



© 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



**RANCANG BANGUN MEJA TRANSFER OTOMATIS  
BERBASIS *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN  
KONSEP KARAKURI KAIZEN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Oleh:  
**Muhammad Asyam Dzaky**  
**NIM. 2302311128**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
JULI, 2026**



© 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



# **RANCANG BANGUN MEJA TRANSFER OTOMATIS BERBASIS *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN KONSEP KARAKURI KAIZEN**

Subjudul: Perancangan Meja Transfer Otomatis Berbasis *Counterweight*  
menggunakan Konsep Karakuri Kaizen

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:  
**Muhammad Asyam Dzaky**  
**NIM. 2302311128**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
JULI, 2026**



**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  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN MEJA TRANSFER OTOMATIS  
BERBASIS *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN  
KONSEP KARAKURI KAIZEN**

Subjudul: Perancangan Meja Transfer Otomatis Berbasis *Counterweight*  
menggunakan Konsep Karakuri Kaizen

Oleh:

Muhammad Asyam Dzaky

NIM. 2302311128

Program Studi Diploma-III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.  
NIP. 199105012024061003

Ketua Program Studi  
Diploma Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.  
NIP. 199311302023212045



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  
LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN MEJA TRANSFER OTOMATIS  
BERBASIS *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN  
KONSEP KARAKURI KAIZEN

Subjudul: Perancangan Meja Transfer Otomatis Berbasis *Counterweight*  
menggunakan Konsep Karakuri Kaizen

Oleh:

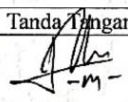
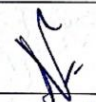
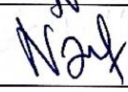
Muhammad Asyam Dzaky

NIM. 2302311128

Program Studi Diploma-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan  
Penguji pada tanggal 27 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk  
memperoleh gelar Diploma pada Program Studi Diploma-III Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

| No. | Nama                                                 | Posisi Penguji | Tanda Tangan                                                                         | Tanggal      |
|-----|------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1   | Muhammad Todaro,<br>S.T., M.Tr.T.                    | Ketua          |  | 27 Juli 2026 |
| 2   | Drs. Nugroho Eko<br>Setijogiarto, Dipl.Ing.,<br>M.T. | Penguji 1      |  | 27 Juli 2026 |
| 3   | Nabila Yudisha, S.T.,<br>M.T.                        | Penguji 2      |  | 27 Juli 2026 |

Depok, 27 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.  
NIP. 197602252000121002



**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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Asyam Dzaky  
NIM : 2302311128  
Program Studi : Diploma-III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir 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 telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.  
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 27 Juli 2026



Muhammad Asyam Dzaky

NIM. 2302311128



**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

# RANCANG BANGUN MEJA TRANSFER OTOMATIS BERBASIS *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN KONSEP KARAKURI KAIZEN

Subjudul: Perancangan Meja Transfer Otomatis Berbasis *Counterweight*  
menggunakan Konsep Karakuri Kaizen

Muhammad Asyam Dzaky<sup>1)</sup>, Fajar Mulyana<sup>1)</sup>, Muhammad Todaro<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

Email: [muhammad.asyam.dzaky.tm23@stu.pnj.ac.id](mailto:muhammad.asyam.dzaky.tm23@stu.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

*Proses pemindahan material secara manual masih berpotensi menyebabkan pemborosan gerakan, meningkatkan kelelahan operator, dan menurunkan efisiensi kerja. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun meja transfer berbasis counterweight menggunakan konsep karakuri kaizen sebagai alternatif sistem perpindahan material tanpa menggunakan energi listrik. Metode yang digunakan adalah VDI 2221 yang meliputi tahap klarifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan bentuk, dan perancangan detail. Pemilihan konsep dilakukan melalui penilaian terhadap dua alternatif desain menggunakan kuesioner yang melibatkan 9 responden. Konsep terpilih kemudian dikembangkan menjadi desain akhir menggunakan perangkat lunak SolidWorks serta dianalisis melalui perhitungan teknis dan simulasi Finite Element Analysis (FEA). Rangka utama menggunakan material ASTM A36 dengan kapasitas beban rencana sebesar 10 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsep pertama memperoleh nilai tertinggi sebesar 30,00 sehingga dipilih sebagai desain akhir. Meja transfer yang dirancang memanfaatkan mekanisme counterweight pada rel khusus sehingga mampu memindahkan material secara stabil, aman, dan tanpa menggunakan energi listrik. Berdasarkan hasil perhitungan teknis dan simulasi, rancangan memenuhi kriteria kekuatan dan keamanan untuk beban kerja yang direncanakan.*

*Kata kunci: Counterweight, Karakuri Kaizen, Meja transfer, SolidWorks.*



**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

# DESIGN OF AUTOMATIC TRANSFER TABLE BASED ON COUNTERWEIGHT USING THE KARAKURI KAIZEN CONCEPT

Subtitle: Design of a Counterweight-Based Automatic Transfer Table Using the  
Karakuri Kaizen Concept

**Muhammad Asyam Dzaky<sup>1)</sup>, Fajar Mulyana<sup>1)</sup>, Muhammad Todaro<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A.  
Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

Email: [muhammad.asyam.dzaky.tn23@stu.pnj.ac.id](mailto:muhammad.asyam.dzaky.tn23@stu.pnj.ac.id)

## ABSTRACT

*The manual material handling process still has the potential to cause wasted motion, increase operator fatigue, and reduce work efficiency. This study aims to design and build a counterweight-based transfer table using the karakuri kaizen concept as an alternative material handling system that does not require electrical power. The method used is VDI 2221, which includes the stages of task clarification, conceptual design, form design, and detailed design. The concept selection was conducted by evaluating two design alternatives using a questionnaire involving 9 respondents. The selected concept was then developed into a final design using SolidWorks software and analyzed through technical calculations and Finite Element Analysis (FEA) simulations. The main frame uses ASTM A36 material with a planned load capacity of 10 kg. The research results show that the first concept received the highest score of 30,00 and was therefore selected as the final design. The designed transfer table utilizes a counterweight mechanism on a special rail, enabling it to move materials stably, safely, and without using electrical energy. Based on the results of technical calculations and simulations, the design meets the strength and safety criteria for the planned working load.*

**Keywords:** Counterweight, Karakuri Kaizen, Transfer table, SolidWorks.



**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 dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN MEJA TRANSFER OTOMATIS BERBASIS *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN KONSEP KARAKURI KAIZEN” ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Pada kesempatan yang baik ini, penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dorongan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku ketua jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku ketua program studi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Fajar Mulyana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Muhammad Todaro, S.T., M.Tr., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan selama proses pengerjaan maupun pelaksanaan tugas akhir.
6. Bapak Sapto selaku ketua RW10 Perumahan Griya Kalibaru yang telah memberikan izin penggunaan fasilitas berupa tempat posyandu belakang untuk keperluan pembuatan proyek rancang bangun untuk tugas akhir.
7. Adit dan Bilal, selaku teman satu kelompok rancang bangun meja transfer otomatis berbasis *counterweight* yang telah menyelesaikan alat bersama dari awal proses pembuatan alat sampai dengan selesainya pengujian alat.
8. Teman-teman terdekat saya dan seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satupersatu yang telah memberikan semangat dan dorongan penuh atas kerja keras yang saya lakukan selama penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, baik dari penulisan materi maupun teknik penyajiannya, kurangnya



## © 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

pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang memotivasi agar menjadi lebih baik lagi dalam menulis laporan tugas akhir ini. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat menambah wawasan mengenai alat *material handling* terutama meja transfer otomatis berbasis *counterweight*.

Depok, 27 Juli 2026

Muhammad Asyam Dzaky

NIM. 2302311128





**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 ISI

|                                                          |      |
|----------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                 | iii  |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                  | iv   |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                     | v    |
| ABSTRAK .....                                            | vi   |
| ABSTRACT .....                                           | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                                     | viii |
| DAFTAR ISI .....                                         | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                      | xiii |
| DAFTAR TABEL .....                                       | xiv  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                    | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                  | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                               | 3    |
| 1.3. Tujuan.....                                         | 3    |
| 1.3.1. Tujuan Umum .....                                 | 3    |
| 1.3.2. Tujuan Khusus .....                               | 3    |
| 1.4. Batasan Masalah.....                                | 3    |
| 1.5. Manfaat.....                                        | 4    |
| 1.5.1. Akademik .....                                    | 4    |
| 1.5.2. Institusi.....                                    | 4    |
| 1.5.3. Masyarakat .....                                  | 4    |
| 1.6. Sistematika Penulisan.....                          | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                             | 6    |
| 2.1. Sistem Transfer Material dalam Proses Produksi..... | 6    |
| 2.1.1. Sistem Material Handling.....                     | 6    |
| 2.1.2. Meja Transfer Otomatis.....                       | 7    |
| 2.2. Sistem Counterweight .....                          | 7    |
| 2.2.1. Prinsip Kerja Counterweight.....                  | 8    |
| 2.3. Konsep Karakuri Kaizen .....                        | 9    |
| 2.4. Perancangan Produk.....                             | 10   |
| 2.5. Metode VDI 2221 .....                               | 11   |
| 2.5.1. Klarifikasi Tugas .....                           | 12   |



## 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

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.5.2. Perancangan Konsep .....                     | 12 |
| 2.5.3. Perancangan Bentuk .....                     | 12 |
| 2.5.4. Perancangan Detail.....                      | 13 |
| 2.6. Perhitungan Teknis.....                        | 13 |
| 2.6.1. Perhitungan Gaya .....                       | 13 |
| 2.6.2. Tegangan .....                               | 14 |
| 2.6.2. Tegangan Lentur.....                         | 14 |
| 2.6.3. Momen Inersia .....                          | 15 |
| 2.6.4. Defleksi (Lendutan) .....                    | 16 |
| 2.6.5. Trigonometri pada Bidang Miring .....        | 17 |
| 2.6.6. Faktor Keamanan .....                        | 18 |
| 2.6.7. Perhitungan Sambungan Baut .....             | 19 |
| 2.6.8. Perhitungan Sambungan Las .....              | 20 |
| 2.7. Software SolidWorks .....                      | 23 |
| 2.7.1. Analisis FEA (Finite Element Analysis) ..... | 24 |
| BAB III METODOLOGI PERANCANGAN.....                 | 25 |
| 3.1. Diagram Alir .....                             | 25 |
| 3.2. Uraian Langkah Diagram Alir.....               | 26 |
| 3.3. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir .....           | 29 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                   | 30 |
| 4.1. Alat dan Bahan .....                           | 30 |
| 4.1.1. Alat Penelitian.....                         | 30 |
| 4.1.2. Bahan Penelitian.....                        | 31 |
| 4.2. Klasifikasi Tugas .....                        | 31 |
| 4.2.1. Identifikasi Masalah .....                   | 31 |
| 4.2.2. Daftar Tuntutan dan Keinginan.....           | 32 |
| 4.3. Perancangan Konsep .....                       | 33 |
| 4.3.1. Struktur Fungsi.....                         | 33 |
| 4.3.2. Alternatif Konsep .....                      | 34 |
| 4.3.3. Pemilihan Konsep .....                       | 36 |
| 4.3.4. Evaluasi Konsep.....                         | 36 |
| 4.3.5. Perancangan Bentuk.....                      | 37 |
| 4.3.6. Desain Awal Alat .....                       | 37 |



## **© 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

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.7. Pemilihan Komponen.....                             | 38 |
| 4.3.8. Dimensi Rancangan .....                             | 39 |
| 4.3.9. Perancangan Detail.....                             | 39 |
| 4.3.10.Desain Akhir Alat.....                              | 44 |
| 4.3.11.Spesifikasi Komponen.....                           | 45 |
| 4.4. Perhitungan Teknis.....                               | 47 |
| 4.4.1. Perhitungan Rangka .....                            | 47 |
| 4.4.2. Faktor Keamanan .....                               | 54 |
| 4.4.3. Sambungan Baut .....                                | 54 |
| 4.4.4. Sambungan Las .....                                 | 55 |
| 4.4.5. Evaluasi Kekuatan.....                              | 57 |
| 4.5. Simulasi Kekuatan Rangka Menggunakan SolidWorks ..... | 57 |
| 4.5.1. Hasil Simulasi Tegangan.....                        | 58 |
| 4.5.2. Hasil Simulasi Displacement (Perpindahan).....      | 59 |
| 4.5.3. Hasil Simulasi Faktor Keamanan.....                 | 60 |
| 4.5.4. Pembahasan Hasil Simulasi .....                     | 61 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                            | 64 |
| 5.1. Kesimpulan.....                                       | 64 |
| 5.2. Saran.....                                            | 64 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                       | 65 |
| LAMPIRAN.....                                              | 70 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Sistem Material Handling.....                     | 6  |
| Gambar 2. 2 Meja Transfer Otomatis .....                      | 7  |
| Gambar 2. 3 Counterweight .....                               | 8  |
| Gambar 2. 4 Konsep karakuri kaizen .....                      | 9  |
| Gambar 2. 5 Metode VDI 2221.....                              | 11 |
| Gambar 2. 6 Gambar Momen Inersia.....                         | 15 |
| Gambar 2. 7 Defleksi pada Balok .....                         | 16 |
| Gambar 2. 8. Segitiga Perbandingan Trigonometri .....         | 17 |
| Gambar 2. 9 Gambar Bagian Baut .....                          | 19 |
| Gambar 2. 10 Sambungan Las Lap Joint dan Fillet Joint .....   | 21 |
| Gambar 2. 11 Sambungan Las Butt Joint.....                    | 21 |
| Gambar 2. 12 Software SolidWorks .....                        | 24 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir .....                                | 25 |
| Gambar 4. 1 Diagram Struktur Fungsi Alat .....                | 34 |
| Gambar 4. 2 Alternatif Konsep Pertama Alat .....              | 35 |
| Gambar 4. 3 Alternatif Konsep Kedua Alat.....                 | 35 |
| Gambar 4. 4 Desain Awal Alat .....                            | 37 |
| Gambar 4. 5 Desain Akhir Rangka .....                         | 45 |
| Gambar 4. 6 FBD pada Rangka Penyangga .....                   | 48 |
| Gambar 4. 7 FBD pada Rangka Utama.....                        | 52 |
| Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Tegangan Software SolidWorks ..... | 58 |
| Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Displacement (Perpindahan ).....   | 59 |
| Gambar 4. 10 Hasil Simulasi Faktor Keamanan.....              | 60 |

### 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



**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

## DAFTAR TABEL

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Tabel Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....                | 29 |
| Tabel 4. 1 Tabel Alat Penelitian.....                               | 30 |
| Tabel 4. 2 Tabel Bahan Penelitian .....                             | 31 |
| Tabel 4. 3 Tabel Tuntutan dan Keinginan Alat.....                   | 32 |
| Tabel 4. 4 Tabel Pemilihan Konsep Pertama dan Kedua.....            | 36 |
| Tabel 4. 5 Dimensi Rancangan Alat .....                             | 39 |
| Tabel 4. 6. Tabel Perbandingan Pehitungan manual dan Simulasi ..... | 40 |
| Tabel 4. 7 Spesifikasi Komponen Alat .....                          | 46 |
| Tabel 4. 8 Tabel Tegangan pada Simulasi SolidWorks .....            | 59 |
| Tabel 4. 9 Tabel Displacement Simulasi SolidWorks .....             | 60 |
| Tabel 4. 10 Factor of Safety Simulasi SolidWorks.....               | 61 |
| Tabel 4. 11 Tabel Hasil Perbandingan Simulasi dengan Manual .....   | 62 |

**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

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Hasil Kuisioner perbandingan dengan dua konsep.....   | 70 |
| Lampiran 2. Rencana Anggaran Biaya Pembuatan Alat.....            | 72 |
| Lampiran 3. Dokumentasi saat Survei ke Gudang Ekspedisi XYZ ..... | 73 |
| Lampiran 4. Desain 3D Alat Meja Transfer Otomatis.....            | 74 |





**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

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan sektor manufaktur saat ini menuntut peningkatan efisiensi serta produktivitas pada setiap tahapan proses produksi. Salah satu faktor krusial yang mendukung kelancaran proses tersebut adalah sistem material handling, yaitu sistem yang mengatur perpindahan material antar stasiun kerja. Secara umum, proses perpindahan material di industri masih banyak mengandalkan tenaga manusia maupun sistem otomatis berbasis listrik, seperti *conveyor* yang dikontrol menggunakan PLC. Penelitian yang dilakukan oleh Anggrahini dkk., (2020), beberapa aktivitas perpindahan material di industri masih dilakukan dengan manual menggunakan tenaga manusia. Kondisi tersebut membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup besar dari operator [1]. Hal tersebut ditemukan berdasarkan hasil observasi di Gudang Ekspedisi XYZ, dimana beberapa area kerja proses perpindahan paket masih dilakukan secara manual oleh operator. Aktivitas tersebut dilakukan secara berulang sehingga berpotensi meningkatkan kelelahan kerja pada operator dan mengurangi efisiensi proses perpindahan material. Sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas, banyak industri menerapkan sistem *conveyor* sebagai alat perpindahan material. Meskipun penggunaan *conveyor* mampu meningkatkan efisiensi produksi, tetapi *conveyor* memerlukan biaya investasi, biaya operasional, serta biaya pemeliharaan yang tidak sedikit. Selain itu, kerusakan pada komponen *conveyor* dapat menyebabkan *downtime* yang berdampak pada terganggunya proses produksi [2]. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Gudang Ekspedisi XYZ, penggunaan alat bantu perpindahan material juga perlu mempertimbangkan kemudahan pengoperasian, serta biaya, sehingga dibutuhkan alternatif alat yang sederhana untuk membantu proses perpindahan paket.

Sebagai solusi alternatif, konsep Karakuri Kaizen dapat diterapkan dalam dunia industri sebagai sistem perpindahan material. Karakuri merupakan sebuah konsep pemindahan barang yang menerapkan sistem bidang miring dan menggunakan gaya gravitasi yang dimanfaatkan oleh manusia untuk mempermudah proses pada pemindahan barang [3]. Penerapan konsep karakuri



**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

kaizen menekankan perbaikan berkelanjutan melalui pengurangan pemborosan dan peningkatan efisiensi kerja. Mekanisme karakuri kaizen dapat membantu operator bekerja lebih efektif tanpa menggunakan teknologi yang tinggi [4]. Penggunaan karakuri kaizen sebagai konsep yang memanfaatkan gravitasi, pegas, dan energi potensial untuk menggerakkan sistem secara otomatis tanpa menggunakan bantuan listrik [5]. Tujuan dari konsep ini adalah menciptakan sistem yang lebih hemat energi, sederhana, serta mudah dalam pemeliharaan.

Salah satu penerapan mekanisme dalam konsep karakuri adalah penggunaan *counterweight* sebagai penyeimbang beban. *Counterweight* memiliki mekanisme penyeimbang massa sehingga dapat mengurangi gaya yang diperlukan oleh beban. Penggunaan *counterweight* juga dapat meningkatkan kestabilan sistem dan mempertahankan keseimbangan dengan variasi beban yang berbeda [6]. Dengan memanfaatkan prinsip ini, sistem perpindahan material dapat dirancang menjadi lebih efisien dan ekonomis.

Dalam proses pengembangan alat material handling, tahap perancangan memiliki peranan penting karena menentukan kinerja, keamanan, serta efisiensi alat yang akan dibuat. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan proses produksi, kapasitas beban, mekanisme perpindahan, pemilihan material, serta kestabilan sistem kerja alat [3]. Selain itu, desain alat yang baik juga harus mampu memberikan kemudahan dalam pengoperasian dan perawatan sehingga dapat digunakan secara efektif dalam lingkungan industri. Oleh karena itu, diperlukan suatu rancangan meja transfer otomatis yang mampu bekerja secara optimal dengan mekanisme sederhana namun tetap efektif dalam membantu proses perpindahan material.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan mengadopsi konsep Karakuri Kaizen. Diharapkan, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi proses produksi, mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik, serta menghadirkan solusi material handling yang lebih sederhana dan efektif.



**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

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang ada dalam melakukan perancangan meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen?
2. Bagaimana analisis kekuatan struktur menggunakan SolidWorks *Simulation*?

## 1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus adalah sebagai berikut:

### 1.3.1. Tujuan Umum

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka tujuan dari perancangan dan pembuatan alat ini adalah menghasilkan rancangan meja transfer otomatis berbasis *counterweight* menggunakan konsep Karakuri Kaizen sebagai solusi material handling yang sederhana, hemat energi dan mudah dioperasikan..

### 1.3.2. Tujuan Khusus

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka tujuan dari perancangan dan pembuatan alat ini adalah:

1. Merancang meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen tanpa energi listrik.
2. Menganalisis kekuatan struktur rangka pada meja transfer menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) dari *software* SolidWorks.

## 1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan hasil observasi lapangan pada proses *material handling* di PT. XYZ yang menjadi dasar identifikasi kebutuhan penelitian, agar proses rancang bangun pada meja transfer dengan konsep karakuri kaizen ini lebih terarah, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Konsep yang digunakan adalah Karakuri Kaizen tanpa menggunakan sistem kontrol berbasis listrik seperti PLC.



**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

2. Material yang dipindahkan memiliki batasan berat tertentu sesuai dengan desain alat yaitu dengan beban 10 kg.
3. Perancangan meja transfer otomatis menggunakan konsep Karakuri Kaizen dengan mekanisme *counterweight* sebagai penggerak utama.

## 1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penyusunan tugas akhir yang terdiri dari manfaat akademik, instansi, dan masyarakat adalah sebagai berikut:

### 1.5.1. Akademik

Perancangan dan pembuatan meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen bermanfaat bagi akademik karena dapat mengetahui proses dari awal hingga akhir dan dapat menyelesaikan perancangan meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen, serta dapat mengetahui alat dan bahan apa saja yang digunakan selama proses manufaktur meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen.

### 1.5.2. Institusi

Hasil akhir dari rancang bangun meja transfer otomatis berbasis *counterweight* diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Menambah bahan bacaan untuk mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta apabila di kemudian hari ada perancangan serupa, serta bisa menjadi acuan apabila ada *improvement*.

### 1.5.3. Masyarakat

Hasil dari rancang bangun meja transfer otomatis berbasis *counterweight* dengan konsep Karakuri Kaizen ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat, khususnya pelaku usaha kecil dan menengah (UKM), dalam memperoleh solusi sistem *material handling* yang lebih sederhana, hemat energi, dan mudah dioperasikan.



**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

## 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Rancang Bangun Meja Transfer Otomatis Berbasis *Counterweight* dengan Konsep Karakuri Kaizen” adalah:

### 1. BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, metode penelitian dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### 2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori tentang Meja Transfer Otomatis Berbasis *Counterweight* dengan Konsep Karakuri Kaizen.

### 3. BAB III : METODOLOGI Pengerjaan

Bab ini berisi cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan, prosedur pengambilan data atau sampel dan juga teknik analisis sampel.

### 4. BAB IV : PEMBAHASAN

Bab ini membahas proses dan hasil dari rancang bangun yang dilakukan, serta sesuai dengan tujuan tugas akhir.

### 5. BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran.

**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

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada alat meja transfer otomatis berbasis *counterweight* menggunakan konsep karakuri kaizen, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan alat meja transfer otomatis berbasis *counterweight* menggunakan konsep karakuri kaizen telah berhasil dengan menggunakan rangka besi siku dengan ukuran 35 x 35 x 2 mm, meja transfer, rel *counterweight*, katrol, tali seling, dan *counterweight*. Sistem perpindahan material bekerja dengan memanfaatkan sistem gravitasi sehingga tidak memerlukan listrik sebagai sumber utama.
2. Hasil simulasi menggunakan *software* SolidWorks menunjukkan tegangan maksimum diperoleh sebesar 27,690 MPa, *displacement* sebesar 0,231 mm, dan faktor keamanan sebesar 9. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rancangan meja transfer berbasis *counterweight* menggunakan konsep karakuri kaizen masih dalam batas aman dengan pembebanan sebesar 10 kg.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan alat selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengembangan pada sistem *counterweight* agar pergerakan meja transfer menjadi lebih halus dan stabil selama proses perpindahan material.
2. Penggunaan material rangka yang lebih ringan namun tetap memiliki kekuatan untuk mempermudah proses pemindahan dan perkaitan alat.
3. Dilakukan pengembangan desain yang dapat menyesuaikan kondisi area kerja sehingga alat lebih mudah dioperasikan dan memberikan kenyamanan serta keamanan pada operator.



**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] D. Anggrahini, Y. Prasetyawan, and S. I. Diartiwi, "Increasing production efficiency using karakuri principle (a case study in small and medium enterprise)," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012117.
- [2] M. S. Ducha and R. Kurniawan, "Pendekatan Preventif Maintenance Mesin Conveyor PT. XYZ Guna Menjaga Kinerja Conveyor," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 4, pp. 4350–4355, Oct. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i4.46673.
- [3] M. A. Amat, M. Luthfi, and D. Hidayatulloh, "ANALISA IMPAK PADA DESAIN KARAKURI KAIZEN TROLLEY DAN RAK STATIK DUA TINGKAT DENGAN METODE FEA Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu," 2024.
- [4] M. Vijaya, B. P. Bellur, and S. Kumar, "Global study and implementation of Karakuri Master's thesis in Production Engineering," Gothenburg, Jun. 2018.
- [5] B. Rakha Pramuditya and dan Lobes Herdiman, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Ergonomic Assesment Postur Kerja Pada Material Handling di Mesin Mixer Tepung Melalui Konsep Karakuri di PT Dua Kelinci," *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 732–738, 2025, doi: 10.32734/ee.v8i1.2639.
- [6] J. Woo, J. T. Seo, and B. J. Yi, "A static balancing method for variable payloads by combination of a counterweight and spring and its application as a surgical platform," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 19, Oct. 2019, doi: 10.3390/app9193955.
- [7] C. Muthia, M. Asnawi, and A. Firah, "EFISIENSI PROSES PRODUKSI PADA PT. CHAROEN POKPHAND INDONESIA CABANG MEDAN," *Journal Economic Management and Business*, vol. 2, no. 2, pp. 347–359, Dec. 2023.
- [8] Y. Fauziah, E. O. Wijaya, I. Setiawan, and B. H. Nugroho, "Improving the efficiency of material transfer system using Value Stream Mapping (VSM):



**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

- A case study in the shoe industry,” *Journal Industrial Servicess*, vol. 8, no. 2, pp. 181–186, Nov. 2022, doi: 10.36055/jiss.v8i2.15908.
- [9] A. GÜRSOY ÖZCAN, “APPLICATION OF REBA AND KARAKURI KAIZEN TECHNIQUES TO REDUCE ERGONOMIC RISK LEVELS IN A WORKPLACE,” *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, vol. 10, no. 4, pp. 1430–1444, Dec. 2022, doi: 10.21923/jesd.957691.
- [10] P. D. Balakin and O. S. Dyundik, “General mechanisms balancing rational schemes,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, May 2019, pp. 1–4. doi: 10.1088/1742-6596/1210/1/012007.
- [11] V. H. Pham *et al.*, “A simple approach in balancing the slider-crank mechanisms applied to new systems,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–13, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-95688-2.
- [12] Y. Mauluddin and B. Fardiansyah, “Karakuri Kaizen Design to Reduce Work Time at the Packing Station,” *Spektrum Industri*, vol. 23, no. 2, pp. 133–144, Oct. 2025, doi: 10.12928/si.v23i2.330.
- [13] F. Lumban Tungkup and G. Sirait, “PERANCANGAN ULANG TUTUP KALENG MAKANAN YANG AMAN,” *JURNAL COMASIE*, vol. 09, no. 06, pp. 741–750, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal>
- [14] H. Sunarsono, A. A. Dermawan, I. M. S. Wijaya, and E. P. Pertiwi, *PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK Strategi dan Teknik Inovasi yang Efektif*. Padang: GET PRESS INDONESIA, 2025.
- [15] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K.-H. Grote, “Engineering Design A Systematic Approach Third Edition,” 2007.
- [16] R. Dermawan and A. Wibowo, “Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kentang Dengan Metode VDI 2221,” *SAINSTECH: JURNAL PENELITIAN DAN PENGKAJIAN SAINS DAN TEKNOLOGI*, vol. 33, no. 3, pp. 96–104, Oct. 2023, doi: 10.37277/stch.v33i3.1737.
- [17] A. Z. H. Syifa and A. E. Apsari, “Development of a Soybean Crushing Machine Based on the VDI 2221 Method at UKM Tempe Tiga Putra,” *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, vol. 9, no. 1, pp. 103–110, Jun. 2025, doi:



**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

- 10.31289/jmemme.v9i1.13864.
- [18] U. M. Sugeng and R. Harfi, "PERANCANGAN DAN ANALISA BIAYA ALAT PENGUJI KEKUATAN TEKAN GENTENG KERAMIK BERGLAZUR," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 2, no. 1, Feb. 2015, doi: 10.24853/jisi.2.1.17-27.
- [19] I. W. Hardiansyah, "PENERAPAN GAYA GESEK PADA KEHIDUPAN MANUSIA," *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, vol. 10, no. 1, pp. 70–73, Feb. 2021, doi: 10.20961/inkuri.v10i1.44531.
- [20] A. I. Wulandari, C. L. Agusty, and Alamsyah, "ANALISIS TEGANGAN REGANGAN PADA PELAT DECK DAN BOTTOM KAPAL FERRY RO-RO MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (Stress Stain Analysis on Deck and Bottom Plate of Ferry Ro-Ro Ship with Finite Element Method)," *Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, vol. 15, no. 1, pp. 45–52, Aug. 2021.
- [21] L. One *et al.*, *Mekanika Bahan*, 1st ed. Makassar: Arsy Media, 2025. [Online]. Available: <https://arsymedia.com>
- [22] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*, Fourteenth Edition. New Delhi: EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD., 2005.
- [23] Basori, Syafrizal, and Suharwanto, "ANALISIS DEFLEKSI BATANG LENTUR MENGGUNAKAN TUMPUAN JEPIT DAN ROL PADA MATERIAL ALUMINIUM 6063 PROFIL U DENGAN BEBAN TERDISTRIBUSI," *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, no. 1, pp. 1–9, Apr. 2015.
- [24] Tony. Croft, R. Davison, M. Hargreaves, and J. Flint, *Engineering mathematics: a foundation for electronic, electrical, communications and systems engineers*. Pearson, 2017.
- [25] K. Annas, D. N. Efonda, F. Latif, and N. Islahudin, "Perancangan Alat Penyimpanan Rebung Ergonomis Menggunakan Metode Reverse Engineering pada UMKM Pengolahan Rebung," *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 6, no. 1, p. 7, Mar. 2024, doi: 10.30998/joti.v6i1.22279.
- [26] R. F. Sutrimo and Muhamad Fitri, "Safety device strength analysis during repair of cylinder loader up down curing machine," *JTTM: Jurnal Terapan*



**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

*Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 10–19, Apr. 2025, doi: 10.37373/jttm.v6i1.1201.

- [27] Paisal, “Analisis Kekuatan Sambungan Baut Yang Searah Dan Melintang Gaya Batang,” *Journal Mechanical Engineering (JME)*, vol. 01, no. 01, pp. 42–47, Apr. 2023, [Online]. Available: <https://ejournal-polnam.ac.id/index.php/JME/article/view/1626/773>
- [28] D. Jatnika and N. Kesuma, “ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KOMPONEN LIFTING LUG PANSER,” *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA*, vol. 16, no. 2, pp. 66–77, Feb. 2021, [Online]. Available: <https://ojs3.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/download/104/82>
- [29] AWS Strutural Welding Committe and Subcommittes, *THE UNITED STATES OF AMERICA Legally Binding Document: AWS D1.1: Structural Welding Code - Steel*, 17th ed. Miami, 2000.
- [30] A. Prasetyo, A. Tiroy Pardamean Sihole, M. Dwina Khairunisa, M. Najibbulloh, and Ra. Atmayati, “Implementasi Software Solidworks dalam Perancangan Produksi Lemari untuk Efisiensi Waktu Produksi,” *SCIENTIFIC JOURNAL OF REFLECTION: Economic, Accounting, Management and Business*, vol. 8, no. 1, pp. 164–169, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.37481/sjr.v8i1.1030>.
- [31] R. K. N. Suprpto and L. A. N. Wibawa, “Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *JURNAL TEKNIK MESIN – ITI*, vol. 5, no. 1, pp. 19–28, Feb. 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i1.559.
- [32] I. A. Magomedov and Z. S. Sebaeva, “Comparative study of finite element analysis software packages,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 15, no. 3, pp. 1–4, May 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1515/3/032073.
- [33] A. M. Bukhori *et al.*, “Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Feeder Terhadap Waktu Tempuh pada Alat Conveyor LowCost Energy (Karakuri) di PT Dharma Precision Parts,” *Jurnal Teknik Mesin S-1*, vol. 11, no. 3, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm>
- [34] P. K. Farayibi, T. E. Abioye, and O. Z. Ayodeji, “Development of an automated mechanical lift for material handling purposes,” *African Journal*



## © 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

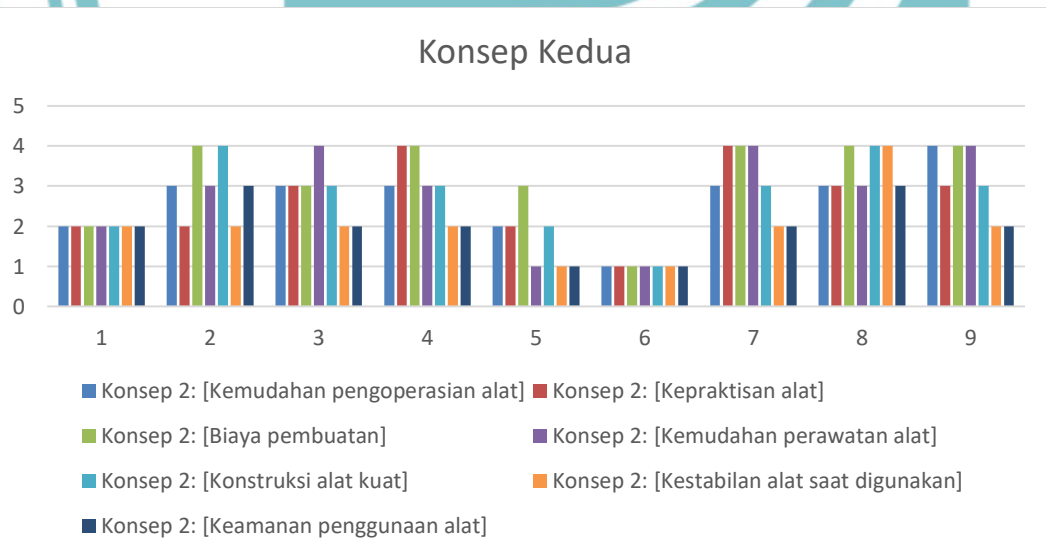
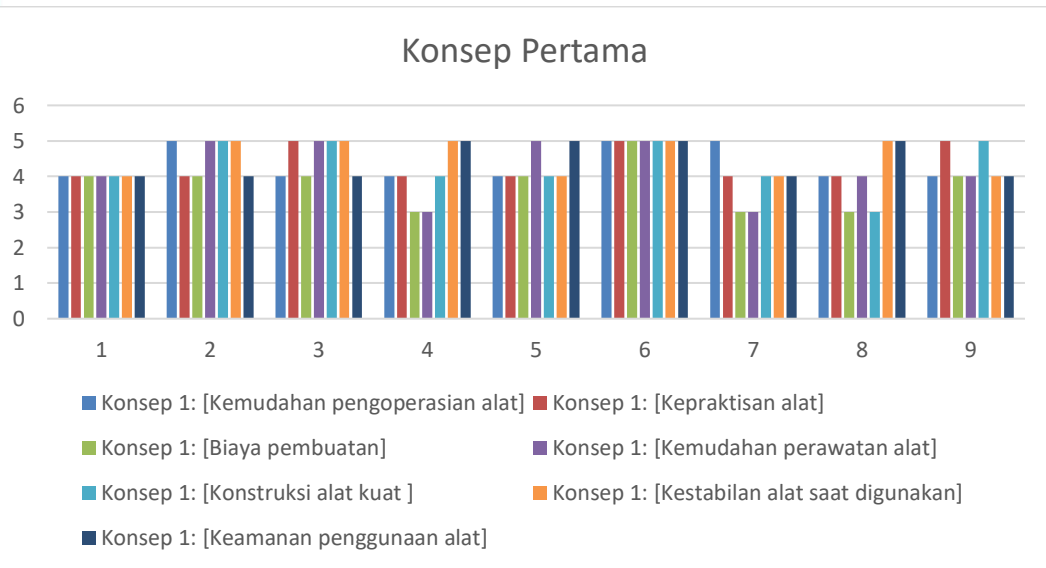
*of Science, Technology, Innovation and Development*, vol. 12, no. 5, pp. 561–569, Jul. 2020, doi: 10.1080/20421338.2020.1765478.

- [35] R. G. Budynas and J. Keith Nisbett, “Shigley’s Mechanical Engineering Design 10th Edition.”
- [36] D. L. Chandramohan, K. Roy, H. Taheri, M. Karpenko, Z. Fang, and J. B. P. Lim, “A State of the Art Review of Fillet Welded Joints,” Dec. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/ma15248743.
- [37] R. M. Bisono, N. Hafidhoh, and A. T. A. Salim, “Strength Analysis of Frame Structure Loading in Planning Using Solidworks Static Simulation Study,” *Biomedical and Mechanical Engineering Journal (BIOMEJ) e-ISSN*, vol. 1, no. 2, pp. 26–32, 2021.
- [38] B. B. Tenggara and S. Djiwo, “Analisa Tegangan Von Mises Stress, Deformation, Dan Safety Factor Perancangan Rangka Auto Transfer Tipe Lifter Dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga,” *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 292–297, Mar. 2026, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jmmme/>
- [39] Sutrisno, H. Witjahjo, and Sukiyadi, “Perancangan Rangka Mesin Milling CNC Desktop STT Texmaco Subang,” *Jurnal Infotex*, vol. 3, no. 1, pp. 477–488, Sep. 2024.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Kuisioner perbandingan dengan dua konsep



### 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

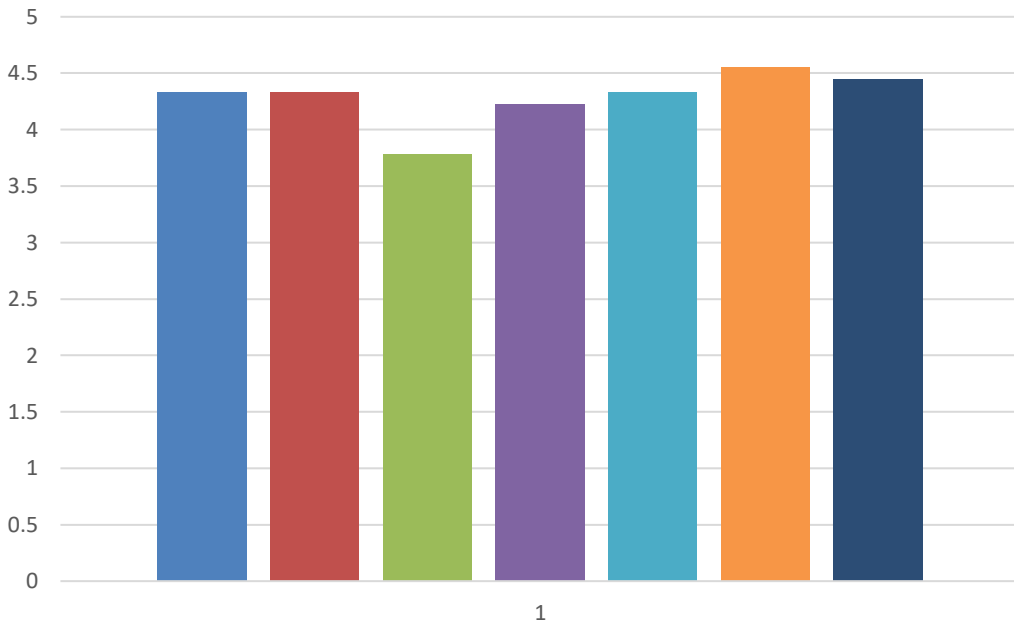


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

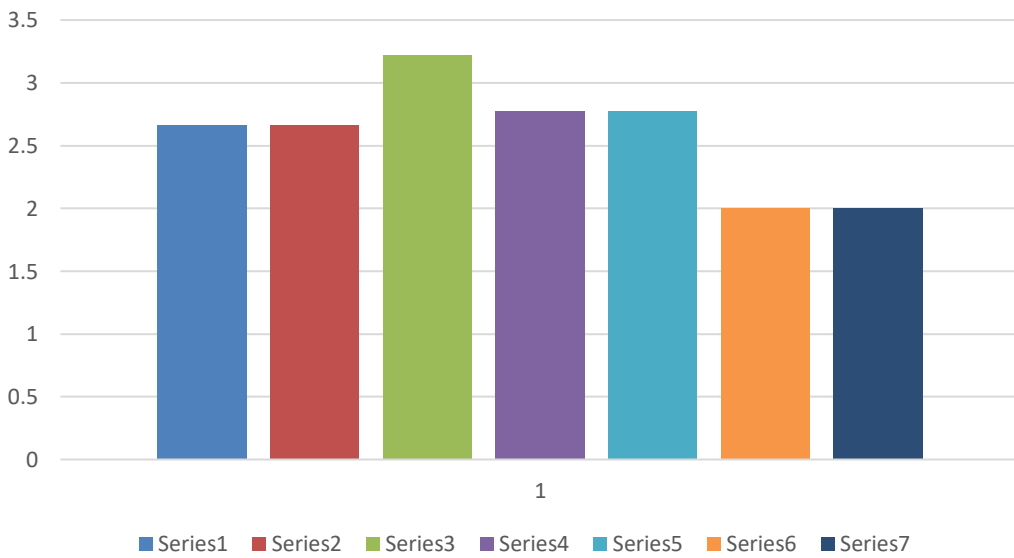
### Hak Cipta :

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

Rata-Rata Penilaian Konsep Pertama



Rata-Rata Penilaian Konsep Kedua



Lampiran 2. Rencana Anggaran Biaya Pembuatan Alat

| Category      | Items                                   | Unit  | Qty | Unit Price    | Total Price     |
|---------------|-----------------------------------------|-------|-----|---------------|-----------------|
| Alat/komponen | Mata potong gerinda besi                | pcs   | 4   | Rp 5,000.00   | Rp 20,000.00    |
|               | Spidol putih                            | pcs   | 1   | Rp 20,000.00  | Rp 20,000.00    |
|               | Mata bor isku 8mm                       | pcs   | 1   | Rp 75,000.00  | Rp 75,000.00    |
|               | Clamp C 2 inch                          | pcs   | 2   | Rp 18,900.00  | Rp 37,800.00    |
|               | Mata potong gerinda kayu                | pcs   | 1   | Rp 40,000.00  | Rp 40,000.00    |
|               | Kuas 2 inch                             | pcs   | 2   | Rp 10,000.00  | Rp 20,000.00    |
|               | Mata gerinda amplas                     | pcs   | 1   | Rp 10,000.00  | Rp 10,000.00    |
|               | Katrol V 2,5 inch                       | pcs   | 2   | Rp 30,450.00  | Rp 60,900.00    |
|               | Tali seling baja (4 meter)              | meter | 4   | Rp 3,400.00   | Rp 13,600.00    |
|               | Kuku macan tali seling 8mm              | pcs   | 1   | Rp 5,000.00   | Rp 5,000.00     |
|               | Ulir M6 x 100                           | pcs   | 1   | Rp 15,000.00  | Rp 15,000.00    |
|               | Roda meja & counterweight 1,5 inch      | pcs   | 8   | Rp 8,750.00   | Rp 70,000.00    |
| Bahan         | Roda meja & counterweight (penyeimbang) | pcs   | 12  | Rp 13,950.00  | Rp 167,400.00   |
|               | Paku triplek (150 gram)                 | gram  | 1   | Rp 3,000.00   | Rp 3,000.00     |
|               | Lem korea                               | pcs   | 1   | Rp 7,000.00   | Rp 7,000.00     |
|               | Elektoda LB260 (500 gram)               | gram  | 1   | Rp 25,000.00  | Rp 25,000.00    |
|               | Baut & mur M6 x 80 hitam                | pcs   | 8   | Rp 4,500.00   | Rp 36,000.00    |
|               | Besi hollow 30x30x1,8mm (6mtr)          | meter | 1   | Rp 127,000.00 | Rp 127,000.00   |
|               | Besi siku 35x35x2mm (6 mtr)             | meter | 5   | Rp 78,000.00  | Rp 390,000.00   |
|               | Triplek 200x80cm                        | cm    | 1   | Rp 70,000.00  | Rp 70,000.00    |
|               | Baut sekrup                             | pcs   | 15  | Rp 500.00     | Rp 7,500.00     |
|               | Baut & mur M8 x 20 galvanis             | pcs   | 50  | Rp 2,000.00   | Rp 100,000.00   |
|               | Cat kaleng besi, kayu kaleng abu-abu    | pcs   | 2   | Rp 15,000.00  | Rp 30,000.00    |
|               | Cat kaleng besi, kayu kaleng merah      | pcs   | 1   | Rp 15,000.00  | Rp 15,000.00    |
|               | Thinner botol 300ml                     | pcs   | 1   | Rp 10,000.00  | Rp 10,000.00    |
|               | Triplek 100x50cm                        | cm    | 1   | Rp 30,000.00  | Rp 30,000.00    |
| Grand total   |                                         |       |     |               | Rp 1,405,200.00 |

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Hak Cipta :

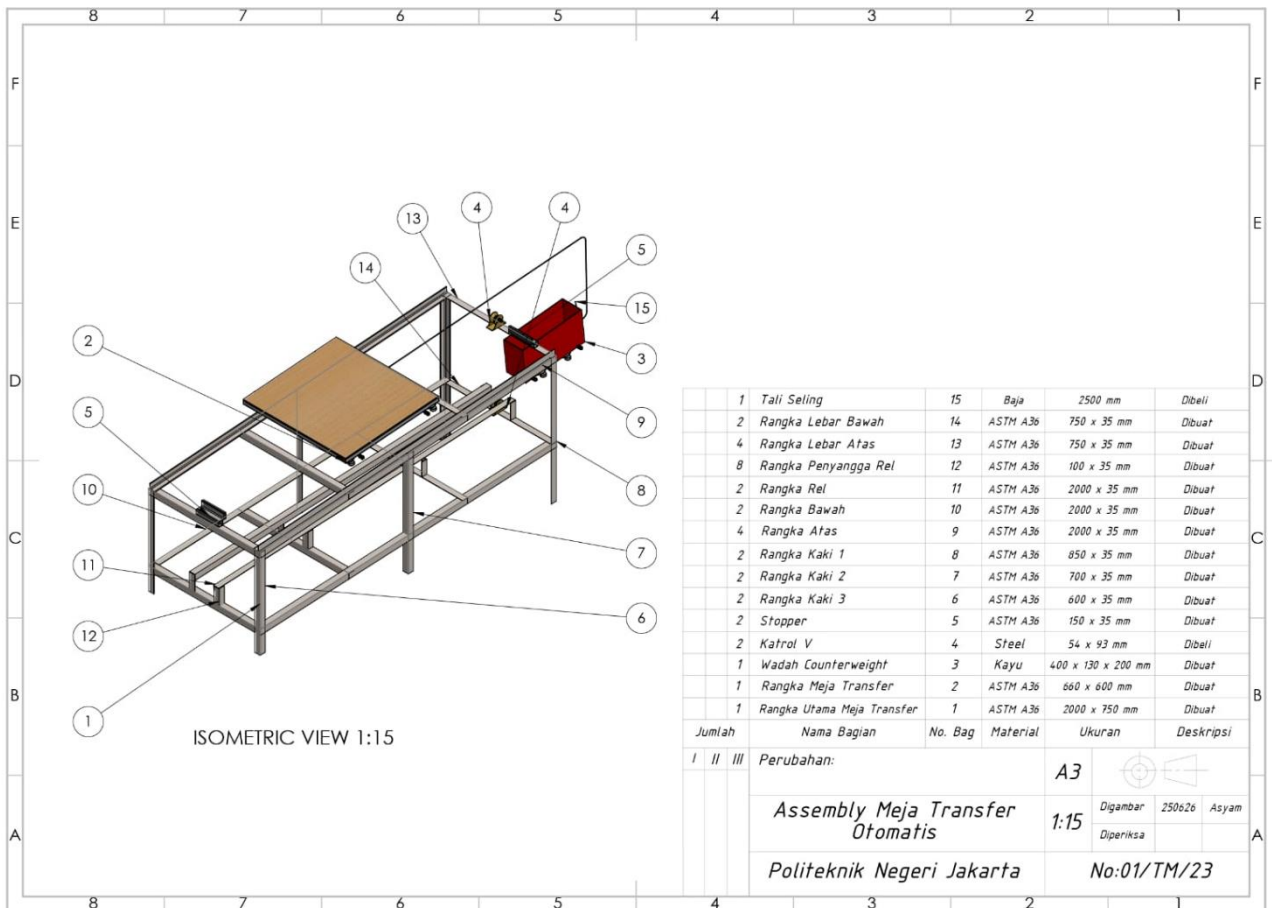
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- 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



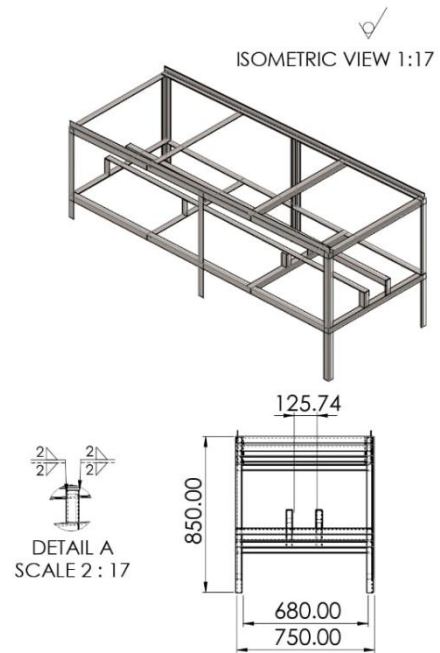
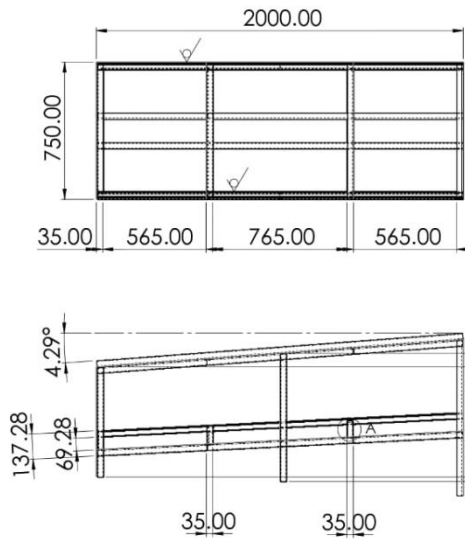
1. Uruturun mengurutkan atau menyusun karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik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



NEGERI  
JAKARTA

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                    |          |        |         |           |            |             |              |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| lingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

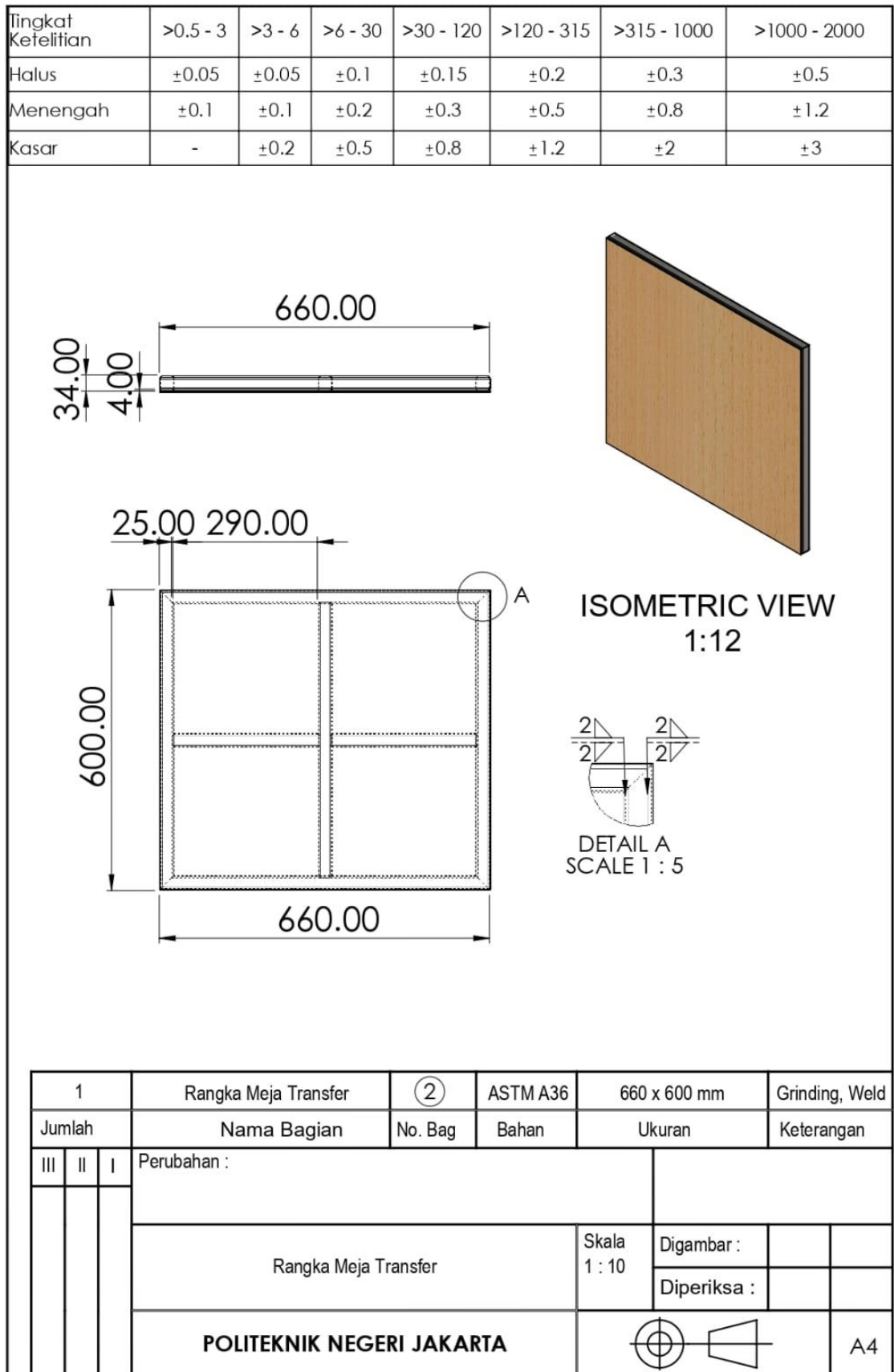


|        |              |         |                           |               |            |
|--------|--------------|---------|---------------------------|---------------|------------|
| 1      | Rangka Utama | ①       | ASTM A36                  | 2000 x 750 mm | Grinding   |
| Jumlah | Nama Bagian  | No. Bag | Bahan                     | Ukuran        | Keterangan |
| III    | II           | I       | Perubahan :               |               |            |
|        |              |         | Rangka Utama              |               |            |
|        |              |         | POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |               |            |
|        |              |         | Skala 1 : 17              | Digambar :    |            |
|        |              |         |                           | Diperiksa :   |            |
|        |              |         |                           |               | A3         |

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



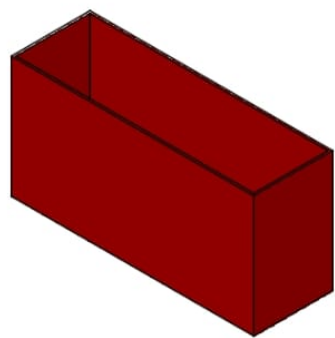
### Hak Cipta :

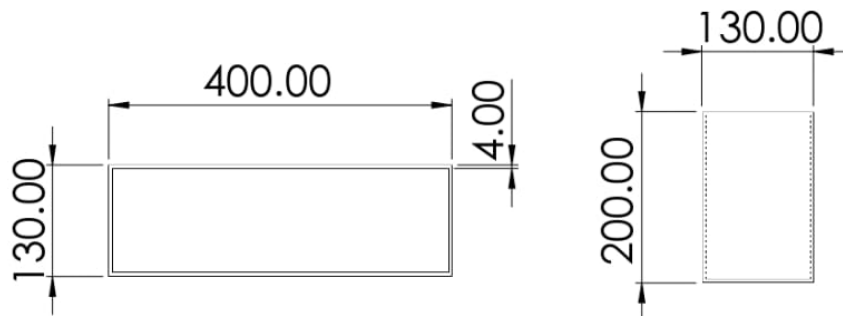
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

ISOMETRIC VIEW 1:7

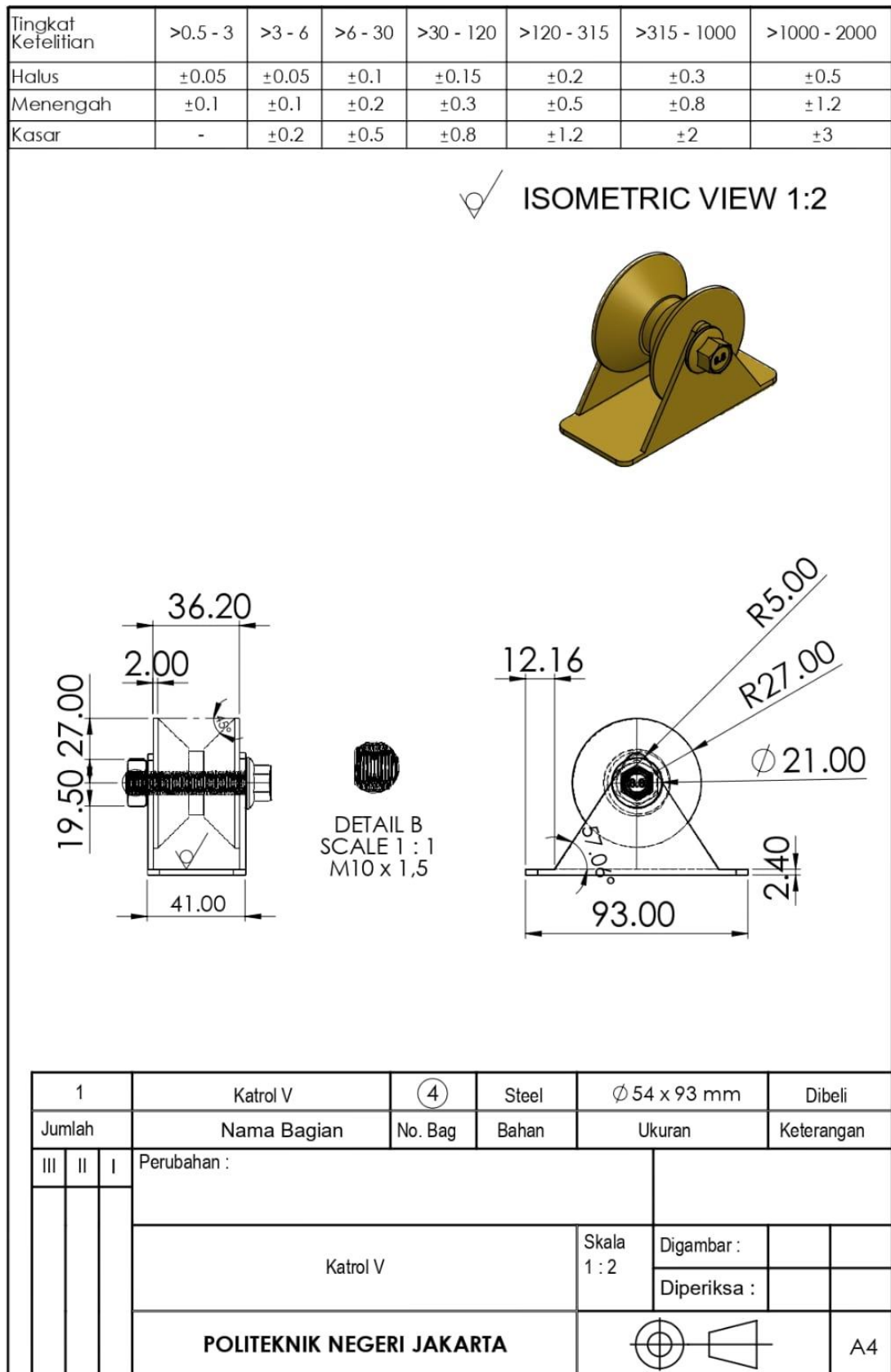




|                           |                     |         |                     |                                                                                       |            |
|---------------------------|---------------------|---------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1                         | Wadah Counterweight | ③       | Kayu                | 400 x 130 x 200 mm                                                                    | Grinding   |
| Jumlah                    | Nama Bagian         | No. Bag | Bahan               | Ukuran                                                                                | Keterangan |
| III                       | II                  | I       | Perubahan :         |                                                                                       |            |
|                           |                     |         | Wadah Counterweight |                                                                                       |            |
|                           |                     |         | Skala 1 : 7         | Digambar :                                                                            |            |
|                           |                     |         |                     | Diperiksa :                                                                           |            |
| POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |                     |         |                     |  |            |
|                           |                     |         |                     | A4                                                                                    |            |

### 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

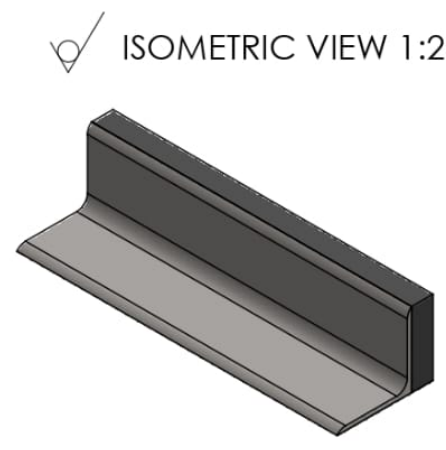


### Hak Cipta :

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

| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |



|                           |             |         |             |                                                                                       |                           |
|---------------------------|-------------|---------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1                         | Stopper     | ⑤       | ASTM A36    | 150 x 35 mm                                                                           | Grinding                  |
| Jumlah                    | Nama Bagian | No. Bag | Bahan       | Ukuran                                                                                | Keterangan                |
| III                       | II          | I       | Perubahan : |                                                                                       |                           |
|                           |             |         | Stopper     | Skala 1 : 2                                                                           | Digambar :<br>Diperiksa : |
| POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |             |         |             |  |                           |
|                           |             |         |             | A4                                                                                    |                           |

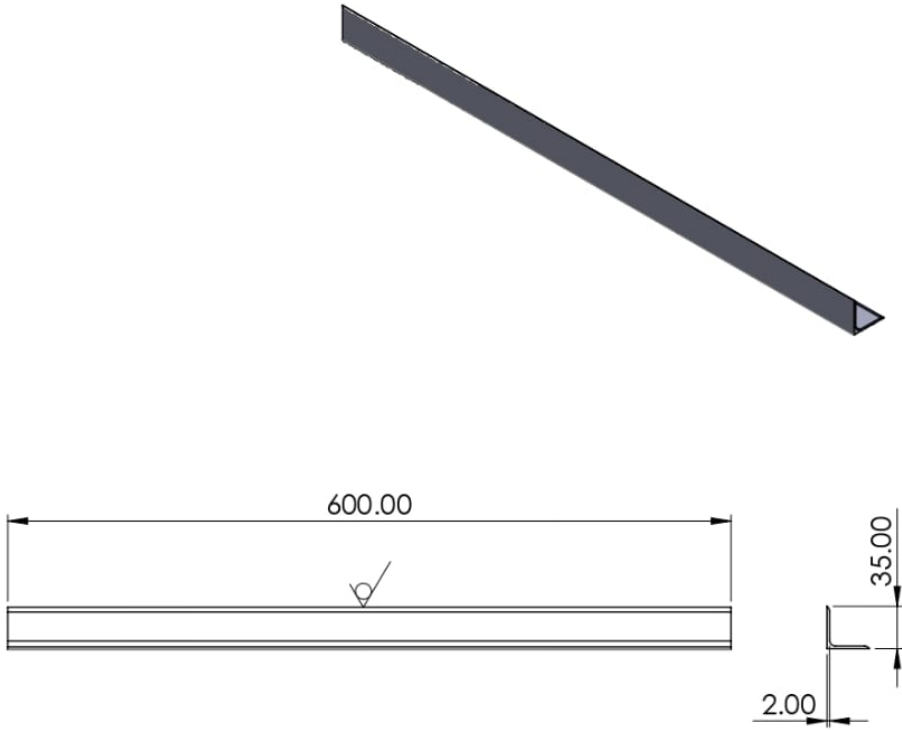
### Hak Cipta :

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

| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

ISOMETRIC VIEW 1:5

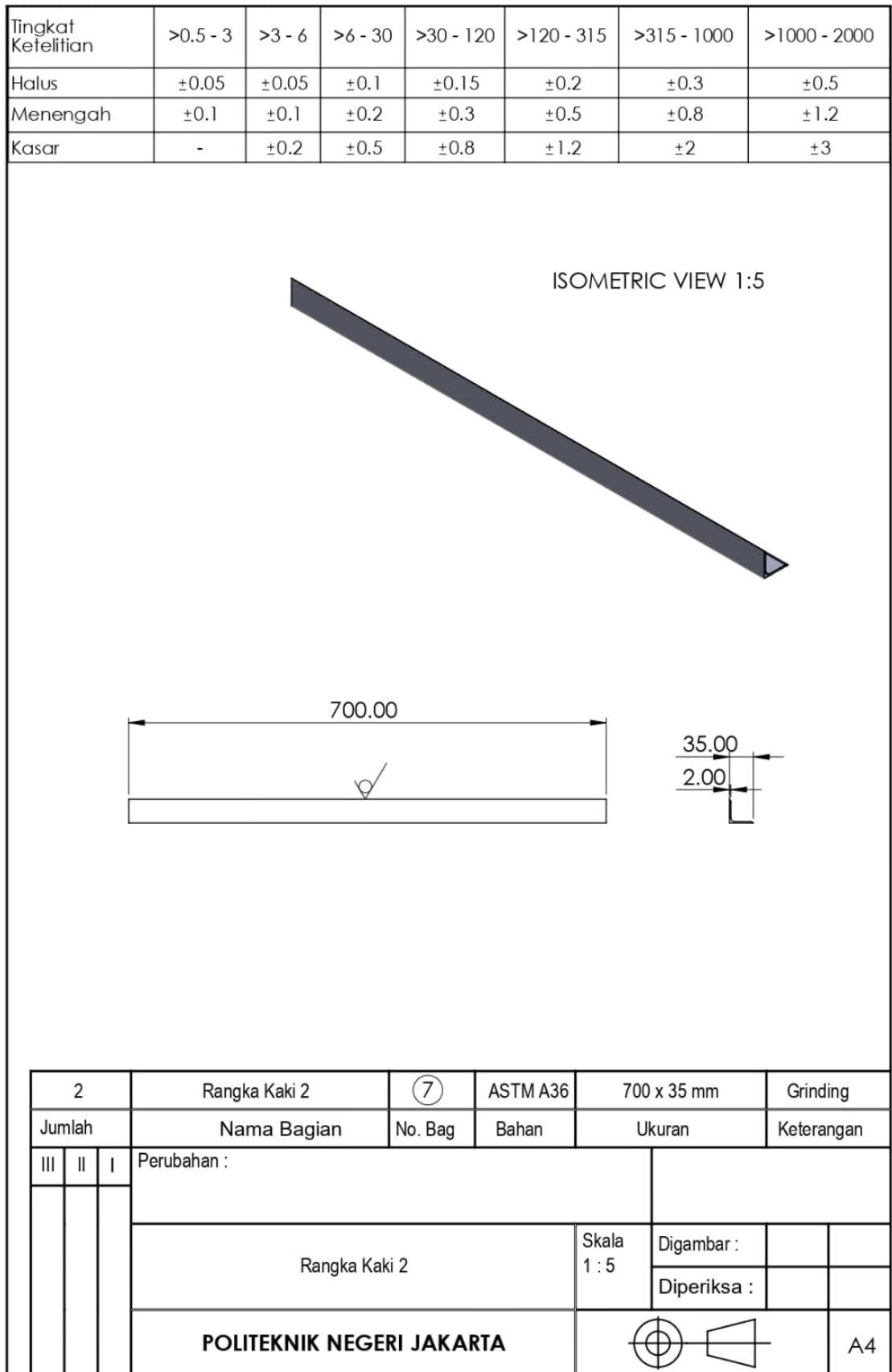


|        |               |         |                           |             |            |
|--------|---------------|---------|---------------------------|-------------|------------|
| 2      | Rangka kaki 3 | ⑥       | ASTM A36                  | 600 X 35 mm | Grinding   |
| Jumlah | Nama Bagian   | No. Bag | Bahan                     | Ukuran      | Keterangan |
| III    | II            | I       | Perubahan :               |             |            |
|        |               |         | Rangka Kaki 3             |             |            |
|        |               |         | Skala 1 : 5               | Digambar :  |            |
|        |               |         |                           | Diperiksa : |            |
|        |               |         | POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |             | A4         |

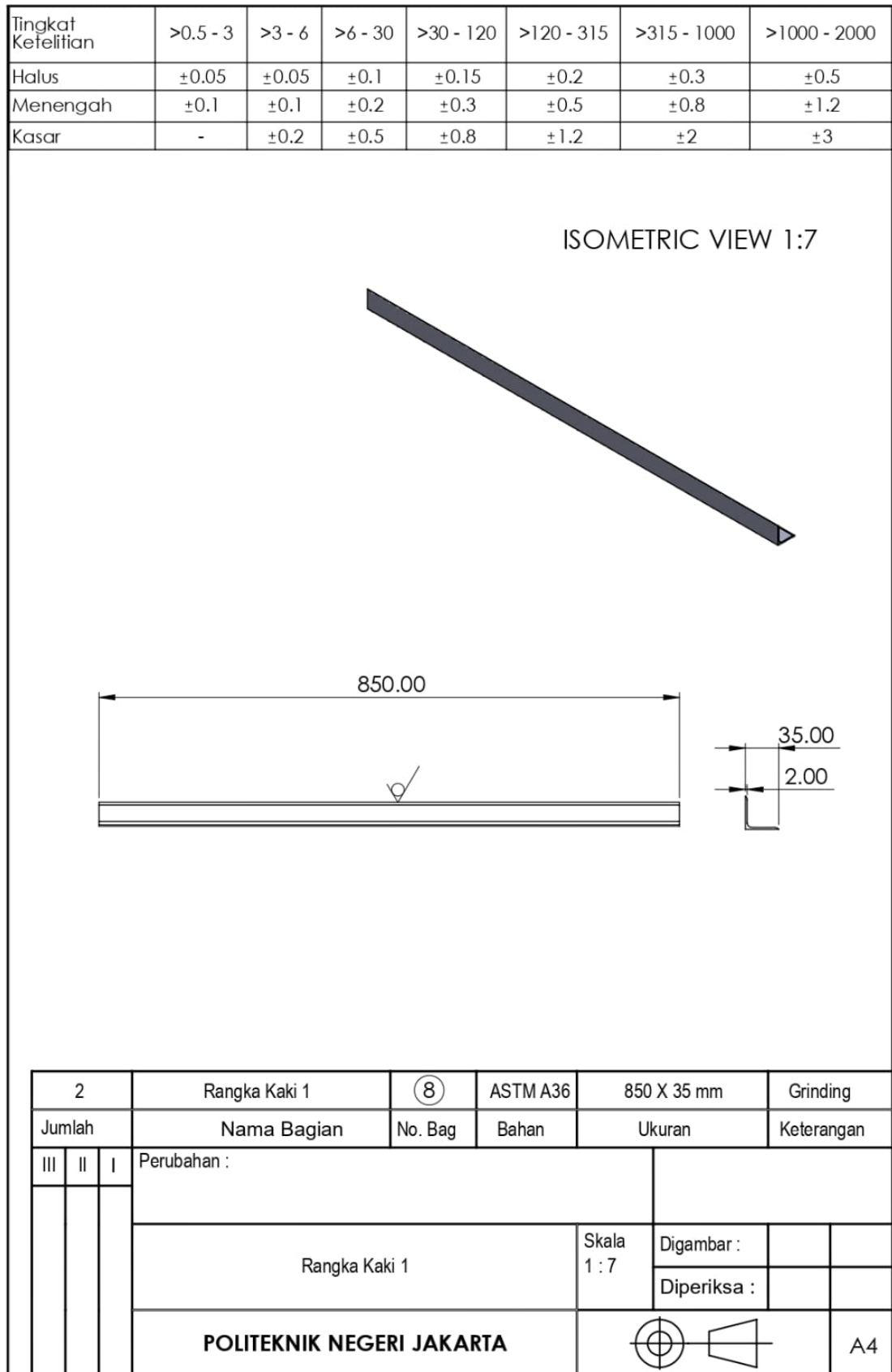
### Hak Cipta :

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



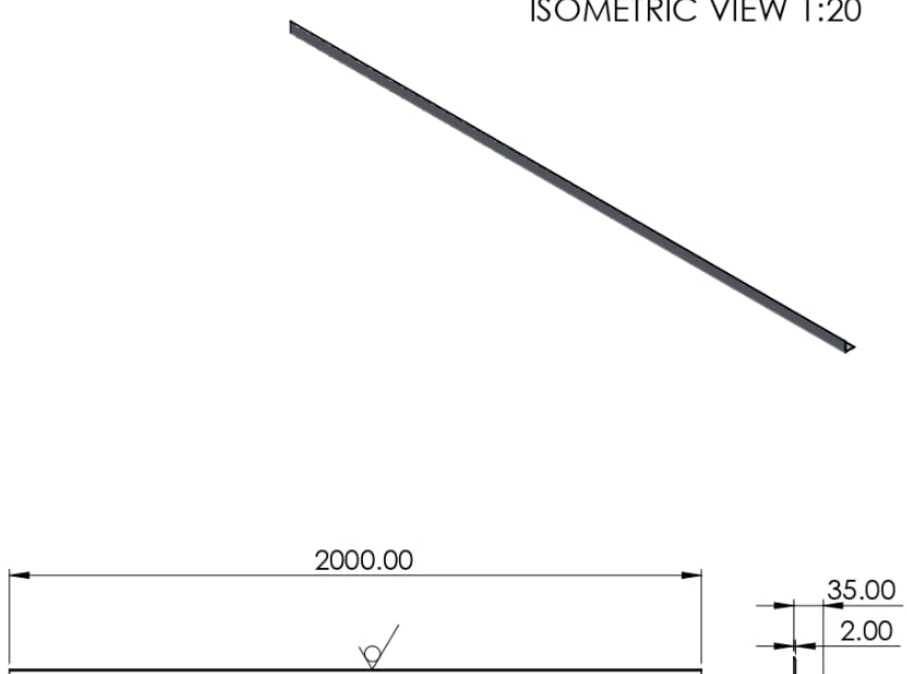
### Hak Cipta :

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

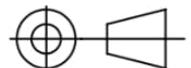
| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

ISOMETRIC VIEW 1:20



| 4                         | Rangka Atas | ⑨       | ASTM A36    | 2000 X 35 mm                                                                          | Grinding                  |
|---------------------------|-------------|---------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Jumlah                    | Nama Bagian | No. Bag | Bahan       | Ukuran                                                                                | Keterangan                |
| III                       | II          | I       | Perubahan : |                                                                                       |                           |
|                           |             |         | Rangka Atas | Skala 1 : 17                                                                          | Digambar :<br>Diperiksa : |
| POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |             |         |             |  |                           |

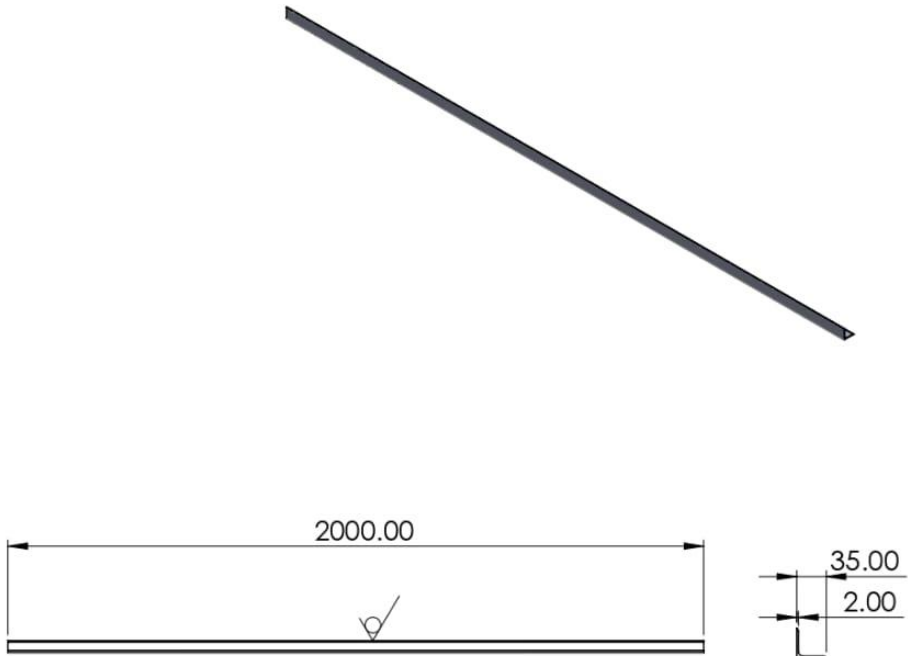
### Hak Cipta :

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

| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

ISOMETRIC VIEW 1:20

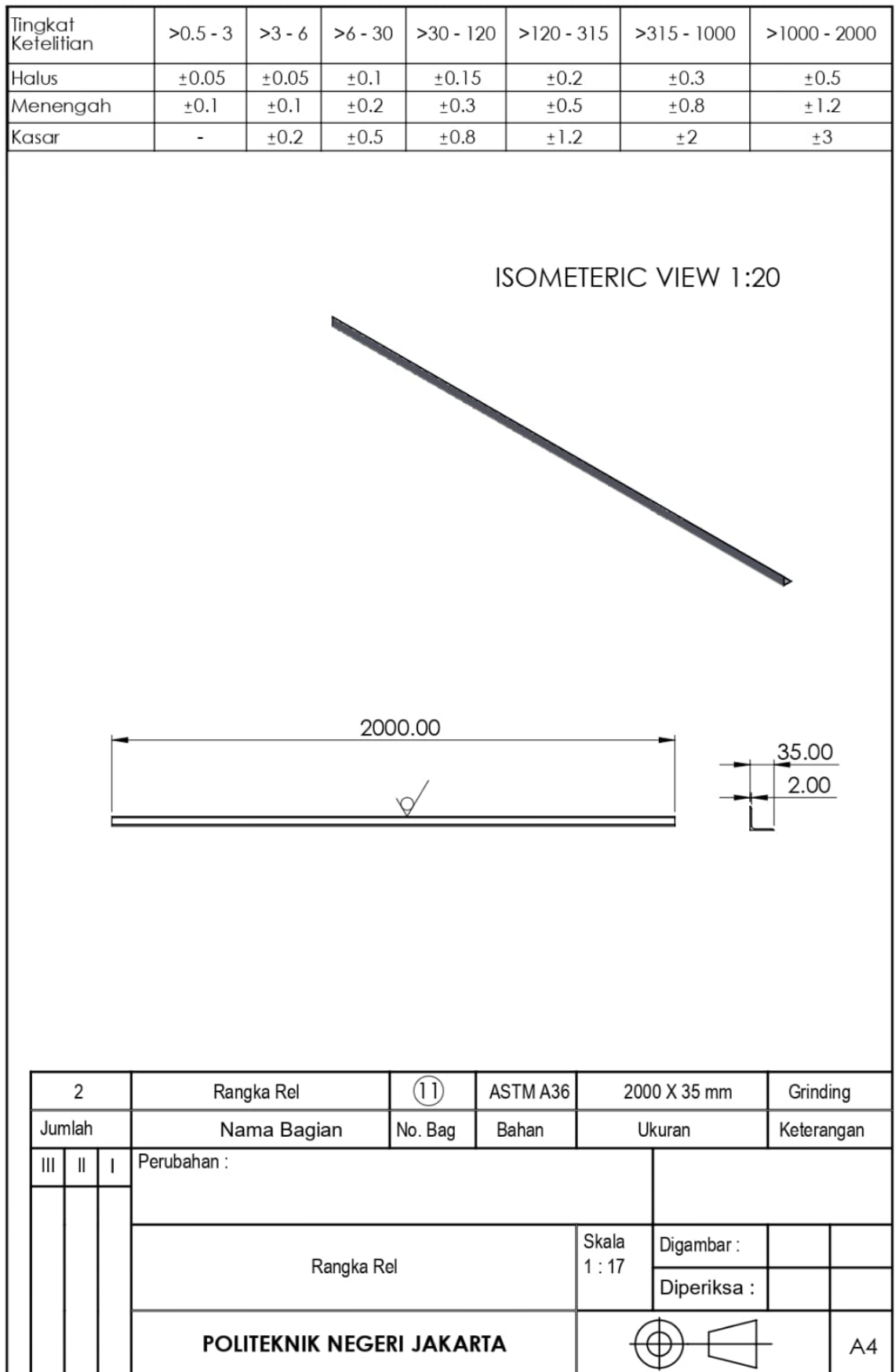


|        |              |         |                           |              |            |
|--------|--------------|---------|---------------------------|--------------|------------|
| 2      | Rangka Bawah | ⑩       | ASTM A36                  | 2000 X 35 mm | Grinding   |
| Jumlah | Nama Bagian  | No. Bag | Bahan                     | Ukuran       | Keterangan |
| III    | II           | I       | Perubahan :               |              |            |
|        |              |         | Rangka Bawah              |              |            |
|        |              |         | POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |              |            |
|        |              |         | Skala 1 : 17              | Digambar :   |            |
|        |              |         |                           | Diperiksa :  |            |
|        |              |         |                           |              | A4         |

### 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



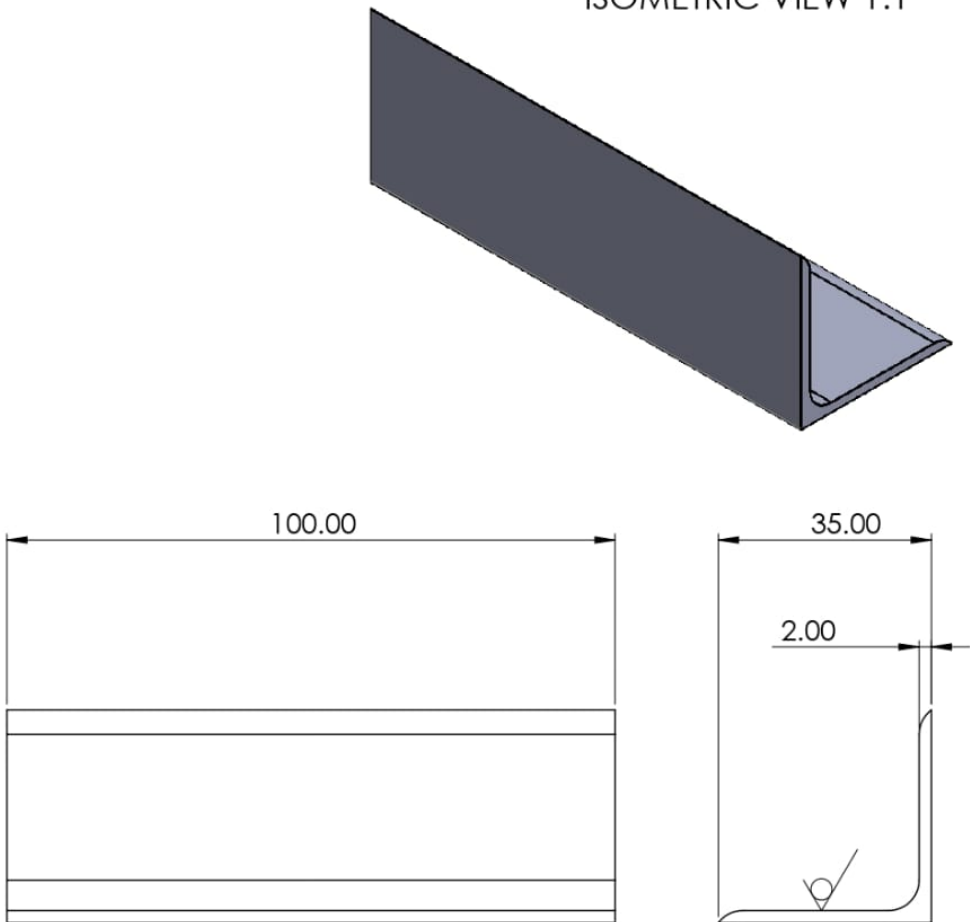
### Hak Cipta :

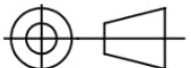
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

|                    |          |        |         |           |            |             |              |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

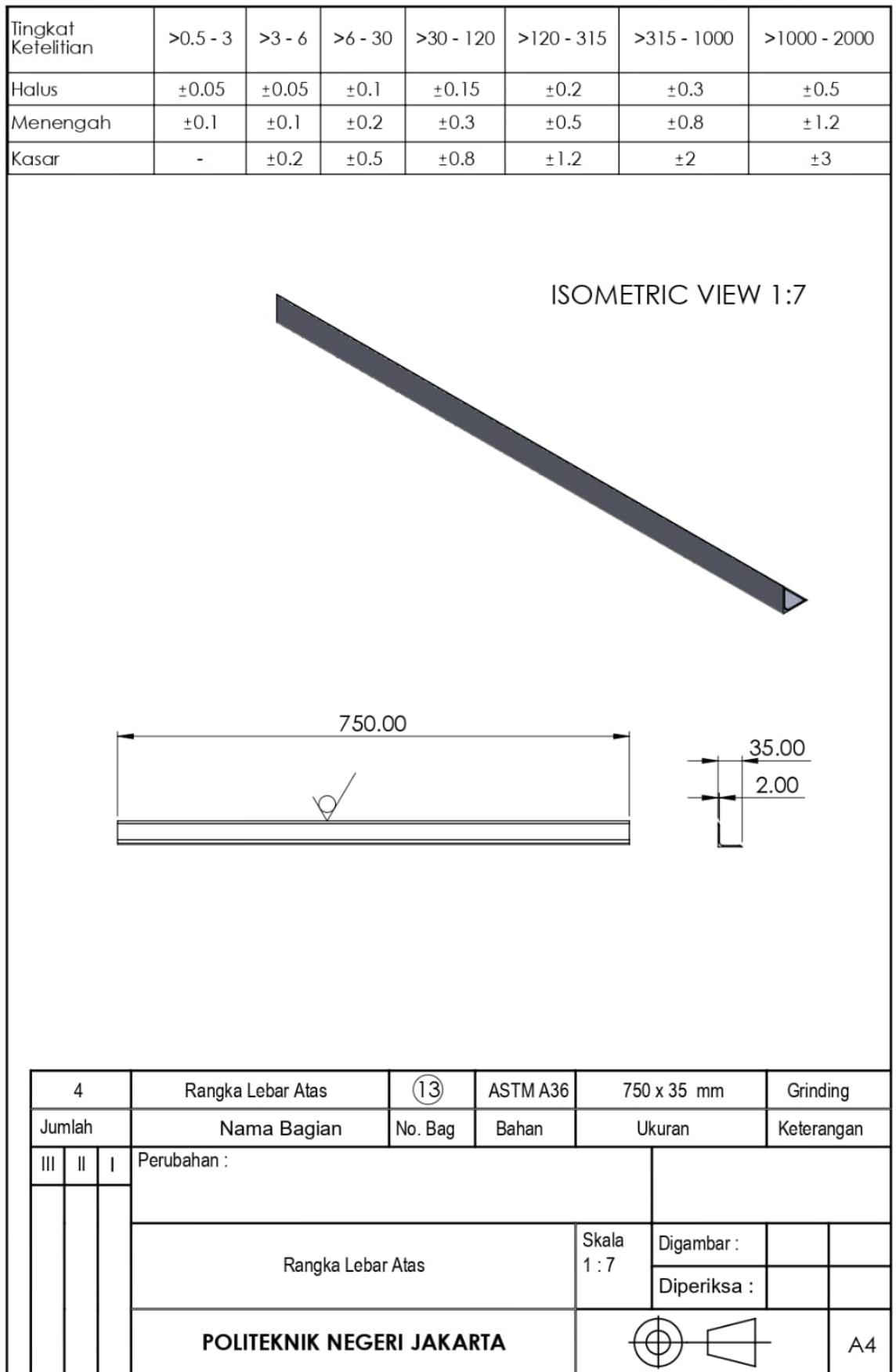
ISOMETRIC VIEW 1:1

|        |                      |         |                           |             |                                                                                          |
|--------|----------------------|---------|---------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2      | Rangka Penyangga Rel | 12      | ASTM A36                  | 100 x 35 mm | Grinding                                                                                 |
| Jumlah | Nama Bagian          | No. Bag | Bahan                     | Ukuran      | Keterangan                                                                               |
| III    | II                   | I       | Perubahan :               |             |                                                                                          |
|        |                      |         |                           |             |                                                                                          |
|        |                      |         | Rangka Penyangga Rel      | Skala 1 : 1 | Digambar :<br>Diperiksa :                                                                |
|        |                      |         | POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |             |  A4 |

### 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



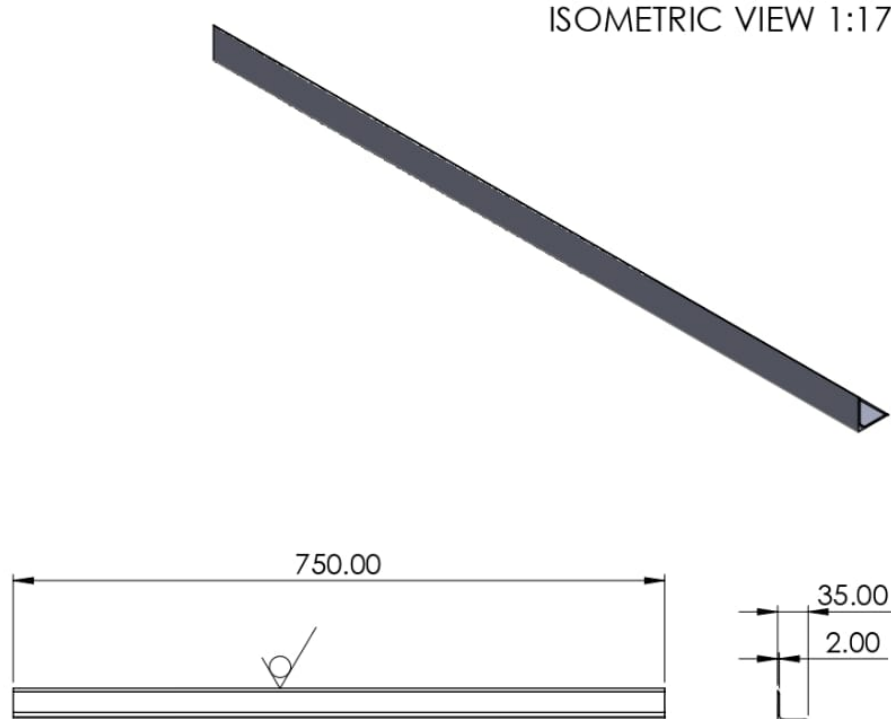
### Hak Cipta :

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

| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

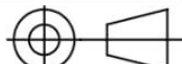
ISOMETRIC VIEW 1:17



|        |                    |         |                           |             |            |
|--------|--------------------|---------|---------------------------|-------------|------------|
| 4      | Rangka Lebar Bawah | 14      | ASTM A36                  | 750 x 35 mm | Grinding   |
| Jumlah | Nama Bagian        | No. Bag | Bahan                     | Ukuran      | Keterangan |
| III    | II                 | I       | Perubahan :               |             |            |
|        |                    |         | Rangka Lebar Bawah        |             |            |
|        |                    |         | Skala 1 : 7               | Digambar :  |            |
|        |                    |         |                           | Diperiksa : |            |
|        |                    |         | POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |             | A4         |

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

|        |    |   |                            |         |          |                                                                                       |             |  |    |
|--------|----|---|----------------------------|---------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|----|
| 2      |    |   | Rangka Panjang Meja Hollow | ⑮       | ASTM A36 | 660 x 30 mm                                                                           | Grinding    |  |    |
| Jumlah |    |   | Nama Bagian                | No. Bag | Bahan    | Ukuran                                                                                | Keterangan  |  |    |
| III    | II | I | Perubahan :                |         |          |                                                                                       |             |  |    |
|        |    |   | Rangka Panjang Meja Hollow |         |          | Skala<br>1 : 5                                                                        | Digambar :  |  |    |
|        |    |   |                            |         |          |                                                                                       | Diperiksa : |  |    |
|        |    |   | POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  |         |          |  |             |  | A4 |

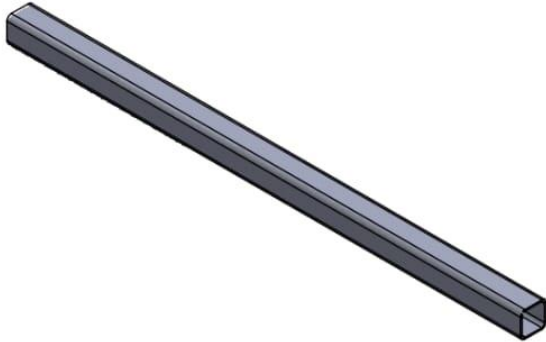
### Hak Cipta :

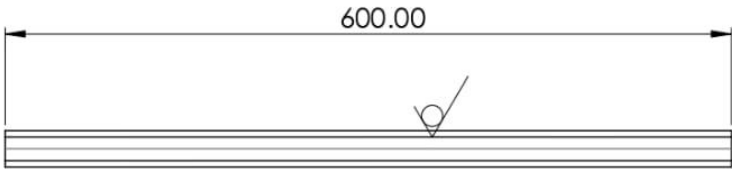
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

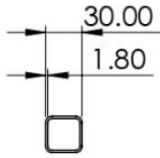
| Tingkat Ketelitian | >0.5 - 3 | >3 - 6 | >6 - 30 | >30 - 120 | >120 - 315 | >315 - 1000 | >1000 - 2000 |
|--------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Halus              | ±0.05    | ±0.05  | ±0.1    | ±0.15     | ±0.2       | ±0.3        | ±0.5         |
| Menengah           | ±0.1     | ±0.1   | ±0.2    | ±0.3      | ±0.5       | ±0.8        | ±1.2         |
| Kasar              | -        | ±0.2   | ±0.5    | ±0.8      | ±1.2       | ±2          | ±3           |

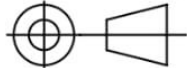
  

ISOMETRIC VIEW 1:5







|                           |                          |         |                          |                                                                                       |            |
|---------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2                         | Rangka Lebar Meja Hollow | ①6      | ASTM A36                 | 600 x 30 mm                                                                           | Grinding   |
| Jumlah                    | Nama Bagian              | No. Bag | Bahan                    | Ukuran                                                                                | Keterangan |
| III                       | II                       | I       | Perubahan :              |                                                                                       |            |
|                           |                          |         | Rangka Lebar Meja Hollow |                                                                                       |            |
|                           |                          |         | Skala 1 : 5              | Digambar :                                                                            |            |
|                           |                          |         |                          | Diperiksa :                                                                           |            |
| POLITEKNIK NEGERI JAKARTA |                          |         |                          |  | A4         |