasi,2021)

3. Pemasangan *acrylic cylinder single acting, Proximity sensor, Limit switch, cylinder double acting.*



Gambar 4.16 Pemasangan *acrylic* baris ke dua
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4. Pemasangan *acrylic relay, selenoid 5/2, selenoid 3/2, dan power supplay*



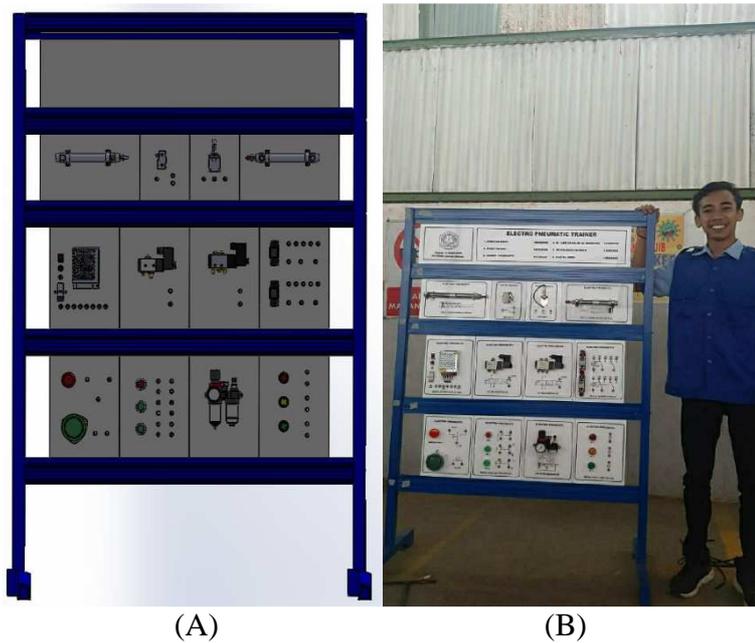
Gambar 4.17 Pemasangan *acrylic* baris ke tiga
(Sumber:Dokumentasi,2021)

5. Pemasangan *acrylic pilot lamp*, *air filter regulator*, *push button*, dan *emergency*



Gambar 4.18 Pemasangan *acrylic* baris ke empat
(Sumber:Dokumentasi,2021)

6. Hasil jadi produk trainer elektro pneumatik



(A)

(B)

Gambar 4.19 (A) Hasil desain dan (B) Hasil jadi produk
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4.5 Data Hasil Percobaan Uji Tarik

Dari hasil saat uji tarik yang dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian kabupaten tegal didapatkan hasil data-data seperti dibawah, dengan sepecimen uji adalah besi *hollow* 30 x 30 sesuai dengan SNI 0068 : 2013, Metode pengujian JIS Z 2241 : 2011 dan mesin uji Shimadzu UH 1000kNI.

Tabel 4.3 Data pengujian tarik

PARAMETER UJI	SATUAN	HASIL UJI
Tebal x Lebar	Mm	0,84 x 12,38
Kuat tarik	N/mm ²	311,803
Kuat luluh	N/mm ²	258, 433
Regangan	%	11,88
p. tarik <i>max</i>	KN	32,4250
p. luluh <i>max</i>	KN	26,8750
Keterangan	–	*

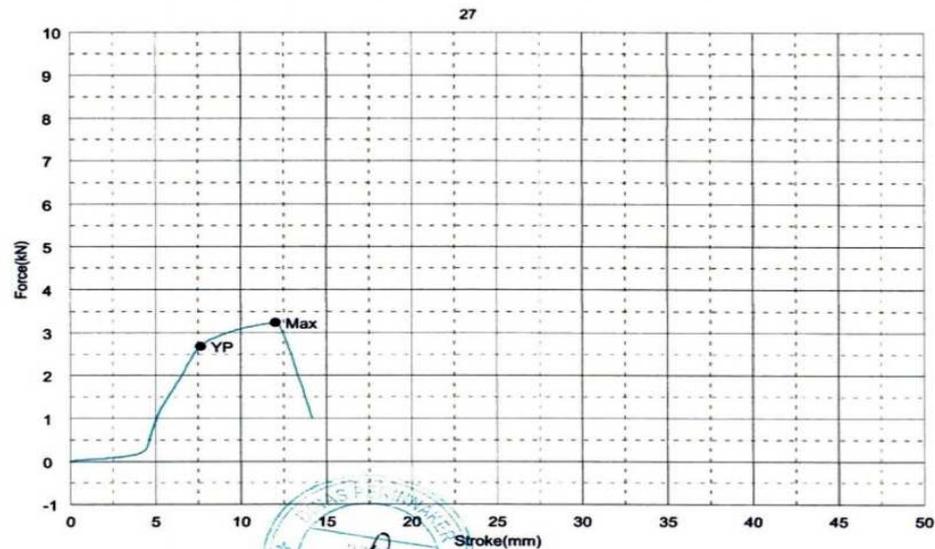
*putus diluar *gauge length*

Date : 2021/04/08

Shape: Plate

Units	Thickness mm	Width mm	Gauge Length mm
1 - 1	,8400	12,3800	50,0000

Name Parameter	Max_Force	Max_Stress	YP_Force 0,1 %/FS	YP_Stress 0,1 %/FS
Units	kN	N/mm2	kN	N/mm2
1 - 1	3,24250	311,803	2,68750	258,433



Comment
Customer : 04/2021.135/UTM/27

Gambar 4.20 hasil penelitian uji tarik
(Sumber:Dokumentasi,2021)

Rumus Perhitungan :

Diketahui :

Tebal : 0,84

Lebar : 12,38

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang } A_o &= T \times L \\ &= 0,84 \times 12,38 \\ &= 10,3992 \end{aligned}$$

p. tarik $max = 3,24250$ kN

p. luluh $max = 2,68750$ kN

$L_f = 55,94$ mm

$L_o = 50$ mm

- Ditanyakan :
- a. Kuat tarik ?
 - b. Kuat Luluh ?
 - c. Reagangan Total ?

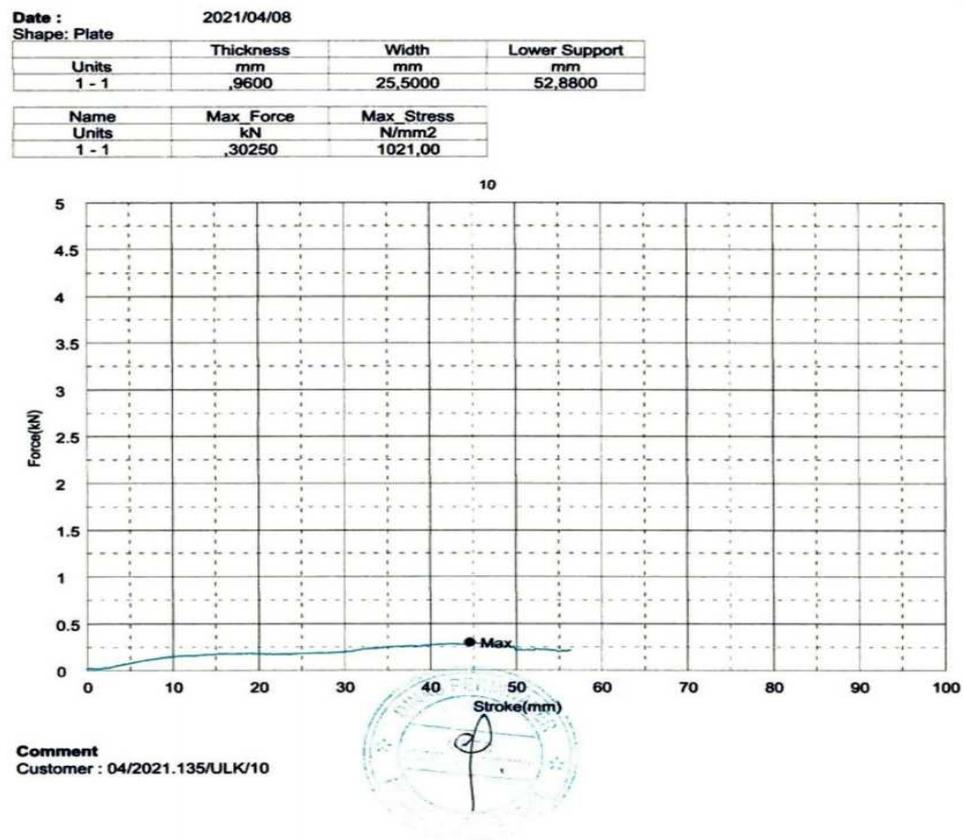
$$\begin{aligned}
 \text{Jawab : a. kuat tarik} &= \frac{p.\text{tarik max}}{A_o} \\
 &= \frac{32,4250 \text{ kN}}{10,3992 \text{ mm}} \\
 &= \frac{3242,5 \text{ N}}{10,3992 \text{ mm}} \\
 &= 311,803 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. kuat luluh} &= \frac{p.\text{tarik max}}{A_o} \\
 &= \frac{26,8750 \text{ kN}}{10,3992 \text{ mm}} \\
 &= \frac{2687,5 \text{ N}}{10,3992 \text{ mm}} \\
 &= 258,433 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. regangan total} &= \frac{(L_f - L_o)}{L_o} \times 100 \\
 &= \frac{55,94 - 50}{50} \times 100 \\
 &= \frac{5,94}{50} \times 100 \\
 &= 0,1188 \times 100 \\
 &= 11,88 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil percobaan pengujian tarik yang telah dilaksanakan dan dikonversikan dengan rumus perhitungan manual hasil kuat tarik besi tersebut sebesar $311,803 \text{ N/mm}^2$, hasil kuat luluh $258,433 \text{ N/mm}^2$, sedangkan untuk hasil regangan total besi saat uji tarik adalah sebesar 11,88%.

Sedangkan untuk hasil uji tekan material rangka trainer elektro pneumatik



Gambar 4.21 data hasil uji tekan
(Sumber:Dokumentasi,2021)

4.6 Data Hasil Percobaan Uji Tekan

Dari hasil pengujian tekan yang menggunakan metode uji JIS Z 2248 : 2006, tujuan uji tekan ini untuk mengetahui kekuatan tekan (elastisitas) material rangka trainer elektro pneumatik, uji tekan tersebut dilakukan sampai material berbentuk U supaya mendapatkan data hasil pengujian berupa grafik, dan grafik di atas merupakan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis pada nilai 10,21 N/mm² yang merupakan dari kuat lengkung, dan nilai beban titik akhir yaitu 0,30 KN.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pembuatan alat peraga trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pembuatan Produk Baru Berdasarkan perancangan konsep dan perancangan desain di atas, maka peneliti merealisasikan rangka trainer elektro pneumatik sebagai media pembelajaran dengan tahapan pengukuran besi pemotongan besi, pengelasan besi, dan pengecatan besi.
2. Dari pengujian secara langsung dapat disimpulkan bahwa hasil dari uji tarik mendapatkan hasil grafik yang menggambarkan nilai dari kuat tarik sebesar 311,803 N/mm², kuat luluh sebesar 258,433 N/mm² dan regangan total sebesar 11,88 %, sedangkan hasil uji tekan mendapatkan nilai beban lengkung maksimal sebesar 0,30 KN, dan kuat lengkung 102,100 N/mm². Dari kesimpulan diatas besi tersebut lebih kuat menahan kuat tarik dari pada menahan tekanan.

5.2 Saran

1. Dalam menentukan bahan besi *hollow* yang lebih murah dan mudah dicari semisal kita menggunakan besi *hollow* biasa yang tanpa krom lalu kita cat sendiri agar tidak mudah berkarat.
2. Dalam proses pemotongan usahakan menggunakan mesin gerinda duduk agar hasil lebih presisi dan cepat.

3. Saat pengukuran sumbu tengah gunakan meteran agar lebih akurat dan tidak panjang sebelah.
4. Pada saat pemotongan besi *hollow* untuk kaki-kaki trainer usahakan memakai gerinda tangan agar lebih mudah karena bagian tersebut terbilang kecil.
5. Dalam proses pengelasan menggunakan las listrik agar lebih kuat, setelah proses pengelasan haluskan bekas sisa las menggunakan sikat kawat kemudian amplas menggunakan gerinda tangan, jika ingin lebih halus lagi bisa gunakan ampla manual tetapi akan lebih lama, Untuk proses pelubangan baut gunakan meteran untuk mengukur jarak antara lobang satu ke lobang dua dan ditandai dengan sepidol barulah dilobangi menggunakan bor.
6. Saat proses cutting dan grafir *acrylic* serahkan desain yang sudah kita buat di *CoralDRAW* ke operator mesin *cutting* yang sudah berpengalaman agar hasil lebih maksimal, setelah proses *cutting* dan grafir lanjut cat bekas *cuttingan* tersebut secara merata dan tunggu sampai cat benar-benar kering barulah kita lepas plastiknya.
7. Saat proses perakitan usahakan alat dan bahan sudah tersedia semua agar tidak ada komponen yang tertinggal, setelah itu mulai perakitan secara berurutan supaya lebih mudah karena jika tidak berurutan maka akan susah memasangkan *acrylicnya* .
8. Apabila ingin pembuatan trainer elektro pneumatik lebih mudah dan praktis beli saja secara online banyak tetapi harga lebih mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- Huda Mukhlisina, 2019. “ *Perancangan Dan Pembuatan Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri Dengan Plc Dan Hidrolik System*”. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Imaduddin Muhammad, 2013. “*Rancang Bangun Trainer Alat Penyortir Barang Logam Dan Non Logam Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Dasar Sistem Kontrol*”. Universita Negeri Semarang.
- Laksono and Widodo, 2017. “*Jurnal Teknik Elektro Analisa Modifikasi Timer Pneumatic Dan Proximity Menggunakan Timer Elektrik Pada Mesin Blowing Dan Mesin Filling Di Plant Cpk,*” pp. 11–19.
- M. I. Saruna, 2013. R. Poeng, J. Rantung, T. Mesin, U. Sam, and R. Manado, “*Analisis Sistem Penggerak Pneumatik Alat Angkat Kendaraan Niaga Kapasitas 2 Ton,*” pp. 1–8.
- Putra ,I,E, M.Haris. 2017. “*Analisa sistem pneumatik alat pemotong serat alam*”. Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang.
- Raharjo wahyu, 2013. *Bangun Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Otomasi Industri Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sari Purba Yuntari, 2017. ‘*Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Dan Persediaan Obat Pada Apotek Merben Di Kota Prabumulih*’
- Sudarmadji, 2001. “*Installation & Maintenance Manual,*” 2008.
- Triandi Gilang. 2019. “*Pengaruh Pembebanan Pada Papan Luncur Dengan Variasi Beban Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2014*”. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Wardhana A. 2007. *Troubleshooting sistem elektronik pada mesin bor dengan control elektro pneumatik. [Proyek Akhir]. Semarang. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.*

Wawan Trisnadi Putra, Kuntang Winangun &, Fadelan, 2019. ‘*Analisa Kekuatan Tarik Seng Galvanis Terhadap Beban Yang Di Berikan*’. Universitas Muhammadiyah Ponorogo.



PENGAJUAN KESEDIAAN PEMBIMBING DAN JUDUL TUGAS AKHIR

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

No	NIDN/NUPN	Nama (lengkap dengan gelar)	Keterangan
1	9906977561	Andre Budhi Hendrawan, M.T	Pembimbing I
2	0604067901	M. Wawan Junaidi Usman, M. Eng	Pembimbing II

Menyatakan **BERSEDIA / ~~TIDAK BERSEDIA~~** membimbing Tugas Akhir mahasiswa berikut :

NAMA	: Muchamad Nurdin
NIM	: 18020023
Produk Tugas Akhir	: Electro Pneumatik Trainer
Judul Tugas Akhir	: Pembuatan Alat Peraga Elektro Pneumatik Sebagai Media Pembelajaran

Sesuai dengan waktu yang telah disepakati, Tugas Akhir dilaksanakan mulai bulan November tahun 2020 sampai dengan pelaksanaan Sidang Tugas Akhir bulan Juli tahun 2021

Tegal, 29 Januari 2021

Pembimbing I

(Andre Budhi Hendrawan, M.T)
NUPN. 9906977561

Pembimbing II

(M. Wawan Junaidi Usman, M. Eng)
NIDN. 0604067901

LAMPIRAN B

1. Trainer Elektro Pneumatik



2. Pengujian Tarik Di UPTD Laboratorium Perindustrian Tegal



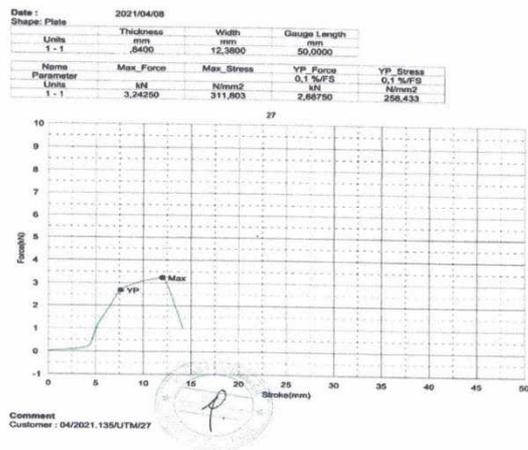
3. Pengujian Tekan Di UPTD Laboratorium Perindustrian Tegal



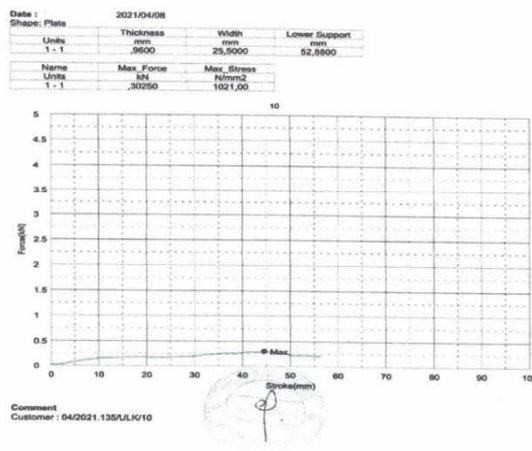
4. Proses Pelaksanaan Pengujian Material



5. Hasil Pengujian Tarik



6. Hasil Pengujian Tekan



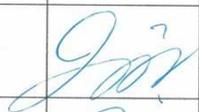
LAMPIRAN C

LEMBAR PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR



NAMA	: Muchamad Nurdin
NIM	: 18020023
Produk Tugas Akhir	: Trainer Elektro Pneumatik
Judul Tugas Akhir	: Pembuatan Alat Peraga Elektro Pneumatik Sebagai Media Pembelajaran

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA
2021**

Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir				
PEMBIMBING I			Nama	: Andre Budhi Hendrawan, M.T
			NUPN	: 9906977561
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	Senin	24/5-2021	Revisi Bab I	
2				
3	Rabu	2/6-2021	Revisi Bab II	
4				
5	Senin	7/6-2021	Revisi Bab III	
6				
7	Kamis	10/6-2021	Revisi Bab IV	
8				
9	Senin	14/6-2021	Revisi Bab V	
10	Setasa	15/6-2021	Acc Sidang TA	

Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir				
PEMBIMBING II			Nama :	M. Wawan Junaidi Usman, M. Eng
			NIDN/NUPN :	0604067901
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	Rabu	16/6-2021	Revisi Bab I	
2	Senin	21/6-2021	Revisi Bab II	
3	Rabu	23/6-2021	Revisi Bab III	
4	Senin	28/6-2021	Revisi Bab IV	
5	Kamis	1/7-2021	Revisi Bab V	
6	Jum'at	2/7-2021	Revisi Daftar Pustaka	
7				
8				
9				
10				