



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO UNTUK PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM

LAPORAN SKRIPSI

Oleh :
Mohamad Rangga Prayuda
NIM.2102411012

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS
MIKROKONTROLER ADUINO UNO UNTUK
PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM**

LAPORAN SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik
Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Mohamad Rangga Prayuda

NIM.2102411012

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



HALAMAN PERSEMBAHAN



“Dengan rasa penuh cinta dan kasih sayang, skripsi ini penulis persembahkan untuk Bapak Wagiyo dan Ibu Saliyem yang telah memberikan pendidikan, merawat dan membesarkan penulis”

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO UNTUK
PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM

Oleh:

Mohamad Rangga Prayuda

NIM. 2102411012

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Fajar Mulyana, S.T., M.T.
NIP. 197805222011011003

Pembimbing 2

Radhi Maladzi, S.T., M.T.
NIP. 199307282024061001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T.
NIP. 199403192022031006



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS MIKROKONTROLER ADUINO UNO UNTUK PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM

Disusun Oleh:
Mohamad Rangga Prayuda
NIM. 2102411012

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 21 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Terapan Teknologi
Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Radhi Maldzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Ketua		
2.	Azam Milah Muhamad, M.T. NIP. 199608232024061001	Anggota		
3.	Ratna Khoirunnisa, S.S., M. Hum NIP. 199002252022032002	Anggota		

Depok, 21 Juli 2025
Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimah, S.T., M.T. IWE,
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohamad Rangga Prayuda

NIM : 2102411012

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya.

Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Denok: 10 Juli 2025



Mohamad Rangga Prayuda

NIM. 2102411012



Hak Cipta :

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

MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS MIKROKONTROLER ADUINO UNO UNTUK PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM

Mohamad Rangga Prayuda¹, Fajar Mulyana², Radhi Maladzi²

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: mohamad.rangga.prayuda.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran ketebalan film plastik secara manual selama ini masih menghadapi kendala dalam hal efisiensi dan akurasi, terutama pada skala produksi industri manufaktur *fleksibel packing* yang terus berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe alat *Automatic Thickness Gauge* berbasis mikrokontroler arduino uno yang dapat mengukur ketebalan film plastik secara lebih efisien, akurat, dan mengurangi intensitas tenaga kerja. Metode pengembangan alat dilakukan dengan menerapkan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan spesifikasi teknis, diikuti dengan perancangan konsep desain menggunakan *Software CAD SolidWorks* serta analisis struktural melalui *Finite Element Analysis* (FEA). Sistem kontrol otomatis mengintegrasikan *sensor proximity* kapasitif dan motor servo sebagai aktuator, yang dikendalikan oleh mikrokontroler arduino uno. Hasil pengujian Sistem kontrol berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mengintegrasikan sensor proximity kapasitif dan motor servo terbukti mampu melakukan pengukuran ketebalan plastik film secara otomatis dengan tingkat akurasi tinggi menunjukkan waktu pengukuran alat otomatis rata-rata 7 detik, jauh lebih cepat dibandingkan pengukuran manual yang memakan waktu 8,4 detik sekaligus memberikan hasil pengukuran yang lebih cepat dan konsisten. Kesimpulannya, alat pengukur ketebalan otomatis berbasis mikrokontroler ini layak digunakan sebagai solusi optimal dalam pengukuran ketebalan film plastik pada proses *quality control* industri manufaktur.

Kata kunci: *Thickness Gauge*, Plastik Film, *Sensor Proximity*, *Quality Function Deployment*, *House of Quality*



Hak Cipta :

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

MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS MIKROKONTROLER ADUINO UNO UNTUK PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM

Mohamad Rangga Prayuda¹, Fajar Mulyana², Radhi Maladzi²

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: mohamad.rangga.prayuda.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

Manual measurement of plastic film thickness still faces obstacles in terms of efficiency and accuracy, especially on the scale of the flexible packaging manufacturing industry that continues to grow. This study aims to design and develop a prototype of an Arduino Uno microcontroller-based Automatic Thickness Gauge tool that can measure plastic film thickness more efficiently, accurately, and reduce labor intensity. The tool development method is carried out by implementing Quality Function Deployment (QFD) to identify consumer needs and technical specifications, followed by designing a design concept using SolidWorks CAD Software and structural analysis through Finite Element Analysis (FEA). The automatic control system integrates a capacitive proximity sensor and a servo motor as an actuator, which is controlled by an Arduino Uno microcontroller. The test results of the Arduino Uno microcontroller-based control system that integrates a capacitive proximity sensor and a servo motor are proven to be able to automatically measure plastic film thickness with a high level of accuracy, showing an average automatic tool measurement time of 7 seconds, much faster than manual measurements which take 8.4 seconds while providing faster and more consistent measurement results. In conclusion, this microcontroller-based automatic thickness gauge is suitable for use as an optimal solution in measuring the thickness of plastic films in the quality control process of the manufacturing industry.

Kata kunci: *Thickness Gauge, Plastik Film, Sensor Proximity, Quality Function Deployment, House of Quality*



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya yang tak terhingga kepada penulis, sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “MODIFIKASI *AUTOMATIC THICKNESS GAUGE* BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO UNTUK PENGUKURAN KETEBALAN PLASTIK FILM”

Selama penyusunan laporan ini, penulis menghadapi beberapa tantangan dan kesulitan, tetapi berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Ir., Eng. Muslimin, S.T, M.T., IWE., Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T., Ketua Program Studi Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Fajar Mulyana, S.T., M.T. dosen pembimbing 1 yang telah membantu dan memberi arahan kepada penulis dalam penyusunan laporan skripsi.
4. Bapak Radhi Maladzi, S.T., M.T. dosen pembimbing 2 yang telah membantu dan memberi arahan kepada penulis dalam penyusunan laporan skripsi.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan

Depok, 28 Juli 2025

Mohamad Rangga Prayuda
NIM. 2102411012



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	1
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	2
LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS	4
ABSTRAK.....	5
KATA PENGANTAR	7
DAFTAR ISI.....	8
DAFTAR TABEL.....	12
DAFTAR GAMBAR.....	13
DAFTAR LAMPIRAN.....	15
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah.....	19
1.3 Tujuan Penelitian	19
1.4 Manfaat Penelitian	20
1. Manfaat Bagi Peneliti	20
2. Manfaat Bagi Akademik	20
3. Manfaat Bagi Perusahaan.....	20
1.5 Batasan Masalah	20
1.6 Sistematikan Penulisan	20
BAB I PENDAHULUAN	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
BAB V PENUTUP	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	22



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2.1	Plastik Film	22
2.2	Sistem kontrol otomatis	26
2.3	Alat Ukur Ketebalan	28
2.4	<i>Focus Group Discussion</i>	31
2.5	<i>Quality function deployment (QFD)</i>	31
2.6	<i>House of Quality (HOQ)</i>	33
2.7	Pemilihan Konsep Produk.....	37
2.8	<i>Finite element analysis (FEA)</i>	42
2.9	<i>Computer Aided Design SolidWorks (CAD) 2021</i>	43
2.10	Arduino IDE.....	43
2.11	Mikrokontroler.....	44
2.12	Arduino Board	45
2.13	<i>Project Board</i>	48
2.14	<i>Sensor Proximity</i>	49
2.15	<i>Actuator</i>	52
2.16	Material	55
2.17	Faktor Keamanan (SF).....	56
2.18	Perhitungan Elemen Mesin Rancangan <i>Automatic Thickness Gauge</i> ...	57
2.19	Proses Manufaktur	59
2.2	Kajian Litelatur	59
2.2.2	Kajian Paten.....	62
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		66
3.1	Jenis Penelitian.....	66
3.2	Objek Penelitian.....	66
3.3	Metode Pengambilan Sampel	67



Hak Cipta :

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

3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	67
3.5	Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	68
3.6	Metode Analisis Data.....	69
3.7	Diagram Alir Penelitian	70
3.8	Penjelasan Diagram Alir Penelitian	71
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		73
4.1	Identifikasi Kebutuhan Konsumen.....	73
4.2	<i>Matriks House of Quality (HOQ)</i>	74
4.2.1	<i>Customer Requirement Matriks</i>	75
4.2.2	<i>Technical Requirement Matriks</i>	76
4.2.3	<i>Relationship Matrix</i>	77
4.2.4	<i>Technical correlation</i>	79
4.2.5	<i>Technical Importance</i>	81
4.3	Hasil <i>Matriks House of Quality (HOQ)</i>	84
4.4	Perancangan Konsep <i>Design Automatic thickness gauge</i>	86
4.4.1	Desain Alternatif 1	86
4.4.2	Desain Alternatif 2	87
4.4.3	Desain Alternatif 3	87
4.4.4	Kelebihan dan Kekurangan Konsep Desain	88
4.5	Pemilihan Konsep Desain	89
4.5.1	<i>Concept Screening</i>	89
4.5.2	<i>Concept Scoring</i>	91
4.6	<i>Bill of Material</i> Desain Akhir <i>Automatic thickness gauge</i>	94
4.7	Analisis Perhitungan Gaya dan Pembebanan	95
4.7.1	Perhitungan Distribusi Gaya	95



Hak Cipta :

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

4.7.2	Perhitungan Distribusi Gaya	96
4.8	Simulasi <i>Finite Element Analysis</i>	98
4.8.1	Pendefinisian Material	98
4.8.2	Pemberian <i>Fixed support</i> dan <i>Force</i>	98
4.8.3	Simulasi <i>von Mises Stress</i>	100
4.8.4	Simulasi <i>Displacement</i>	101
4.8.5	Simulasi <i>Equivalent Strain</i>	101
4.8.6	Hasil <i>Finite element analysis</i>	102
4.9	Proses Manufaktur Alat <i>Automatic thickness gauge</i>	104
4.9.1	Analisa Proses Fabrikasi <i>Part</i>	104
4.10	Perancangan Perangkat Lunak	106
4.10.1	Diagram Blok	106
4.10.2	Wiring Diagram	107
4.10.3	Penjelasan Wiring Diagram	107
4.10.4	Pemrograman	109
4.11	Hasil Proses Manufaktur Alat	110
4.12	Hasil Percobaan Penggunaan Alat <i>Thickness Gauge</i>	111
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		113
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Saran	113



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol <i>relationship</i>	35
Tabel 2.2 Simbol <i>technical correlation</i>	37
Tabel 2.3 Skala penilaian konsep <i>scoring</i>	41
Tabel 2.4 Spesifikasi material akrilik.....	56
Tabel 2.5 Faktor Keamanan Beberapa Material	57
Tabel 2.6 Kajian Literatur Jurnal	60
Tabel 4.1 Identifikasi kebutuhan konsumen.....	58
Tabel 4.2 Identifikasi kebutuhan spesifikasi.....	74
Tabel 4.3 <i>Matrix customer requitments</i>	76
Tabel 4.4 <i>Direction of improvement</i>	77
Tabel 4.5 <i>Relationship matrix</i>	78
Tabel 4.6 <i>Technical correlation</i>	80
Tabel 4.7 <i>Technical importance</i>	83
Tabel 4.8 <i>Matriks House of Quality (HOQ)</i>	84
Tabel 4.9 Kelebihan dan kekurangan ketiga desain <i>automatic thickness gauge</i> ..	88
Tabel 4.10 <i>Concept Screening</i>	90
Tabel 4.11 Nilai skala kepentingan tahap <i>concept scoring</i>	91
Tabel 4.12 <i>Concept Scoring</i>	92
Tabel 4.13 <i>Bill of material</i> dari desain akhir <i>automatic thickness gauge</i>	95
Tabel 4.14 <i>Finite element analysis</i>	103
Tabel 4.15 Analisa Proses <i>Fabrikasi Part</i>	105
Tabel 4.16 Penjelasan <i>Wiring diagram automatic thickness gauge</i>	108
Tabel 4.17 Pengujian alat <i>thickness gauge</i>	111



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produksi tahunan plastik di seluruh dunia	16
Gambar 2.1 <i>High density Polyethylene (HDPE)</i>	8
Gambar 2.2 <i>Polystyrene</i>	23
Gambar 2.3 <i>Polypropylene (PP)</i>	24
Gambar 2.4 <i>Polyvinil chloride (PVC)</i>	25
Gambar 2.5 <i>Polietilen tereftalat (PET)</i>	25
Gambar 2.6 Sistem kontrol <i>loop</i> terbuka	27
Gambar 2.7 Sistem kontrol <i>loop</i> tertutup.....	27
Gambar 2. 8 <i>Vernier Caliper (jangka sorong)</i>	29
Gambar 2.9 Mikrometer Skrup	30
Gambar 2.10 Digital <i>thickness gauge</i>	30
Gambar 2.11 <i>Matriks House of Quality (HOQ)</i>	33
Gambar 2.12 <i>Finite element analysis</i>	42
Gambar 2.13 <i>Software SolidWorks 2020</i>	43
Gambar 2.14 Arduino ide	44
Gambar 2.15 Mikrokontroler	45
Gambar 2.16 Arduino uno	47
Gambar 2.17 Arduino due.....	47
Gambar 2.18 Arduino Mega	48
Gambar 2. 19 <i>Project board</i>	49
Gambar 2.20 Sensor jarak induktif.....	50
Gambar 2.21 Sensor jarak kapasitif.....	50
Gambar 2.22 Sensor fotolistrik	51
Gambar 2.23 Sensor ultrasonik.....	51
Gambar 2.24 Motor dc	53
Gambar 2.25 Motor Stepper	53
Gambar 2.26 Motor servo	54
Gambar 2.27 Aktuator hidraulis	55
Gambar 2.28 Aktuator pneumatik.....	55



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Gambar 2.29 Diagram perspektif depan dari perangkat pengukuran	63
Gambar 2.30 <i>Self-normalizing panel thickness measurement system</i>	64
Gambar 2.31 Integrasi teknologi alat ketebalan dengan sistem komputerisasi	64
Gambar 2.32 Integrasi teknologi alat ketebalan dengan sistem komputerisasi ...	65
Gambar 3.1 Alat ukur ketebalan.....	51
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	70
Gambar 4.1 Desain alternatif 1.....	71
Gambar 4.2 Desain alternatif 2	87
Gambar 4.3 Desain alternatif 3	88
Gambar 4.4 <i>Bill of Material</i> Desain akhir <i>automatic thickness gauge</i>	94
Gambar 4.5 Material cast carbon steel pada dudukan <i>thickness gauge</i>	98
Gambar 4.6 <i>Fixed support</i> pada komponen dudukan <i>thickness gauge</i>	99
Gambar 4.7 <i>Force</i> pada komponen dudukan <i>thickness gauge</i>	100
Gambar 4.8 <i>Simulasi von Mises Stress</i>	101
Gambar 4.9 <i>simulasi displacement</i>	101
Gambar 4.10 <i>Simulasi Equivalent Strain</i>	102
Gambar 4.11 Diagram blok pengukuran ketebalan film plastik	106
Gambar 4.12 Wiring diagram <i>automatic thickness gauge</i>	107
Gambar 4.13 Hasil akhir proses manufaktur alat <i>automatic thickness gauge</i>	111
Gambar 4.14 Grafik perbandingan alat <i>thickness gauge</i>	112



Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi <i>Focus Group Discussion</i> dengan pihak <i>industry</i>	120
Lampiran 2 RAB <i>Automatic thickness gauge</i>	121
Lampiran 3 <i>Timeline</i> Kegiatan.....	122
Lampiran 4 <i>Drawing Automatic thickness gauge</i>	123



Hak Cipta :

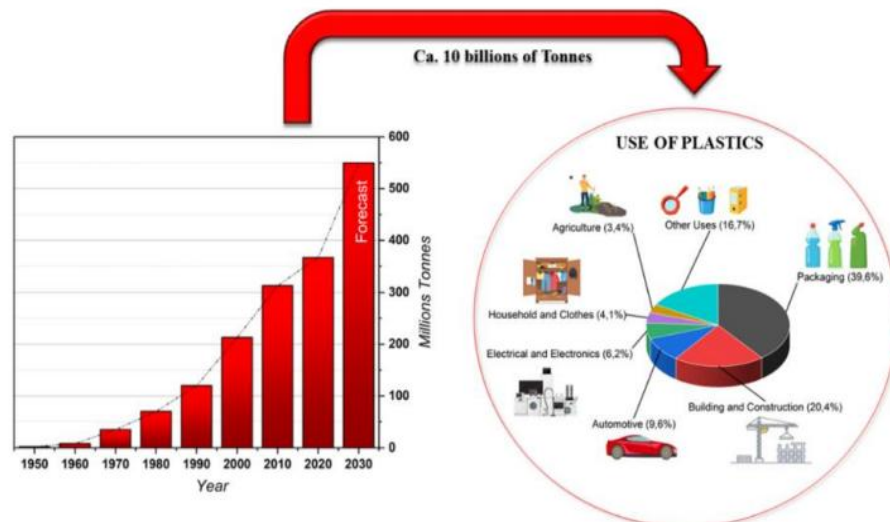
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor Industri sangat erat kaitannya dengan perkembangan dimana dalam proses industrialisasi sebagai pembangunan ekonomi. Industri manufaktur sebagai subsektor industri yang menjadi dominan dan merupakan subsektor industri yang memberi kontribusi nilai tambah sangat besar terhadap sektor industri yang ada di Indonesia. Industri manufaktur mampu memberikan nilai tambah yang paling besar terhadap produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia[1].

Di negara kita, film plastik menempati lebih dari 20% pangsa pasar. Produk film tipis memiliki jangkauan penggunaan yang sangat luas, seperti film pengawet makanan, gelas plastik, dan film medis. Sampai batas tertentu, kualitas dan biaya produk film tipis dikaitkan dengan ukuran dan keseragaman ketebalan film tipis[2]. Berikut adalah gambar 1.1 Produksi tahunan plastik di seluruh dunia dari tahun 1950 hingga 2020 (dalam juta metrik ton) dan penggunaannya.



Gambar 1. 1 Produksi tahunan plastik di seluruh dunia dari tahun 1950 hingga 2020 (dalam juta metrik ton) dan penggunaannya [3]



Hak Cipta :

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

Sejak revolusi industri ke-3 pada tahun 1950, lebih dari 10 miliar ton plastik telah diproduksi dengan laju produksi tahunan meningkat secara eksponensial. Lebih spesifiknya, produksi plastik meningkat secara besar-besaran dari 2 juta ton pada tahun 1950 menjadi 367 juta ton pada tahun 2020 (turun sekitar 0,3 persen dibandingkan tahun 2019 karena dampak COVID-19 terhadap sektor ini). Selanjutnya diperkirakan produksi akan semakin meningkat hingga sekitar 600 juta ton pada tahun 2025[3].

Evolusi industri modern menggarisbawahi pentingnya peran pengukuran ketebalan material dalam tahapan produksi dan pengembangan produk. Ketepatan dan keakuratan material pengukuran memiliki dampak mendasar pada kualitas produk dan keselamatan operasional. Bahan pengukuran memainkan peran penting dalam menentukan kualitas, kekuatan, dan daya tahan suatu produk. Di sektor vital seperti manufaktur, otomotif, dan konstruksi, pengukuran material tidak dilakukan pengukuran hanya penentu sifat mekanik tetapi juga kinerja struktural, menuntut keakuratan sebagai prasyarat penting bagi keberhasilan proses produksi dan teknologi inovasi[4].

Jika aspek ini diabaikan, maka akan berdampak pada akurasi pengukuran ketebalan film plastik menjadi rendah, sehingga berpotensi menghasilkan produk dengan ketebalan tidak seragam yang berdampak langsung pada kualitas, kekuatan, dan performa kemasan plastik. Selain itu, penggunaan alat manual yang tidak efisien dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses *quality control*, meningkatnya beban kerja operator, potensi terjadinya human error, serta pemborosan bahan baku akibat kesalahan pengukuran. Hal ini menjadi masalah serius terutama dalam industri manufaktur kemasan fleksibel yang menuntut kecepatan, konsistensi, dan presisi tinggi dalam proses produksi.

Ada beberapa cara yang tersedia di seluruh dunia untuk mendeteksi ketebalan film, seperti metode pengukuran mekanis dan metode pengukuran analisis berat. Metode deteksi tradisional adalah melakukan pengukuran kontak dengan film menggunakan alat *thickness gauge*, dan pemeriksaan sampel selalu dilakukan pada produk akhir, sehingga kesalahan pengukuran dan kesalahan

Hak Cipta :

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

pembacaan tidak dapat dihindari untuk film yang tebalnya kurang dari seratus mikrometer, akurasi pengukurannya sangat rendah[5].

Produk pengukur ketebalan yang saat ini tersedia di perusahaan tempat penulis melakukan penelitian masih menggunakan mekanisme manual dalam pengoperasiannya, sehingga kurang optimal untuk proses pengendalian kualitas dalam pengukuran ketebalan film plastik pada skala produksi industri manufaktur *flexible packing* (kemasan plastik) yang terus berkembang. Selain itu, desain awal produk pengukur ketebalan otomatis tersebut dianggap kurang efektif dalam mendukung proses pengukuran ketebalan film plastik secara akurat dan efisien.

Penelitian ini menerapkan berbagai metode guna mengoptimalkan pengembangan *automatic thickness gauge*. Data diperoleh melalui metode *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan pihak-pihak terkait secara langsung dengan alat *thickness gauge* untuk mengidentifikasi kebutuhan dan spesifikasi pengguna. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan metode *Quality function deployment* (QFD). Perhitungan dan analisis struktural dilakukan menggunakan metode *Finite element analysis* (FEA), yang menyediakan simulasi dan optimasi desain untuk memastikan kinerja alat dalam kondisi operasional yang sebenarnya. Diharapkan penerapan metode-metode ini menghasilkan produk *automatic thickness gauge* yang dapat mengurangi intensitas tenaga kerja, menghemat biaya, dan juga dapat meningkatkan produksi proses *quality control* ketebalan plastik film.

Tinjauan pustaka telah dilakukan untuk memahami konsep dasar teknologi mikrokontroler dan sensor *proximity*. Penelitian yang relevan sebelumnya telah dilakukan oleh Alfian Ady Saputra (2023), yaitu perancangan sistem pneumatik berbasis kontrol otomatis untuk pengukuran ketebalan material dengan pendekatan eksperimental[4]. Namun, belum terdapat penelitian yang mengintegrasikan sistem motor sebagai penggerak *automatic thickness gauge* serta sensor *proximity* untuk membaca jarak film plastik saat proses pengukuran ketebalan. Selain itu, metode *Quality Function Deployment* (QFD) juga belum pernah diterapkan dalam penelitian tersebut.

Hak Cipta :

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

Kesenjangan tersebut mendorong perlunya penelitian lebih lanjut untuk merancang dan mengembangkan modifikasi *alat pengukur ketebalan otomatis* berbasis mikrokontroler arduino uno untuk pengukuran ketebalan plastik film secara otomatis. Alat ini akan mengintegrasikan sistem motor servo sebagai penggerak alat *thickness gauge* dan menggunakan *Sensor Proximity* untuk membaca jarak film plastik saat proses pengukuran ketebalan. Pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem otomatisasi dan potensi penerapan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dalam perancangan alat ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan efisiensi dan akurasi pengukuran ketebalan material, terutama dalam aplikasi industri yang memerlukan kontrol kualitas produk secara presisi dan berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan modifikasi *automatic thickness gauge* berbasis mikrokontroler arduino uno. Sistem ini mengintegrasikan *Sensor Proximity* untuk mendeteksi film plastik dan mikrokontroler untuk otomatisasi proses, sehingga diharapkan dapat mengurangi intensitas tenaga kerja, menghemat biaya, tetapi juga dapat meningkatkan kualitas dan produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, maka permasalahan yang akan dirumuskan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan konsep desain produk *automatic thickness gauge* menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD)?
2. Bagaimana sistem otomatisasi pada produk *automatic thickness gauge*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mampu membuat rancangan konsep desain produk *automatic thickness gauge* menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD).
2. Mampu membuat sistem otomatisasi pada produk *automatic thickness*



Hak Cipta :

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

gauge.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, maka manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Manfaat Bagi Peneliti

- a. Meningkatkan kemampuan mahasiswa di bidang teknologi dan inovasi.
- b. Mengembangkan keterampilan mahasiswa dalam bidang pemrograman.

2. Manfaat Bagi Akademik

- a. Penelitian ini mendukung penerapan teknologi mikrokontroler dalam pengukuran ketebalan plastik secara lebih efisien serta memberikan perspektif baru terkait inovasi teknologi.
- b. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk pengembangan alat atau metode serupa di masa depan

3. Manfaat Bagi Perusahaan

- a. Efisiensi waktu dan tenaga sehingga dapat meningkatkan produktivitas dalam proses pengujian produk plastik.
- b. Dengan teknologi mikrokontroler, alat *thickness* otomatis menghasilkan pengukuran yang lebih akurat, sehingga meningkatkan kualitas produk.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan teknologi otomatisasi produk alat *thickness gauge* berbasis mikrokontroler arduino un.
2. Penelitian ini berfokus pada modifikasi posisi alat *thickness gauge*.

1.6 Sistematikan Penulisan

Penulisan hasil penelitian ini dibagi dalam beberapa bab yang saling berhubungan. Adapun urutan dalam penulisan laporan ini terlihat pada uraian di bawah ini :



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab ini memberikan pemahaman umum mengenai alasan dilakukannya penelitian serta tujuan yang ingin di capai.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori dan konsep yang berkaitan dengan penelitian mencakup teori metode perancangan alat *thickness gauge* dengan *Quality Function Deployment*, sistem kontrol otomatis, komponen utama produk *automatic thickness gauge*, yaitu mikrokontroler arduino uno, *sensor proximity*. Selain itu litelatur dan penelitian terdahulu yang menjadi referensi penelitian ini, untuk memberikan dasar teori yang mendalam.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan diagram alir, langkah-langkah kerja, serta metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan data hasil penelitian serta menganalisisnya dengan membandingkan hasil tersebut dengan studi litelatur yang relevan.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan harus memberikan jawaban terhadap permasalahan dari tujuan penelitian.

Saran

Saran yang di sampaikan berupa ulasan untuk memperbaiki suatu kondisi berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan

Hak Cipta :

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan terhadap alat *Automatic thickness gauge* berbasis mikrokontroler Arduino Uno untuk pengukuran ketebalan plastik film, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Rancangan alat berhasil dibuat menggunakan pendekatan *Quality function deployment (QFD)* yang mengacu pada kebutuhan pengguna. Melalui metode ini, diperoleh spesifikasi teknis yang terarah untuk pengembangan produk, dengan pendekatan matriks *House of Quality (HoQ)* sebagai dasar prioritas desain.
2. Sistem otomatisasi alat *thickness gauge* berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Uno, *Sensor Proximity* kapasitif, dan sistem aktuator motor servo. Sistem ini memungkinkan pengukuran dilakukan tanpa intervensi langsung dari operator, sehingga mengurangi intensitas tenaga kerja.
3. Sistem kontrol berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mengintegrasikan sensor proximity kapasitif dan motor servo terbukti mampu melakukan pengukuran ketebalan plastik film secara otomatis dengan tingkat akurasi tinggi menunjukkan waktu pengukuran alat otomatis rata-rata 7 detik, jauh lebih cepat dibandingkan pengukuran manual yang memakan waktu 8,4 detik sekaligus memberikan hasil pengukuran yang lebih cepat dan konsisten

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Peningkatan sistem presisi sensor: Diharapkan ke depan dapat digunakan sensor dengan resolusi dan sensitivitas lebih tinggi, seperti sensor laser atau ultrasonik, agar hasil pengukuran semakin akurat terutama untuk



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

plastik film dengan ketebalan sangat tipis (<50 mikrometer).

2. Integrasi sistem tampilan digital: Penambahan tampilan digital atau antarmuka grafis (*GUI*) akan sangat membantu operator dalam membaca dan merekam hasil pengukuran secara real time, serta mempermudah proses dokumentasi data.





Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Syahrul Maulana, Alif Finno Fidzaky, Ayunda Febri Kinanti, Dimas Prayoga, and Muhammad Yasin, "Perkembangan Sektor Industri Manufaktur Terhadap Globalisasi," *MENAWAN J. Ris. dan Publ. Ilmu Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 101–112, Nov. 2023, doi: 10.61132/menawan.v2i1.141.
- [2] P. He, H. Chang, H. Gao, and Z. Wang, "The online system of measuring film thickness," *Proc. 2017 6th Int. Conf. Comput. Sci. Netw. Technol. ICCSNT 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 503–505, 2017, doi: 10.1109/ICCSNT.2017.8343748.
- [3] M. S. Ummah, *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title*, vol. 11, no. 1. 2019. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [4] Alfian Ady Saputra, Dan Mugisidi, and Riyan Ariyansah, "Design of automatic control-based pneumatic system for material thickness measurement," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 166–175, 2024, doi: 10.37373/tekno.v11i1.962.
- [5] Y. Z. Ma, S. H. Ye, F. Duan, and Y. Zheng, "A Plastic Film Thickness On-Line Detecting System," *Key Eng. Mater.*, vol. 295–296, pp. 387–392, 2005, doi: 10.4028/www.scientific.net/kem.295-296.387.
- [6] Mukhlisien, Suhendrayatna, M. Montazeri, and H. Amar, "Kajian Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Ekstrak Bonggol Jagung," *J. Inov. Ramah Lingkung.*, vol. 2, no. 1, pp. 15–19, 2021.
- [7] N. Karuniastuti, "Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan,"



Hak Cipta :

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

Swara Patra Maj. Pusdiklat Migas, vol. 3, no. 1, pp. 6–14, 2013, [Online]. Available:

<http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/43/65>

- [8] M. Lubis and T. Nasution, “Konsep Dasar Konsep Dasar Konsep Dasar,” vol. 14090, no. 1989, pp. 6–52, 2018, [Online]. Available: <https://adoc.pub/queue/bab-ii-konsep-dasar-langsung-schult-videbeck-1998-langsung-d.html>
- [9] H. Muchtar, E. Purnomo, J. Teknik, E. Fakultas, T. Universitas, and M. Jakarta, “Perancangan alat ukur ketebalan menggunakan mikrokontroler atmega 1)2),” vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [10] F. Fidiantara, H. Fuadi, W. B. Ilahi, and J. Jamaluddin, “Karateristik/Spesifikasi Alat Laboratorium Fisika dan Cara Penggunaanya pada Mahasiswa S1 Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Mataram,” *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 2, pp. 0–6, 2021, doi: 10.29303/jpmpi.v4i2.666.
- [11] M. M. Chusni, “Handout Perkuliahan Pengenalan Alat Ukur,” *Handout Perkuliahan*, vol. 1, pp. 4–16, 2019.
- [12] S. Rohmah, V. G. V. Putra, and G. F. Rusliana, “Prototipe Alat Uji Pengukur Ketebalan Kain Berbasis Image Processing,” vol. VIII, pp. SNF2019-PA-85–90, 2019, doi: 10.21009/03.snf2019.02.pa.12.
- [13] “Digital thickness gauge,” *NDT E Int.*, vol. 30, no. 1, pp. 44–45, 1997, doi: 10.1016/s0963-8695(97)80933-4.
- [14] Y. Afyanti, “Focus Group Discussion (Diskusi Kelompok Terfokus) sebagai Metode Pengumpulan Data Penelitian Kualitatif,” *J. Keperawatan Indones.*, vol. 12, no. 1, pp. 58–62, 2008, doi: 10.7454/jki.v12i1.201.
- [15] M. S. Ummah, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp.



Hak Cipta :

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

- 1–14, 2019, [Online]. Available:
http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [16] N. E. Morrell, “*Quality function deployment*,” *SAE Tech. Pap.*, 1987, doi: 10.4271/870272.
- [17] L. Bernal, U. Dornvx,m?>berger, A. Suvelza, and T. Byrnes, “*Quality function deployment (QFD) for Services*,” *SEPT Progr. Univerität Leipzig*, no. March, pp. 1–25, 2009, [Online]. Available:
http://www.vgu.edu.vn/fileadmin/pictures/studies/MBA/Handbook_QFD_Services.pdf
- [18] L. P. Sullivan, “*Quality function deployment.*,” *Qual. Prog.*, vol. 19, no. 6, pp. 39–50, 1986, doi: 10.4324/9780080493084-11.
- [19] W. Gibson, *Product design and development*. 2022. doi: 10.2166/9781789061840_0019.
- [20] I. Dumyati and S. Nurhaji, “Modeling dan Simulasi *Finite element analysis* pada Segitiga T Sepeda Motor Menggunakan Software Ansys 2023,” *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–30, 2023, doi: 10.18196/jqt.v5i1.19012.
- [21] R. Prasetyo, M. S. Lestari, A. Komariah, and M. P. Sari, “Pelatihan Desain Menggunakan *Software SolidWorks* dan 3D Printing untuk Siswa SMK,” vol. 6, no. 1, pp. 20–28, 2025, doi: 10.20885/jattec.vol6.iss1.art3.
- [22] E. W. Handayani, “Pengembangan Perangkat Praktikum Penentuan Ketebalan Plastik Transparan Berbasis Sensor LDR Berbantuan Arduino Uno,” *Bachelor Thesis*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [23] K. Kamal, U. M. Tyas, A. A. Buckhari, and P. Pattasang, “Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital,” *J. Pendidik. dan*



Hak Cipta :

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

Teknol., vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2023.

- [24] S. Suhaeb, Y. Abd Djawad, H. Jaya, Ridwansyah, Sabran, and A. Risal, “Mikrokontroler dan Interface,” *Buku Ajar Jur. Pendidik. Tek. Elektron. UNM*, pp. 2–3, 2017, [Online]. Available: https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&q=jurnal+artikel+ilmiah&btnG=
- [25] E. E. Prasetyo and Iswanto, “Belajar Mikrokontroler Arduino Dengan Simulasi Tinkercad,” 2023.
- [26] Y. Rahmawati, I. U. V. Simanjuntak, and D. Aprianto, “Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based On *Programmable logic controller* (PLC),” *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 101–112, 2022, doi: 10.31289/jite.v6i1.7235.
- [27] S. T. ,M. T. Siswono Agus and S. T. . M. E. Cahyono Budi Aris Eko, “Sensor Industri,” pp. 1–122, 2022, [Online]. Available: www.penerbitdeependublish.com
- [28] A. S. Arum, F. M. Kadavi, Y. P. Pratama, and F. A. F. Sugiono, “Rancang Bangun Alat Pengukur Jarak Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonik,” *J. Mech. Eng. Appl. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, 2024.
- [29] A. A. Putra, “Implementasi Sistem Kontrol Penggerak Motor Stepper Pada Proses Molding Microplastic Berbasis Pid Menggunakan Plc Dan Arduino,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 22–30, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3601.
- [30] D. SENJAYA, “Analisa Pemilihan Actuator Pada Perancangan Atat Press Emping Melinjo,” *Almikanika*, vol. 3, no. 1, pp. 19–24, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ALMIKANIKA/article/view/5184>
- [31] D. Rahmad, “Pemilihan Material dan Proses Pengerjaannnya,” pp. 1–226, 2019, [Online]. Available:



Hak Cipta :

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

<https://jazirahkomputer.blogspot.com/2019/03/makalah-pemilihan-material-dan-proses.html>[1] R. Munajat, “Ta: Pengembangan Dan Pengujian Mesin Pemanas Akrilik Pra Bending Tipe Tubular,” pp. 3–12, 2021, [Online]. Available: <http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/1496>

- [2] Y. E. Silaban, C. E. Sinaga, R. O. Simamora, and A. Puteri, “Kajian Dasar Materi Fisika Gaya Dan Hukum Newton,” *J. Multidisiplin Inov.*, vol. 8, no. 6, pp. 549–555, 2024.
- [3] Khurmi and Gupta, “A Textbook of Machine Design,” no. 1, pp. 11–28, 2005, doi: 10.1038/042171a0.
- [33] A. E. Pramono, “Elemen Mesin I, 1st,” no. Mc 101, p. 1, 2015.
- [34] R. Kurniawan Arief, “Diktat Mata Kuliah Proses Manufaktur-I,” pp. 5–56, 2017.
- [35] M. Saleh, “(12) United States Patent,” vol. 2, 2021.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 1 Dokumentasi *Focus Group Discussion* dengan pihak *industry*





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 RAB *Automatic thickness gauge*

Estimation Cost					
No	Komponen	Keterangan	Jumlah	Harga	Total
A	Material & Part			Sub Total A	Rp. 514,000.00
1	Motor Servo	MG996R	1	Rp. 60,000.00	Rp. 60,000.00
2	Breadboard	400 400p		Rp.25,000.00	Rp.25,000.00
3	Arduino	-	1	Rp. 100,000.00	Rp. 100,000.00
4	Sensor <i>proximity</i>	12mm NPN 12v 24v 36v	1	Rp. 50,000.00	Rp. 40,000.00
5	Adapter Power Supply	6V 1A	1	Rp.25,000.00	Rp.25,000.00
6	LCD Display	162 atau OLED	1	Rp. 25,000.00	Rp. 25,000.00
7	Kabel jumper	10cm 40 pcs	1	Rp. 20,000.00	Rp. 20,000.00
8	Lem besi	Dextone	1	Rp. 15,000.00	Rp. 15,000.00
9	Baut	M 10	2	Rp.2,000.00	Rp.4,000.00
10	ISOLASI Listrik 3/4" X 25M	3/4" X 25M	1	Rp. 15,000.00	Rp. 15,000.00
11	Lakban OPP Tape / Isolasi Double Tape	Tebal 1.1 MM, Ukuran 12MM & 24MM x 4.5M	1	Rp.25,000.00	Rp.25,000.00
12	Akrilik	Tebal 2mm 60x60cm	1	Rp.70,000.00	Rp.70,000.00
13	Akrilik	Tebal 4mm 60x60cm	1	Rp.90,000.00	Rp.90,000.00
B	Fabrication Work			Sub Total B	
1	Laser Cutting	t 2mm x 190mm x 107 mm			Rp.100,000.00
Total Cost					Rp.614,000.00

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

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

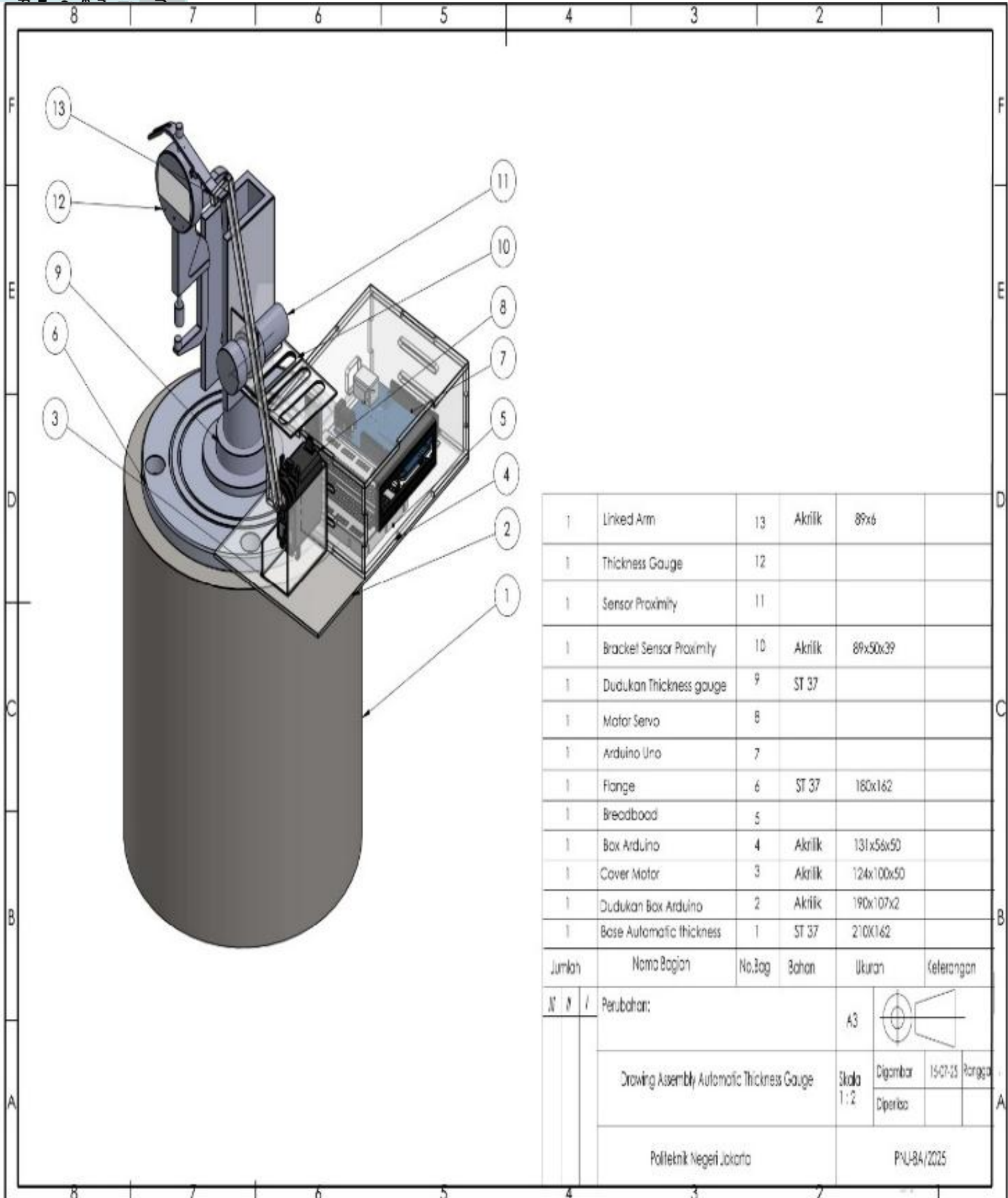


Lampiran 3 Timeline Kegiatan

TIME PLANNING MODIFIKASI ALAT <i>THICKNESS</i> OTOMATIS													
Batch	No	Jenis Kegiatan	Mei				Juni				Juli		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Observasi permasalahan	1	Identifikasi Kebutuhan Konsumen											
	2	Penentuan Spesifikasi Teknis											
	3	Pengolahan Data											
Perancangan Desain	4	Pembuatan Desain Alternatif											
	5	Penyaringan dan Penilaian Desain											
	6	Pengembangan Desain Akhir											
Pengujian Desain	7	Perhitungan Gaya dan Pembebanan											
	8	Pengujian Finite Element Analysis											
Pembangunan Alat	9	Penentuan Material dan Proses Manufaktur											
	10	Pembuatan RAB											
	11	Proses Fabrikasi dan Assembly											
Uji Coba Alat	12	Percobaan Penggunaan Alat											
	13	Pembuatan SOP											
Penulisan Skripsi	14	Bimbingan dan Penulisan Skripsi											
	15	Penulisan Jurnal Seminar Nasional											
	16	Sidang dan Revisi Skripsi											

dan menyebutkan sumber :
miah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
Jakarta
tuliskan ini dalam bentuk apapun

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



4

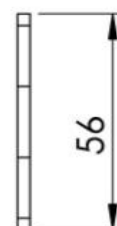
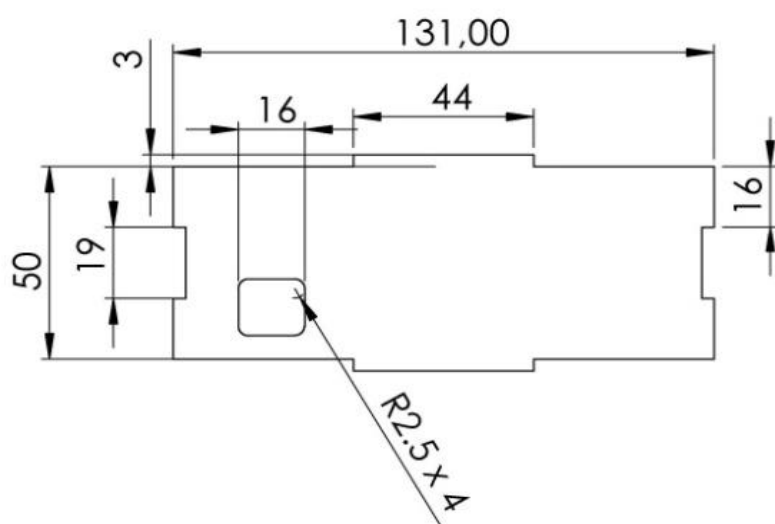
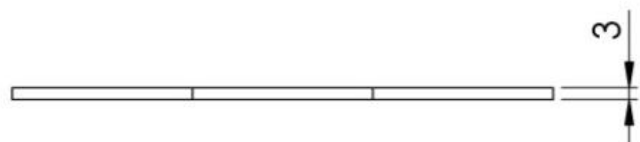
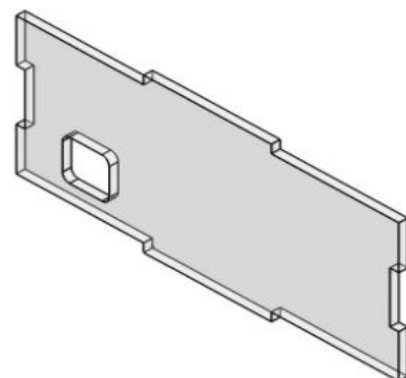
3

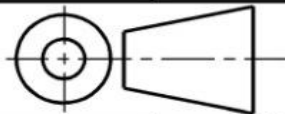
2

1

Tingkat dan Harga Kekasaran

N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Ukuran Nominal (mm)		>0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-3000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	Variasi yang diizinkan	Seri teliti	±0,5	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,2	±0,2
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05		Seri sedang	±0,1	±0,05	±0,2	±0,3	±0,5	±0,5	±0,5
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025		Seri kasar		±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±1,2	±1,2

Toleransi Sedang $\pm 0,1$

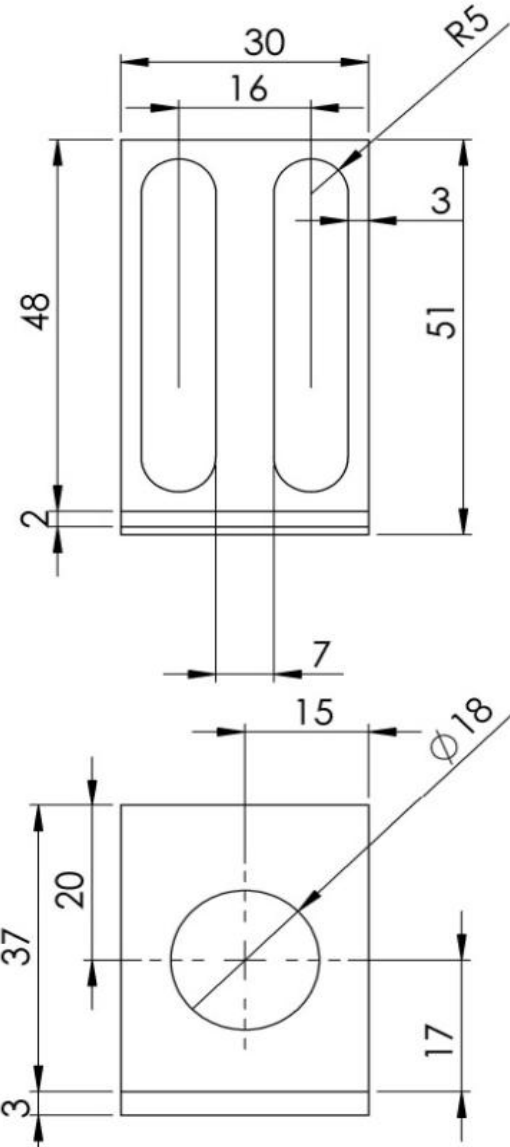
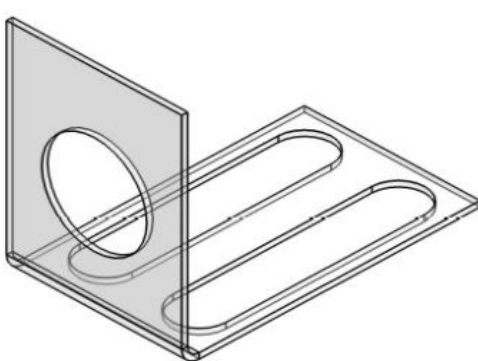
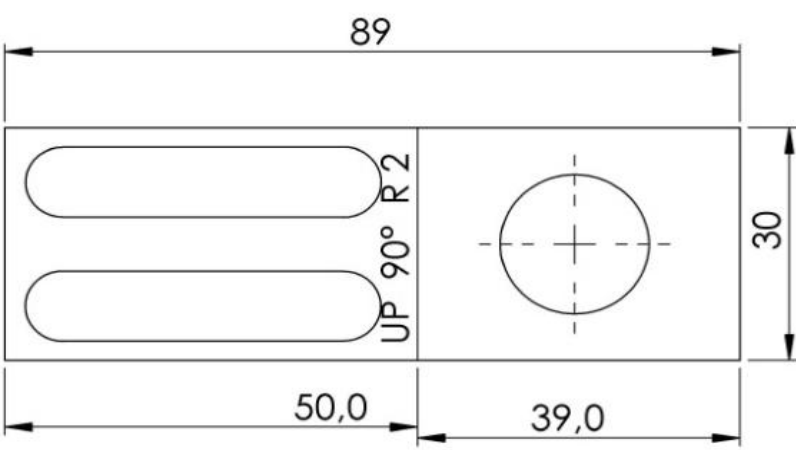
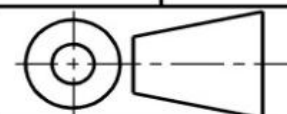
		1	Box arduino sisi belakang	5	Akrilik	131x56x50	Dibuat		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan:			A4			
			Drawing Automatic Thickness Gauge			Skala 1 : 2	Digambar	15-07-25	Rangka
							Diperiksa		
			Politeknik Negeri Jakarta			No.5/PNJ-8A/2025			

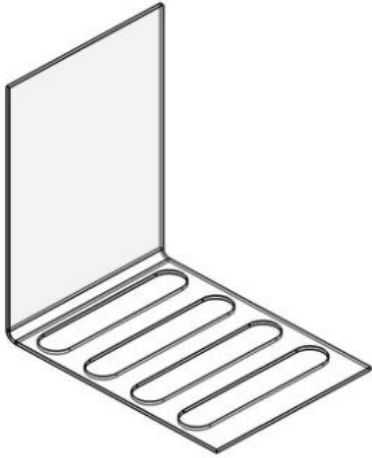
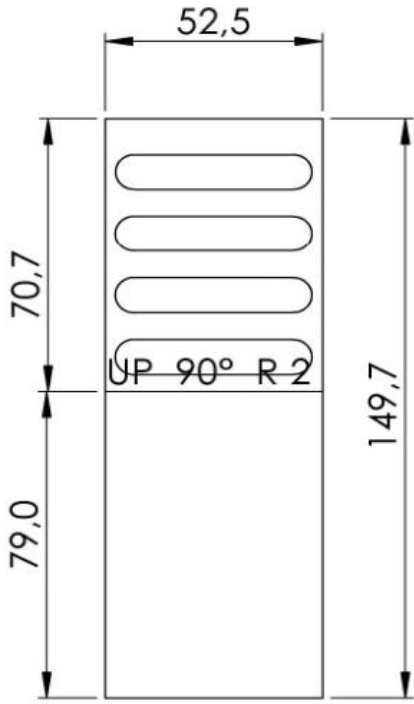
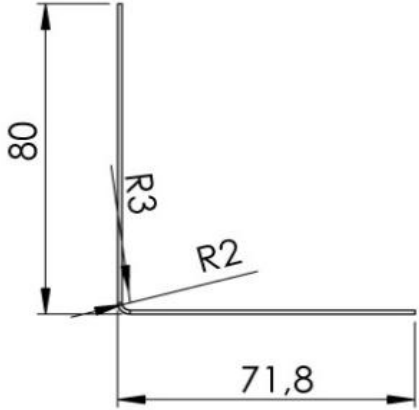
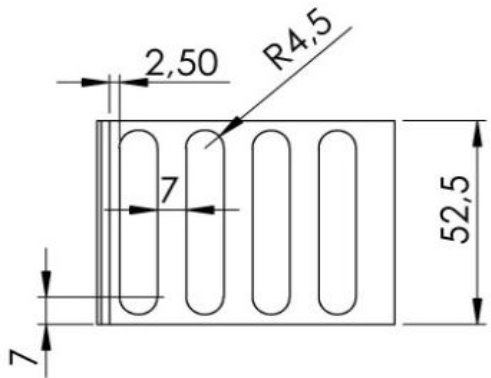
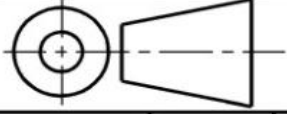
4

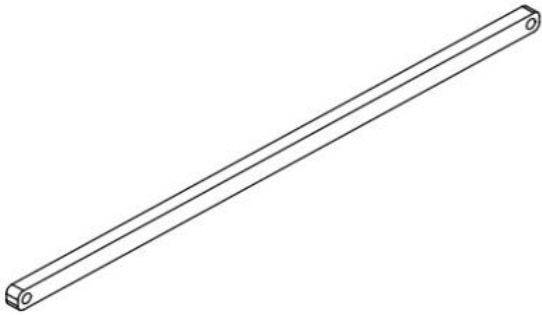
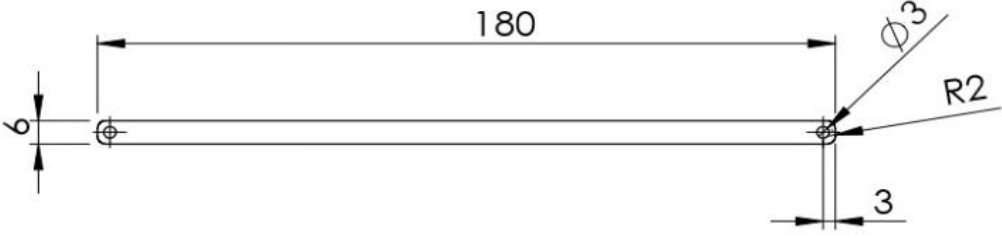
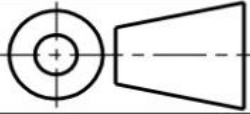
3

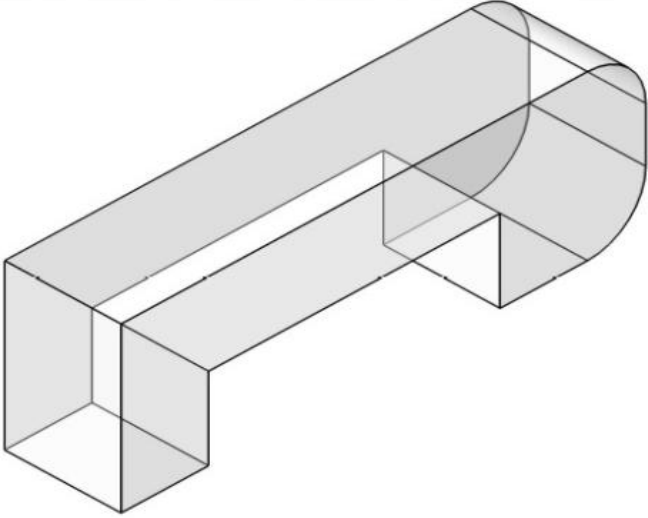
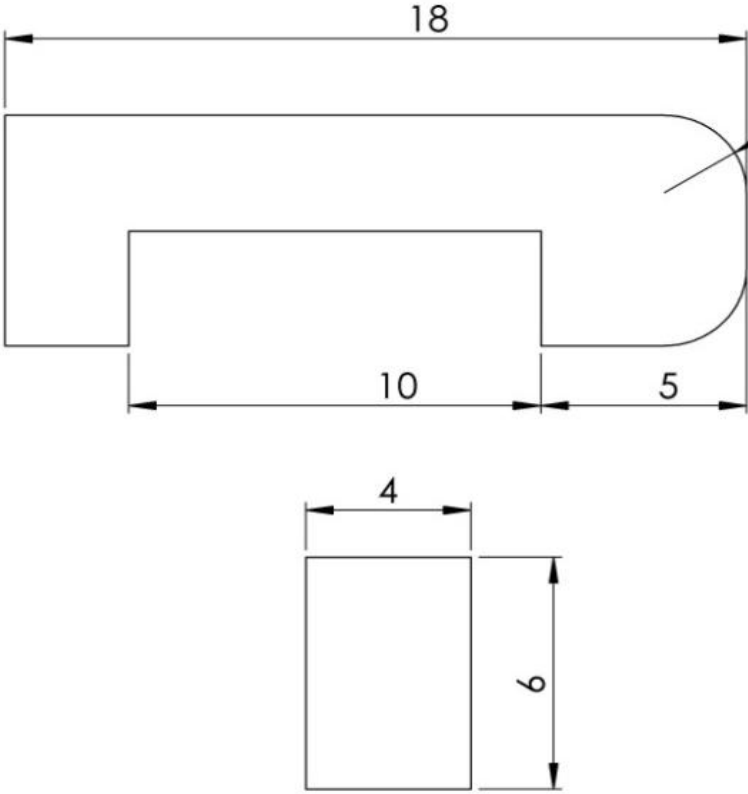
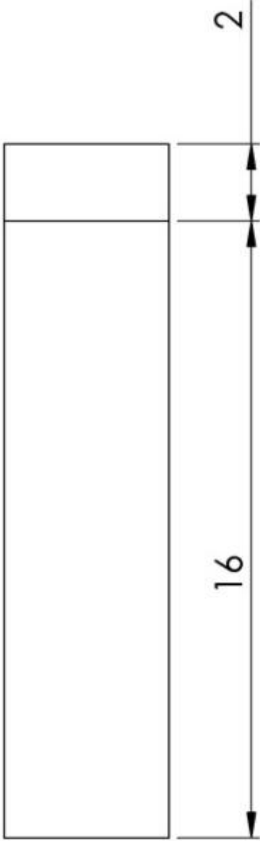
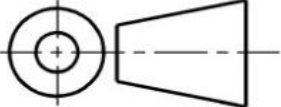
2

1

4				3				2				1			
Tingkat dan Harga Kekasaran								Toleransi							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Ukuran Nominal (mm)		>0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-3000	
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	Variasi yang diizinkan	Seri teliti	±0,5	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,2	±0,2	
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05		Seri sedang	±0,1	±0,05	±0,2	±0,3	±0,5	±0,5	±0,5	
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025		Seri kasar		±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±1,2	±1,2	
   Toleransi Sedang +- 0,1															
1		Bracket sensor			10	Akrilik	89x50x39	Dibuat							
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan							
III	II	I	Perubahan:				A4								
Drawing Automatic Thickness Gauge							Skala 1 : 2	Digambar	15-07-25	Rangga					
Politeknik Negeri Jakarta							No.10/PNJ-8A/2025								

4						3		2				1		
Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Ukuran Nominal (mm)		>0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	1000-3000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	Variasi yang diizinkan	Seri teliti	±0,5	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,2	±0,2
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05		Seri sedang	±0,1	±0,05	±0,2	±0,3	±0,5	±0,5	±0,5
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025		Seri kasar		±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±1,2	±1,2
    Toleransi Sedang +- 0,1														
1		Plat bending sensor			3	Akrilik	80x71x52		Dibuat					
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan					
III	II	I	Perubahan:				A4							
Drawing Plat bending sensor							Skala	Digambar	15-07-25	Rangga				
							1 : 2	Diperiksa						
							Politeknik Negeri Jakarta				No.3/PNJ-8A/2025			
4						3		2				1		

4						3		2		1				
Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Ukuran Nominal (mm)		>0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	1000-3000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	Variasi yang diizinkan	Seri teliti	±0,5	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,2	±0,2
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05		Seri sedang	±0,1	±0,05	±0,2	±0,3	±0,5	±0,5	±0,5
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025		Seri kasar		±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±1,2	±1,2
  Toleransi Sedang +- 0,1														
		1	Linked arm		13	Akrilik	180x6		Dibuat					
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan						
III	II	I	Perubahan:				A4							
A			Drawing Automatic Thickness Gauge				Skala 1 : 2	Digambar	15-07-25	Rangga				
								Diperiksa						
			Politeknik Negeri Jakarta				No.13/PNJ-8A/2025							
4		3		2		1								

4				3				2				1			
Tingkat dan Harga Kekasaran								Toleransi							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Ukuran Nominal (mm)		>0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-3000	
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	Variasi yang diizinkan	Seri teliti	±0,5	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,2	±0,2	
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05		Seri sedang	±0,1	±0,05	±0,2	±0,3	±0,5	±0,5	±0,5	
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025		Seri kasar		±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±1,2	±1,2	
  															
		1	Penekan Linked Arm			13	Akrilik	18x16x6		Dibuat					
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan						
III	II	I	Perubahan:						A4						
A		Drawing Automatic Thickness Gauge						Skala 1 : 2	Digambar	15-07-25	Rangka				
									Diperiksa						
		Politeknik Negeri Jakarta						No.13/PNJ-8A/2025							
4				3				2				1			