



© 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



**PERANCANGAN *TROLLEY* HIBRIDA 2-IN-1 TIPE MEDIUM DUTY  
BERBASIS INTEGRASI PLATFORM *TROLLEY* DAN *STEPLADDER*  
DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 150 KG**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Oleh :  
**Muhammad Zacky**  
**NIM 2302311069**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**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



**PERANCANGAN *TROLLEY* HIBRIDA 2-IN-1 TIPE MEDIUM DUTY  
BERBASIS INTEGRASI PLATFORM *TROLLEY* DAN *STEPLADDER*  
DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 150 KG**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh :

**Muhammad Zacky  
NIM 2302311069**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**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**

**PERANCANGAN *TROLLEY* HIBRIDA 2-IN-1 TIPE MEDIUM DUTY  
BERBASIS INTEGRASI PLATFORM TROLI DAN *STEPLADDER*  
DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 150 KG**

Oleh:

Muhammad Zacky

NIM. 2302311069

Program Studi Diploma Teknik Mesin

Tugas Akhir telah dietujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T.

NIP. 199409072024061001

Pembimbing II

Radhi Mafadzi, S.T., M.T.

NIP. 199307282024061001

Kepala 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**

**PERANCANGAN *TROLLEY* HIBRIDA 2-IN-1 TIPE MEDIUM DUTY  
BERBASIS INTEGRASI PLATFORM TROLI DAN *STEPLADDER*  
DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 150 KG**

Oleh:

Muhammad Zacky

NIM. 2302311069

Program Studi Diploma Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 10 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**DEWAN PENGUJI**

| No | Nama                                     | Posisi Penguji | Tanda Tangan                                                                          | Tanggal         |
|----|------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | Ir. Sepriandi Parningotan,<br>S.T., M.T. | Ketua          |  | 10 Juli<br>2026 |
| 2  | Andy Permana Rusdja, S.<br>ST., M.T.     | Anggota        |  | 10 Juli<br>2026 |
| 3  | Muhammad Prasha Risfi<br>Silitonga, M.T. | Anggota        |  | 10 Juli<br>2026 |

Depok, 10 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zacky

NIM : 2302311069

Program Studi : D III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 10 Juli 2026



Muhammad Zacky

NIM. 2302311069

**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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi D-III Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih 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 Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Ir., Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membantu, membimbing, dan memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Radhi Maladzi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membantu, membimbing, dan memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua serta seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Najwa Salwa Putri, yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, dan dorongan positif selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Keluarga M23 yang telah menemani penulis melakukan studi di Politeknik Negeri Jakarta serta selalu berjalan beriringan.
8. Muhammad Zacky, terima kasih telah berjuang menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sangat amat baik.



## © 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

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaaan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi refrensi bagi pembaca dan civitas akademika.

Jakarta, 10 Juli 2026

Muhammad Zacky



**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

**PERANCANGAN *TROLLEY* HIBRIDA 2-IN-1 TIPE MEDIUM DUTY  
BERBASIS INTEGRASI PLATFORM *TROLLEY* DAN *STEPLADDER*  
DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 150 KG**

**Muhammad Zacky<sup>1</sup>, Sepriandi Parningotan<sup>2</sup>, Radhi Maladzi<sup>3</sup>**

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

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

**ABSTRAK**

Aktivitas pemindahan barang secara manual yang melebihi batas aman berpotensi menimbulkan risiko cedera otot bagi pekerja, khususnya pada proses pengangkutan barang dengan bobot lebih dari 50 kg serta penyusunan barang di tempat yang sulit dijangkau tanpa alat bantu. Penelitian ini bertujuan merancang *trolley* hibrida 2-in-1 tipe *medium duty* yang mengintegrasikan fungsi platform troli dan *stepladder* dengan kapasitas beban maksimum 150 kg guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Metode penelitian meliputi identifikasi kebutuhan konsumen, pembuatan konsep desain alternatif, analisis ergonomi dengan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), analisis perhitungan kekuatan rangka secara manual, serta simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) menggunakan *software* SolidWorks. Hasil *concept scoring* menunjukkan desain alternatif 3 terpilih sebagai desain terbaik, dengan rangka berbahan besi *hollow rectangular* ASTM A36 berdimensi 1500 x 565 x 1000 mm. Hasil analisis perhitungan manual menunjukkan tegangan bending sebesar 44 MPa dan defleksi maksimum 0.021 mm, sedangkan hasil simulasi FEA pada saat difungsikan menjadi *trolley* menunjukkan nilai Von Mises Stress sebesar 1.540 MPa, *displacement* sebesar 0.4650 mm, dan *safety factor* sebesar 1.6, dan hasil dari simulasi FEA pada saat difungsikan menjadi *stepladder* menunjukkan nilai Von Mises Stress sebesar 1.418 MPa, *displacement* sebesar 0.3340 mm, dan *safety factor* sebesar 1.7. Seluruh nilai tegangan tersebut masih berada dalam batas *yield strength* material sebesar 250 MPa, sehingga rancangan *trolley* hibrida ini dinyatakan aman dan layak digunakan untuk mendukung aktivitas mobilisasi barang secara lebih ergonomis dan efisien.

Kata kunci: *trolley* hibrida, *medium duty*, REBA, *stepladder*, *Finite Element Analysis*

**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

**PERANCANGAN *TROLLEY* HIBRIDA 2-IN-1 TIPE MEDIUM DUTY  
BERBASIS INTEGRASI PLATFORM *TROLLEY* DAN *STEPLADDER*  
DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM 150 KG**

**Muhammad Zacky<sup>1</sup>, Sepriandi Parningotan<sup>2</sup>, Radhi Maladzi<sup>3</sup>**

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

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

**ABSTRACT**

Manual material handling activities exceeding safe limits potentially pose a risk of musculoskeletal injuries for workers, particularly during the transportation of goods weighing over 50 kg and the arrangement of items in hard-to-reach places without assistive tools. This study aims to design a 2-in-1 medium-duty hybrid trolley that integrates the functions of a platform trolley and a stepladder with a maximum load capacity of 150 kg to improve work efficiency and safety. The research methodology includes identifying consumer needs, developing alternative design concepts, conducting ergonomic analysis using the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method, performing manual frame strength calculations, and executing Finite Element Analysis (FEA) simulations using SolidWorks software. The concept scoring results indicate that alternative design 3 was selected as the best design, featuring a frame made of ASTM A36 rectangular hollow steel with dimensions of 1500 x 565 x 1000 mm. The manual calculation analysis shows a bending stress of 44 MPa and a maximum deflection of 0.021 mm. Meanwhile, the FEA simulation results when operated as a trolley show a Von Mises stress value of 1.540 MPa, a displacement of 0.4650 mm, and a safety factor of 1.6. In comparison, the FEA simulation results when operated as a stepladder show a Von Mises stress value of 1.418 MPa, a displacement of 0.3340 mm, and a safety factor of 1.7. All these stress values remain well within the material's yield strength limit of 250 MPa; therefore, this hybrid trolley design is declared safe and feasible for supporting goods mobilization activities more ergonomically and efficiently.

**Keywords:** *hybrid trolley, medium duty, REBA, stepladder, Finite Element Analysis*



**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 ISI

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                     | iii  |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                      | iv   |
| LEMBAR PERNAYATAAN ORISINALITAS .....                         | v    |
| KATA PENGANTAR .....                                          | vii  |
| ABSTRAK .....                                                 | viii |
| ABSTRACT .....                                                | ix   |
| DAFTAR ISI .....                                              | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                           | xiii |
| DAFTAR TABEL .....                                            | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                      | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                     | 3    |
| 1.3 Tujuan .....                                              | 3    |
| 1.4 Manfaat .....                                             | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah .....                                     | 4    |
| 1.6 Metode Penelitian .....                                   | 4    |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                               | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                 | 7    |
| 2.1 Landasan Teori .....                                      | 7    |
| 2.1.1 Trolley .....                                           | 7    |
| 2.1.2 Focus Group Discussion .....                            | 8    |
| 2.1.3 Ergonomi .....                                          | 8    |
| 2.1.4 Metode <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA) ..... | 8    |
| 2.1.5 Antropometri .....                                      | 10   |
| 2.1.6 Tangga .....                                            | 11   |
| 2.1.7 Material Baja Hollow ASTM A36 .....                     | 12   |
| 2.2 Analisa Perhitungan .....                                 | 13   |
| 2.2.1 Momen Gaya .....                                        | 14   |
| 2.2.2 Momen Inersia .....                                     | 14   |
| 2.2.3 Section Modulus .....                                   | 17   |
| 2.2.4 Momen Bending .....                                     | 19   |
| 2.2.5 Tegangan Bending .....                                  | 19   |

**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

|                                     |                                                                           |    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.6                               | Tegangan Geser.....                                                       | 20 |
| 2.2.7                               | Tegangan Kombinasi .....                                                  | 21 |
| 2.2.8                               | Safety Factor .....                                                       | 21 |
| 2.2.9                               | Tegangan Izin ( <i>Allowable Stress</i> ) .....                           | 22 |
| 2.2.10                              | Defleksi .....                                                            | 22 |
| 2.2.11                              | Sambungan Baut dan Mur.....                                               | 23 |
| 2.2.12                              | Pengelasan.....                                                           | 26 |
| 2.3                                 | Metode Analisa Rangka dengan FEA ( <i>Finite Element Analysis</i> ) ..... | 30 |
| 2.3.1                               | Tegangan <i>Von Mises</i> .....                                           | 31 |
| 2.3.2                               | Defleksi .....                                                            | 32 |
| 2.3.3                               | Tegangan (Stress).....                                                    | 32 |
| 2.3.4                               | Deformasi.....                                                            | 33 |
| 2.3.5                               | Regangan ( <i>Strain</i> ) .....                                          | 33 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN ..... |                                                                           | 34 |
| 3.1                                 | Diagram Alir Penelitian .....                                             | 34 |
| 3.2                                 | Penjelasan Langkah Kerja .....                                            | 35 |
| 3.2.1                               | Identifikasi Masalah .....                                                | 35 |
| 3.2.2                               | Observasi Lapangan dan Studi Literatur.....                               | 35 |
| 3.2.3                               | Identifikasi Kebutuhan Konsumen.....                                      | 36 |
| 3.2.4                               | Analisis Metode <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA).....           | 36 |
| 3.2.5                               | Konsep Desain dan Desain Alternatif.....                                  | 36 |
| 3.2.6                               | Desain Terpilih.....                                                      | 36 |
| 3.2.7                               | Analisis Perhitungan .....                                                | 37 |
| 3.2.8                               | Hasil dan Pembahasan .....                                                | 37 |
| 3.3                                 | Variabel Penelitian .....                                                 | 37 |
| 3.4                                 | Jenis Penelitian .....                                                    | 37 |
| 3.5                                 | Jenis dan Sumber Data Penelitian .....                                    | 38 |
| 3.6                                 | Metode Pengumpulan Data Penelitian .....                                  | 38 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....   |                                                                           | 39 |
| 4.1                                 | Identifikasi Kebutuhan Konsumen .....                                     | 39 |
| 4.1.1                               | Rekapitulasi Hasil <i>Focus Group Discussion</i> .....                    | 39 |
| 4.1.2                               | Daftar Kebutuhan Konsumen.....                                            | 41 |
| 4.1.3                               | Daftar Kapabilitas Produk.....                                            | 42 |
| 4.2                                 | Rapid Entire Body Assessment (REBA) .....                                 | 43 |
| 4.2.1                               | Analisis Postur Tubuh Operator Pada Saat Meletakkan Objek .....           | 44 |



**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

|               |                                                                         |     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.2         | Analisis Postur Tubuh Operator Pada Saat Mendorong <i>Trolley</i> ..... | 49  |
| 4.3           | Pembuatan Konsep Desain .....                                           | 54  |
| 4.3.1         | Alternatif Desain 1 .....                                               | 54  |
| 4.3.2         | Alternatif Desain 2 .....                                               | 56  |
| 4.3.3         | Alternatif Desain 3 .....                                               | 58  |
| 4.4           | Pemilihan Konsep Desain.....                                            | 60  |
| 4.4.1         | Perhitungan Nilai Relative Weight (Bobot Relative) .....                | 60  |
| 4.4.2         | <i>Concept Screening</i> .....                                          | 61  |
| 4.4.3         | <i>Concept Scoring</i> .....                                            | 63  |
| 4.5           | Analisis Perhitungan Rangka Pada <i>Trolley</i> .....                   | 65  |
| 4.5.1         | Perhitungan Tegangan Material .....                                     | 66  |
| 4.5.2         | Perhitungan Momen Bending .....                                         | 68  |
| 4.5.3         | Perhitungan Nilai <i>Section Modulus</i> .....                          | 70  |
| 4.5.4         | Perhitungan Tegangan Bending.....                                       | 70  |
| 4.5.5         | Perhitungan Nilai <i>Safety Factor</i> .....                            | 71  |
| 4.5.6         | Perhitungan Nilai Defleksi.....                                         | 72  |
| 4.6           | Perhitungan Sambungan Las .....                                         | 73  |
| 4.6.1         | Pengelasan Rangka Bagian A .....                                        | 74  |
| 4.6.2         | Pengelasan Rangka Bagian B .....                                        | 77  |
| 4.7           | Analisis Perhitungan Sambungan Baut .....                               | 80  |
| 4.8           | Hasil Simulasi <i>Software Solidworks</i> .....                         | 82  |
| 4.8.1         | <i>Von Mises Stress Analysis</i> .....                                  | 82  |
| 4.8.2         | <i>Displacement Analysis</i> .....                                      | 84  |
| 4.8.3         | <i>Safety Factor Analysis</i> .....                                     | 86  |
| 4.9           | Perbandingan Hasil Analisis.....                                        | 88  |
| 4.9.1         | Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> .....                            | 88  |
| 4.9.2         | Hasil Analisis <i>Displacement</i> .....                                | 89  |
| 4.9.3         | Hasil Analisa <i>Safety Factor</i> .....                                | 90  |
| 4.9.4         | Hasil Perbandingan Dari Ketiga Analisis .....                           | 91  |
| 4.10          | Hasil Akhir Konsep Desain <i>Trolley</i> Hibrida 2-in-1 .....           | 94  |
| BAB V         | KESIMPULAN DAN SARAN .....                                              | 95  |
| 5.1           | Kesimpulan.....                                                         | 95  |
| 5.2           | Saran .....                                                             | 96  |
| DAFTAR        | PUSTAKA .....                                                           | 98  |
| Lampiran..... |                                                                         | 101 |

**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 GAMBAR

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Trolley.....                                            | 7  |
| Gambar 2. 2 Lembar Kerja REBA .....                                 | 10 |
| Gambar 2. 3 Tangga .....                                            | 12 |
| Gambar 2. 4 Baja Hollow ASTM A36 .....                              | 13 |
| Gambar 2. 5 Pembebanan Sistem Penggerak Momen Gaya .....            | 14 |
| Gambar 2. 6 Perhitungan Section Modulus.....                        | 18 |
| Gambar 2. 7 Momen Bending Tiga Titik Tumpu.....                     | 19 |
| Gambar 2. 8 Proses terjadinya defleksi .....                        | 23 |
| Gambar 2. 9 Konstruksi Baut .....                                   | 24 |
| Gambar 2. 10 Sambungan Las Tumpul.....                              | 27 |
| Gambar 2. 11 Sambungan Las Corner Joint.....                        | 28 |
| Gambar 2. 12 Sambungan Las Tumpang (Lap Joint).....                 | 29 |
| Gambar 2. 13 Sambungan Las Edge Joint.....                          | 30 |
| Gambar 2. 14 Sambungan Las Tee Joint.....                           | 30 |
| Gambar 2. 17 Kurva hubungan tegangan dan regangan.....              | 33 |
| Gambar 4. 1 Postur Tubuh Operator Pada Saat Meletakkan Objek .....  | 45 |
| Gambar 4. 2 Postur Tubuh Operator Pada Saat Mendorong Trolley ..... | 50 |
| Gambar 4. 3 Desain Alternatif 1 .....                               | 54 |
| Gambar 4. 4 Simulasi Pembebanan Rangka Desain Alternatif 1 .....    | 55 |
| Gambar 4. 5 Alternatif Desain 2.....                                | 56 |
| Gambar 4. 6 Simulasi Pembebanan Rangka Desain Alternatif 2 .....    | 57 |
| Gambar 4. 7 Desain Alternatif 3.....                                | 58 |
| Gambar 4. 8 Simulasi Pembebanan Rangka Desain Alternatif 3 .....    | 59 |
| Gambar 4. 9 Luas Penampang Rangka.....                              | 67 |
| Gambar 4. 10 Shear and Moment Diagram.....                          | 69 |
| Gambar 4. 11 Penampang Rangka Section Modulus .....                 | 70 |
| Gambar 4. 12 Free Body Diagram.....                                 | 72 |
| Gambar 4. 13 Sambungan Pengelasan .....                             | 74 |
| Gambar 4. 14 FBD pengelasan rangka bagian A .....                   | 75 |
| Gambar 4. 15 FBD pengelasan bagian B .....                          | 78 |
| Gambar 4. 16 Von Mises Stress of Trolley .....                      | 83 |
| Gambar 4. 17 Displacement of Trolley .....                          | 85 |
| Gambar 4. 18 Safety Factor of Trolley.....                          | 87 |
| Gambar 4. 19 Trolley Hibrida 2-in-1.....                            | 94 |

**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 1. 1 Perbandingan Beban .....                                                                   | 2  |
| Tabel 2. 1 Perhitungan Momen Inersia .....                                                            | 15 |
| Tabel 2. 2 Ukuran Diameter Minor Baut dan Mur .....                                                   | 25 |
| Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Focus Group Discussion .....                                            | 39 |
| Tabel 4. 2 Rekapitulasi Rata-rata Nilai Kebutuhan Konsumen.....                                       | 40 |
| Tabel 4. 3 Identifikasi Kebutuhan Konsumen .....                                                      | 41 |
| Tabel 4. 4 Kapabilitas Produk .....                                                                   | 42 |
| Tabel 4. 5 Skor REBA.....                                                                             | 43 |
| Tabel 4. 6 Skor REBA Tabel A .....                                                                    | 46 |
| Tabel 4. 7 Skor REBA Tabel B .....                                                                    | 48 |
| Tabel 4. 8 Total Skor REBA Keseluruhan Pada Posisi Postur Operator Pada Saat Meletakkan Objek.....    | 48 |
| Tabel 4. 9 Skor Tabel A.....                                                                          | 51 |
| Tabel 4. 10 Skor Tabel B.....                                                                         | 52 |
| Tabel 4. 11 Total Skor REBA Keseluruhan Pada Posisi Postur Operator Pada Saat Mendorong Trolley ..... | 53 |
| Tabel 4. 12 Spesifikasi, Kelebihan, dan Kekurangan Desain Alternatif 1 .....                          | 55 |
| Tabel 4. 13 Spesifikasi, Kelebihan, dan Kekurangan Desain Alternatif 2 .....                          | 56 |
| Tabel 4. 14 Spesifikasi, Kelebihan, dan Kekurangan Desain Alternatif 3 .....                          | 58 |
| Tabel 4. 15 Rekapitulasi Nilai Relative Weight .....                                                  | 61 |
| Tabel 4. 16 Concept Screening.....                                                                    | 62 |
| Tabel 4. 17 Perhitungan Nilai Bobot.....                                                              | 63 |
| Tabel 4. 18 Concept Scoring .....                                                                     | 64 |
| Tabel 4. 19 Mechanical Properties Material ASTM A36.....                                              | 66 |
| Tabel 4. 20 Hasil Perbandingan Antara Ketiga Analisis .....                                           | 92 |
| Tabel 4. 21 Hasil Perbandingan Antara Ketiga Analisis .....                                           | 92 |

**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

Keterbatasan ruang operasional serta kebutuhan akan mobilitas barang yang cepat mengharuskan adanya alat bantu angkut yang lebih praktis, efektif, dan mampu menangani beban kerja kategori *medium duty*. Aktivitas memindahkan barang secara *Manual Material Handling* (MMH) adalah suatu kegiatan memindahkan yang dilakukan oleh satu pekerja atau lebih dengan melakukan kegiatan pengangkatan, penurunan, mendorong, menarik, mengangkut, dan memindahkan barang [1]. Pertimbangan dalam menentukan batas beban maksimum harus berfokus pada faktor-faktor risiko fisik, seperti ukuran dan bentuk beban, jarak, tinggi pengangkatan beban. Pedoman yang dapat digunakan dalam *manual material handling* adalah posisi aktivitas dan beban benda yang diangkat. Batas normal pengangkutan yang diizinkan tanpa alat bantu menurut *National Occupational Health and Safety Commision* sebesar 34-50 kg, sehingga apabila melebihi dari batas angkat yang diizinkan maka harus menggunakan alat bantu [2]. Salah satu alat bantu yang dapat digunakan ketika beban yang ingin diangkut itu >50 kg adalah troli, karena jika mengangkut melebihi beban yang diizinkan dan tidak menggunakan alat bantu dapat menyebabkan cedera otot. [3]

*Trolley* merupakan sebuah keranjang dorong yang dapat membantu proses pemindahan barang [4]. Troli dibagi menjadi 2 berdasarkan kapasitas yaitu, *Heavy Duty Trolley* dan *Medium Duty Trolley*. *Heavy Duty Trolley* adalah *trolley* yang mampu mengangkut beban lebih dari 150 kg biasanya digunakan untuk mengangkut benda kerja yang sangat berat [5]. Sedangkan *Medium Duty Trolley* merupakan *trolley* yang dapat mengangkut benda dengan kapasitas beban maksimum 150 kg [6].

**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

Tabel 1. 1 Perbandingan Beban

|                               | Beban        | Keterangan                                                        |
|-------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------|
| Tanpa alat angkut             | 30 – 50 Kg   | <i>National Occupational Health and Safety Commision (NOHSC).</i> |
| Belum Menggunakan alat angkut | $\geq 50$ Kg | PT XYZ.                                                           |

Sumber : Dokumen Pribadi

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1.1 untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu alat yang memiliki lebih dari satu fungsi sehingga lebih praktis dan efisien dalam penggunaannya. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah merancang *trolley* 2-in-1 yang dapat difungsikan sebagai troli pengangkut barang sekaligus sebagai tangga. Pada permasalahan yang ada di PT XYZ, pekerja mendapatkan pekerjaan untuk memindahkan barang yang bobot bendanya itu lebih dari 50 kg dari satu tempat ke tempat yang lain. Lalu pekerja juga dipaksa untuk menyusun barang yang telah dipindahkan itu ke tempat-tempat yang sulit dijangkau tanpa menggunakan alat bantu. Aktivitas yang dilakukan secara berulang ini dan dengan alat yang tidak mendukung fleksibilitas kerja tersebut dapat meningkatkan beban statis pada tubuh dan risiko cedera otot akibat posisi kerja yang tidak alamiah.

Berdasarkan permasalahan yang ada maka penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah *trolley* hibrida 2-in-1 yang mampu mengintegrasikan fungsi platform angkut dan tangga guna meningkatkan efisiensi kerja. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu, *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Dalam metode REBA, dilakukan analisis postur kerja untuk mengetahui pengaruh postur tubuh pekerja pada aktivitas mobilisasi suatu barang ke tempat yang lain [7]. Dengan adanya metode REBA pada penelitian ini , proses perancangan troli dapat dioptimalkan berdasarkan postur tubuh yang objektif, sehingga dihasilkan alat bantu yang memenuhi standar keselamatan kerja di lingkungan industri.

**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

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan pada latar belakang, maka inti permasalahan dalam penelitian rancang bangun ini dapat dirumuskan ke dalam beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang desain mekanik *trolley* hibrida 2-in-1 tipe *medium duty* yang mampu mengintegrasikan fungsi platform *trolley* dan *stepladder* secara ergonomis dengan kapasitas beban maksimum 150 kg?
2. Bagaimana hasil dari analisis dengan menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dalam penelitian perancangan *Trolley* hibrida 2-in-1 ini ?
3. Bagaimana simulasi pada saat *trolley* menerima beban kerja maksimum, baik pada saat difungsikan sebagai alat angkut dan tangga dengan menggunakan *software* Solidworks?

## 1.3 Tujuan

Setelah mengidentifikasi dari permasalahan. Maka tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penyusunan penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Merancang desain *trolley* 2 in 1 yang dapat difungsikan sebagai troli dan tangga.
2. Mengetahui desain dari *trolley* yang ergonomis setelah melakukan analisis dengan metode REBA.
3. Menguji kemampuan *trolley* hibrida dalam menahan beban dan stabilitas saat disimulasikan.

## 1.4 Manfaat

Setelah melakukan penyusunan tujuan untuk melaksanakan penelitian ini adapun manfaat yang diharapkan Penulis dalam penyusunan penelitian tugas akhir yaitu:

1. Bagi Peneliti

**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

Memperoleh wawasan keilmuan bagi penulis dalam hal Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* Dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg Dengan Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).

2. Bagi Pendidikan  
Berkontribusi terhadap perkembangan keilmuan di bidang manufaktur. Sehingga penelitian ini dapat menjadi sumber referensi dalam penelitian berikutnya.
3. Bagi Perusahaan  
Memperoleh rancangan *trolley* hibrida khusus untuk mobilitas barang dengan kapasitas beban maksimum 150 kg bagi perusahaan.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini dibuat agar pembahasan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* Dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg.
2. Pengujian dari perancangan *trolley* ini menggunakan *software* Solidworks.
3. Penelitian ini menggunakan metode perancangan REBA (Rapid Entire Body Assessment).
4. Perhitungan kekuatan rangka pada penelitian perancangan *trolley* ini hanya berfokus dengan pembebanan statis (tidak bergerak).

### 1.6 Metode Penelitian

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa metode penelitian sebagai penunjang dalam proses pengumpulan dan pengolahan

**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

data. Metode tersebut dilakukan agar penelitian dapat berjalan secara sistematis dan memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi lapangan, dengan cara mengumpulkan data-data pada lokasi.
2. Studi literatur, dengan cara mengumpulkan data dari sumber-sumber literatur terkait.
3. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing dan pihak-pihak terkait yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir pada “Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg” adalah:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, metode penelitian pada Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi landasan teori tentang pada Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* Dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan pada Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* Dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg, prosedur pengambilan data.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**



## © 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

Bab ini membahas proses dan hasil dari pada Perancangan *Trolley* Hibrida 2-In-1 Tipe *Medium Duty* Berbasis Integrasi Platform *Trolley* dan *Stepladder* Dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg yang dilakukan, serta sesuai dengan tujuan tugas akhir.

### BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil tinjauan.



**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

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian perancangan *trolley* hibrida 2-in-1 tipe *medium duty* yang mampu mengintegrasikan fungsi platform *trolley* dan *stepladder* dengan kapasitas beban maksimum 150 kg. Sebagai penutup dari laporan Tugas Akhir ini, bagian berikut akan merangkum poin-poin penting yang menjadi kesimpulan akhir dari seluruh proses perancangan, sekaligus menyajikan saran-saran konstruktif demi penyempurnaan dan pengembangan fungsionalitas alat di masa yang akan datang.

1. Berdasarkan hasil rancangan *trolley* dengan menggunakan metode *REBA* (*Rapid Entire Body Assessment*), dari ketiga desain alternatif yang telah dibuat didapatkan hasil bahwa desain alternatif 3 menjadi desain terpilih untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya. Desain ini memiliki spesifikasi sebagai berikut: rangka *trolley* menggunakan material besi *hollow rectangular* ASTM A36 karena termasuk kategori material yang kokoh dan kuat dalam menahan beban produk, dengan roda 4 yang bergerak membuat mobilitas dari *trolley* sangat fleksibel serta memiliki dimensi sebesar 1500 x 565 x 1000 mm. Analisis ergonomi menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) menunjukkan bahwa aktivitas meletakkan objek sebelum menggunakan alat memiliki tingkat risiko ergonomi yang memerlukan perbaikan. Oleh karena itu, rancangan *trolley* hibrida 2-in-1 diharapkan mampu mengurangi postur kerja yang tidak ergonomis.
2. Berdasarkan hasil perhitungan analisa kekuatan rangka *trolley* secara manual di bagian-bagian krusial pada rangka *trolley* hibrida 2-in-1, diperoleh bahwa seluruh tegangan yang terjadi masih dalam batas *yield strength* material ASTM A36 sebesar 250 MPa. Hasil perhitungan menunjukkan nilai tegangan bending sebesar 2.32 MPa, defleksi rangka sebesar 0.021 mm pada titik A-B

**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

dan 0.021 pada titik B-C. Tegangan pengelasan pada bagian A sebesar 5.52 MPa dan bagian B sebesar 32.32 MPa masih dalam batas yield strength, serta penggunaan baut berdiameter diatas M 1.5 masih dalam batas aman untuk mengatasi tegangan bending maupun tegangan geser yang terjadi pada baut.

3. Berdasarkan hasil simulasi analisa kekuatan rangka trolley dengan metode Finite Element Analysis (FEA) menggunakan software SolidWorks, diketahui bahwa tegangan yang terjadi pada bagian-bagian krusial rangka trolley pengangkut chest freezer masih dalam batas yield strength material ASTM A36 sebesar 250 MPa. Hasil simulasi menunjukkan nilai Von Mises Stress sebesar 1.540 MPa, nilai displacement sebesar 0.3340 mm, dan nilai Safety Factor sebesar 17 yang masih dalam rentang sangat aman.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian maupun penyempurnaan produk pada masa mendatang, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pembuatan prototipe dan pengujian langsung di lapangan sehingga hasil simulasi dapat dibandingkan dengan kondisi aktual penggunaan *trolley*.
2. Pengujian struktur sebaiknya tidak hanya dilakukan pada pembebanan statis, tetapi juga pada pembebanan dinamis, seperti saat *trolley* bergerak, melewati permukaan yang tidak rata, maupun ketika digunakan secara berulang dalam jangka waktu panjang.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan analisis ergonomi menggunakan data antropometri yang lebih luas serta melibatkan lebih banyak responden sehingga desain yang dihasilkan mampu mengakomodasi variasi dimensi tubuh pengguna.

**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. Penelitian selanjutnya sebaiknya ditambahkan mekanisme *trolley* seperti ditambahkan sistem hidrolik agar pada saat mekanisme tangga, operator tidak perlu untuk turun dari tangga.



**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 PUSTAKA

- [1] B. Suhardi, PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI INDUSTRI JILID 2 SMK. 2019.
- [2] S. E. Burt and L. J. Fine, "Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors," no. July 1997, 1997.
- [3] R. Parida and P. K. Ray, "Biomechanical modelling of Manual Material Handling tasks : A comprehensive review," *Procedia Manuf.*, vol. 3, no. Ahfe, pp. 4598–4605, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.539.
- [4] M. Amangesti, D. Puspita, and M. C. Rijal, "Rancang Bangun Troli Pengikut Objek Otomatis," 2023.
- [5] O. A. Nugroho, Y. B. A. Apatya, D. B. Dwiyanoro, and P. Dede, "Perancangan dan Pembuatan Troli Kapasitas 240 kg Guna Mempersingkat Waktu Pencucian , Pelapisan , dan Distribusi Part Wedges Type D6 pada PT . UMA 153 Nugroho , Oktavianus Ardhian , dkk . ; Perancangan dan Pembua," vol. 11, no. 2, pp. 152–161, 2025.
- [6] M. Muharnif, A. R. Nasution, M. S. Barus, and G. Octariza, "FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU," vol. 9, no. 1, pp. 20–28, 2026.
- [7] D. Rahmawati, E. Anggraini, U. Pembangunan, and N. Veteran, "Analisis Postur Kerja Dengan Rapid Entire Body Assessment ( REBA ) Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders," vol. 2, no. September, 2024.
- [8] P. Studi, S. Teknik, F. Teknik, U. Pahlawan, and T. Tambusai, "Journal of Engineering Science and Technology Perancangan Library Trolley Antropometri Tubuh Manusia Ergonomis Berdasarkan," vol. 2, no. 2, pp. 125–132, 2022.
- [9] Y. Afiyanti, "Focus Group Discussion (Diskusi Kelompok Terfokus) sebagai Metode Pengumpulan Data Penelitian Kualitatif," *J. Keperawatan Indones.*, vol. 12, no. 1 SE-Articles, pp. 58–62, Mar. 2008, doi: 10.7454/jki.v12i1.201.
- [10] E. Nurmianto, "Ergonomi, konsep dasar & aplikasinya," *Ed. Kedua. Penerbit Guna Widya. Jakarta*, 2004.
- [11] L. Yuliana, N. Berliani, P. Kurniawan, and M. Ramdan, "ANALISIS PENGANGKATAN MATERIAL SECARA MANUAL TERHADAP GANGGUAN MUSKULOSKELETAL PADA PEKERJA WAREHOUSE PT . BOGA KREASI INDAH BALIKPAPAN," vol. 11, no. 2, pp. 206–211, 2025.
- [12] Tarwaka, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*.

**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

Uniba, 2004.

- [13] V. Tiogana and N. Hartono, "Analisis Postur Kerja dengan Menggunakan REBA dan RULA di PT X," *J. Integr. Syst.*, vol. 3, pp. 9–25, 2020, doi: 10.28932/jis.v3i1.2463.
- [14] A. Santoso, B. Anna, A. Purbasari, and L. E. Universitas, "MEMENUHI STANDAR PENGUKURAN," vol. 2, no. 2, pp. 81–91, 2014.
- [15] H. Merisa and D. W. I. Setiawati, "Tugas akhir tinjauan perencanaan struktur tangga pada proyek pembangunan gedung dekanat fib universitas udayana," 2023.
- [16] J. Michael, D. T. Mesin, F. Teknik, and U. Hasanuddin, "ANALISIS KEKUATAN MEKANIS BESI HOLLOW BAJA RINGAN C-4130 ANALISIS KEKUATAN MEKANIS BESI HOLLOW BAJA RINGAN C-4130," 2022.
- [17] M. I. Atmaja *et al.*, "PERANCANGAN GRIPPER PADA LENGAN ROBOT PEMINDAH BAHAN TIPE," vol. 1, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [18] M. A. Wahid and F. Rahmadhani, "Eksperimen Menghitung Momen Inersia dalam Pesawat Atwood Menggunakan Katrol dengan Penambahan Massa Beban," vol. 4, no. April, 2018.
- [19] Edy Pramono Agus, "ELEMEN MESIN I," .
- [20] E. Sutikno, T. Mesin, and U. Brawijaya, "PADA DESAIN CARBODY TeC RAILBUS DENGAN," vol. 2, no. 1, pp. 65–81, 2011.
- [21] M. Bahan, *Penulis Arsy Media*.
- [22] M. Burhanuddin *et al.*, "MODULAR TRAILER AKIBAT BEBAN STATIS BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA," pp. 1–14.
- [23] E. Wahyudi, "PENURUNAN KEKUATAN IMPACT BAJA ST 37 AKIBAT PENGELASAN SMAW," *Otopro*, vol. 14, p. 64, 2019, doi: 10.26740/otopro.v14n2.p64-70.
- [24] A. S. Ismy and R. Nanda, "Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las double lap joint pada material AISI 1050," vol. 2, no. 1, pp. 1–7.
- [25] Y. R. Fauzi, A. Khalid, and A. Barry, "Pengaruh variasi bevel pada proses pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik material," vol. 3, no. 2, pp. 58–63, 2022.
- [26] A. Panca, P. Harun, C. L. Rantererung, and S. Salu, "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Las Metode Lap Joint," pp. 1–4.

**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

- [27] I. Trivania *et al.*, “Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ( PLTMH ) Dengan Studi Kasus Saluran Irigasi Di Desa Medewi Kecamatan Pekutatan Kabupaten Jembrana,” vol. 24, no. 1, 2025.
- [28] S. Sisworo Joko, “Pengaruh perbedaan posisi pengelasan terhadap kekuatan sambungan SAMBUNGAN T-Joint PENGELASAN FILLET DENGAN LAS FCAW PADA PLAT MILD STEEL”.
- [29] P. U. Azminulloh, A. Zubaydi, M. N. Misbah, and R. C. Ariesta, “Analisis Pengaruh Misalignment CENTER Deck Girder terhadap Tegangan Setempat pada Kapal Patroli,” *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.80303.
- [30] A. Z. U. L. Fiqih, D. T. Kelautan, F. Teknik, and U. Hasanuddin, “ANALISA LENDUTAN BALOK WIDE FLANGE DENGAN,” vol. 1, pp. 1–46, 2019.
- [31] S. Wunda *et al.*, “ANALISIS TEGANGAN , REGANGAN DAN DEFORMASI CRANE HOOK DARI MATERIAL BAJA AISI 1045 DAN BAJA ST 37 MENGGUNAKAN SOFTWARE ELMER,” vol. 4, no. 2, 2019.
- [32] M. A. Rois, P. I. Santosa, E. Pranatal, T. Perkapalan, I. Teknologi, and A. Tama, “STUDY ANALISIS PEKERJAAN FAIRING PADA LAMBUNG KAPAL DI PT . PAL INDONESIA,” pp. 93–100.
- [33] C. Fatmasari, B. Juliyanto, and F. Ubaidillah, “PENERAPAN TEKNIK DEFORMASI BENDA GEOMETRI PADA LAMPU DINDING,” *Maj. Ilm. Mat. dan Stat.*, vol. 21, p. 1, 2021, doi: 10.19184/mims.v21i1.19137.
- [34] M. Mukhlis, L. Djakfar, and Harimurti, “Analisa tegangan, regangan dan deformasi pada perkerasan konvensional dan perkerasan porus,” vol. 11, no. 3, pp. 203–210, 2017.
- [35] H. ISWORO, *EKANIKA KEKUATAN MATERIAL I (HMKK319)*. 2019.

**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

### Lampiran 1 Dokumentasi *Focus Group Discussion*

- Dokumentasi FGD dengan operator 1



- Dokumentasi FGD dengan operator 2



**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

- Dokumentasi FGD dengan operator 3



Lampiran 2 Rekapitulasi *Screening* dari operator

| Operator 1 |                                                           |                    |   |   |
|------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|---|---|
| No         | Kebutuhan Konsumen                                        | Alternatif Dessain |   |   |
|            |                                                           | 1                  | 2 | 3 |
| 1          | Handle trolley dapat diatur sesuai dengan kebutuhan       | +                  | + | + |
| 2          | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi | +                  | - | + |
| 3          | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi        | +                  | - | + |
| 4          | Biaya perawatan yang ekonomis                             | -                  | - | + |

**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

|   |                                    |   |   |   |
|---|------------------------------------|---|---|---|
| 5 | Trolley hibrida mudah dioperasikan | + | - | + |
|---|------------------------------------|---|---|---|

| Operator 2 |                                                           |                    |   |   |
|------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|---|---|
| No         | Kebutuhan Konsumen                                        | Alternatif Dessain |   |   |
|            |                                                           | 1                  | 2 | 3 |
| 1          | Handle trolley dapat diatur sesuai dengan kebutuhan       | +                  | + | + |
| 2          | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi | -                  | + | + |
| 3          | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi        | +                  | - | + |
| 4          | Biaya perawatan yang ekonomis                             | -                  | - | + |
| 5          | Trolley hibrida mudah dioperasikan                        | +                  | - | + |

| Operator 3 |                                                           |                    |   |   |
|------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|---|---|
| No         | Kebutuhan Konsumen                                        | Alternatif Dessain |   |   |
|            |                                                           | 1                  | 2 | 3 |
| 1          | Handle trolley dapat diatur sesuai dengan kebutuhan       | +                  | + | + |
| 2          | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi | +                  | - | + |
| 3          | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi        | +                  | - | + |
| 4          | Biaya perawatan yang ekonomis                             | -                  | - | + |

**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

|   |                                    |   |   |   |
|---|------------------------------------|---|---|---|
| 5 | Trolley hibrida mudah dioperasikan | - | + | + |
|---|------------------------------------|---|---|---|

| Total |                                                           |                   |                 |                 |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| No    | Kebutuhan Konsumen                                        | Alternatif Desain |                 |                 |
|       |                                                           | 1                 | 2               | 3               |
| 1     | Hanlde trolley dapat diatur sesuai dengan kebutuhan       | (+),(+),<br>(+)   | (+),(+),<br>(+) | (+),(+),<br>(+) |
| 2     | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi | (+),(-),<br>(+)   | (-),(+),<br>(-) | (+),(+),<br>(+) |
| 3     | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi        | (+),(+),<br>(+)   | (-),(-),<br>(-) | (+),(+),<br>(+) |
| 4     | Biaya perawatan yang ekonomis                             | (-),(-),<br>(-)   | (-),(-),<br>(-) | (+),(+),<br>(+) |
| 5     | Trolley hibrida mudah dioperasikan                        | (+),(+),<br>(-)   | (-),(-),<br>(+) | (+),(+),<br>(+) |

| Hasil Rekapitulasi |                                                           |                   |   |   |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|---|---|
| No                 | Kebutuhan Konsumen                                        | Alternatif Desain |   |   |
|                    |                                                           | 1                 | 2 | 3 |
| 1                  | Hanlde trolley dapat diatur sesuai dengan kebutuhan       | +                 | + | + |
| 2                  | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi | +                 | - | + |
| 3                  | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi        | +                 | - | + |

**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                | Biaya perawatan yang ekonomis      | - | -  | + |
| 5                | Trolley hibrida mudah dioperasikan | + | -  | + |
| Jumlah nilai (+) |                                    | 4 | 1  | 5 |
| Jumlah nilai (-) |                                    | 1 | 4  | 0 |
| Total nilai      |                                    | 3 | -3 | 5 |

Lampiran 3 Rekapitulasi *Scoring* dari operator

| Alternatif Desain 1 |                                                            |         |         |         |           |
|---------------------|------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| No                  | Kebutuhan Konsumen                                         | OP<br>1 | OP<br>2 | OP<br>3 | $\bar{X}$ |
| 1                   | Handle <i>trolley</i> dapat diatur sesuai dengan kebutuhan | 5       | 4       | 4       | 4.3       |
| 2                   | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi  | 3       | 2       | 2.5     | 2.5       |
| 3                   | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi         | 4       | 4       | 4       | 4         |
| 4                   | Biaya perawatan yang ekonomis                              | 3       | 3       | 2       | 2.6       |
| 5                   | Trolley hibrida mudah dioperasikan                         | 4       | 5       | 5       | 4.6       |

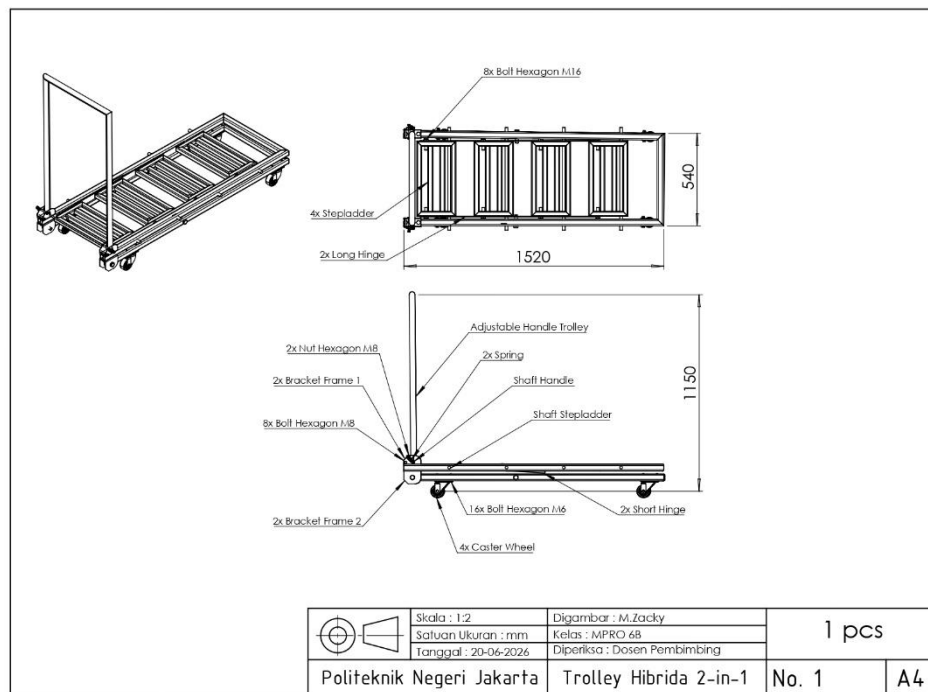
| Alternatif Desain 3 |                                                            |         |         |         |           |
|---------------------|------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| No                  | Kebutuhan Konsumen                                         | OP<br>1 | OP<br>2 | OP<br>3 | $\bar{X}$ |
| 1                   | Handle <i>trolley</i> dapat diatur sesuai dengan kebutuhan | 5       | 4       | 4       | 4.6       |
| 2                   | Biaya fabrikasi ekonomis dan mudah dalam proses fabrikasi  | 5       | 4.5     | 5       | 4.8       |

**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 | Desain hibrida 2-in-1 yang ramping dan multifungsi | 5 | 4   | 4 | 4.6 |
| 4 | Biaya perawatan yang ekonomis                      | 4 | 4.5 | 4 | 4.2 |
| 5 | Trolley hibrida mudah dioperasikan                 | 5 | 5   | 5 | 5   |

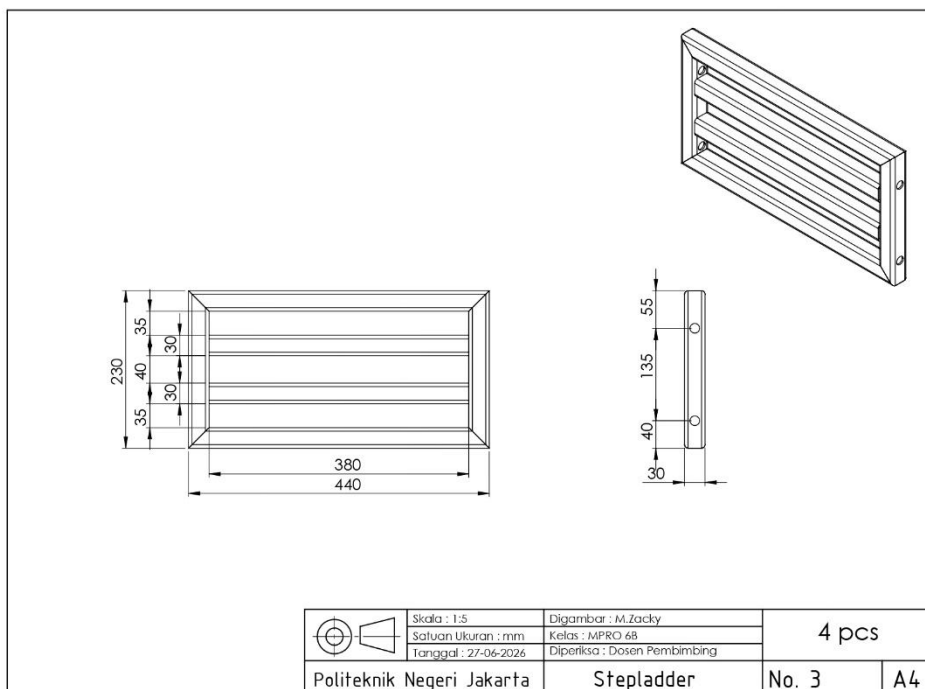
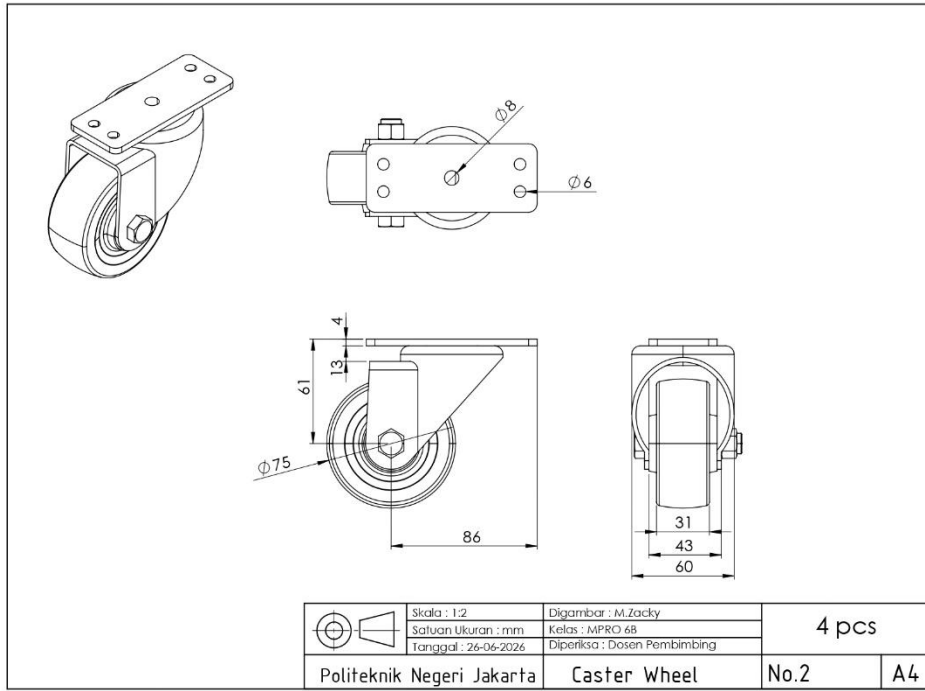
Lampiran 4 Drawing 2D Trolley Hibrida 2-in-1



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

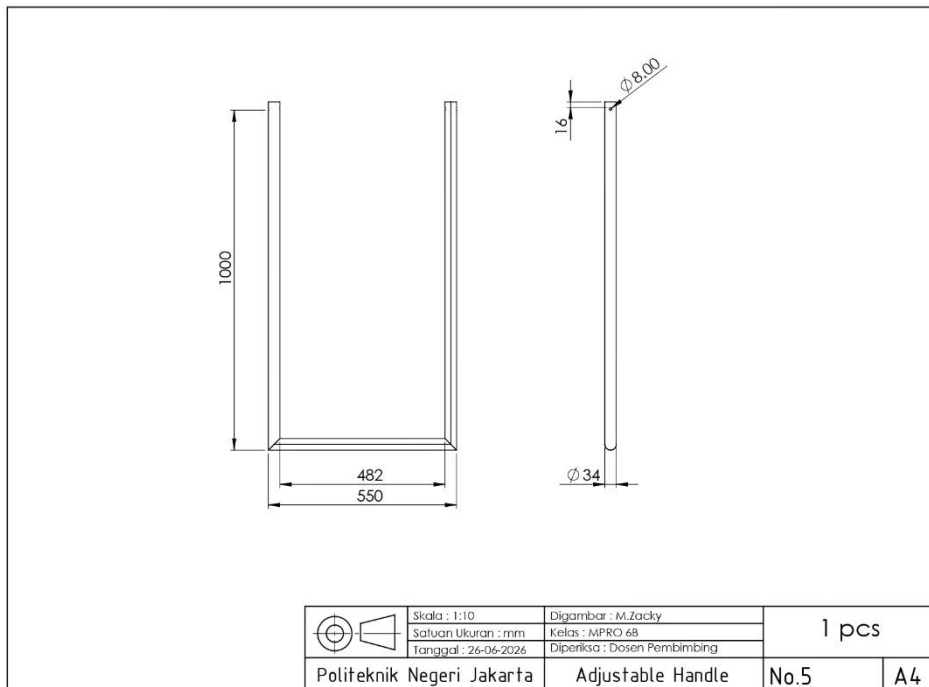
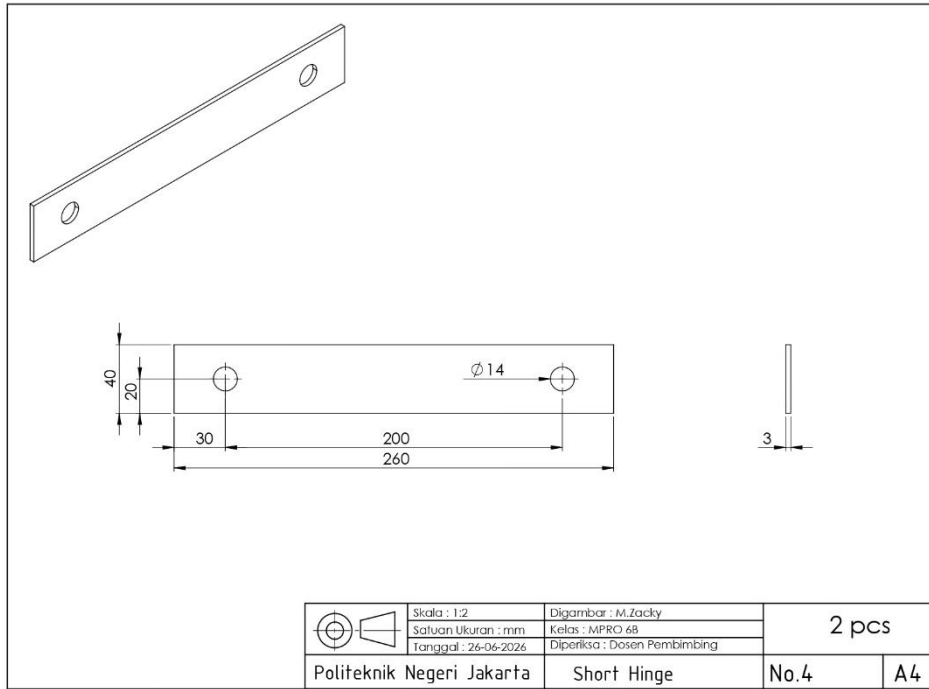
### Hak Cipta :

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



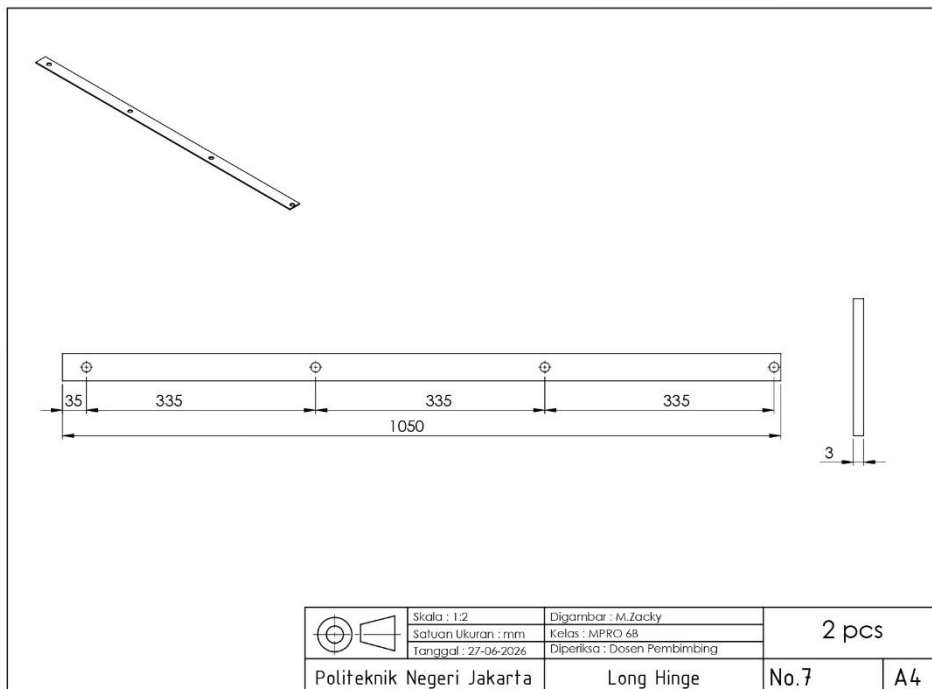
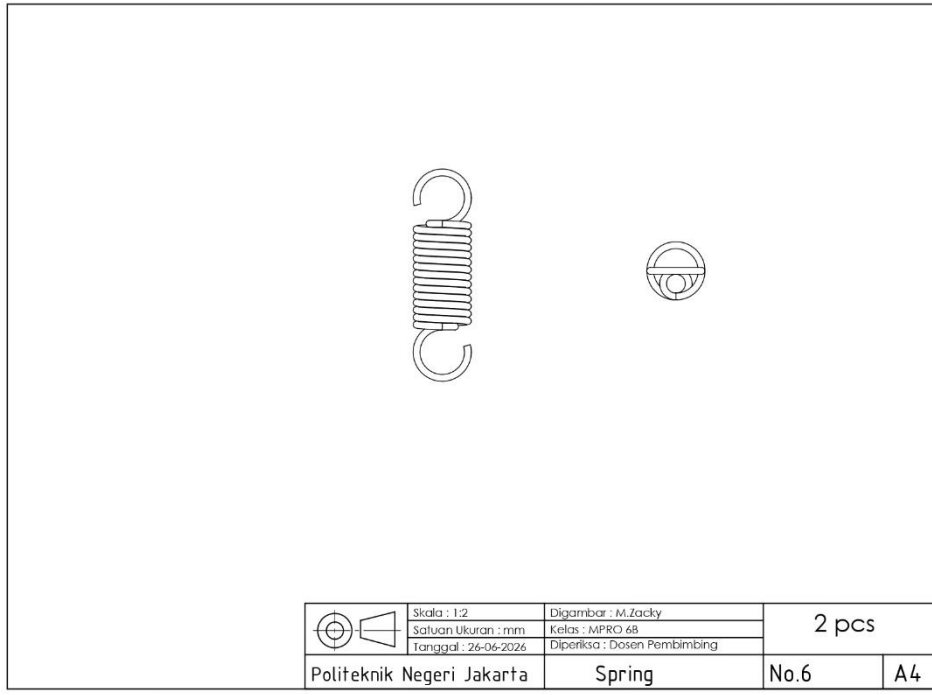
**Hak Cipta :**

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



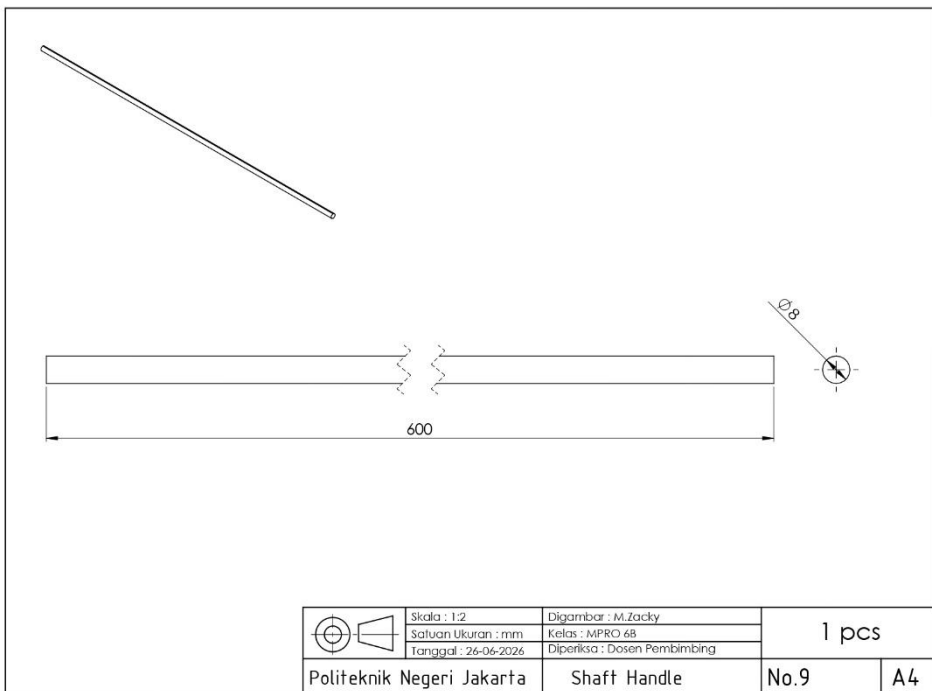
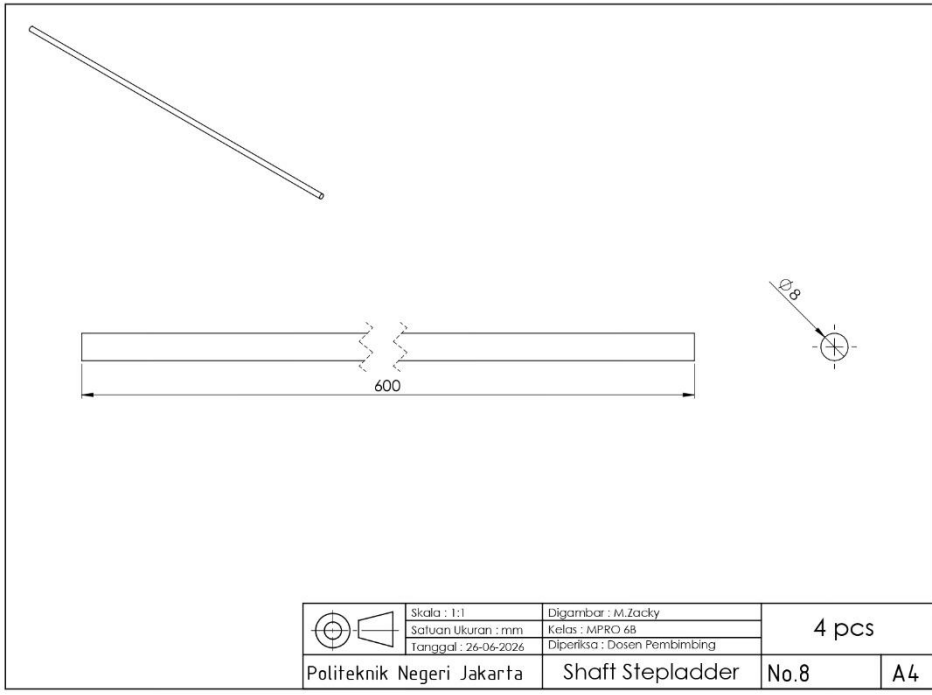
**Hak Cipta :**

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



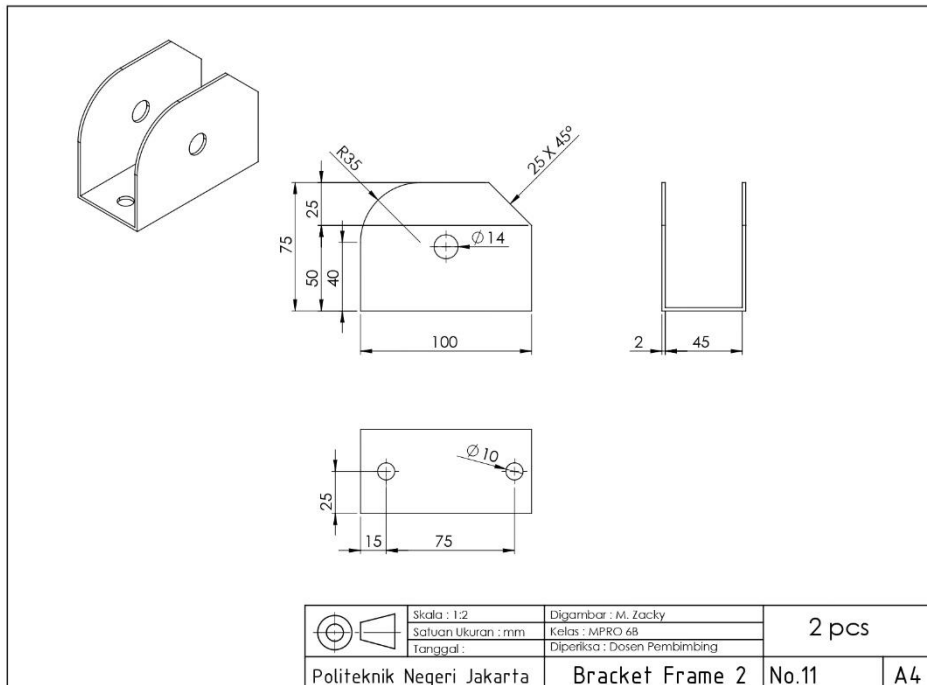
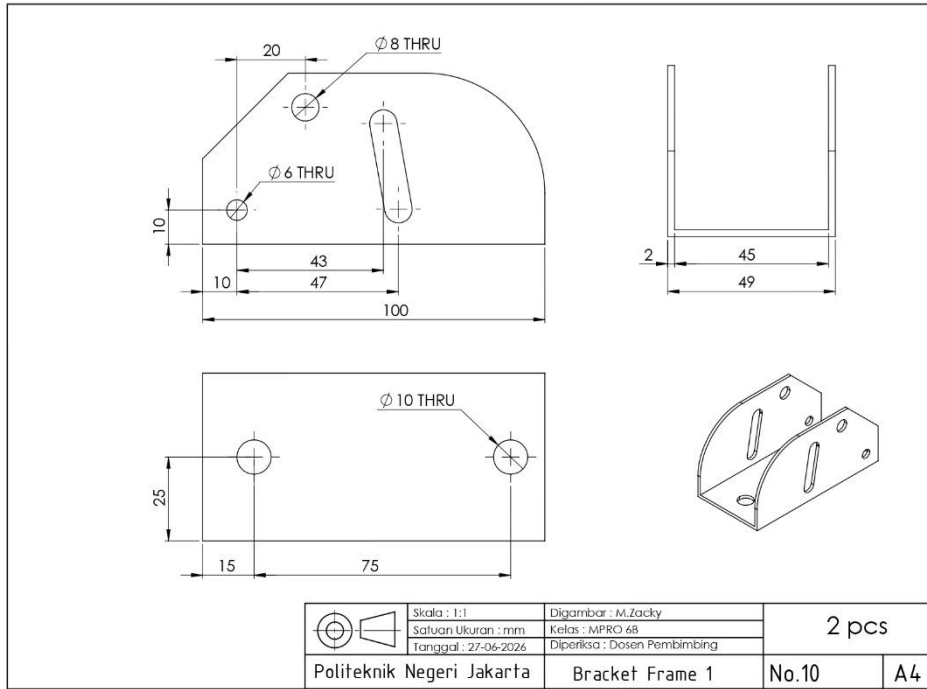
**Hak Cipta :**

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



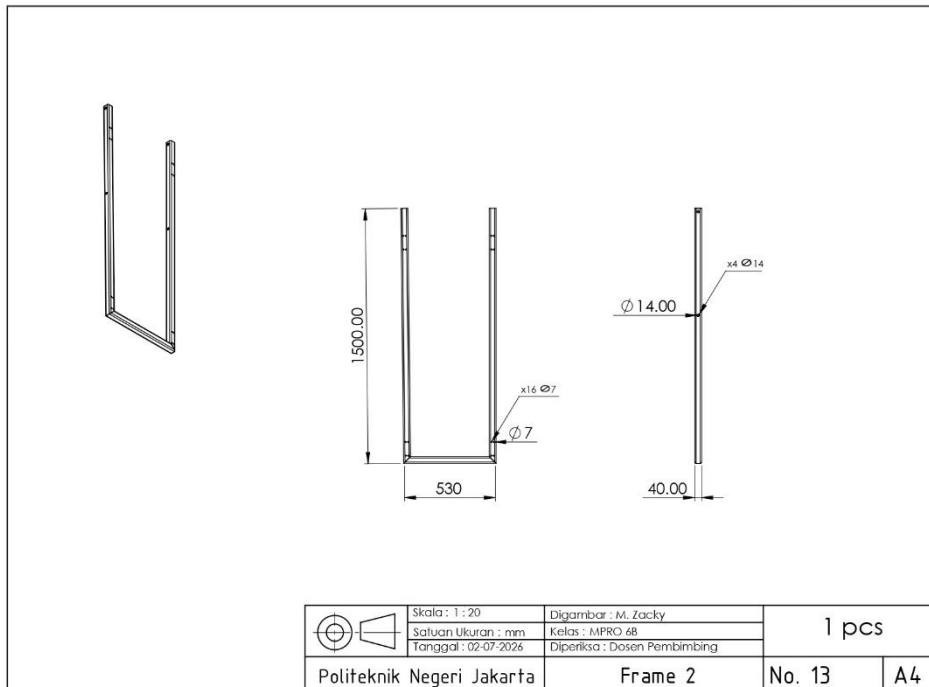
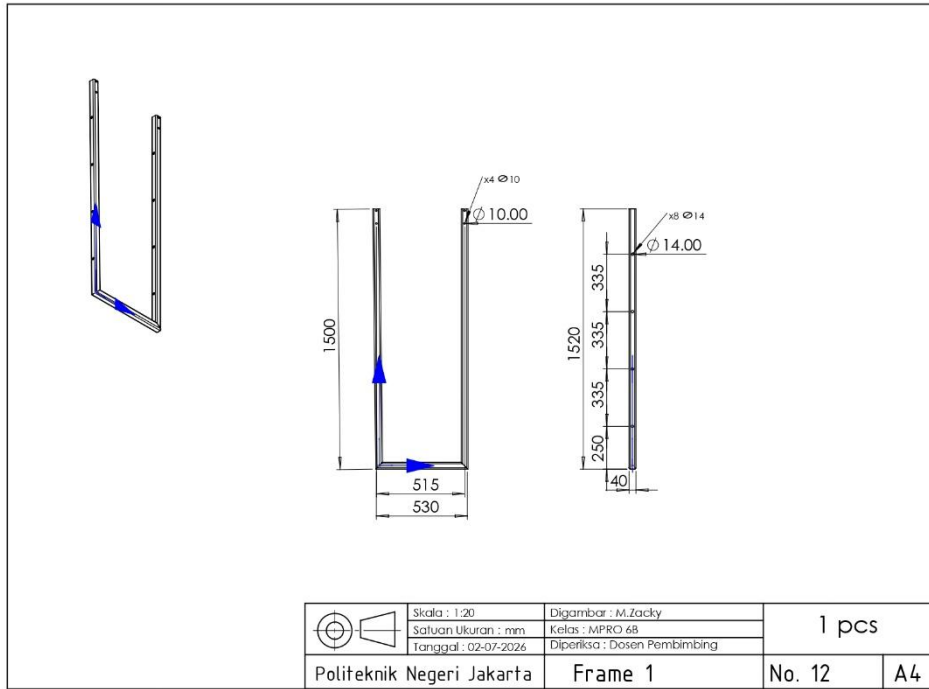
**Hak Cipta :**

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



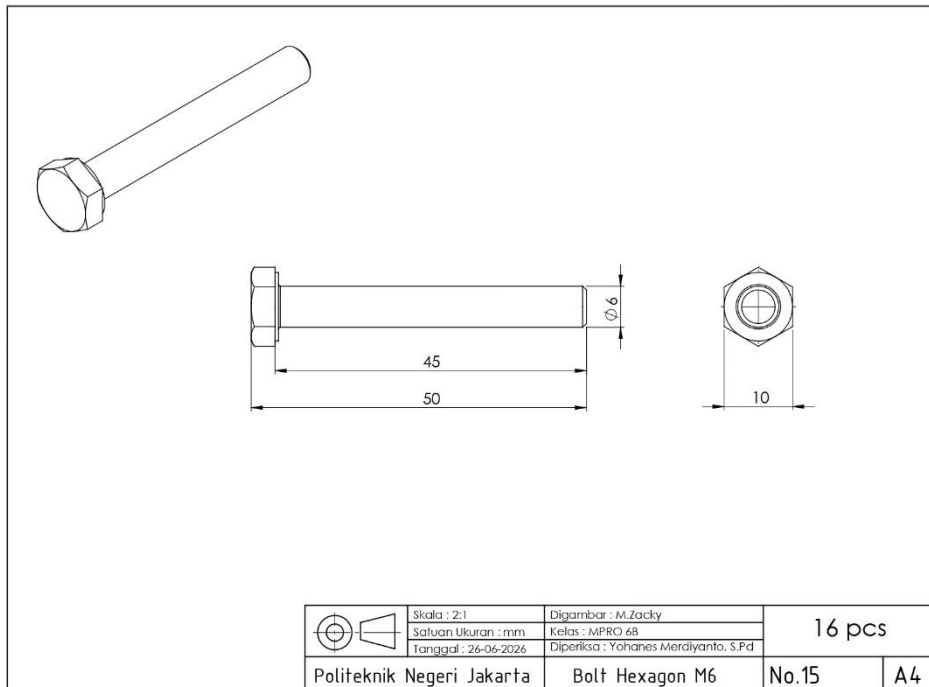
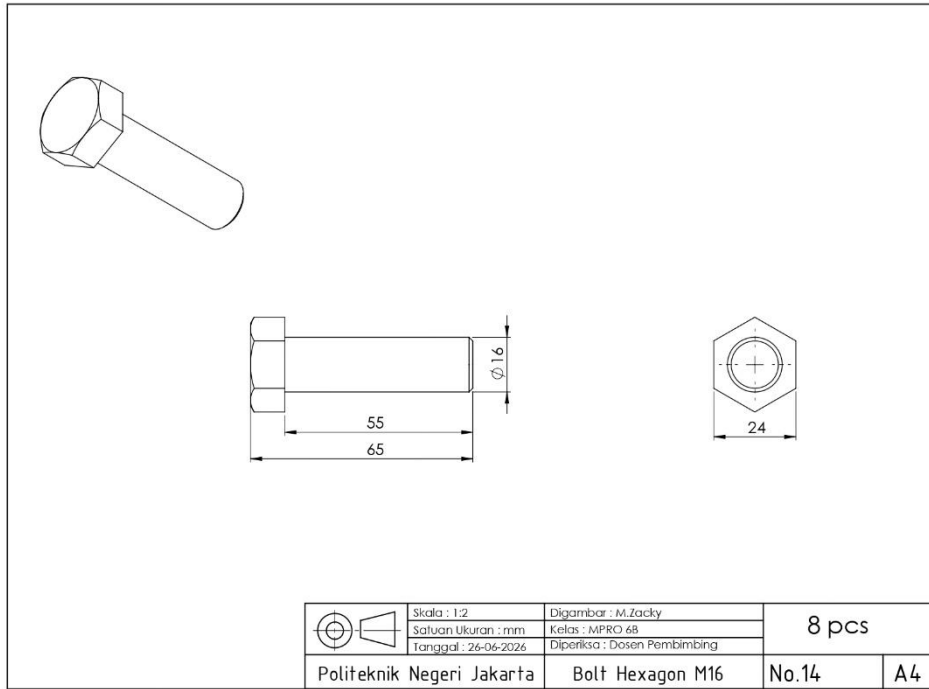
**Hak Cipta :**

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



**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

