

**Pengembangan Lanjut Mesin Uji Tarik Skala Kecil:
Ekstraksi Data dan Cengkaman *Gripper***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

**Nama : Arif Rahman Hakim
No. Mahasiswa : 18525118
NIRM :**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGEMBANGAN LANJUT MESIN UJI TARIK SKALA
KECIL: EKSTRAKSI DATA DAN CENGKRAMAN GRIPPER**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Arif Rahman Hakim

No. Mahasiswa : 18525118

Yogyakarta, 14 November 2022

Pembimbing



Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Pengembangan Lanjut Mesin Uji Tarik Skala Kecil: Ekstraksi Data dan Cengkaman *Gripper*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Arif Rahman Hakim

No. Mahasiswa : 18525118

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng.

Ketua

Tanggal : 8/12/2022

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

Anggota I

Tanggal : 30/11/2022

Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

Anggota II

Tanggal : 30/11/2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Demikian Allah yang maha segalanya, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual maka saya bersedia mengikuti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 28 November 2022



Arif Rahman Hakim

18525118

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki dan rahmat-Nya, Serta panjatan doa dan dukungan yang selalu diberikan oleh orang-orang tercinta, hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

Mama yang selalu senantiasa memberikan dukungan baik moral maupun materill dan serta doa yang selalu dipanjatkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak sekali ilmu terhadap penulis baik ilmu yang berhubungan dengan studi teknik mesin maupun ilmu kehidupan yang sangat bermanfaat bagi penulis

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaa untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis.

HALAMAN MOTTO

“Selama masih melihat ibu tersenyum, maka dunia akan baik-baik saja”

“Utamakanlah adab daripada apa yang mengikutinya”

“Majulah tanpa menyingkirkan. Naiklah tinggi tanpa menjatuhkan. Jadilah baik tanpa menjelekkkan. Dan benar tanpa menyalahkan.”

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya...”

(Q.S Al-Baqarah : 286)

“Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah”

(BJ Habibie)

KATA PENGANTAR

“Assalamua’alaikum Warahmatullahi Wabarokatuhu”

Alhamdulillahirobbil’alamin, puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah serta hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita kepada kehidupan yang lebih baik. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik karena adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu saya tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menjalankan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Muhammad Khafidh S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan arahan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Mesin FTI UII.
5. Rekan-rekan ruangan 1.09 yang selalu bekerja sama saling membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini bersama-sama sesuai dengan judul masing-masing. Serta rekan-rekan jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang senantiasa memberikan dukungan.
6. Teman-teman kontrakan serta jogja brutal yang telah menjadi tempat bertukar pikiran, pandangan dan pengalaman serta saling membantu dalam kebaikan.
7. Keluarga besar Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Angkatan 2018, yang telah berjuang Bersama dan saling menyemangati.

Penyusunan laporan tugas akhir ini telah dilakukan dengan sebaik-baiknya, namun memungkinkan terjadinya kesalahan maupun kekurangan dalam

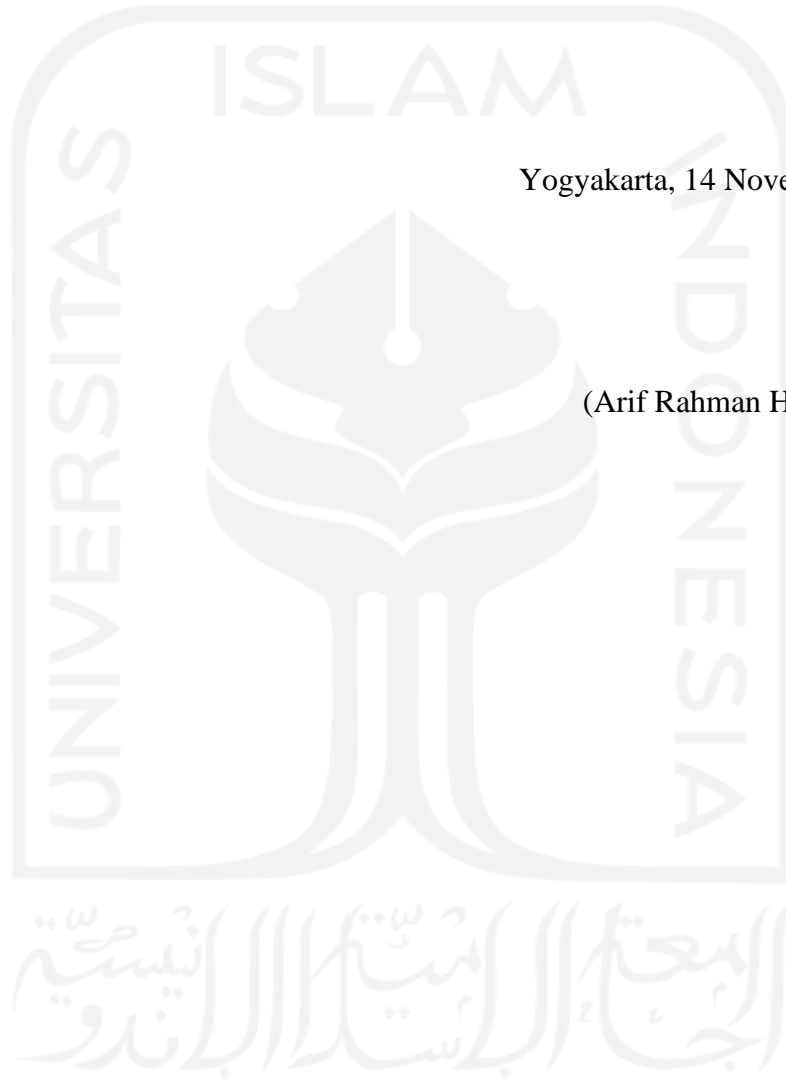
penyusunannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

“Wabillahitaufiq walhidayah”

“Wassalamu’alaikum Warahamatullahi Wabarokatuh”

Yogyakarta, 14 November 2022

(Arif Rahman Hakim)



ABSTRAK

Material merupakan bahan baku yang dapat dibuat menjadi sebuah produk. Material dibagi menjadi dua jenis yaitu logam dan non-logam. Melihat potensi dan perkembangan teknologi pada bidang rekayasa mekanik material non-logam terus mendorong peneliti untuk membuat material baru yang memiliki kualitas lebih baik dari sebelumnya. Mesin uji tarik yang tersedia di lingkungan Universitas Islam Indonesia merupakan mesin yang ditujukan dalam pengujian logam dan beton dengan ukuran relatif besar, berat, sulit dipindahkan, dan masih menggunakan sistem analog. Pada penelitian sebelumnya sudah mampu merancang struktur mesin uji tarik, kontrol, dan data akuisisi mesin uji tarik. Penelitian ini bertujuan untuk melanjutkan pengembangan mesin uji tarik yang berupa mengurangi selip pada *gripper* serta menambah sistem perekaman data pengujian. Hasil dari perancangan ini adalah *gripper* uji tarik mampu menarik spesimen uji hingga 150 kgf tanpa mengalami selip, selain itu mesin mampu menyimpan data pengujian pada perangkat HMI Monitouch dalam bentuk digital dengan kapasitas 256 data yang dapat dipantau pada *display* monitouch dan mampu memindahkan data pengujian ke perangkat penyimpanan eksternal seperti *flashdisk*.

Kata Kunci : Mesin Uji Tarik, Gripper, Penyimpanan data, Pemindahan data

ABSTRACT

Material is a raw material that can be made into a product. Materials are divided into two types, namely metals and non-metals. Seeing the potential and technological developments in the field of mechanical engineering of non-metallic materials continues to encourage researchers to create new materials that have better quality than before. The tensile testing machine available in the environment of Universitas Islam Indonesia is a machine intended for testing metals and concrete with a relatively large size, weight, difficult to move, and still uses an analog system. In previous research, it has been able to design the structure of tensile testing machines, control, and acquisition data of tensile testing machines. This study aims to continue the development of tensile testing machines in the form of reducing slippage in the gripper and adding a test data recording system. The result of this design is that the tensile test gripper is able to pull test specimens up to 150 kgf without slippage, besides that the machine is able to store test data on the HMI Monitouch device in digital form with a capacity of 256 data that can be monitored on the monitouch display and is able to move the test data to external storage devices such as flash drives.

Keyword : Tensile Testing Machine, Gripper, Data storage, Data transfer

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perancangan	2
1.5 Manfaat Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Material Teknik.....	5

2.2.2	Uji Tarik.....	5
2.2.3	Ragum (<i>Gripper</i>).....	6
2.2.4	<i>Computer Aided Design</i> (CAD).....	6
2.2.5	Gaya Gesek	7
2.2.6	<i>Programmable Logic Control</i> (PLC).....	7
2.2.7	<i>Human Machine Interface</i> (HMI).....	9
2.2.8	Potensiometer Linier	9
2.2.9	Sistem Akuisisi Data.....	10
2.2.10	<i>Data Logging</i> & Ekstraksi	10
2.2.11	Standar Pengujian ASTM	11
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		12
3.1	Alur Penelitian.....	12
3.2	Peralatan dan Bahan	12
3.2.1	Perangkat Keras	12
3.2.2	Perangkat Lunak.....	13
3.2.3	Bahan.....	13
3.3	Perancangan.....	13
3.3.1	<i>Gripper</i> Pada Penelitian Sebelumnya	13
3.3.2	Konsep <i>Gripper</i>	15
3.3.3	Desain Pendorong <i>Gripper</i>	15
3.3.4	Permukaan Penjepit <i>Gripper</i>	18
3.3.5	Pemrograman & HMI Pada Penelitian Sebelumnya.....	18
3.3.6	Pemrograman	20
3.3.7	Pengembangan <i>Human Machine Interface</i> (HMI).....	21
3.3.8	Spesimen Pengujian Tarik.....	29

BAB 4 PENGUJIAN, HASIL, DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Perancangan	31
4.1.1 Komponen <i>Gripper</i>	31
4.1.2 Proses Manufaktur Pendorong <i>Gripper</i>	31
4.1.3 Proses Pelapisan Penjepit <i>Gripper</i>	32
4.2 Pengujian	33
4.2.1 Pengujian Kecepatan Tarik	33
4.2.2 Pengujian Tarik	34
4.3 Hasil Pengujian.....	34
4.3.1 Data Hasil Pengujian Kecepatan Tarik	34
4.3.2 Data Hasil Pengujian Tarik	35
BAB 5 PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Tabel Komponen <i>Gripper</i>	13
Tabel 3-2 Spesifikasi Spesimen Pengujian	30
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Kecepatan Tarik	34
Tabel 4-3 Data Hasil Pengujian Plastik PLA.....	35
Tabel 4-4 Data Hasil Pengujian Plat Alumunium.....	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Diagram Stress vs Strain Hasil Pengujian Tarik.....	6
Gambar 2-2 Komponen Pada PLC.....	8
Gambar 2-3 Ilustrasi Kerja HMI.....	9
Gambar 2-4 Diagram Potensiometer Linier.....	10
Gambar 2-5 Bentuk dan Dimensi Spesimen ASTM D638-10.....	11
Gambar 3-1 Alur Proses Perancangan	12
Gambar 3-2 <i>Assembly</i> Komponen <i>Gripper</i>	13
Gambar 3-3 <i>Misalignment</i> Pada Rangka <i>Gripper</i>	14
Gambar 3-4 a) Pendorong <i>Gripper</i> Atas; b) Pendorong <i>Gripper</i> Bawah	16
Gambar 3-5 Desain 3D Pendorong <i>Gripper</i> Atas	16
Gambar 3-6 Desain 3D Pendorong <i>Gripper</i> Bawah	17
Gambar 3-7 Desain 3D <i>Assembly</i> Pendorong <i>Gripper</i> Atas.....	18
Gambar 3-8 Pemrogramman Kontrol Penelitian Sebelumnya.....	19
Gambar 3-9 Grafik HMI Monitouch Penelitian Sebelumnya.....	20
Gambar 3-10 Program Ladder Diagram Sistem Kendali.....	21
Gambar 3-11 Alur Perpindahan Tampilan Layar Monitouch.....	22
Gambar 3-12 Tampilan Menu Utama	22
Gambar 3-13 Tampilan Menu Ketinggian <i>Gripper</i>	23
Gambar 3-14 Tampilan Menu Bantuan	23
Gambar 3-15 Tampilan Menu Pilihan Pengujian (Otomatis/Manual).....	24
Gambar 3-16 Tampilan Input Step Pengujian Manual	25
Gambar 3-17 Tampilan Menu Pengujian Tarik (Otomatis & Manual).....	25
Gambar 3-18 Pengaturan <i>Data Logging</i> Monitouch.....	26

Gambar 3-19 <i>Historical Graph</i> pada Monitouch.....	27
Gambar 3-20 Pengaturan Pengambilan Data <i>Hystorical Graph</i>	28
Gambar 3-21 Pengaturan Data Ekstraksi Monitouch.....	29
Gambar 3-22 Spesimen Pengujian Tarik Alumunium dan Plastik ABS.....	29
Gambar 4-1 Manufaktur 3D Printing Pendorong <i>Gripper</i> Atas	31
Gambar 4-2 Hasil Manufakturing Pendorong <i>Gripper</i> Bawah.....	32
Gambar 4-3 Hasil Pelapisan Penjepit <i>Gripper</i> Atas dan Bawah.....	33
Gambar 4-4 Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Tarik	35
Gambar 4-5 Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Plastik	36
Gambar 4-6 Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Alumunium	37
Gambar 4-7 a) Lompatan Data Jarak Spesimen PLA; b) Lompatan Data Jarak Spesimen alumunium.....	38

DAFTAR NOTASI

PLC = *Programmable Logic Control*

HMI = *Human Machine Interface*

PLA = *Polylactic Acid*

ABS = *Acrylonitrile Butadiene Styrene*



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material merupakan bahan baku yang dapat dibuat menjadi sebuah produk. Material dibagi menjadi dua jenis yaitu logam dan non-logam. Material non-logam memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan material logam diantaranya adalah berat yang relatif ringan dan lebih mudah dibentuk namun masih mempertahankan kekuatan yang relatif sama. Jenis material non-logam yang sedang banyak dikembangkan pada saat ini di antaranya adalah 3D print plastik, 3D print resin, dan komposit.

Melihat potensi dan perkembangan teknologi pada bidang rekayasa mekanik material non-logam terus mendorong peneliti untuk membuat material baru yang memiliki kualitas lebih baik dari sebelumnya. Sifat material merupakan salah satu indikator kualitas dari suatu material yang banyak di perhatikan. Oleh sebab itu pengujian material menjadi tahapan yang sangat penting bagi peneliti guna mengetahui kekuatan tarik maksimum (ultimate tensile strength), kekuatan luluh (yield strength), kelenturan (elasticity), dan kekuatan tekan (compressive strength).

Mesin uji tarik yang tersedia di lingkungan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan mesin yang ditujukan dalam pengujian logam dan beton dengan ukuran relatif besar, berat, sulit dipindahkan, dan masih menggunakan sistem analog. Mesin uji tarik dengan spesifikasi pengujian dengan spesimen berkekuatan rendah masih belum tersedia di lingkungan UII. Oleh sebab itu diperlukan mesin uji tarik dengan mobilitas yang baik, mampu melakukan pengujian tarik dengan spesimen uji plastik dan resin, dan menggunakan sistem digital guna mampu menyajikan data dengan baik yang kemudian dapat diolah.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aulia Abdi Nur Syamsudin (Nur Syamsudin, Aulia Abdi, 2021) telah berhasil melakukan perancangan struktur mesin uji tarik serta Muhammad Taufiqur Rahman (Rahman, Muhammad Taufiqur, 2021) sudah berhasil melakukan perancangan kontrol dan data akuisisi mesin uji

tarik berkekuatan rendah. Masih terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan dari penelitian mesin uji tarik ini.

Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan meliputi mengatasi selip yang terjadi pada permukaan *gripper* yang bersentuhan dengan spesimen dan membuat sistem perekaman data pengujian dengan sistem digital guna mesin mampu menampilkan data yang akurat sesuai dengan data sensor serta mampu memindahkan data pengujian ke dalam perangkat penyimpanan eksternal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah peneliti sampaikan, berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana cara merancang *gripper* yang baik?
2. Bagaimana cara merekam data hasil pengujian dalam bentuk digital?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan ini hanya meneruskan alat uji tarik pada penelitian sebelumnya
2. Perancangan ini dibatasi hanya sampai berhasil memindahkan nilai pengujian tarik ke perangkat eksternal
3. Perancangan ini tidak membahas keakurasian pembacaan sensor beban dan sensor jarak.
4. Perancangan sistem ekstraksi data hanya menggunakan perangkat PLC Fuji Electric dan Hakko Monitouch.
5. Perancangan ini hanya memperkuat cengkaman *gripper* pada alat pengujian tarik.
6. Cengkaman *gripper* hanya diperkuat hingga mampu menahan pengujian tarik dengan spesimen berbahan aluminium.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dilakukannya penelitian atau perancangan ini yaitu:

1. Melakukan perancangan *gripper* yang baik.

2. Melakukan perancangan perekaman data hasil pengujian dalam bentuk digital.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat yang dapat diambil perancangan ini adalah mesin uji tarik dapat lebih diandalkan karena *gripper* pengujian mengalami kegagalan yang minim. Manfaat lainnya adalah mesin uji tarik dapat merekam data pengujian dalam bentuk digital sehingga data pengujian dapat di analisis lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab yang berurutan agar mempermudah pembaca dalam memahami isi dari laporan tugas akhir ini. Bab 1 merupakan pembuka dari laporan tugas akhir ini yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan. Bab 2 merupakan tinjauan pustaka dan dasar teori yang sudah ditetapkan pada perancangan ini.

Bab 3 merupakan metode penelitian di dalamnya menjelaskan tentang alur penelitian, alat dan bahan, serta tahapan perancangan yang telah dilakukan. Bab 4 menjelaskan mengenai proses pembuatan serta hasil dari perancangan alat yang telah dilakukan, pengujian, dan hasil pengujian. Terakhir adalah bab 5 yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil perancangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pengujian tarik merupakan bagian penting dalam mengetahui salah satu sifat mekanik material, pada pengujian tarik dapat dihasilkan kurva uji yang berisi tegangan dan regangan dari material pada saat benda uji dijepit dan diberikan gaya tarik. Untuk dapat mencapai mesin tersebut, peneliti perlu melakukan kajian mengenai penelitian rancang bangun alat uji yang sudah berhasil dikembangkan oleh peneliti sebelumnya.

Salah satu penelitian sebelumnya yaitu dilakukan oleh Aulia Abdi Nur Syamsudin mengenai “Perancangan Struktur Mekanik Mesin Uji Tarik dengan Kapasitas 150 kgf”. Dalam penelitian ini didapatkan struktur dan mekanisme uji tarik yang cukup baik (Nur Syamsudin, Aulia Abdi, 2021). Penelitian selanjutnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Taufiqur Rahman dengan judul “Perancangan dan Implementasi Data Akuisisi Kendali pada Mesin Uji Skala Kecil” di mana penelitian ini berhasil mengembangkan sistem kendali dengan menggunakan PLC yang disambungkan dengan *Human Machine Interface* (HMI) sehingga mesin dapat dikendalikan dan pengawasan terhadap jalannya sistem (Rahman, Muhammad Taufiqur, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh (Findrik et al., 2018) yang berjudul “*PLCBlockMon: Data Logging and Extraction on PLCs for Cyber Intrusion Detection*” peneliti mampu mendemonstrasikan cara pengambil data yang berada di Siemens PLC dengan bantuan panel HMI ke PC dan berhasil mendeteksi serangan dunia maya. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh (Taufiq & Priananda, 2020) dengan judul “Perancangan Sistem Data Logging HMI pada *Robotic Pouch Case Packer*”, peneliti berhasil menyimpan data waktu running, stopped, error box empty, dalam bentuk waktu dan persentase ke dalam bentuk tabel yang dapat diolah sesuai keinginan.

Perancangan yang dilakukan oleh Ayasi Bahifatih Priyoda (Priyoda, Ayasi Bahifatih, n.d.) dengan judul “Desain Human Machine Interface Pada Greenhouse

Monitoring and Control” berhasil melakukan perancangan sebuah Human Machine Interface (HMI) yang dapat melakukan pemantauan kinerja mesin dan keadaan lingkungan, pengendalian setiap komponen pada mesin, serta melakukan *data log* atau penyimpanan data.

Kajian penelitian lainnya yaitu pemahaman mengenai gesekan yang terjadi pada klem, artikel jurnal dengan judul “*Theoretical and numerical studies of the slip resistance of main cable clamp composed of an upper and a lower part*”. Artikel jurnal ini membahas mengenai perhitungan mengenai gesekan pada anti selip yang terjadi pada klem kabel (Miao et al., 2021).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Material Teknik

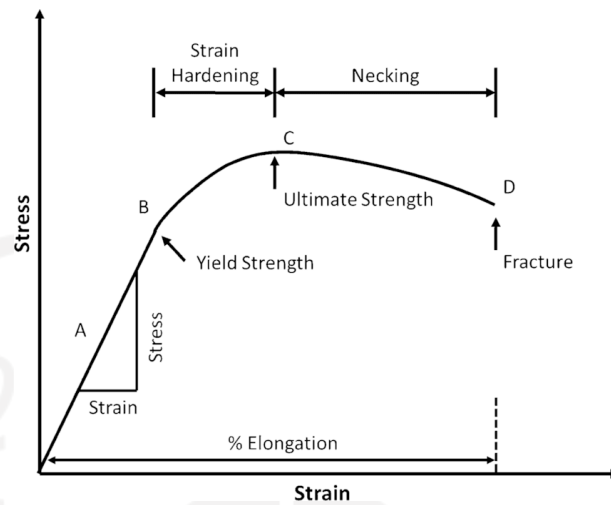
Material yang sering digunakan dalam bidang teknik dapat dikategorikan menjadi empat kelompok yaitu logam, keramik, polimer, dan komposit (Hidayat, 2019). Logam sering digunakan karena bahan ini memiliki karakteristik khusus yang tidak dimiliki bahan lainnya. Disisi lain material non-logam memiliki karakteristik khusus yaitu material jenis ini mudah dibentuk yang membuat material ini sering digunakan pada berbagai macam produk jadi maupun produk *prototype*. Sifat mekanik adalah faktor utama dalam memilih bahan untuk desain produk dan produksi.

Sifat material dapat dianggap sebagai respons dari material untuk menahan beban yang diberikan seperti kekuatan, ketangguhan, kekerasan, keuletan, getas, dan kelelahan [1]. Untuk memahami sifat mekanis dari sebuah material, perlu untuk menguji materi itu sendiri, dan salah satu tes adalah pengujian tarik. Uji tarik dapat menunjukkan kekuatan material, deformasi plastis, deformasi elastis, *yield strength*, dan *ultimate strength*.

2.2.2 Uji Tarik

Pengujian tarik digunakan dalam mengetahui informasi dasar dari material serta menjadi data tambahan mengenai spesifikasi material (Hidayat, 2019). Diagram *stress vs strain* merupakan data yang dikumpulkan oleh mesin uji tarik yang sebelumnya sudah melakukan pengujian tarik. Sumbu Y merepresentasikan

stress dari material sedangkan sumbu X merepresentasikan deformasi dari material. Pada gambar di bawah menunjukkan diagram *stress vs strain*.



Gambar 2-1 Diagram Stress vs Strain Hasil Pengujian Tarik

(Sumber: W Hoag, 2013)

2.2.3 Ragum (*Gripper*)

Klem atau *gripper* adalah alat bantu yang berguna untuk menahan suatu benda kerja dengan kuat. Klem dapat dikategorikan menjadi empat kelompok yaitu *one side clamping*, *two side clamping*, *centered clamping*, dan *self-clamping* (Sidartawan, 2012).

One side clamping memanfaatkan ulir untuk menahan benda kerja pada suatu sisi secara langsung atau secara tidak langsung. *Two side clamping* memanfaatkan ulir untuk menahan benda kerja pada kedua sisi benda kerja secara langsung atau tidak langsung. *Centerest clamping* memanfaatkan tiga rahang simetris atau kombinasi dua blok di kedua sisi benda kerja. *Self-clamping* memanfaatkan berat benda kerja atau gaya eksternal untuk mengencangkan klem.

2.2.4 *Computer Aidid Design (CAD)*

Dalam buku berjudul “*Computer Aided Design (CAD)*” Ideen Sadrehaghighi mengatakan *Computer Aidid Design (CAD)* merupakan sebuah alat bantu dalam pembuatan, modifikasi, analisis, dan optimasi desain yang sering digunakan pada sistem komputer (*workstation*) (Sadrehaghighi, Ideen, 2022).

Perangkat lunak CAD dapat membantu meningkatkan produktivitas dari desainer, kualitas desain, komunikasi antar desainer, dan arsip data Base manufaktur. Pada perangkat lunak CAD memungkinkan desainer untuk membuat garis maupun kurva dalam ruang dua-dimensi (2D) dan kurva, *surface*, dan benda pejal dalam ruang tiga-dimensi (3D).

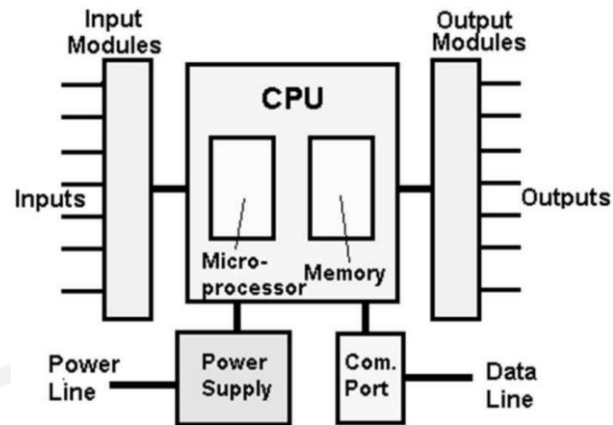
2.2.5 Gaya Gesek

Gaya gesek merupakan gaya yang terjadi pada dua benda bersentuhan yang bergerak berlawanan (Hardiansyah, 2021). Besar atau kecil gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh kekasaran, kekerasan, dan massa benda, berbanding lurus dengan ketiga faktor di atas. Gaya gesek akan semakin besar apabila ketiga faktor tersebut ditingkatkan dan juga sebaliknya.

2.2.6 Programmable Logic Control (PLC)

Programmable Logic Control (PLC) merupakan kontrol pusat dari banyak sistem otomatis. PLC terdiri dari banyak *output* dan *input* yang tersusun dari transistor, relay dan sirkuit lainnya yang dapat menyimulasikan saklar dan relay pada peralatan kontrol (Tasu, 2004).

PLC memiliki beberapa kemiripan dan perbedaan dengan mikrokontroler, kemiripannya diantaranya yaitu berbasis mikroprosesor, memiliki memori internal, menggunakan bahasa pemrograman khusus, dan memiliki *input/output*. Sedangkan perbedaannya adalah PLC dibuat khusus untuk penggunaan industri, *input/output* di desain untuk berinteraksi dengan relay, dan di desain dengan maksimum reliabilitas (Puspaputra, Paryana, 2019).



Gambar 2-2 Komponen Pada PLC

(Sumber: Puspaputra, 2019)

PLC sendiri merupakan suatu perangkat yang tersusun dari berbagai komponen-komponen pendukung di antaranya:

1. *Central Processing Unit (CPU)*

Dapat disebut bahwa CPU merupakan otak dari suatu sistem PLC dan mempunyai peran memperbarui input dan output, berkomunikasi dengan memori, memindai program, melakukan operasi aritmetika dan logika, dan berkomunikasi dengan program terminal.

2. Memori Program

Memori ini merupakan tempat penyimpanan program instruksi dan urutan kontrol logika.

3. Memori Data

Memori ini menyimpan berbagai data status *input/output* seperti, *switches*, *interlocks*, nilai data sebelumnya, dan data-data lainnya.

4. Perangkat Input

Perangkat input dapat berupa *software/hardware*, sinyal input dapat berasal dari sensor, saklar, sensor pendeteksi jarak, pengaturan *interlock*, dan lainnya. Input ini dapat memicu urutan program output atau proses lainnya yang diperlukan (Hudedmani et al., 2017).

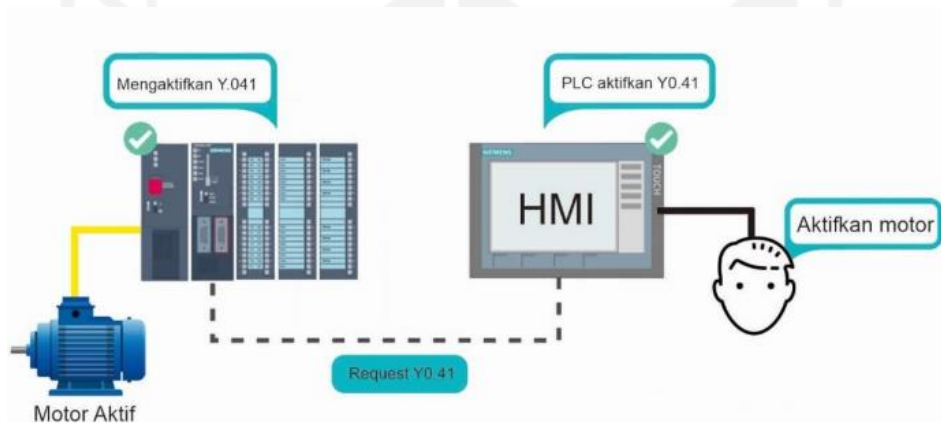
5. *Programming Terminal*

Programming Terminal adalah perangkat yang dapat digunakan untuk menulis, melakukan kompilasi program, dan melakukan *upload* program *ladder diagram* dan dapat dihubungkan ke PLC.

2.2.7 Human Machine Interface (HMI)

Menurut (Rahadian & Heryanto, 2020) *Human Machine Interface* (HMI) merupakan sarana interaksi antara manusia dan mesin dan juga sebaliknya yang *user friendly*. HMI dapat berperan sebagai alat visualisasi dan pengendali dengan visualisasi maupun suara yang bersifat *real time* maupun *hystorical data*.

HMI dapat memberikan output dari mesin berupa notifikasi alarm audio maupun visual dan input ke mesin berupa saklar maupun nilai untuk dapat diproses oleh mesin, hal ini dapat memudahkan operator dalam *monitoring* dan pengoperasian mesin. Ilustrasi sederhana HMI ditampilkan pada gambar dibawah ini.

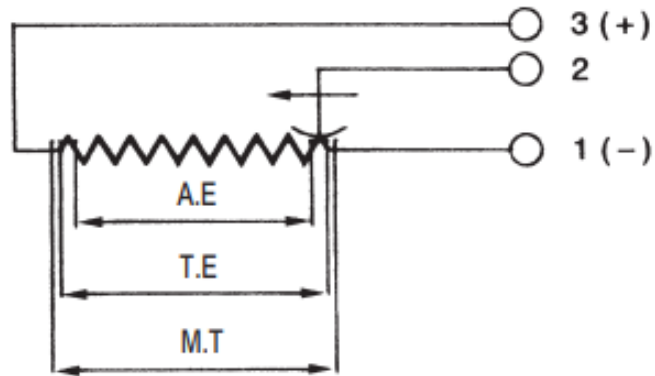


Gambar 2-3 Ilustrasi Kerja HMI

Sumber : (Rahman, 2021)

2.2.8 Potensiometer Linier

Potensiometer linier adalah sensor berbasis resistansi yang berguna dalam pengukuran perpindahan objek secara linier yang berbasis resistansi. Potensiometer linier memiliki keunggulan dibandingkan dengan sensor sejenisnya di antaranya adalah struktur yang simpel dan sinyal output yang besar, namun data yang dihasilkan relatif banyak memiliki kekeliruan dan linearitas yang relatif kurang baik menjadikan sensor jenis ini sulit mendapatkan hasil yang presisi (Chen et al., 2021).



Gambar 2-4 Diagram Potensiometer Linier

Sumber : (Buku manual KTC-150)

2.2.9 Sistem Akuisisi Data

Sistem akuisisi data adalah sistem yang memiliki berfungsi untuk memperoleh data dan persiapan data yang nantinya akan disajikan sesuai keinginan pengguna (Listiana & Febrianto, 2022). Sistem akuisisi data memiliki beberapa bagian penting yaitu sensor yang berguna untuk mengambil data dari benda yang diukur dan perangkat lunak guna pengambilan data. Sistem akuisisi data sejatinya memerlukan perangkat lunak, analisis, konverter ADC, dan kajian mendalam terhadap data yang dikeluarkan oleh alat ukur.

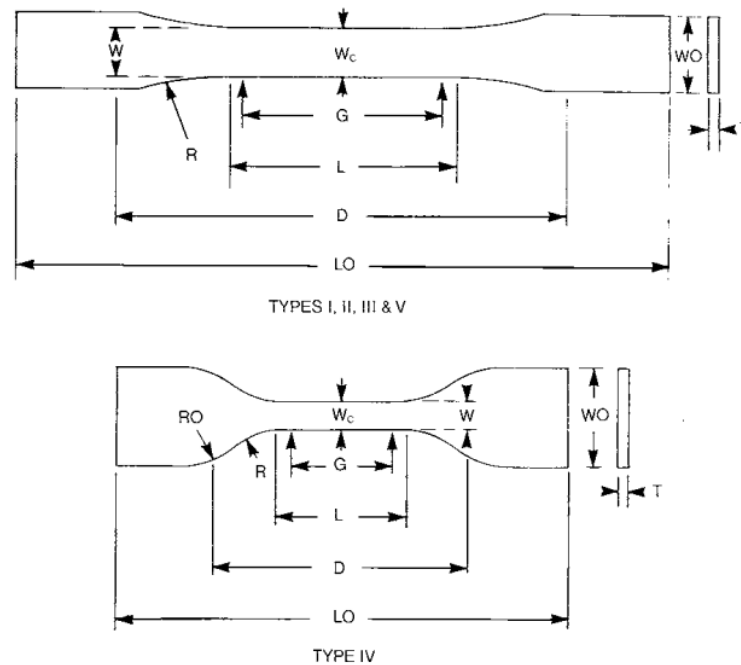
2.2.10 Data Logging & Ekstraksi

Sistem data *logger* adalah sebuah sistem yang dapat membaca sebuah nilai seperti temperatur, arus, tegangan, data sensor, dan nilai lainnya menggunakan perangkat elektronik maupu yang kemudian nilai tersebut dapat disimpan ke dalam sebuah perangkat penyimpanan (Pulungan & Goci, 2021).

Sistem ini memungkinkan data yang berasal dari sensor yang sudah diolah maupun sebelum diolah untuk disimpan ke dalam sebuah perangkat penyimpanan dan dapat di pindahkan atau di ekstrak ke perangkat penyimpanan lainnya sehingga dapat dilakukan pemrosesan data untuk di analisa.

2.2.11 Standar Pengujian ASTM

American Test and Material Association (ASTM) adalah organisasi internasional yang mengembangkan dan menerbitkan standar teknis untuk berbagai bahan, produk, sistem, dan layanan. ASTM menerbitkan berbagai standar seperti pengujian tarik, tekan, lentur, impak, dan lainnya beserta dengan alur pengujiannya. Standar pengujian ASTM memberikan beberapa kondisi yang harus dilakukan sebelum melakukan pengujian seperti dimensi spesimen, temperatur, kelembaban, kecepatan mesin uji, dan lainnya. Contoh bentuk dan dimensi spesimen pada standar pengujian ASTM adalah standar ASTM D638-10 yang dapat dilihat pada gambar 2-5.



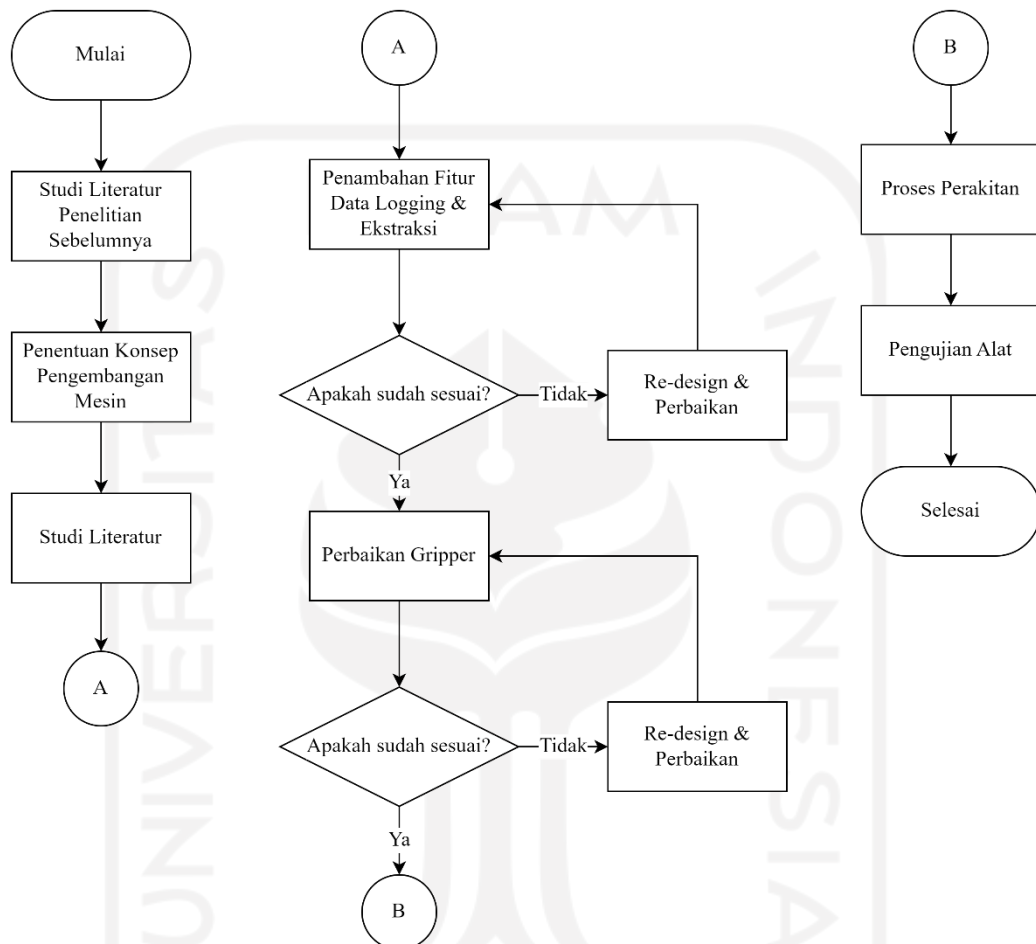
Dimensions (see drawings)	Specimen Dimensions for Thickness, T , mm (in.) ^A					Tolerances
	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}	
W —Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	± 0.5 (± 0.02) ^{B,C}
L —Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	± 0.5 (± 0.02) ^C
WO —Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO —Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO —Length overall, min ^H	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G —Gage length ^I	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	± 0.25 (± 0.010) ^C
G —Gage length ^I	...	...	...	25 (1.00)	...	± 0.13 (± 0.005)
D —Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	± 5 (± 0.2)
R —Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	± 1 (± 0.04) ^C
RO —Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	± 1 (± 0.04)

Gambar 2-5 Bentuk dan Dimensi Spesimen ASTM D638-10

Sumber: (ASTM D638-10)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Alur Proses Perancangan

3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan pada perancangan ini terbagi dari perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

3.2.1 Perangkat Keras

1. Mesin Uji Tarik Skala Kecil
2. PLC Fuji Electric NA0PA40T-331C
3. Unit ekspansi NA0W06- MR

4. Monitouch Hako TS-1070S

3.2.2 Perangkat Lunak

1. SX-Programmer Standar
2. V-SFTV6
3. Solidworks 2018
4. Ultimaker Cura

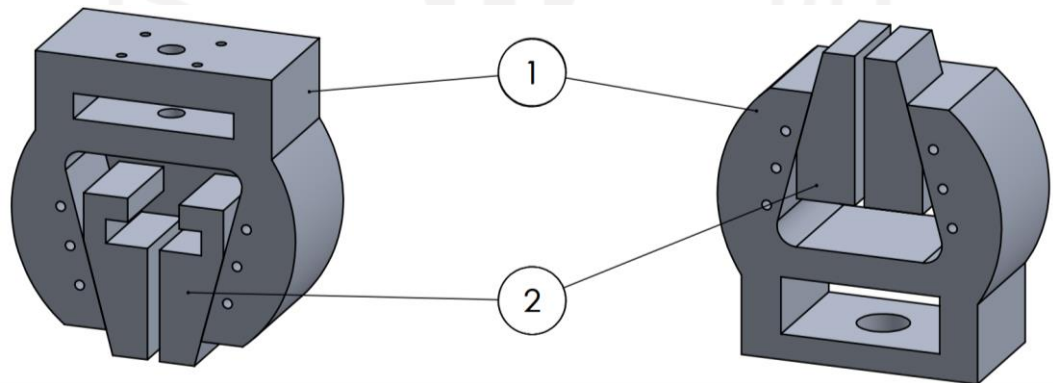
3.2.3 Bahan

1. Karet
2. Lem Campuran

3.3 Perancangan

Proses perancangan terdiri dari konsep mesin *gripper*, sistem kendali, desain, manufaktur *gripper*, pelapisan *gripper*, Spesimen pengujian, tampilan layar, pemrograman kontrol, akuisisi data, serta data logging & Ekstraksi data.

3.3.1 *Gripper* Pada Penelitian Sebelumnya



Gambar 3-2 Assembly Komponen *Gripper*

Tabel 3-1 Tabel Komponen *Gripper*

No.	Nama Komponen	Jumlah	Material
1.	Rangka <i>Gripper</i>	2	Aluminium 5052
2.	Penjepit Spesimen	4	Aluminium 5052

Gripper terdiri dari beberapa komponen baik *gripper* atas maupun yang bawah. Komponen pertama yaitu rangka *gripper* itu sendiri yang berfungsi sebagai *housing* atau rumah komponen penjepit spesimen, komponen kedua yaitu penjepit itu sendiri yang terdiri dari empat buah yang berfungsi mencengkam spesimen uji.

Gripper yang dirancang pada penelitian sebelumnya sudah mampu menahan dan menjepit spesimen saat pengujian tarik dengan struktur *gripper* yang mampu menahan gaya tarik hingga 150 kgf. Namun pada komponen penjepit spesimen dirancang tanpa adanya lapisan yang kemudian ditambahkan dengan busa dengan harapan menambah gaya gesek dengan spesimen.

Kontak antara lapisan busa pada komponen penjepit dan spesimen membuat spesimen seringkali selip pada saat melakukan pengujian. Terjadinya selip pada *gripper* ini diakibatkan oleh kurangnya gaya gesekan yang terjadi antara spesimen dan permukaan komponen penjepit. Selain selip yang terjadi pada permukaan penjepit, permasalahan lainnya adalah komponen penjepit juga tidak memiliki dimensi yang identik antara kanan dan kiri.



Gambar 3-3 *Misalignment* Pada Rangka *Gripper*

Selain itu *assembly gripper* mengalami ketidakpresisian, struktur *gripper* atas mundur ± 4 mm dibandingkan dengan struktur *gripper* bawah. Permasalahan mengenai dimensi penjepit yang tidak identik dan struktur yang mundur mengakibatkan spesimen tidak berdiri tegak dan sedikit miring ke arah kiri.

3.3.2 Konsep Gripper

Gripper yang baik mengharuskan *gripper* untuk dapat mencengkam spesimen dengan baik dikarenakan komponen ini merupakan komponen yang cukup sensitif. Gaya gesek dapat ditingkatkan dengan meningkatkan nilai kekasaran permukaan *gripper* yang bersentuhan dengan spesimen serta dengan cara meningkatkan gaya jepit pada saat *gripper* menjepit spesimen.

3.3.2.1 Analisis Beban Gripper

Analisis beban didasari oleh kekuatan spesimen uji tarik pada saat spesimen patah (Ultimate Tensile Strength). Pada mesin uji tarik ini, spesimen yang digunakan berbahan plastik berjenis PLA dan plat aluminium. Pada penelitian sebelumnya oleh Aulia Abdi (Nur Syamsudin, Aulia Abdi, 2021) nilai tegangan tertinggi pada spesimen plastik PLA mencapai 72,39 kgf sedangkan spesimen plat aluminium mencapai 131,84 kgf. Jika beban di bulatkan menjadi 150 kgf, maka beban maksimum yang harus dapat diterima oleh *gripper* mencapai 150 kgf tanpa mengalami selip.

3.3.2.2 Kriteria Desain Gripper

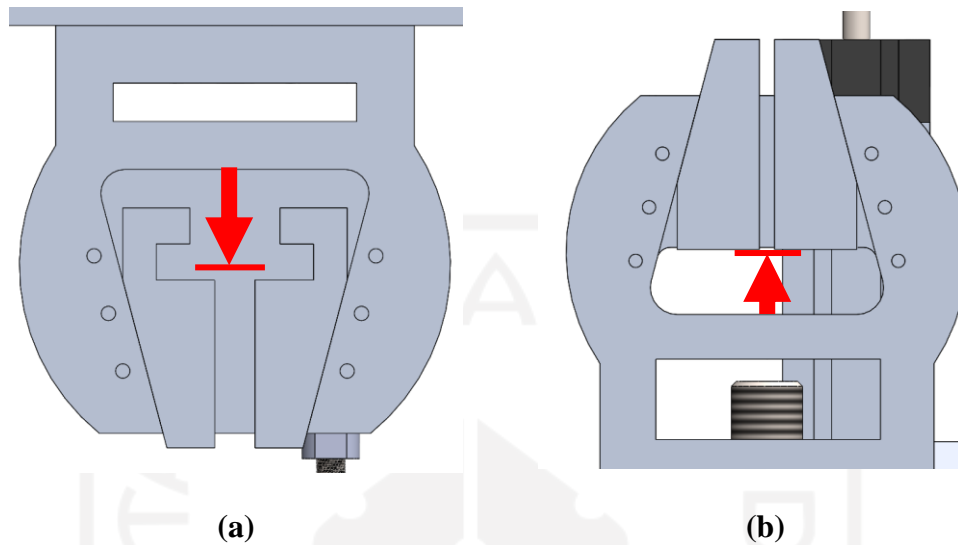
Setelah melalui analisis beban, langkah selanjutnya merupakan menentukan kriteria desain yang harus dipenuhi sebagai berikut:

1. *Gripper* harus mampu menahan beban hingga 150 kgf tanpa selip
2. *Gripper* yang dirancang tidak merubah bagian rangka *gripper* pada penelitian sebelumnya.

3.3.3 Desain Pendorong Gripper

Pada penelitian sebelumnya sistem *gripper* yang digunakan merupakan *self-clamping*, namun terdapat beberapa kekurangan pada sistem *gripper* ini di antaranya adalah sistem ini sangat bergantung pada gaya gesek yang terjadi antara

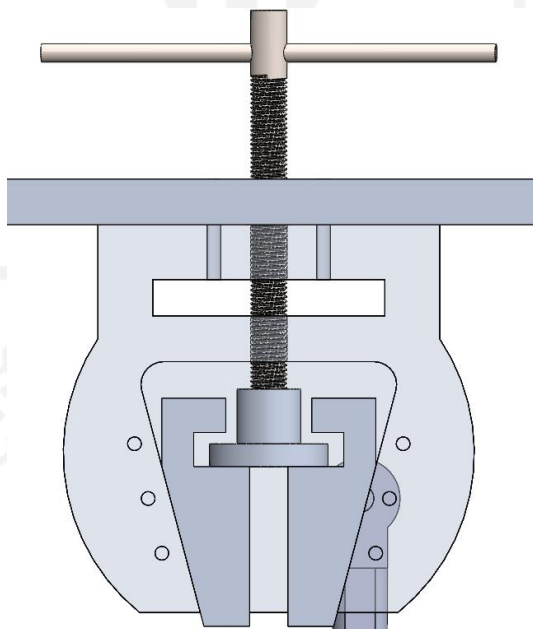
permukaan *gripper* dan spesimen. Guna meningkatkan gaya jepit pada *gripper*, diperlukan sistem pendorong *gripper* sebelum sistem *self-clamping* dapat terjadi.



Gambar 3-4 Gambaran Pendorong (a) *Gripper Atas*; b) *Gripper Bawah*

3.3.3.1 Desain 3 Dimensi

1. Sistem Pendorong *Gripper Atas*



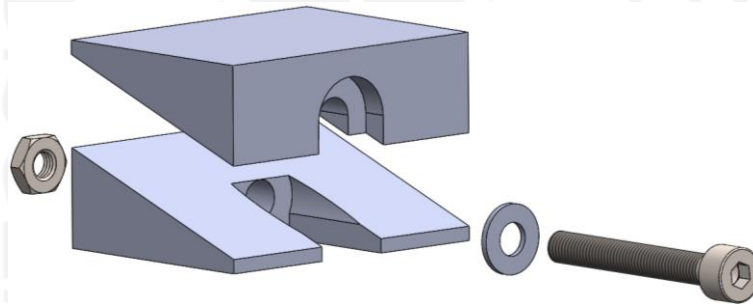
Gambar 3-5 Desain 3D Pendorong *Gripper Atas*

Sistem pendorong pada komponen *gripper* atas memanfaatkan ulir untuk mendorong *gripper* ke arah bawah guna menambah gaya gesek yang terjadi pada

gripper dan spesimen. Pada penelitian sebelumnya komponen bagian bawah pendorong dibuat dengan material 3D print plastik PLA, namun material ini memiliki *durability* yang rendah. Maka dari itu pada penelitian ini, material yang diubah sehingga memiliki *dulability* yang baik.

Komponen pendorong terdiri dari dua komponen individu yang memiliki fungsinya masing-masing. Komponen pertama dibuat dengan material ABS yang memiliki fungsi untuk mendorong komponen penjepit, sedangkan komponen selanjutnya merupakan ulir berbahan alumunium dengan berguna mendorong komponen pendorong. Kedua komponen ini di satukan dengan bantuan ulir yang berada pada komponen pendorong tidak terpisah.

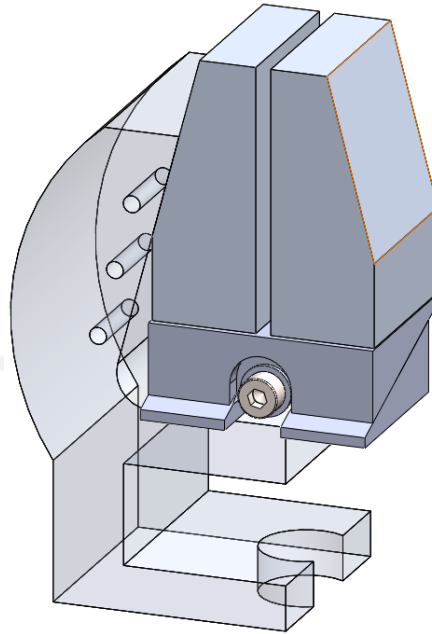
2. Sistem Pendorong *Gripper* Bawah



Gambar 3-6 Desain 3D Pendorong *Gripper* Bawah

Sistem pendorong ini mengubah gaya dorong dari horizontal menjadi vertikal dengan bantuan ulir pada baut M4. Mur dengan ukuran yang sama dengan baut yaitu M4 di tanam pada bagian belakang komponen ini guna dapat menahan pergerakan baut.

Konsep kerja sistem ini adalah pada saat baut M4 dan ring baut mendorong bagian atas sistem pendorong ini, maka bagian atas akan terdorong ke belakang dan sekaligus mengangkat penjepit pada *gripper*. Pada saat penjepit terangkat keatas, maka rangka utama *gripper* akan mengarahkan penjepit untuk menutup dan menjepit spesimen.



Gambar 3-7 Desain 3D *Assembly* Pendorong *Gripper* Atas

3.3.4 Permukaan Penjepit *Gripper*

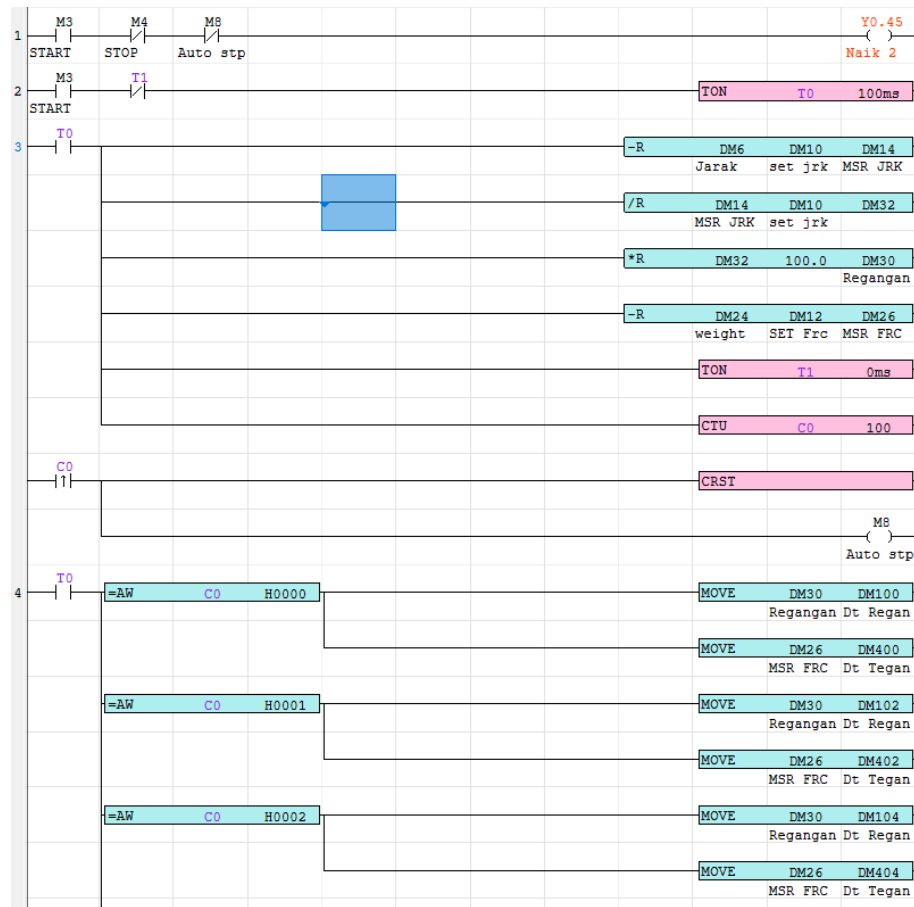
Permukaan penjepit *gripper* merupakan permukaan yang bersentuhan langsung dengan spesimen. Pada penelitian sebelumnya permukaan penjepit *gripper* dibuat rata, hal tersebut menghasilkan *gripper* yang sering kali mengalami selip. Selip pada *gripper* dikarenakan gaya gesek pada permukaan *gripper* lebih rendah dibandingkan gaya tarik yang terjadi pada pengujian. Meningkatkan kekasaran pada permukaan *gripper* dilakukan dengan melapisi *gripper* dengan material dengan nilai kekasaran yang tinggi.

Terdapat beberapa material yang dapat digunakan sebagai pelapis permukaan penjepit guna meningkatkan gaya gesek *gripper*. Material pelapis permukaan *gripper* harus memiliki gaya gesek dengan spesimen yang bernilai lebih tinggi dibandingkan dengan gaya tarik yang terjadi pada pengujian.

3.3.5 Pemrograman & HMI Pada Penelitian Sebelumnya

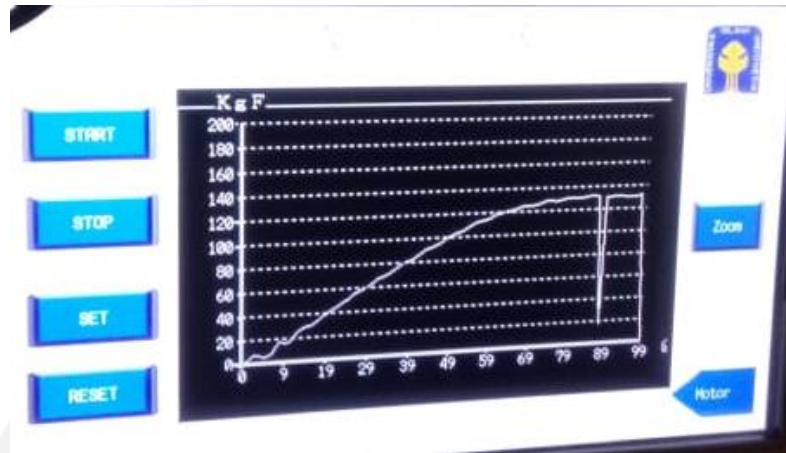
Pemrograman kontrol pada penelitian sebelumnya melakukan transfer data sensor jarak dan beban ke memori lainya pada PLC yang sudah didefinisikan pada program ladder agar data dapat disimpan. Pada program ladder penelitian sebelumnya hanya memprogram memori untuk penyimpanan data sampai 110 data.

Hal ini sangat membatasi data penyimpanan yang dapat disimpan oleh mesin uji tarik yang tidak dapat menyimpan data lebih dari 110.



Gambar 3-8 Pemrograman Kontrol Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya, HMI monitouch hanya berfungsi sebagai sistem *display* data dan input namun tidak memanfaatkan memori internal yang terdapat pada internal HMI monitouch. Hal lainnya adalah data hasil pengujian tidak dapat dipindahkan ke perangkat eksternal sehingga data tidak dapat diolah pada *software spreadsheet*. Selain itu, output dari data pengujian tarik hanya grafik pengujian tanpa dapat mengetahui angka pasti pada setiap titiknya.



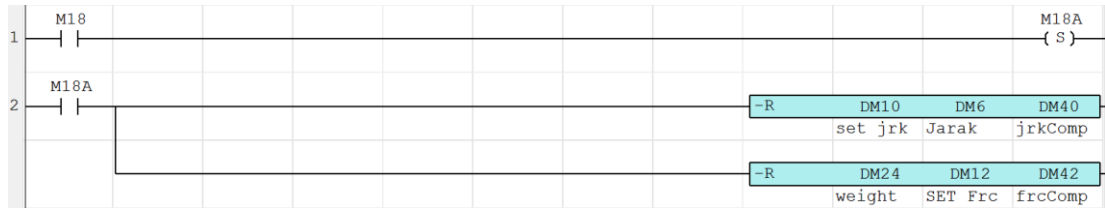
Gambar 3-9 Grafik HMI Monitouch Penelitian Sebelumnya

3.3.6 Pemrograman

Pemrograman ini meliputi pemrograman aktuator, program akuisisi data, dan program pemrosesan data yang merupakan modifikasi dan efisiensi program yang telah berhasil dilakukan oleh penelitian sebelumnya yang merupakan program mesin uji tarik. Pada penelitian ini pembahasan program hanya mencakup pada efisiensi program kontrol aktuator serta penyiapan data sebelum dapat dibaca oleh HMI Hako Monitouch.

Program disusun dengan Bahasa *ladder program* dengan menggunakan *software* yang telah disediakan oleh perangkat PLC yaitu SX-Programmer Standard. Alamat *input* dan *output* perlu ditentukan terlebih dahulu untuk mencegah *error* pada pemrosesan data, selain itu diperlukan penentuan alamat memori dan alokasi ukuran data memori.

Program kontrol aktuator atau motor dongkrak pada penelitian sebelumnya mengharuskan program untuk melakukan pemindahan data hasil uji ke memori dengan alokasi memori yang cukup besar, hal ini membuat program berukuran besar dan tidak efisien. Pada penelitian ini program dibuat dengan menyesuaikan pengaturan *historical graph* guna pengambilan data yang lebih cepat dan lebih efisien.



Gambar 3-10 Program Ladder Diagram Sistem Kendali

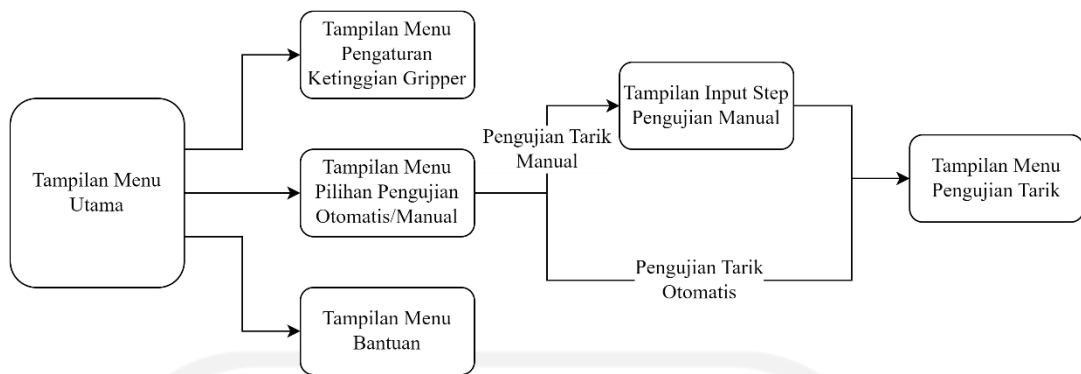
Efisiensi baris program ladder pada penelitian ini untuk pemrograman kontrol aktuator hanya mencapai 3 baris pemrograman dari yang sebelumnya 110 baris, hal ini dapat dicapai karena data pengujian dapat disimpan pada perangkat monitouch sehingga program ladder dapat dipersingkat. Efisiensi baris ini dapat mengakibatkan dampak positif di antaranya adalah penghematan memori PLC, waktu akuisisi data yang lebih cepat, serta waktu *scanning* program PLC dapat dipersingkat.

3.3.7 Pengembangan *Human Machine Interface* (HMI)

Pembuatan HMI ditampilkan menggunakan Hakko Monitouch yang di program dengan *software* V-SFT V6, HMI akan menghubungkan operator dengan mesin untuk melakukan pengujian. Proses pengembangan HMI yang dilakukan melalui beberapa tahapan yang di antaranya adalah perancangan tampilan layar, data logging serta data ekstraksi

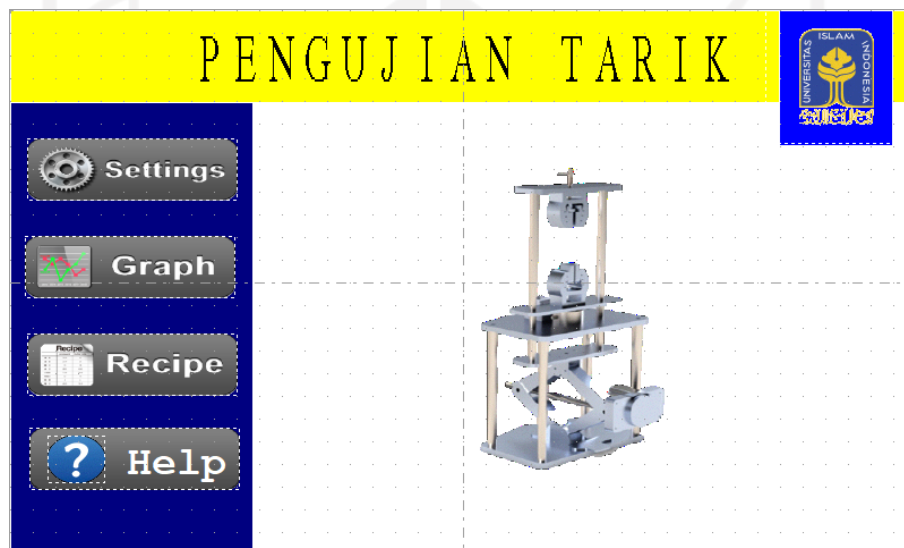
3.3.7.1 Perancangan Tampilan Layar

Perancangan tampilan layar dilakukan untuk memastikan alur perpindahan dari menu satu ke menu lainnya. Pada tiap menu memiliki komponen dengan fungsinya masing-masing seperti komponen tombol dengan fungsi memulai pengujian atau komponen *number display* dengan fungsi menampilkan angka. Pada gambar di bawah merupakan konsep perancangan perpindahan tampilan menu.



Gambar 3-11 Alur Perpindahan Tampilan Layar Monitouch

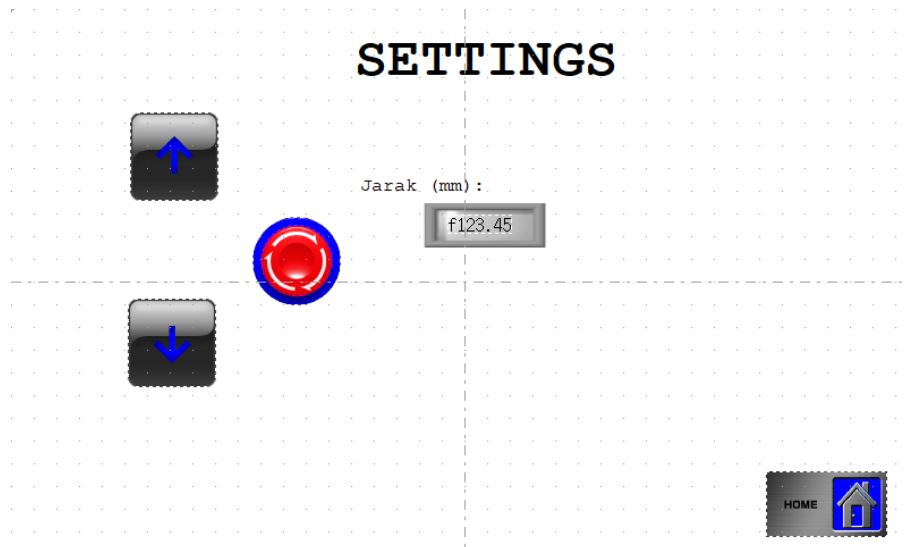
1. Tampilan Menu Utama



Gambar 3-12 Tampilan Menu Utama

Tampilan menu utama merupakan tampilan pertama pada saat mesin uji tarik dinyalakan. Tampilan ini berfungsi sebagai menu pertama sebelum operator dapat memilih ke menu pengaturan ketinggian *gripper*, menu pilihan pengujian (otomatis/manual), atau menu bantuan.

2. Tampilan Menu Pengaturan Ketinggian *Gripper*



Gambar 3-13 Tampilan Menu Ketinggian *Gripper*

Tampilan Menu ini berfungsi sebagai pengaturan ketinggian *gripper* atas serta *display* nilai sensor jarak. Pada menu ini terdapat 4 buah tombol dengan fungsi menaik *gripper*, menurunkan *gripper*, *emergency stop button*, serta tombol *home* untuk kembali ke menu utama.

3. Tampilan Menu Bantuan



Gambar 3-14 Tampilan Menu Bantuan

Tampilan menu ini memiliki fungsi untuk membantu operator dalam mengetahui informasi cara penggunaan mesin uji lentur ini.

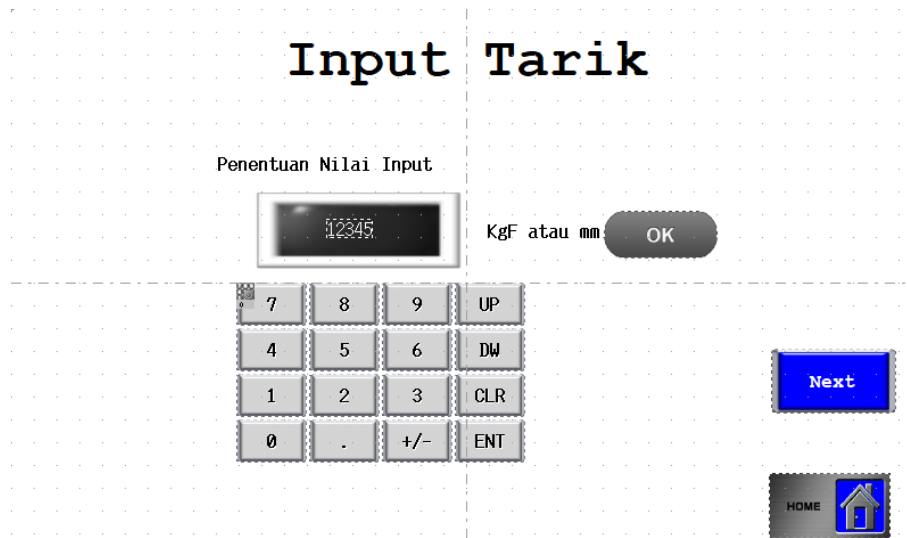
4. Tampilan Menu Pilihan Pengujian (Otomatis/Manual)



Gambar 3-15 Tampilan Menu Pilihan Pengujian (Otomatis/Manual)

Menu ini berfungsi sebagai pemilihan operasi pengujian tarik, terdapat dua pilihan metode pengujian tarik. Metode pengujian manual adalah pengujian tarik yang nilai batasannya ditentukan oleh operator kemudian pengujian akan berhenti setiap nilai batas pengujian yang sudah di-input oleh operator. Metode pengujian otomatis adalah pengujian tarik yang akan menarik spesimen hingga tombol “berhenti” ditekan.

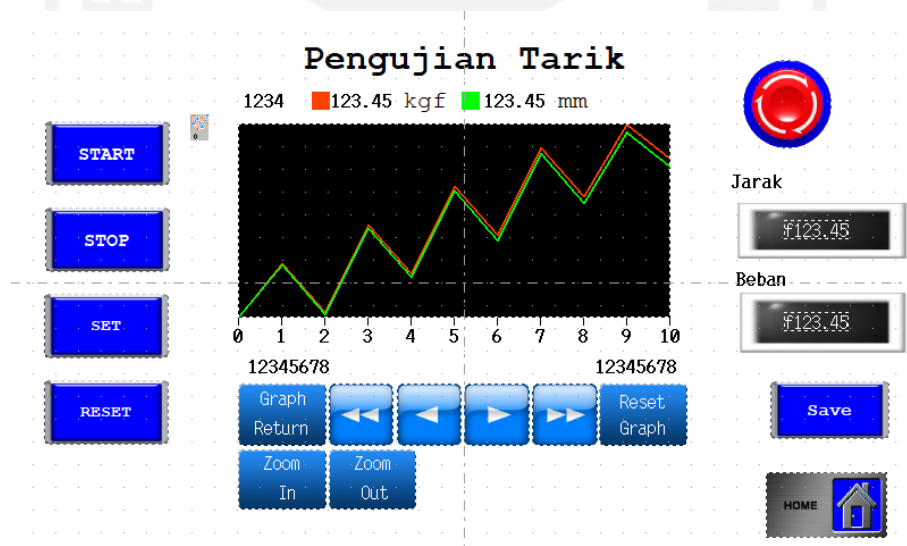
5. Tampilan Input Step Pengujian Manual



Gambar 3-16 Tampilan Input Step Pengujian Manual

Menu ini memiliki fungsi sebagai input nilai batasan pada pengujian manual. Batasan nilai yang dapat di input dapat berupa jarak dengan satuan milimeter (mm) maupun beban dengan satuan kilogram gaya (kgf).

6. Tampilan Menu Pengujian Tarik



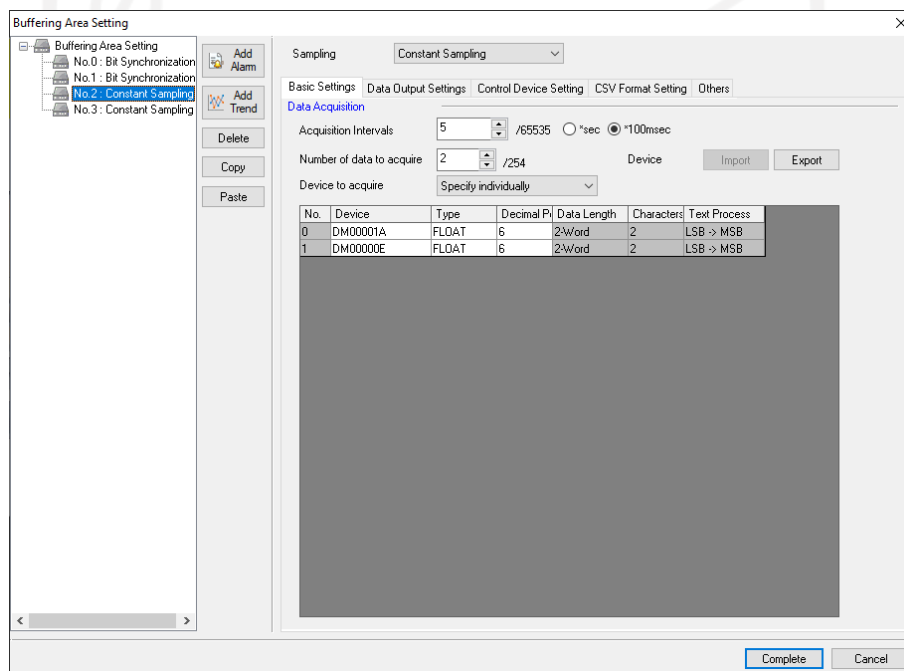
Gambar 3-17 Tampilan Menu Pengujian Tarik (Otomatis & Manual)

Menu ini adalah menu pengujian tarik otomatis dan manual yang memiliki beberapa komponen *input* maupun *output*. *Historical graph* ditampilkan sebagai

output informasi utama pada tampilan ini. Tombol *start*, *stop*, *set*, *reset*, dan *save* merupakan tombol untuk menjalankan program.

3.3.7.2 Data Logging & Ekstraksi

Data logging dan ekstraksi data dilakukan oleh komponen HMI Hakko Monitouch sehingga dapat meringankan beban PLC dalam memroses data. Proses pemrograman data logging dan ekstraksi data memiliki beberapa tahapan yaitu pengaturan data logging, pengaturan *historical graph*, pengaturan ekstraksi data dengan *software* bawaan HMI Hakko Monitouch yaitu V-SFT V6.



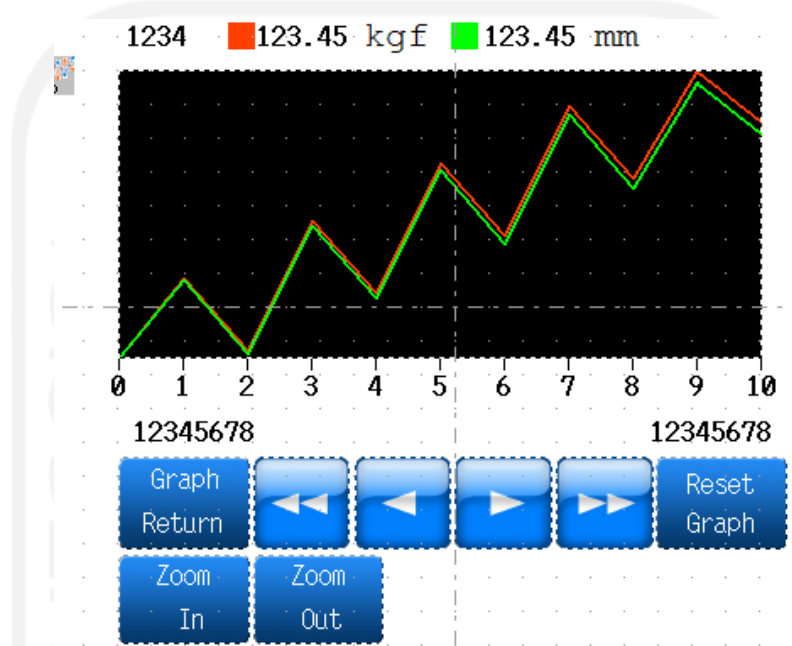
Gambar 3-18 Pengaturan *Data Logging* Monitouch

Data logging merupakan proses penyimpanan, data disimpan pada server internal HMI setiap 0,1 detik dan akan melakukan pembaruan pada *historical graph* setiap 0,1 detik. Sebelum data di simpan oleh server internal, HMI Monitouch melakukan pembacaan data yang berada pada memori PLC. Pada proses penyimpanan data pada memori internal Monitouch yaitu SRAM, yaitu tipe server internal yang tidak akan hilang apabila monitouch dimatikan.

Pengaturan *historical graph* merupakan metode menampilkan data dengan memanfaatkan data-data yang telah disimpan pada memori internal monitouch.

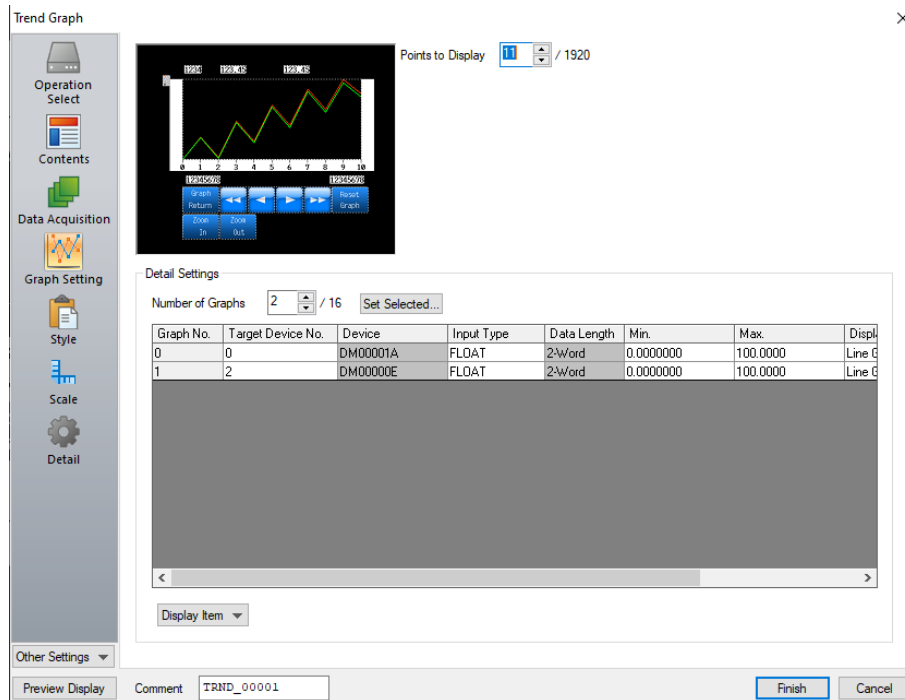
Data diakuisisi dari memori internal monitouch dan menampilkannya dalam bentuk grafik.

Menampilkan data dengan metode ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *real time graph* seperti pada penelitian sebelumnya, *historical graph* dapat memperlihatkan dua data sekaligus secara jelas dan dapat melihat data secara jelas dengan cara menggeser kursor yang sudah tersedia.



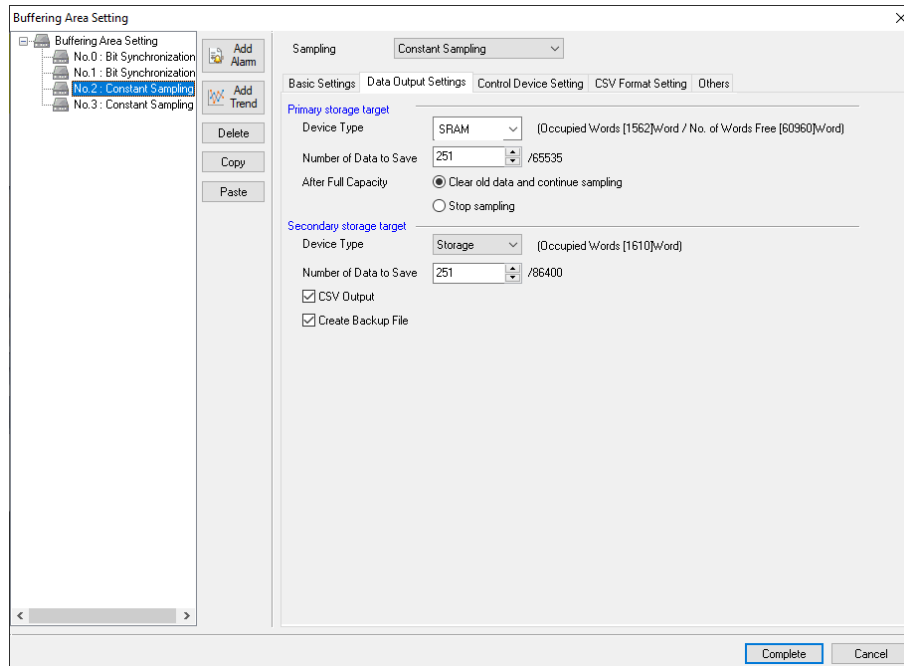
Gambar 3-19 *Historical Graph* pada Monitouch

Pada *historical graph* memungkinkan dua grafik data beban dan jarak ditampilkan kedalam satu grafik sehingga penggunaan tampilan layar dapat di minimalisir. Pengaturan grafik dan pengambilan data grafik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-20 Pengaturan Pengambilan Data *Historical Graph*

Proses data ekstraksi dapat dilakukan dengan tipe data file CSV yang kemudian dapat di ekstrak ke perangkat eksternal berupa *flashdisk* maupun *SD-card*. Peneliti membatasi pemindahan data yang dapat disimpan dan di ekstrak yaitu 251 data, pembatasan ini dilakukan dengan dasar penghematan memori internal monitouch sehingga memori internal monitouch dapat digunakan pada penyimpanan data jenis pengujian lainnya. Pengaturan Data logging & ekstraksi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-21 Pengaturan Data Ekstraksi Monitouch

3.3.8 Spesimen Pengujian Tarik



Gambar 3-22 Spesimen Pengujian Tarik Alumunium dan Plastik ABS

Spesimen pengujian tarik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 standar dimensi. Spesimen dengan material plastik PLA menggunakan dimensi dari standar ASTM D638-10 sedangkan spesimen dengan material plat alumunium menggunakan dimensi standar ASTM A370-19. Spesimen yang digunakan terdiri dari spesimen berbahan alumunium dan 3D print plastik PLA. Spesifikasi spesimen pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3-2 Spesifikasi Spesimen Pengujian

Jenis	Panjang Awal (mm)	Tebal (mm)	Jumlah
Plat Alumunium	115	2	1
3D Print plastik PLA	115	5	1



BAB 4

PENGUJIAN, HASIL, DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Hasil perancangan ini membahas mengenai analisis terhadap hasil dari proses perancangan dan manufaktur dari *gripper* yang telah dilakukan sebelumnya.

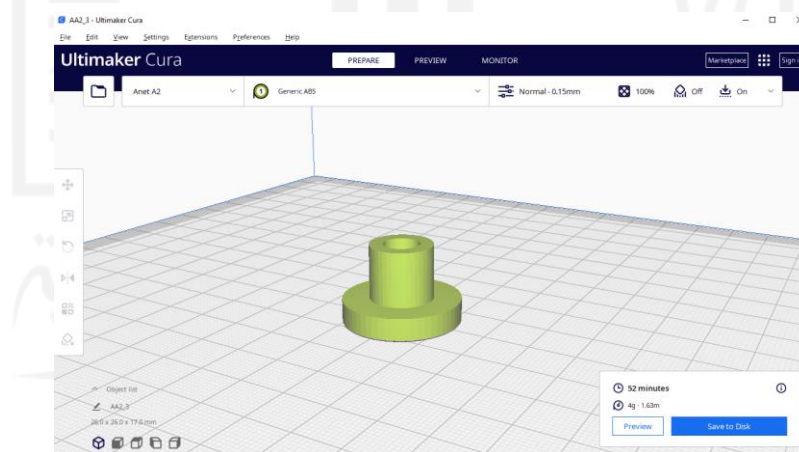
4.1.1 Komponen *Gripper*

Pada penelitian ini hanya mampu menyelesaikan kendala selip pada *gripper* yang dirancang dengan memberikan lapisan pada penjepit *gripper* agar meningkatkan gaya gesek yang terjadi pada permukaan penjepit dan spesimen.

4.1.2 Proses Manufaktur Pendorong *Gripper*

1. Sistem Pendorong *Gripper* Atas

Komponen pendorong *gripper* atas terdiri atas dua komponen individu dengan material yang berbeda, yang pertama yaitu komponen pendorong yang berfungsi memperluas distribusi gaya dari ulir yang memiliki material ABS. Proses manufaktur komponen ini menggunakan metode 3D printing.



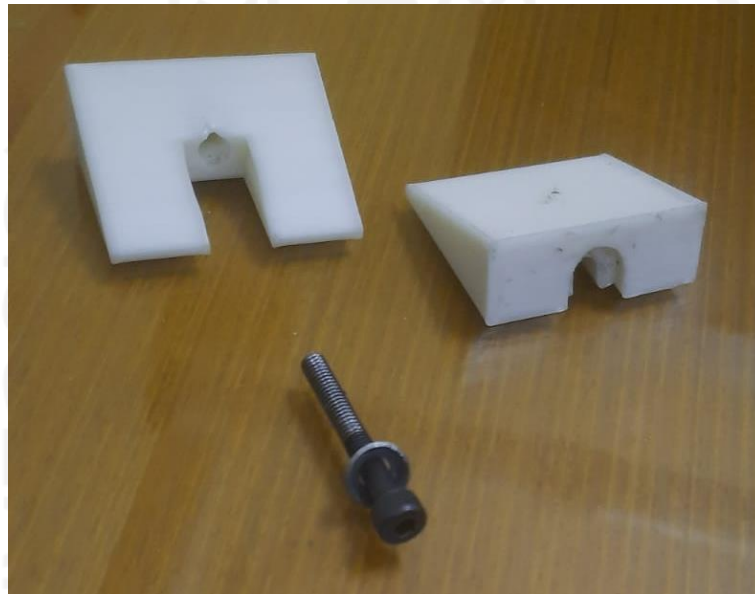
Gambar 4-1 Manufaktur 3D Printing Pendorong *Gripper* Atas

Komponen selanjutnya yaitu komponen ulir dengan bahan aluminium sehingga yang berguna untuk mendorong komponen bawahnya. *Assembly* kedua komponen ini memanfaatkan gesekan yang terjadi pada ulir dengan material plastik

ABS sehingga kedua komponen ikut terangkat pada saat ulir diputar berlawanan arah jarum jam.

2. Sistem Pendorong *Gripper* Bawah

Komponen pendorong *gripper* bawah dibuat dengan material plastik PLA dengan metode 3D print. Guna merekatkan mur yang berada pada bagian belakang komponen, lekukan mur di lem kemudian dilakukan pelelehan dengan memanfaatkan mur itu sendiri sehingga dapat menempel dengan kuat.



Gambar 4-2 Hasil Manufaktur Pendorong *Gripper* Bawah

Sebelum komponen pendorong dapat digunakan, proses pengamplasan kedua permukaan harus dilakukan guna mengurangi gesekan yang terjadi antara kedua komponen ini. Proses *assembly* komponen ini hanya menggunakan satu buah mur M4 dan ring sehingga distribusi gaya kepala baut dapat diperluas ke permukaan komponen pendorong.

4.1.3 Proses Pelapisan Penjepit *Gripper*

Permukaan *gripper* atas maupun bawah harus memiliki gaya gesek dengan spesimen yang relatif sama. Oleh karena itu lapisan permukaan *gripper* yang digunakan baik dari segi material maupun proses pelapisannya harus identik untuk menghindari gaya gesek yang dihasilkan berbeda antara kedua *gripper*.

Proses pelapisan *gripper* dilakukan dengan lem campuran dengan tujuan merekatkan material berbahan karet dengan permukaan *gripper*. Lem dioleskan ke permukaan *gripper* dan karet kemudian ditunggu 5 – 10 menit agar lem dapat mengering sebagian. Karet yang telah di satukan dengan *gripper* kemudian didiamkan hingga satu hari atau lebih dengan tujuan pengeringan yang maksimal.



Gambar 4-3 Hasil Pelapisan Penjepit *Gripper* Atas dan Bawah

Proses pengeringan dilakukan tanpa memberikan beban kepada bagian permukaan yang dilakukan lem hingga lem dapat mengering secara maksimal. Pada proses pelapisan ini permukaan lapisan *gripper* dinilai rata dan tidak terlihat bergelombang yang dapat mengakibatkan cengkaman *gripper* tidak merata.

4.2 Pengujian

Pengujian terdiri dari pengujian kecepatan tarik yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kecepatan tarik dengan tegangan motor serta pengujian tarik dengan tujuan mengetahui kekuatan cengkaman *gripper* yang dirancang.

4.2.1 Pengujian Kecepatan Tarik

Pengujian kecepatan tarik merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tegangan motor dengan kecepatan tarik mesin uji tanpa diberikan beban serta mengetahui tegangan dan kecepatan minimum motor. Pengujian ini dilakukan dengan cara membaca tegangan yang diberikan kepada motor dari perangkat PWM kontroler pada saat motor berjalan selama 5 detik, kemudian menghitung jarak perpindahannya dengan menggunakan data dari sensor jarak pada mesin ini.

Pengujian kecepatan tarik perlu dilakukan karena setiap standar pengujian seperti ISO & ASTM memiliki spesifikasi khusus mengenai kecepatan yang dibutuhkan, maka dari itu dibutuhkan data kecepatan tarik sebagai pengganti dari kecepatan motor.

4.2.2 Pengujian Tarik

Pengujian kedua ditujukan untuk melihat hasil dari perubahan dan penambahan pada program pengendalian, program HMI monitouch, performa *gripper*, sistem *data logging*, dan sistem ekstraksi data yang telah dirancang. Pada pengujian ini, sistem data logging melakukan penyimpanan data setiap 100 msec.

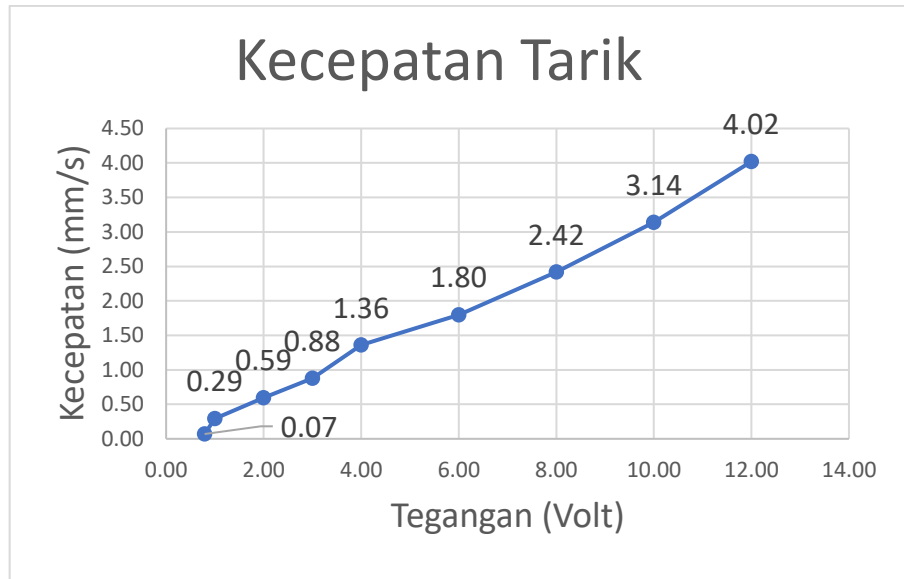
Pengujian tarik dilakukan sebanyak dua kali pengujian dengan dua material yang berbeda. Pengujian pertama menggunakan spesimen berbahan plastik PLA dengan spesifikasi bentuk sesuai dengan standar ASTM D638-10 sedangkan untuk spesimen kedua menggunakan material plat aluminium dengan standar pengujian ASTM A370-19 yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan cengkam *gripper* serta mengetahui kemampuan sistem penyimpanan data dan sistem data ekstraksi yang telah dibuat.

4.3 Hasil Pengujian

4.3.1 Data Hasil Pengujian Kecepatan Tarik

Tabel 4-1 Hasil Pengujian Kecepatan Tarik

Tegangan (Volt)	0.79	1	2	3	4	6	8	10	12
Kecepatan (mm/s)	0.07	0.29	0.59	0.88	1.36	1.80	2.42	3.14	4.02



Gambar 4-4 Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Tarik

Dari tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa grafik kecepatan motor berbentuk garis linier. Rata-rata setiap tegangan motor bertambah 1 volt maka kecepatan tariknya akan bertambah 0.3 mm/s. Sedangkan tegangan minimum yang dapat diterima motor untuk dapat bergerak adalah 0.788 volt dengan hasil kecepatan 0.07 mm/s.

4.3.2 Data Hasil Pengujian Tarik

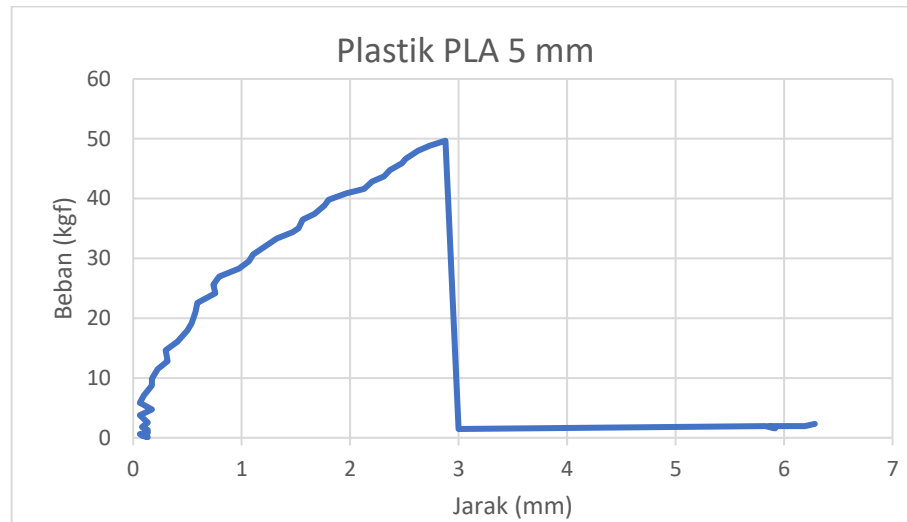
Pengujian ini dilakukan dengan spesimen yang memiliki material plastik PLA dengan dimensi sesuai standar ASTM D638-10 ketebalan 5 mm dan plat aluminium dengan dimensi sesuai standar ASTM A370-19 ketebalan 2 mm mendapatkan data seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 4-2 Data Hasil Pengujian Plastik PLA

Plastik PLA 5 mm ASTM D638		
Nilai Beban Tertinggi (kgf)	Nilai Jarak Saat Putus (mm)	Lama Pengujian (s)
49.7	2.9	5

Data pengujian di atas diambil dari hasil ekstraksi data pengujian plastik PLA yang berupa file .CSV yang dapat di sederhanakan menjadi tabel di atas. Nilai beban tertinggi sebelum spesimen putus yang dibaca oleh sensor beban mencapai

49.7 kgf dan meregang sampai 2.9 mm. Hasil pengujian tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk grafik tegangan – regangan yang sudah diolah dalam *software spreadsheet* dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini.



Gambar 4-5 Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Plastik

Pengujian kedua dilakukan dengan spesimen plat alumunium dengan ketebalan 2 mm dengan menggunakan standar ASTM A370-19. Data hasil pengujian material tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4-3 Data Hasil Pengujian Plat Alumunium

Alumunium 2 mm ASTM A370		
Nilai Beban Tertinggi (kgf)	Nilai Jarak Saat Putus (mm)	Lama Pengujian (s)
60.17	6.43	10.4

Data pengujian di atas diambil dari hasil ekstraksi data pengujian plat alumunium yang berupa file .CSV yang dapat di sederhanakan menjadi tabel di atas. Nilai beban tertinggi sebelum spesimen putus yang dibaca oleh sensor beban mencapai 60.17 kgf dan meregang sampai 6.43 mm. Hasil pengujian tersebut dapat

ditampilkan dalam bentuk grafik tegangan – regangan yang sudah diolah dalam *software spreadsheet* dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini.



Gambar 4-6 Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Aluminium

4.3.2.1 Error Hasil Data Pengujian

Pada pengujian kedua pengujian tarik dengan material plastik PLA dan plat Aluminium terjadi *error* pada sistem pengambilan data. Data pengujian yaitu data pembacaan sensor jarak yang di simpan oleh server internal monitouch mengalami lonjakan yang tidak wajar. Lonjakan pembacaan sensor jarak terjadi pada saat spesimen putus.

Pada pengujian dengan material plastik PLA lonjakan yang terjadi mencapai 14.72 mm dari yang awalnya hanya 2.88 mm sedangkan untuk material plat aluminium lonjakan mencapai 15.18 mm dari yang awalnya 6.43 mm. Namun *error* data pada tidak berpengaruh pada hasil pengujian dikarenakan lonjakan data yang tidak wajar terjadi pada saat spesimen putus.

94	05-10-22 15:32	949	46.6276	2.51391
95	05-10-22 15:32	51	47.9707	2.62373
96	05-10-22 15:32	148	48.8254	2.73354
97	05-10-22 15:32	252	49.6801	2.87996
98	05-10-22 15:32	347	1.45054	14.7213
99	05-10-22 15:32	450	1.93894	5.82656
100	05-10-22 15:32	545	1.57264	5.91807
101	05-10-22 15:32	648	1.93894	5.86316
102	05-10-22 15:32	777	1.93894	6.1926
103	05-10-22 15:32	855	2.30524	6.2841

(a)

84	21-09-22 14:59	851	57.4842	5.95884
85	21-09-22 14:59	956	56.1411	6.05035
86	21-09-22 14:59	58	54.9201	6.23339
87	21-09-22 14:59	148	51.7455	6.43473
88	21-09-22 14:59	252	2.05058	15.184
89	21-09-22 14:59	357	0.95167	9.43656
90	21-09-22 14:59	445	0.34117	9.41825
91	21-09-22 14:59	551	0.58537	9.49147
92	21-09-22 14:59	656	0.70747	9.45486

(b)

Gambar 4-7 Lompitan Data Jarak Spesimen (a) PLA; (b) Alumunium



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta hasil dan analisis yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. *Gripper* mampu menahan spesimen uji tarik berbahan PLA dan alumunium hingga putus.
2. Mesin uji tarik mampu menyimpan data pengujian tarik dalam bentuk digital dengan bantuan memori internal perangkat HMI Monitouch serta mampu memindahkan data pengujian ke perangkat penyimpanan eksternal.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat kekurangan dan dapat dilakukan penyempurnaan dan pengembangan lanjutan, yang di antaranya adalah:

1. Melakukan perbaikan pada sensor jarak dan sensor beban agar data yang dihasilkan dapat lebih akurat.
2. Mengganti motor dengan motor ber-karakteristik kecepatan yang konstan dan linear.
3. Melakukan produksi ulang pada komponen penjepit spesimen agar memiliki dimensi yang identik.
4. Melakukan penelitian dan perancangan pada struktur *gripper* guna menyejajarkan *gripper* atas dan bawah.
5. Merancang tampilan luar mesin uji tarik agar lebih rapi dan mudah dalam pengoperasian alat.
6. Melakukan pengencangan pada *electric jack* sehingga lompatan data uji tarik dapat di minimalisir

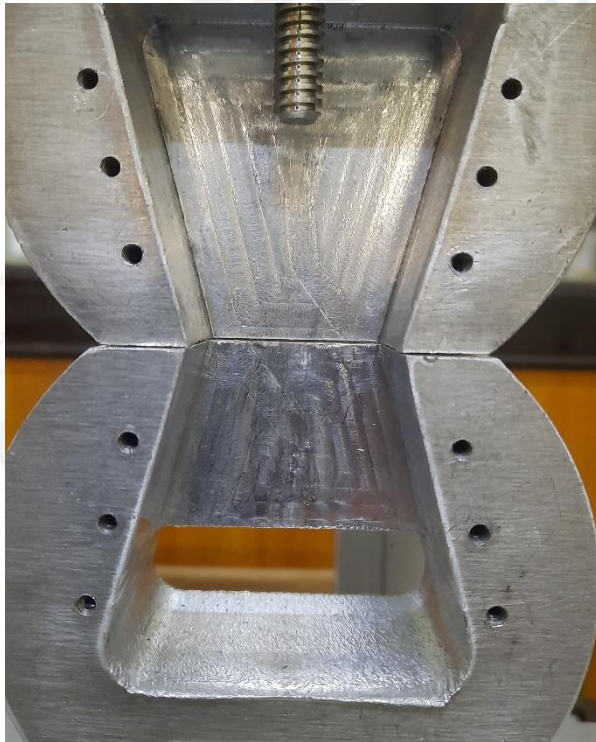
DAFTAR PUSTAKA

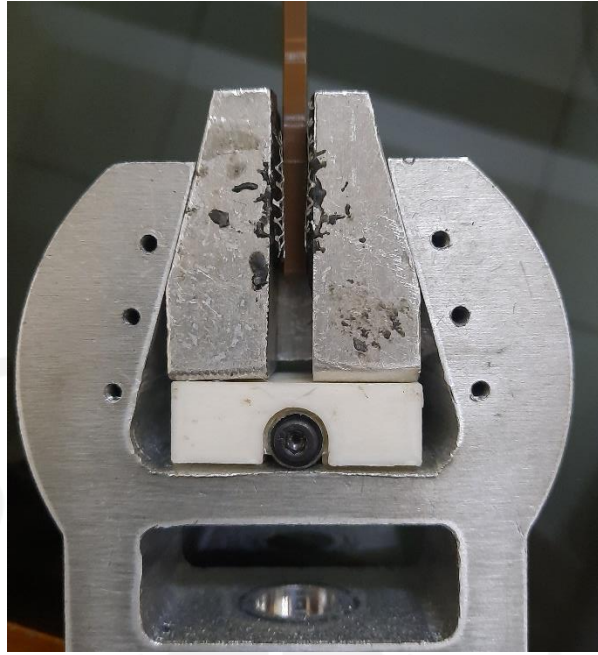
- Chen, C.-Z., Cai, Y., Fan, T., & He, P. (2021). Static Characteristics of a Linear Bipotentiometer Sensor. *Security and Communication Networks*, 2021, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/9958652>
- Findrik, M., Smith, P., Quill, K., & Kieran, M. (2018, August 1). *PLCBlockMon: Data Logging and Extraction on PLCs for Cyber Intrusion Detection*. 5th International Symposium for ICS & SCADA Cyber Security Research 2018. <https://doi.org/10.14236/ewic/ICS2018.12>
- Hardiansyah, I. W. (2021). Penerapan Gaya Gesek pada Kehidupan Manusia. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1). <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i1.44531>
- Hidayat, W. (2019). *Klasifikasi dan Sifat Material Teknik serta Pengujian Material* [Preprint]. INA-Rxiv. <https://doi.org/10.31227/osf.io/6bmfu>
- Hudedmani, M. G., Umayal, R. M., Kabberalli, S. K., & Hittalamani, R. (2017). Programmable Logic Controller (PLC) in Automation. *Advanced Journal of Graduate Research*, 2(1), 37–45. <https://doi.org/10.21467/ajgr.2.1.37-45>
- Listiana, R., & Febrianto, A. (2022). *Analisis Akuisisi Data pada Sistem SCADA Pengaturan Tekanan Udara*. 02(01), 5.
- Miao, R., Shen, R., Wang, L., & Bai, L. (2021). Theoretical and numerical studies of the slip resistance of main cable clamp composed of an upper and a lower part. *Advances in Structural Engineering*, 24(4), 691–705. <https://doi.org/10.1177/1369433220965271>
- Nur Syamsudin, Aulia Abdi. (2021). *Perancangan Struktur Mekanik Mesin Uji Tarik dengan Kapasitas 150 kgf*. Universitas Islam Indonesia.
- Priyoda, Ayasi Bahifatih. (n.d.). *Desain Human Machine Interface pada Greenhouse Monitoring and Control (Studi Kasus di PT. Indmira)*. Universitas Islam Indonesia.

- Pulungan, A. B., & Goci, D. S. (2021). Penggunaan Sistem Data logger Dalam Pencatatan Data Parameter Panel Surya berbasis Mikrokontroler. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 7(2), 337. <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i2.115052>
- Puspaputra, Paryana. (2019, November 2). *Modul Pelatihan Programmable Logic Controller*.
- Rahadian, H., & Heryanto, M. A. (2020). Pengembangan Human Machine Interface (HMI) pada Simulator Sortir Bola sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri. *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, 9(2), 84. <https://doi.org/10.25077/jnte.v9n2.766.2020>
- Rahman, Muhammad Taufiqur. (2021). *Perancangan dan Implementasi Data Akuisisi dan Kendali pada Mesin Uji Tarik Skala Kecil*. Universitas Islam Indonesia.
- Sadrehaghghi, Ideen. (2022). *Computer Aided Design (CAD)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12634.62408>
- Sidartawan, R. (2012). *Perancangan dan Pengembangan Produk Ragum dengan Metode Quality Function Deployment (QFD)*. 5, 9.
- Tasu, A. S. (2004). Programmable Logic Controller. *Programmable Logic Controller*, 6.
- Taufiq, Y., & Priananda, C. W. (2020). Perancangan Sistem Data Logging HMI pada Robotic Pouch Case Packer. *Jurnal Nasional Aplikasi Mekatronika, Otomasi dan Robot Industri (AMORI)*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.12962/j27213560.v1i1.6659>

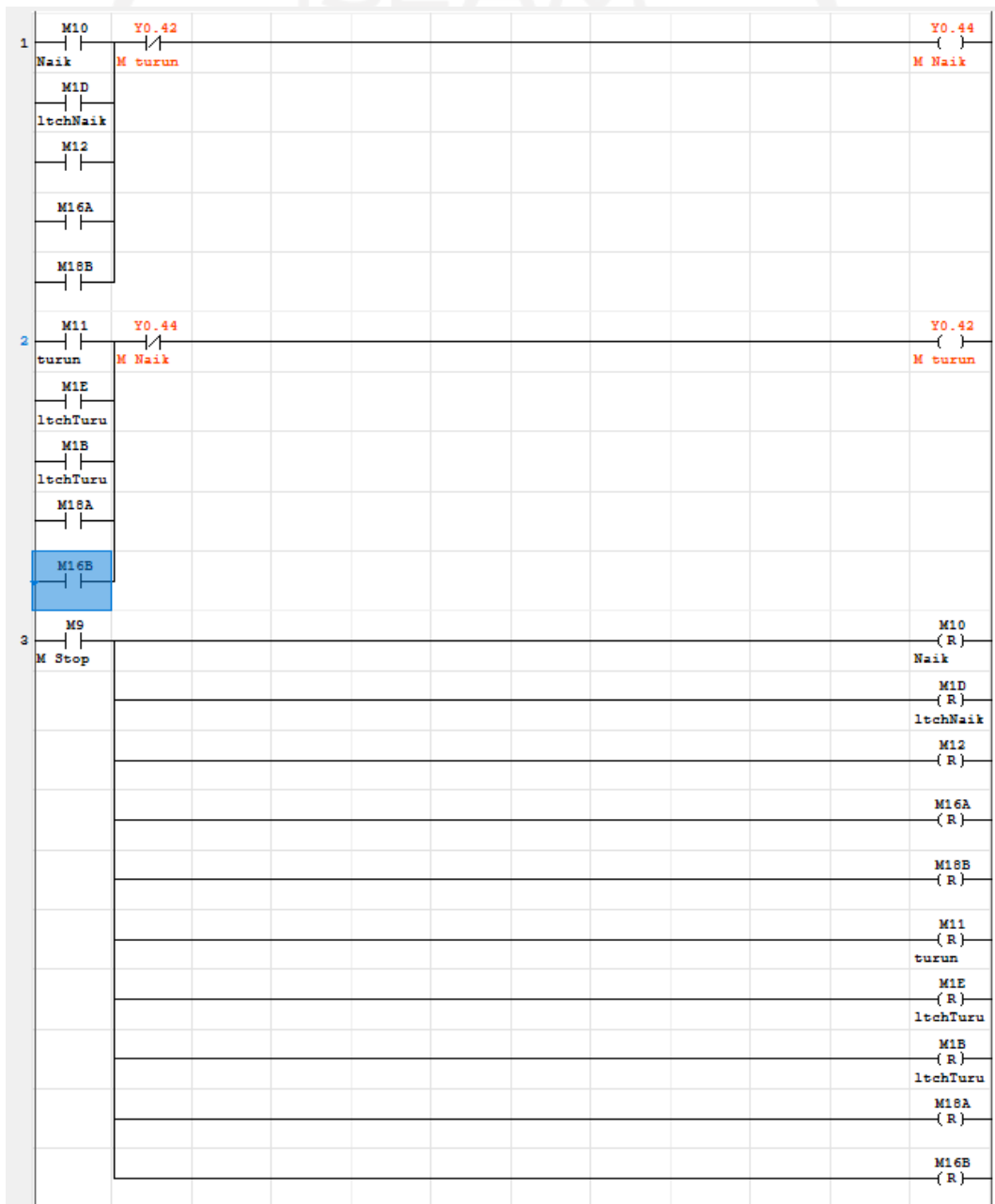
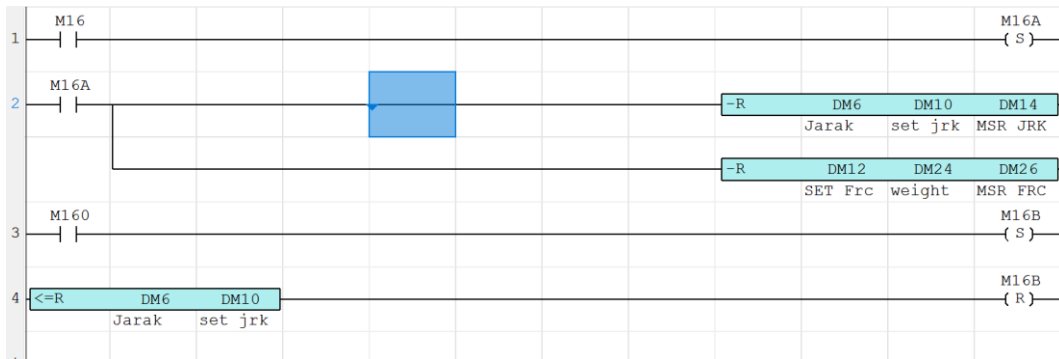
LAMPIRAN

Gripper





Program



HMI

Sampling Constant Sampling

Basic Settings | Data Output Settings | **Control Device Setting** | CSV Format Setting | Others

Sampling Control Device Common Setting Individual Setting

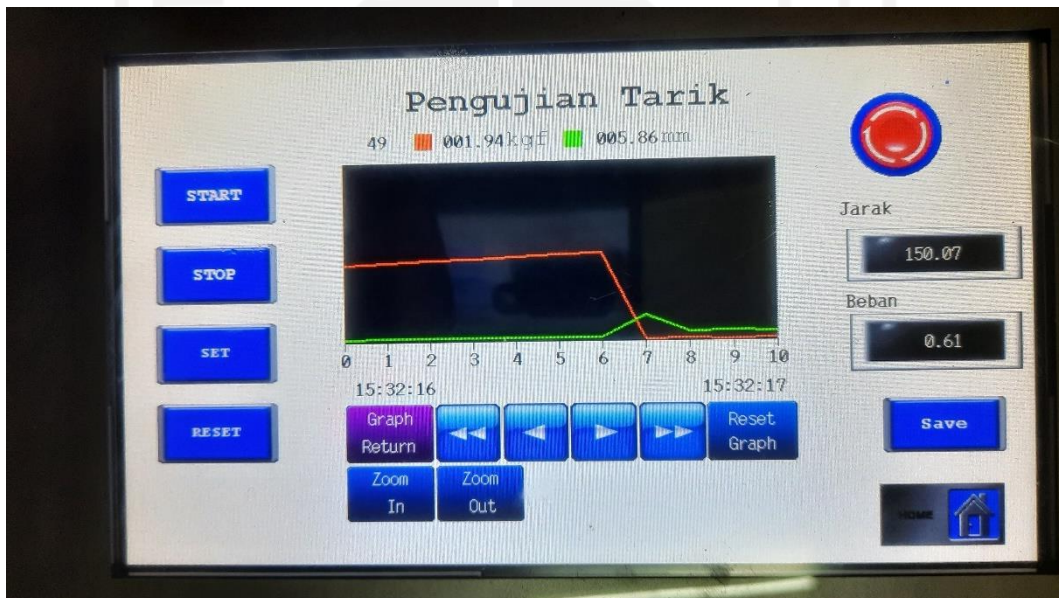
Start Bit

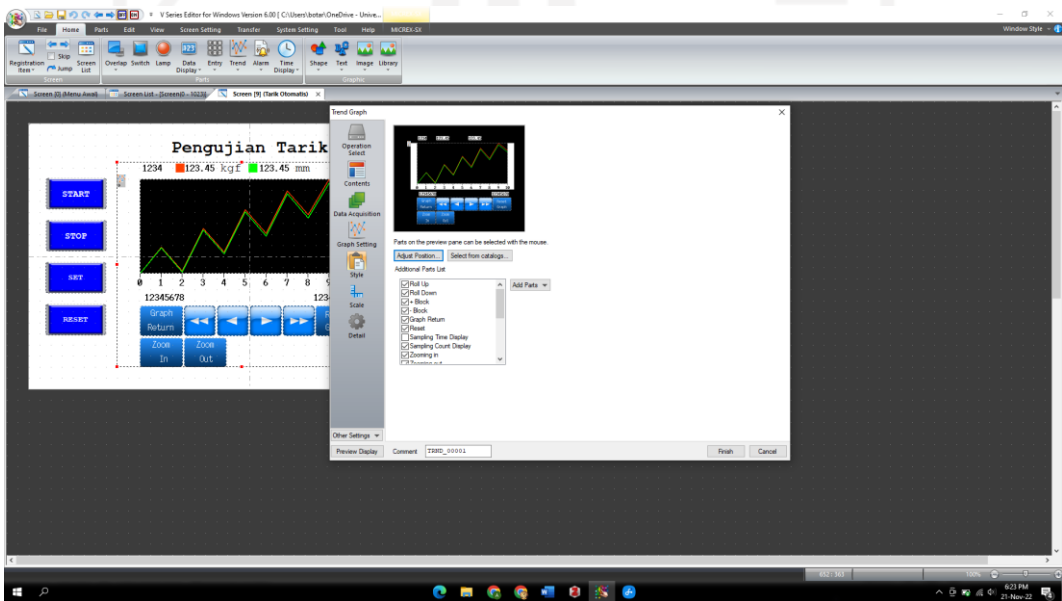
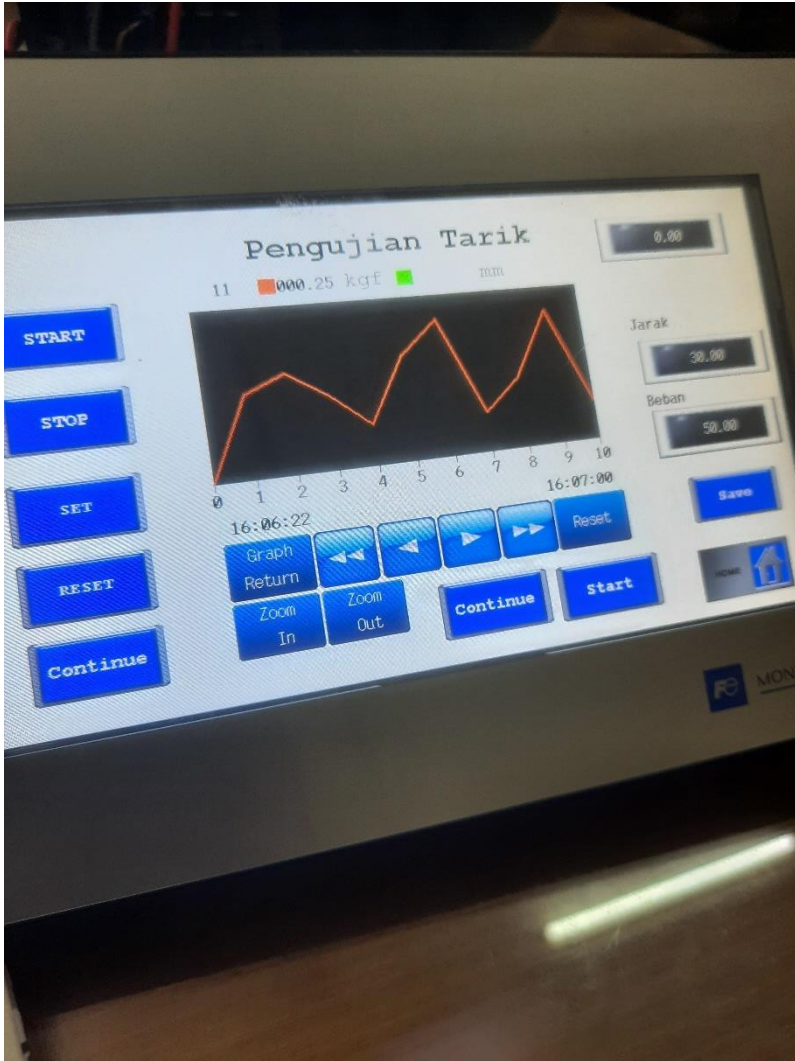
Info Output Device

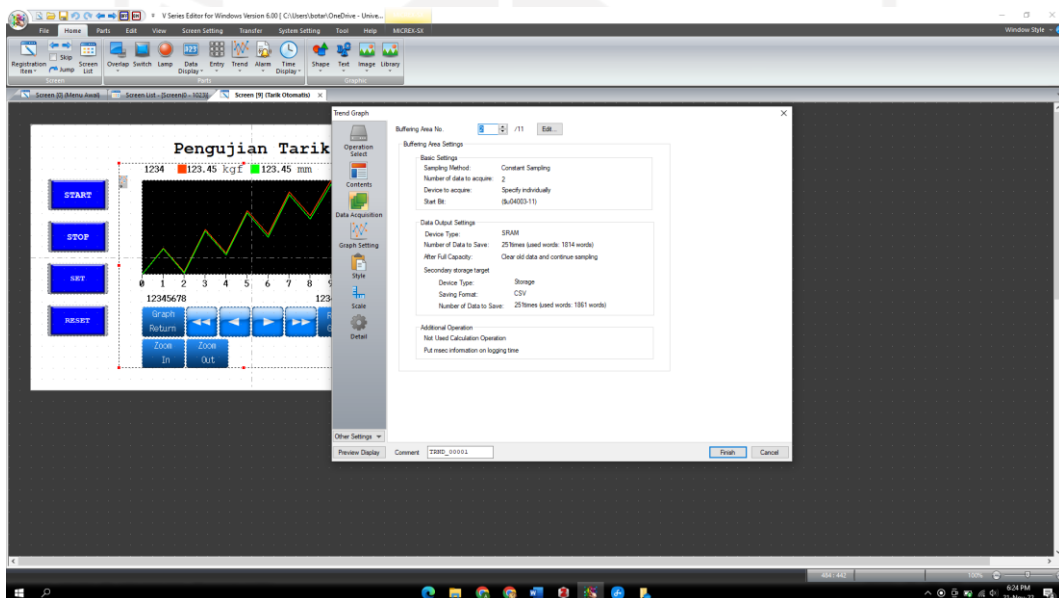
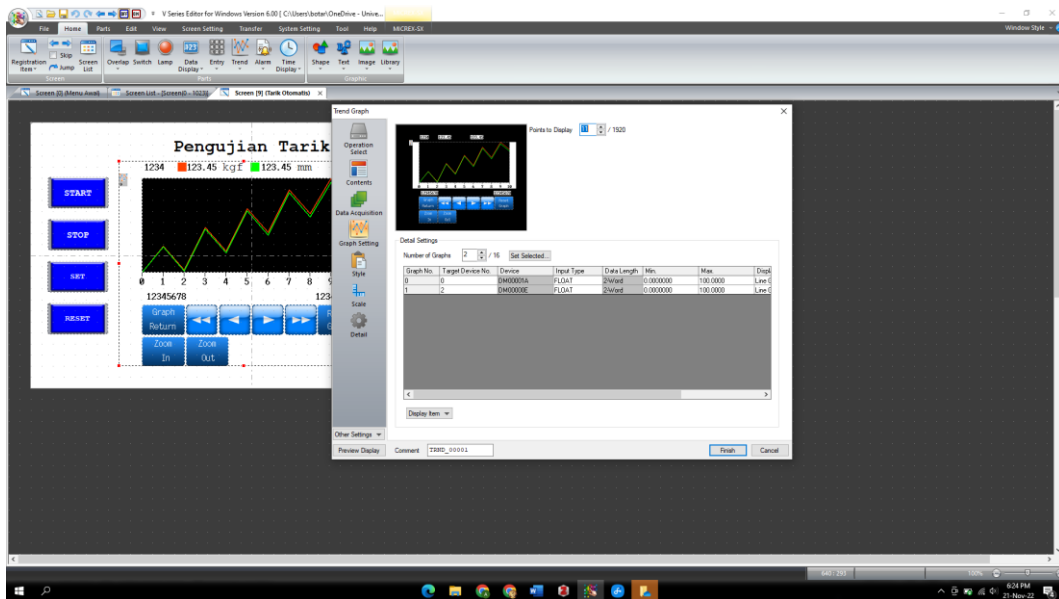
\$u04003: Top Device
\$u04003-09: Reset Bit \$u04003-11: Start Bit

Internal 0 \$u 16341

\$u16341-08: Input Trigger Bit \$u16341-09: Buffer Data Bit \$u16341-10: Bit for over 90% full capacity \$u16341-11: Bit for buffer full







الجامعة الإسلامية العالمية