

**RANCANG BANGUN TANGGA DI WORKSHOP FABRIKASI**

**PROYEK AKHIR**

*“Diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Diploma III*

*Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang”*



Oleh:

**DHURHAN KUSNAIDI**

21072023/2021

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2025

**HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR**  
**RANCANG BANGUN TANGGA DI WORKSHOP FABRIKASI**

**OLEH:**

Nama : Dhurhan Kusnaidi  
Nim/BP : 21072023/2021  
Konsentrasi : Fabrikasi  
Jurusan : Teknik mesin  
Program studi : Diploma III  
Fakultas : Teknik

Padang, 12 Februari 2025

Disetujui Oleh:

Koordinator Program Studi DIII  
Teknik Mesin FT-UNP

Dr. Junil Adri, S.Pd., M.Pd.T.  
NIP. 19870630 202203 1 002

Pembimbing Proyek Akhir

Andre Kurniawan, S.T., M.T.  
NIP. 19910525 201903 1 027

Kepala Departemen  
Teknik Mesin FT-UNP

Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd.  
NIP. 19800114 201012 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**RANCANG BANGUN TANGGA DI WORKSHOP FABRIKASI**

**OLEH:**

Nama : Dhurhan Kusnaidi  
NIM/BP : 21072021/2021  
Konsentrasi : Fabrikasi  
Program Studi : DIII Teknik Mesin  
Departemen : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Dewan Penguji Proyek Akhir  
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada tanggal  
12 Februari 2025

Dewan Penguji

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua

1. Andre Kurniawan, S.T., M.T.

1.



2. Penguji 1

2. Drs. Irzal, M.Kes.

2.



3. Penguji 2

3. Dr. Junil Adri, S.Pd., M.Pd.T.

3.



## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhurhan Kusnaidi

NIM/BP : 21072023/2021

Konsentrasi : Fabrikasi

Departemen : Teknik Mesin

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul : Rancang Bangun Tangga di Workshop Fabrikasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 12 Februari 2025

Yang menyatakan

Dhurhan Kusnaidi

NIM. 21072023

## ABSTRAK

Tangga merupakan elemen struktural yang digunakan dalam bangunan untuk menghubungkan lantai pada tingkat yang berbeda. Tangga dirancang untuk memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna saat berpindah antar lantai. Biasanya, tangga dilengkapi dengan pijakan yang kuat dan rangka yang kokoh guna memastikan kestabilan dan daya tahannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain, material, serta fungsi tangga dalam berbagai jenis bangunan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tangga yang dirancang dengan material yang tepat, seperti beton bertulang, baja, atau kayu berkualitas tinggi, mampu meningkatkan durabilitas dan estetika struktur. Selain itu, tangga berperan penting dalam mendistribusikan beban secara merata, sehingga meningkatkan efisiensi struktur bangunan secara keseluruhan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa tangga merupakan komponen vital dalam desain arsitektur yang aman, fungsional, dan estetis.

**Kata Kunci:** *Rancang Bangun, Struktur Tangga, Material Konstruksi, Desain Bangunan.*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul **“Rancang Bangun Tangga di Workshop Fabrikasi”**. Proyek Akhir ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu kurikulum dalam menyelesaikan Program Studi Diploma Tiga (D-III) di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan pemikiran, pengarahan, dorongan moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, antara lain sebagai berikut:

1. Kedua orang tua, saudara, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dorongan moral dan materil kepada penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Junil Adri, S.Pd., M.Pd.T. selaku Koordinator Program Studi D III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Andre Kurniawan S.T., M.T. selaku dosen Penasehat Akademik sekaligus ketua penguji Proyek Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Drs. Irzal, M.Kes. dan Bapak Dr. Junil Adri, S.Pd., M.Pd.T. selaku dosen penguji 1 dan penguji 2 Proyek Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Dr. Bulkia Rahim, S.Pd., M.Pd.T. selaku Kepala Laboratorium Fabrikasi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak/ Ibu Staf Pengajar dan Administrasi Kepegawaian Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Semua pihak dan rekan-rekan seperjuangan yang membantu dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

9. Kedua orang tua, saudara, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dorongan moral dan materil kepada penulis dalam menyelesaikan proyek akhir.

Semoga bantuan telah diberikan menjadi amalan yang baik yang mendapatkan balasan dan ridha dari Allah SWT, amin. Penulis menyadari bahwa penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran dari seluruh pihak senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan proyek akhir ini. Penulis berharap semoga proyek akhir ini dapat membawa pemahaman dan pengetahuan bagi kita semua.

Padang , 12 Februari 2025

Dhurhan Kusnaidi  
NIM 21072023

## DAFTAR ISI

|   | Halaman     |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR</b> .....             | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR</b> .....              | <b>iii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN</b> .....                             | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                      | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                               | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                 | <b>x</b>    |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                            | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang.....                                    | 1           |
| B. Identifikasi Masalah.....                              | 3           |
| C. Batasan Masalah .....                                  | 3           |
| D. Rumusan Masalah.....                                   | 4           |
| E. Tujuan Proyek Akhir.....                               | 4           |
| F. Manfaat Proyek Akhir.....                              | 4           |
| <b>BAB II KAJIAN TEORI</b> .....                          | <b>6</b>    |
| A. Teori Pendukung .....                                  | 6           |
| B. Teori Perancangan .....                                | 10          |
| C. Teori Teknis .....                                     | 20          |
| D. Dasar Pemilihan Bahan.....                             | 21          |
| <b>BAB III METODE PROYEK AKHIR</b> .....                  | <b>22</b>   |
| A. Jenis Proyek Akhir .....                               | 22          |
| B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Proyek Akhir .....        | 22          |
| C. Tahapan Pembuatan Proyek Akhir .....                   | 22          |
| D. Diagram Proyek Akhir .....                             | 23          |
| E. Alat dan Bahan Yang Digunakan Dalam Proyek Akhir ..... | 24          |
| F. Rancangan Alat.....                                    | 25          |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>28</b> |
| A. Hasil .....                          | 28        |
| B. Pembahasan .....                     | 30        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             | <b>39</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                   | <b>40</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Tangga.....   | 8              |
| Gambar 2.2 Mesin Pemotong Plat .....                                 | 14             |
| Gambar 2.3 Mesin Bor dan Perlengkapannya.....                        | 15             |
| Gambar 2.4 Mesin Las .....   | 15             |
| Gambar 2.5 Gerinda.....  | 16             |
| Gambar 2.6 Alat Ukur .....   | 16             |
| Gambar 2.7 Penggores .....   | 17             |
| Gambar 2.8 Palu.....   | 17             |
| Gambar 2.9 Penitik.....  | 18             |
| Gambar 2.10 Elektroda.....   | 18             |
| Gambar 2.11 Plat Bordes (Tebal 2,3).....                             | 19             |
| Gambar 2.12 Besi Hollow .....  | 19             |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Proyek Akhir .....                           | 23             |
| Gambar 3.2 Rancangan Tangga.....                                     | 26             |
| Gambar 4.1 Gambar Kerja Tangga .....                                 | 31             |
| Gambar 4.2 Gambar Kerja Anak Tangga.....                             | 32             |
| Gambar 4.3 Pengukuran Bahan .....                                    | 32             |
| Gambar 4.4 Pemotongan Besi.....                                      | 33             |
| Gambar 4.5 Penyambungan Rangka .....                                 | 33             |
| Gambar 4.6 Proses Pengelasan Rangka.....                             | 33             |
| Gambar 4.7 Pemeriksaan Rangka Setelah Pengelasan .....               | 34             |
| Gambar 4.8 Proses Pembersihan Terak Las .....                        | 34             |
| Gambar 4.9 Pengelasan Rangka Anak Tangga ke Tiang Jalur Tangga ..... | 34             |
| Gambar 4.10 Proses Pengelasan Penuh ke Tiang Jalur Tangga.....       | 35             |
| Gambar 4.11 Pemotongan Plat Bordes.....                              | 35             |
| Gambar 4.12 Proses pengelasan plat bordes dengan rangka .....        | 35             |
| Gambar 4.13 Proses Pengecatan .....                                  | 36             |

## **DAFTAR GAMBAR**

## DAFTAR TABEL

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Tabel 3.1 Komponen Tangga.....         | 27             |
| Tabel 3.2 Rencana Anggaran Biaya ..... | 27             |

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pembagunan infrastruktur, khususnya bangunan gedung tiap tahun meningkat seiring dengan berkembangnya tiap sektor kehidupan, baik di tingkat pusat maupun di daerah. Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas atau di dalam tanah dan air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya maupun kegiatan khusus (Undang undang RI No. 28 Tahun 2002).

Dalam dunia industri, kebutuhan akan struktur bangunan yang kuat dan tahan lama menjadi salah satu aspek penting yang harus diperhatikan. Tangga merupakan salah satu komponen krusial dalam struktur bangunan, terutama di area yang sering dilewati oleh manusia maupun kendaraan berat (Limbong, Bin Doni, dan Koehuan n.d.). Workshop fabrikasi sebagai tempat pelatihan dan praktik teknik mesin memerlukan tangga yang tidak hanya mampu menahan beban, tetapi juga berfungsi sebagai akses yang aman dan nyaman untuk naik ke lantai 2, sehingga dapat mendukung kelancaran aktivitas pekerja dan mahasiswa yang beraktivitas di dalamnya. Tangga tersebut harus dirancang untuk memberikan keamanan dan kenyamanan, serta mampu menahan beban yang diharapkan.

Pembangunan tangga yang kokoh dan sesuai standar di workshop fabrikasi akan meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Tangga ini tidak hanya harus mampu menahan beban dinamis dan statis, tetapi juga harus dirancang dengan memperhatikan faktor estetika serta kemudahan dalam proses perawatannya (Thatcher 2014).

Dalam perencanaan sebuah tangga di workshop fabrikasi, terdapat berbagai faktor teknis dan fungsional yang harus dipertimbangkan untuk memastikan bahwa tangga tersebut dapat memenuhi kebutuhan operasional

dengan optimal. Salah satu faktor penting adalah analisis beban, yang mencakup beban statis, yaitu berat tangga itu sendiri, serta beban dinamis yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan peralatan yang melintas di atasnya. Untuk menangani beban ini, diperlukan perhitungan struktur yang presisi dan pemilihan material berkualitas tinggi, seperti baja karbon atau aluminium yang dikenal karena kekuatan tariknya. Selain itu, setiap elemen tangga, seperti anak tangga, penyangga, dan landasan, harus dirancang dengan dimensi yang tepat, mengacu pada standar teknis yang berlaku agar memberikan kenyamanan bagi pengguna sekaligus meminimalkan risiko kecelakaan. Selain faktor teknis, aspek lingkungan juga memiliki peranan yang tidak kalah penting dalam proses perancangan tangga. Lokasi pemasangan tangga, baik di dalam ruangan maupun di area semi-terbuka, akan memengaruhi jenis material dan metode konstruksi yang digunakan. Dengan mengintegrasikan pertimbangan teknis dan lingkungan, tangga yang dibangun tidak hanya akan menjadi elemen struktural yang andal, tetapi juga memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi semua pengguna workshop fabrikasi.

Seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi, diperlukan inovasi dan desain yang lebih baik dalam pembuatan tangga. Oleh karena itu, tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun tangga di workshop dengan mempertimbangkan aspek kekuatan, keamanan, estetika, dan efisiensi biaya. Proses perancangan dan pembangunan tangga ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan infrastruktur di lingkungan industri lainnya, khususnya dalam mendukung aksesibilitas yang aman dan efisien di area workshop.

## B. Identifikasi Masalah

1. Keterbatasan ruang, keterbatasan ruang pada area *workshop* dapat menjadi tantangan dalam merancang tangga yang sesuai. Perlu diperhatikan ukuran dan penempatan tangga agar tidak mengganggu aktivitas kerjalahinya.
2. Biaya, efisiensi biaya dalam pemilihan material dan proses konstruksi merupakan hal penting. Perlu dipertimbangkan bagaimana mendapatkan hasil yang optimal dengan biaya yang terjangkau tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan.
3. Pemilihan material untuk pembuatan tangga harus memperhitungkan beban yang akan ditanggung, baik beban statis maupun dinamis. Material yang tidak tepat bisa menyebabkan deformasi atau bahkan keruntuhan struktural.
4. Keamanan, desain tangga harus memenuhi standar keselamatan, termasuk pencegahan slip, kejatuhan, dan akses yang aman. Penggunaan material anti-slip pada anak tangga dan pemasangan tiang yang kokoh dan pengelasan yang kuat antara anak tangga dengan dua tiang jalur adalah aspek penting dalam desain tangga ini untuk memastikan keamanan pengguna saat naik atau turun.
5. Ergonomi, perancangan tangga harus mempertimbangkan kenyamanan pekerja, termasuk ketinggian tangga, lebar, dan kemudahan akses. Ergonomi yang buruk dapat mengakibatkan kelelahan atau cedera pada pekerja.

## C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas penulis menetapkan batasan masalah yaitu:

1. Perancangan Tangga yang kuat, aman, dan nyaman sesuai standar industry.
2. Akses menuju lantai dua yang sudah ada sebelumnya kurang efisien untuk staf dan dosen dikarenakan faktor usia.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah maka penulis merumuskan masalah yaitu:

1. Bagaimana perancangan Tangga yang kuat, aman, dan nyaman sesuai standar industri?
2. Seberapa efektif Tangga sebagai akses menuju lantai dua?

#### **E. Tujuan Proyek Akhir**

Tujuan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami bagaimana perancangan Tangga yang kuat, aman, dan nyaman sesuai standar industri
2. Mengetahui seberapa efektif tangga sebagai akses menuju lantai dua.

#### **F. Manfaat Proyek Akhir**

Manfaat dari Perancangan dan pembuatan Tangga pada Workshop Fabrikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai suatu penerapan teori dan kerja praktik yang diperoleh saat bangku perkuliahan.
  - b. Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan menciptakan karya teknologi yang bermanfaat.
  - c. Meningkatkan daya kreativitas dan inovasi serta skill mahasiswa sehingga nantinya siap dalam menghadapi dunia kerja.
  - d. Menyelesaikan proyek akhir guna menunjang keberhasilan studi untuk memperoleh gelar ahli madya.
  - e. Menambah pengalaman dan pengetahuan tentang proses perancangan dan pembuatan tangga sebagai komponen utama dalam workshop, dan diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, teknisi, serta masyarakat yang menggunakan workshop tersebut sebagai fasilitas pelatihan dan praktik.

## 2. Bagi Dunia Pendidikan

- a. Menambah pengalaman dan pengetahuan tentang proses perancangan dan pembuatan tangga sebagai bagian penting dari infrastruktur pendidikan, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan kualitas fasilitas belajar di workshop, serta mendukung mahasiswa, dosen, dan tenaga pendidik dalam menciptakan lingkungan belajar yang aman, efisien, dan nyaman.
- b. Sebagai bentuk pengabdian terhadap dunia pendidikan sesuai dengan tri darma perguruan tinggi, sehingga perguruan tinggi mampu memberikan kontribusi bagi mahasiswa, dosen, dan teknisi, serta digunakan sebagai sarana untuk memajukan kualitas pendidikan dan fasilitas praktik di lingkungan kampus.
- c. Program proyek akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya yang bersangkutan dengan mata kuliah yang mempunyai hubungan dengan alat produksi tepat guna.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Teori Pendukung**

##### **1. Definisi Rancang**

Rancang dapat diartikan sebagai suatu proses menyusun dan merencanakan sesuatu secara rinci sebelum dilaksanakan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kata "rancang" didefinisikan sebagai "perencanaan atau persiapan sesuatu dengan teliti sebelum dilaksanakan". Pengertian ini mencakup semua tahapan, mulai dari konseptualisasi, penyusunan skema, hingga detail-detail teknis yang diperlukan agar suatu proyek atau kegiatan dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Dalam dunia arsitektur dan desain, misalnya, rancang sangat berkaitan dengan penyusunan blueprint atau cetak biru, yang memuat semua rincian bangunan yang akan didirikan. Di bidang teknologi, rancang dapat merujuk pada proses pengembangan perangkat lunak atau sistem, di mana perencanaan dan pengaturan komponen menjadi kunci keberhasilan proyek. Sementara dalam lingkup bisnis, rancang bisa berarti menyusun strategi yang matang sebelum peluncuran produk atau layanan baru.

##### **2. Definisi Bangun**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), salah satu arti dari "bangun" adalah "bentuk (rupa, wujud)" dan "susunan atau konstruksi". Dalam dunia teknik dan permesinan, bangun suatu mesin atau komponen harus dirancang dengan cermat untuk memastikan efisiensi, kestabilan, dan daya tahan. Misalnya, bangun mesin pada mesin pembakaran internal mencakup desain silinder, piston, crankshaft, dan berbagai komponen lain yang harus disusun sedemikian rupa untuk menghasilkan kinerja yang optimal.

Desain bangun mesin juga sangat penting dalam proses manufaktur, di mana setiap bagian harus dirancang agar dapat diproduksi dengan presisi tinggi dan dirakit dengan tepat untuk memastikan fungsionalitas mesin secara keseluruhan. Oleh karena itu, dalam permesinan, istilah "bangun" tidak hanya merujuk pada bentuk fisik suatu mesin, tetapi juga mencakup seluruh aspek desain dan konstruksi yang mempengaruhi kinerja dan keandalan mesin tersebut.

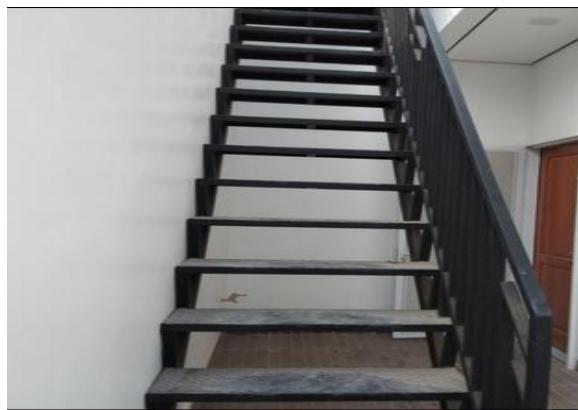
### **3. Definisi Rancang Bangun**

Rancang bangun menurut para ahli sering dikaitkan dengan proses perancangan dan pengembangan produk atau sistem yang melibatkan berbagai disiplin ilmu, termasuk teknik, desain, dan manajemen. Menurut Pahl dan Beitz (2007), rancang bangun adalah suatu proses yang sistematis dalam mengidentifikasi kebutuhan, merumuskan masalah, mengembangkan solusi, dan kemudian mengimplementasikan solusi tersebut ke dalam produk atau sistem yang dapat berfungsi dengan baik. Mereka menekankan bahwa rancang bangun bukan hanya mencakup aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan faktor ekonomi, lingkungan, dan sosial. Oleh karena itu, rancang bangun merupakan pendekatan holistik yang bertujuan untuk menghasilkan solusi yang optimal dan berkelanjutan.

Di sisi lain, (Amalia et al. 2023) menambahkan bahwa rancang bangun adalah proses kreatif yang tidak hanya melibatkan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga mengintegrasikan elemen-elemen estetika dan fungsi. Cross menekankan pentingnya inovasi dan kreativitas dalam proses rancang bangun, karena hal ini memungkinkan munculnya solusi-solusi baru yang tidak konvensional namun efektif. Dengan demikian, rancang bangun tidak hanya merupakan proses teknis, tetapi juga sebuah seni dalam menciptakan sesuatu yang bernilai dan bermanfaat

#### 4. Pengertian Tangga

Tangga adalah struktur yang dirancang untuk memudahkan perpindahan vertikal dari satu tingkat ke tingkat lainnya dalam sebuah bangunan atau area (Prastawa et al. 2018). Secara umum, tangga terdiri dari serangkaian langkah atau anak tangga yang diatur sedemikian rupa untuk memungkinkan pengguna naik atau turun dengan aman dan nyaman. Tangga juga merupakan salah satu elemen struktur yang dominan dalam memikul momen lentur dan gaya geser. Pada tangga diperhitungkan adanya beban tetap (pengguna, peralatan, berat material tangga) yang bekerja secara tetap dalam waktu lama, serta beban tak terduga seperti gempa, angin, dan getaran (Dewi, Ilfiani, dan Purnama 2021). Tangga dapat berupa elemen yang sederhana seperti tangga kayu atau besi yang digunakan di rumah tangga, hingga struktur kompleks yang terdapat pada gedung-gedung tinggi atau fasilitas industri.



Gambar 2.1 Tangga

( Sumber : [bengkellasciptakarya.com](http://bengkellasciptakarya.com) Diakses tanggal 11 Januari 2025)

Rangka adalah suatu sistem struktural yang terdiri dari komponen-komponen yang saling terkait dan berfungsi sebagai penahan beban dan mendistribusikan beban ke fondasi. Rangka dapat dibuat dari berbagai material, seperti baja, kayu, atau beton, dan digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti bangunan, jembatan, atau mesin.

## 5. Jenis – Jenis Tangga

- a. Tangga Lurus (Straight Staircase), jenis tangga yang paling sederhana dan umum digunakan. Tangga ini tidak memiliki perubahan arah, sehingga penggunanya dapat naik atau turun dengan lurus tanpa halangan.
- b. Tangga Putar (Spiral Staircase), Tangga jenis ini memiliki bentuk melingkar dan umumnya digunakan di ruang yang terbatas. Tangga putar sering dijumpai di bangunan yang memiliki desain modern atau estetika yang tinggi.
- c. Tangga Belok (L-Shaped Staircase), Tangga ini memiliki perubahan arah pada titik tertentu, sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan lebih baik dalam penggunaan sehari-hari. Biasanya digunakan di rumah atau kantor.
- d. Tangga Dual (Double Staircase), Ini adalah tangga dengan dua jalur yang berjalan sejajar, sering ditemukan di bangunan megah atau hotel.
- e. Tangga Darurat, Tangga yang dirancang khusus untuk keadaan darurat, dengan desain yang memungkinkan evakuasi cepat dari bangunan.

## 6. Manfaat Tangga

- a. Keamanan, Tangga yang dirancang dengan baik memiliki elemen penting seperti pegangan tangan dan permukaan anak tangga yang anti-slip, sehingga mengurangi risiko tergelincir dan jatuh, terutama di area yang lembap atau berisiko tinggi.
- b. Daya Tahan, Tangga yang terbuat dari bahan berkualitas tinggi, seperti baja atau beton, sangat tahan terhadap beban berat dan benturan, menjadikannya pilihan yang tepat untuk area industri atau bangunan dengan lalu lintas tinggi.
- c. Ketahanan Terhadap Korosi, Dalam penelitian yang dipublikasikan dalam *Corrosion Science Journal*, dijelaskan bahwa tangga yang

terbuat dari bahan seperti stainless steel menunjukkan ketahanan yang sangat baik terhadap korosi, menjadikannya pilihan ideal untuk lingkungan lembap seperti workshop.

## **B. Teori Perancangan**

Dalam perancangan tangga, terdapat beberapa teori dan prinsip yang perlu dipertimbangkan agar dapat berfungsi dengan efisien, aman, dan diproduksi dengan biaya terjangkau. Berikut adalah beberapa teori perancangan yang relevan untuk tangga:

### **1. Prinsip Desain Rangka**

Rangka tangga harus dirancang agar cukup kuat untuk menahan berbagai beban. Beban statis, seperti berat orang yang menggunakan tangga atau peralatan yang ada di sekitarnya, harus diperhitungkan (Teguh, Syafri, dan Nazaruddin 2018). Sementara itu, beban dinamis berasal dari gerakan orang yang naik atau turun tangga. Selain itu, beban impak, yang terjadi ketika benda jatuh atau benturan mendadak, juga dapat memengaruhi kekuatan dan kestabilan tangga, sehingga hal ini perlu diperhatikan saat merancangnya.

### **2. Pemilihan Material Rangka**

- a. Baja struktural adalah material yang umum digunakan untuk rangka tangga karena memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Selain itu, baja struktural juga mudah diproses, menjadikannya pilihan yang ideal untuk memastikan kestabilan dan daya tahan tangga.
- b. Stainless steel, Stainless steel adalah material yang sangat tahan lama dan tidak mudah berkarat, sehingga sangat cocok digunakan untuk rangka tangga. Meskipun harganya lebih tinggi, kelebihannya dalam hal daya tahan dan ketahanan terhadap korosi membuatnya pilihan yang tepat, terutama untuk area luar ruangan atau tempat dengan kondisi yang membutuhkan kekuatan serta kebersihan, seperti di lingkungan industri.

### 3. Bentuk dan Dimensi Rangka

- a. Bentuk rangka tangga harus disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya. Bentuk yang paling umum digunakan adalah garis lurus atau dengan sedikit belokan, tergantung pada desain dan ruang yang tersedia. Rangka tangga harus dirancang agar kuat dan kokoh, sambil memudahkan proses pemasangan serta memastikan semua komponen seperti anak tangga dan pegangan terpasang dengan aman dan stabil.
- b. Dimensi rangka tangga harus ditentukan berdasarkan beban yang akan ditopang, kekuatan yang dibutuhkan, serta ruang yang tersedia. Rangka tangga harus cukup besar untuk mendukung semua komponen dengan aman, namun tidak boleh terlalu besar hingga mengganggu kenyamanan atau efisiensi ruang serta menurunkan kestabilan tangga itu sendiri.

### 4. Sambungan dan Finishing Rangka

#### a. Sambungan Rangka

Sambungan pada rangka tangga harus dibuat kuat dan kokoh untuk menjaga kestabilan struktur secara keseluruhan. Biasanya, sambungan las dipilih karena dapat memberikan daya tahan yang baik dan memastikan tangga tetap stabil saat digunakan, meskipun menanggung beban yang cukup berat.

#### b. Finishing Rangka

Penyelesaian (finishing) pada rangka tangga harus dilakukan dengan rapi dan halus untuk mencegah karat serta memperindah tampilan struktur. Metode yang sering digunakan adalah pengecatan dan powder coating, karena keduanya efektif dalam memberikan perlindungan ekstra sekaligus memberikan hasil yang lebih menarik dan tahan lama.

Dengan memperhatikan teori-teori perancangan ini, perancang dapat merancang tangga yang memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik. Hal ini dilakukan sambil memastikan kualitas, efisiensi, dan keselamatan.

## 5. Desain dan Konstruksi

Desain dan konstruksi tangga harus mempertimbangkan beberapa aspek penting, seperti kekuatan material, efisiensi ruang, dan keselamatan pengguna. Menurut (Desain et al. 2024), "Desain yang baik harus mempertimbangkan aspek kekuatan material, efisiensi ruang, dan keselamatan pengguna untuk memastikan bahwa tangga dapat berfungsi dengan baik dan aman."

### a. Material

Pemilihan material yang tepat sangat penting dalam desain dan konstruksi tangga. Material harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban, tahan terhadap korosi, dan mudah dalam perawatan. Tangga biasanya terbuat dari baja atau bahan logam lainnya yang kuat dan tahan lama untuk memastikan daya tahan serta keamanan struktur, sehingga dapat digunakan dengan aman dalam jangka panjang.

### b. Ergonomi dan Keselamatan

Ergonomi dan keselamatan juga merupakan faktor penting dalam desain tangga. Tangga harus dirancang sedemikian rupa agar mudah digunakan dan aman bagi pengguna. Menurut (Weinger dan Gaba 2014), "Ergonomi yang baik dalam desain dapat meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi risiko cedera bagi pengguna."

## 6. Faktor-Faktor Desain dan Konstruksi

### a. Kekuatan dan Daya Tahan Material

Material yang digunakan dalam pembuatan lantai tangga harus memiliki kekuatan dan daya tahan yang cukup untuk menahan beban kerja yang tinggi. Bahan yang umum digunakan antara lain baja karbon, baja tahan karat, dan paduan aluminium. Menurut (Prastawa et al. 2018), "Pemilihan material yang tepat sangat penting untuk memastikan kekuatan dan daya tahan struktur dalam jangka panjang."

b. Desain Ergonomis

Desain ergonomis penting untuk memastikan kenyamanan dan keselamatan pengguna. Komponen tangga harus dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dijangkau dan dioperasikan. Menurut (Gede et al. 2022), "Desain yang baik dapat meningkatkan kenyamanan pengguna dan mengurangi risiko cedera."

c. Analisis Getaran dan Kebisingan

Getaran dan kebisingan adalah faktor penting yang perlu diperhatikan dalam desain tangga. Getaran berlebih dapat menyebabkan keausan pada komponen, sementara kebisingan dapat mengganggu pengguna. Menurut (Sadiana 2004), "Analisis getaran dan kebisingan penting untuk memastikan bahwa struktur beroperasi dengan lancar dan nyaman."

d. Analisis Ukuran Tinggi Anak Tangga

Menurut Perhitungan Francois Blondel (Gerbino 2012), cara menghitung tangga yang nyaman adalah dengan menjumlahkan 2 tinggi anak tangga dan 1 lebar pijakan. Total dari ketiga nya penjumlahan tersebut sebaiknya berkisar di ukuran 63-65 cm. Untuk menghindari noda bekas lapisan sepatu yang tergores pada bagian riser tangga vertikal, lebih baik menggunakan profil dengan riser yang terpotong atau memiliki bentuk lebih miring. Hal ini memberikan permukaan tread yang lebih luas. Untuk lebar tread yang kurang dari 260 mm, riser langkah tersebut harus dipotong sekitar 20-30 cm, hal ini juga berlaku untuk tangga terbuka tanpa riser (Ernst and Peter Neufert 2012). Manusia memerlukan ruang paling banyak pada ketinggian pegangan tangan, dan jauh lebih sedikit pada ketinggian kaki. Lebar tangga di sini bisa dibuat lebih sempit demi mendapatkan ruang tangga yang lebih besar.

#### e. Sudut Ideal Kemiringan Tangga

Idealnya ukuran sudut yang direkomendasikan adalah di bawah 25-45 derajat. Alasannya agar nantinya tangga tidak terlalu curam dan terlihat kurang bagus dari segi estetika, tangga yang terlalu curam juga bisa membahayakan penggunanya. Dari sudut pandang fisiologis, penggunaan 'usaha memanjang' yang terbaik terjadi pada kemiringan tangga  $30^\circ$  dan rasio antara riser (r) dan tread (t) sebesar 17:29. Kemiringan ini ditentukan oleh panjang langkah orang dewasa (sekitar 59-65 cm) (Ernst and Peter Neufert 2012). Supaya mendapatkan tangga dengan kemiringan sekitar  $25-45^\circ$  maka tinggi tangga (y) tidak boleh melebihi nilai panjang tangga (x). Jika nilai tinggi tangga (y) terlalu kecil dibanding panjang tangga (x) akan mengakibatkan tangga terlalu landai dan masih belum bias memberikan rasa nyaman yang cukup. Hal ini karena kaki diharuskan untuk menaiki undakan tangga yang jauh lebih banyak dengan ketinggian tertentu.

### 7. Perencanaan Alat dan Bahan

#### a. Alat

##### 1) Mesin Potong Plat

Mesin pemotong plat adalah peralatan industri yang digunakan untuk memotong lembaran logam (plat) dengan presisi dan efisiensi. Mesin ini penting dalam berbagai aplikasi manufaktur dan konstruksi, dari pembuatan komponen kendaraan hingga struktur bangunan. Ada beberapa jenis mesin pemotong plat yang umumnya digunakan, masing-masing dengan karakteristik dan kegunaan khusus.



Gambar 2.2 Mesin Pemotong Plat

( Sumber : gmt.co.id Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

## 2) Mesin Bor dan Perlengkapannya

Mesin bor adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Fungsi utamanya adalah untuk mengebor atau membuat lubang berbentuk silindris pada berbagai jenis material, seperti logam, kayu, plastik, dan lainnya. Mesin bor ini memanfaatkan alat potong yang disebut mata bor (drill bit), yang diputar dengan kecepatan tinggi untuk melakukan proses pengeboran.



Gambar 2.3 Mesin Bor dan Perlengkapannya

( Sumber : Tools.com Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

## 3) Mesin Las

Mesin las adalah alat yang digunakan untuk menyambungkan dua atau lebih potongan logam dengan cara memanaskannya hingga mencair dan kemudian membiarkannya mendingin sehingga terbentuk ikatan yang kuat. Proses pengelasan melibatkan penggunaan panas, tekanan, atau kombinasi keduanya, dan dapat dilakukan dengan atau tanpa penggunaan bahan pengisi.



Gambar 2.4 Mesin Las

( Sumber : Alatproyek.com Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

#### 4) Gerinda

Mesin gerinda adalah alat yang digunakan untuk mengasah, mengikis, menghaluskan, dan memotong benda kerja dengan menggunakan roda abrasif sebagai alat potong. Proses kerja mesin gerinda dikenal sebagai penggerindaan (grinding), di mana roda abrasif yang berputar pada kecepatan tinggi berfungsi untuk menghilangkan material dari permukaan benda kerja.



Gambar 2.5 Gerinda

( Sumber : Fujiayama Power Tools Diakses Tanggal 11 Januari 2025)

#### 5) Alat Ukur

Alat ukur adalah perangkat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu objek atau fenomena dengan tingkat ketelitian dan akurasi tertentu. Alat ukur sangat penting dalam berbagai bidang, seperti sains, teknik, manufaktur, dan perdagangan, untuk memastikan bahwa hasil pengukuran sesuai dengan standar yang ditetapkan.



Gambar 2.6 Alat Ukur

( Sumber : Gesainstech Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

### 6) Penggores

Penggores adalah alat yang digunakan dalam pekerjaan mekanik atau fabrikasi logam untuk membuat garis atau tanda pada permukaan benda kerja. Alat ini biasanya digunakan sebagai panduan untuk pemotongan, pengeboran, atau operasi pemesinan lainnya. Penggores sangat berguna dalam memastikan bahwa pekerjaan dilakukan dengan presisi dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.



Gambar 2.7 Penggores

( Sumber : [diamondjack.co.id](https://diamondjack.co.id) Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

### 7) Palu

Palu adalah alat tangan yang digunakan untuk memberikan benturan pada suatu objek. Fungsi utama palu adalah memukul atau mengarahkan benda kerja, seperti paku, pahat, atau benda lainnya, serta untuk memecah atau membentuk material. Palu terdiri dari dua bagian utama: kepala palu dan gagang (pegangan).



Gambar 2.8 Palu

( Sumber : [Indokontraktor.com](https://indokontraktor.com) Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

### 8) Penitik

Penitik adalah alat yang digunakan untuk membuat tanda atau titik pada bahan seperti logam atau kayu. Alat ini sering digunakan untuk mempermudah proses pengeboran atau pemotongan dengan memberikan tanda di mana pekerjaan tersebut harus dimulai.



Gambar 2.9 Penitik

( Sumber : Indoteknik.com Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

### 9) Elektroda

Elektroda adalah batang atau kawat yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik ke bahan yang akan dilas. Elektroda dapat berupa bahan pengisi (consumable) yang meleleh dan menjadi bagian dari sambungan las, atau bahan yang tidak habis (non-consumable) seperti tungsten yang digunakan dalam proses las TIG (Tungsten Inert Gas).



Gambar 2.10 Elektroda

( Sumber : Indoteknik.com Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

## b. Bahan

### 1) Plat Bordes (Tebal 2,3 mm)

Plat bordes adalah lembaran logam yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan konstruksi karena kekuatannya yang tinggi dan ketahanannya terhadap korosi. Plat ini biasanya dibuat melalui proses rolling panas atau dingin, dan tersedia dalam berbagai ketebalan dan ukuran. Plat bordes sering digunakan untuk lantai,

permukaan kerja, dan area akses lainnya, serta memberikan perlindungan dan stabilitas. Terdapat berbagai jenis plat bordes, seperti plat bordes dengan permukaan halus atau bertekstur, yang masing-masing memiliki sifat khusus untuk memenuhi kebutuhan aplikasi yang beragam.



Gambar 2.11 Plat Bordes (Tebal 2,3 mm)

( Sumber : [anekasteelteknik.com](http://anekasteelteknik.com) Diakses Tanggal 11 Januari 2025 )

## 2) Besi Hollow

Besi hollow adalah jenis material yang banyak digunakan dalam konstruksi dan industri karena sifatnya yang ringan, kuat, dan mudah dibentuk. Dengan bentuk berongga, besi hollow memberikan kekuatan struktural yang baik untuk aplikasi seperti balok, kolom, dan rangka bangunan. Karakteristik ini membuat besi hollow ideal untuk proyek-proyek yang memerlukan material yang kuat namun mudah dikerjakan, termasuk dalam pembuatan kapal, industri otomotif, dan komponen mesin.



Gambar 2.12 Besi Hollow

( Sumber : [rakgudangheavyduty.com](http://rakgudangheavyduty.com) Diakses Tanggal 11 Januari

2025 )

### C. Teori Teknis

Rangka adalah suatu sistem struktural yang terdiri dari komponen-komponen yang saling terkait dan berfungsi sebagai penahan beban dan mendistribusikan beban ke fondasi. Rangka dapat dibuat dari berbagai material, seperti baja, kayu, atau beton, dan digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti bangunan, jembatan, atau mesin.

1. Komponen rangka yaitu:
  - a. Kolom, Kolom adalah komponen vertikal yang berfungsi sebagai penahan beban dan mendistribusikan beban ke fondasi.
  - b. Balok, Balok adalah komponen horizontal yang berfungsi sebagai penahan beban dan mendistribusikan beban ke kolom.
  - c. Sambungan, Sambungan adalah komponen yang menghubungkan kolom dan balok, berfungsi sebagai pengikat dan mendistribusikan beban.
2. Teori dasar rangka
  - a. Teori *Bending*, teori bending menyatakan bahwa balok akan mengalami defleksi (perubahan bentuk) ketika diberikan beban
  - b. Struktur Rangka, Sambungan dapat berupa rigid (kaku) atau pinned (sendi), mempengaruhi cara beban ditransmisikan melalui rangka.

### D. Dasar Pemilihan Bahan

Pada saat sekarang ini cukup banyak ditemui bahan yang digunakan sebagai bahan baku industri. Hal ini kadang-kadang menyulitkan dalam pemilihan bahan yang akan digunakan. Bahan yang memiliki kelebihan dari segi keuletan, tahan terhadap korosi dan suhu kerja yang tinggi namun harganya yang cukup mahal. Oleh karena itu pemilihan bahan tidak hanya berdasarkan pertimbangan teknis, tetapi juga pertimbangan ekonomis dan ketersedian dari bahan juga memegang peranan penting dalam hal pemilihan bahan.

Pemilihan bahan adalah proses penting dalam berbagai bidang termasuk teknik, manufaktur, kontruksi dan desain produk (Putra, Hidayat, dan Purnama 2008). Berikut aspek - aspek yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan:

- a. Pertimbangan korosi, pertimbangan korosi pada poros ST 37 adalah sangat penting karena korosi dapat menyebabkan kegagalan struktur dan mengurangi umur rangka.
- b. Permukaan dan Pola, plat besi bordes yang terbuat dari bahan besi atau logam lainnya biasanya memiliki permukaan dengan pola tertentu, seperti pola beralur atau bergelombang. Pola ini dapat bervariasi, seperti pola cekung segi empat, segi enam, atau pola lainnya. Pola beralur ini memberikan keuntungan dalam mencegah tergelincir, serta meningkatkan daya cengkeram kaki, sehingga meningkatkan keselamatan pengguna saat naik atau turun tangga.
- c. Kekuatan dan Ketahanan, Tangga yang terbuat dari baja karbon umumnya memiliki kekuatan dan ketahanan yang sangat baik. Hal ini membuatnya ideal untuk digunakan di area yang memerlukan kekuatan ekstra dan daya tahan terhadap beban berat, seperti tangga industri, tangga luar ruangan, dan area yang sering dilalui, memastikan struktur tetap aman dan stabil dalam jangka panjang.

## **BAB III**

### **METODE PROYEK AKHIR**

#### **A. Jenis Proyek Akhir**

Proyek akhir ini termasuk dalam kategori desain dan pembuatan alat, yaitu tangga yang dapat memudahkan akses menuju lantai dua. Secara spesifik, proyek akhir ini berfokus pada perancangan dan pembuatan tangga.

#### **B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Proyek Akhir**

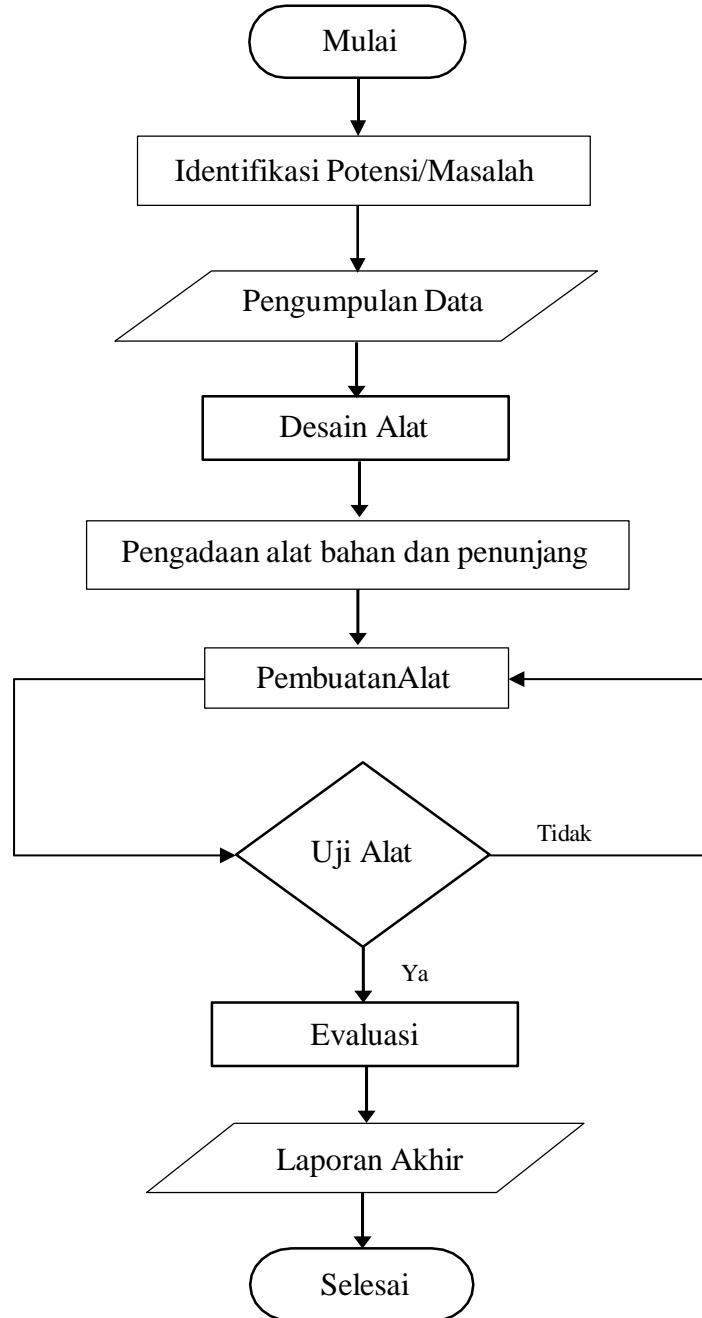
Waktu pelaksanaan proyek akhir ini dilakukan pada September s/d Desember 2024, perencanaan, pembuatan serta pengujian dalam proyek akhir ini dilakukan di laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

#### **C. Tahapan Pembuatan Proyek Akhir**

Untuk meyelesaikan proyek akhir ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu:

1. Identifikasi masalah dan tujuan
2. Studi pustaka
3. Perumusan masalah dan tujuan
4. Perancangan dan gambar desain
5. Pemilihan bahan
6. Pembuatan dan perakitan alat
7. Pengujian dan evaluasi
8. Laporan akhir dan presentasi

#### D. Diagram Alir Proyek Akhir



Gambar 3.1 Diagram alir proyek akhir

## **E. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Proyek Akhir**

Dalam pembuatan lantai bordes, berbagai alat dan bahan digunakan. Berikut adalah beberapa contoh alat dan bahan yang umumnya digunakan dalam proses pembuatan:

### 1. Alat

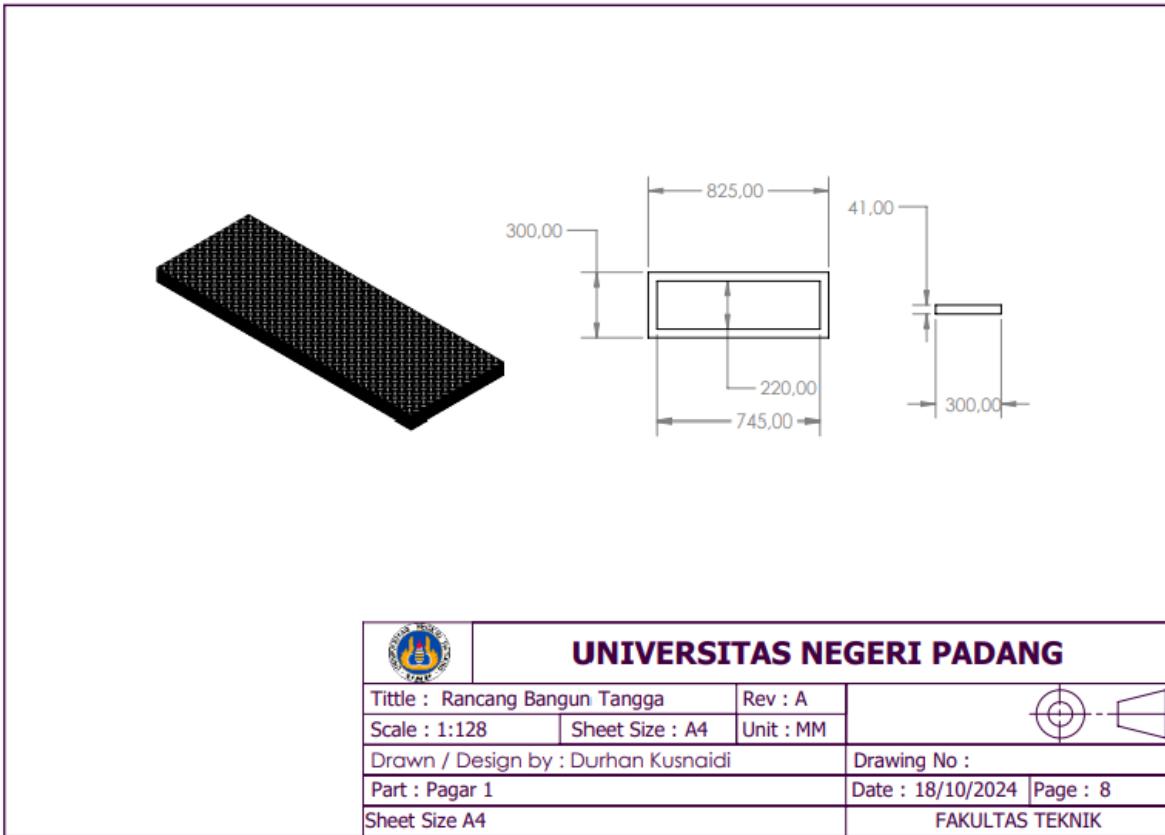
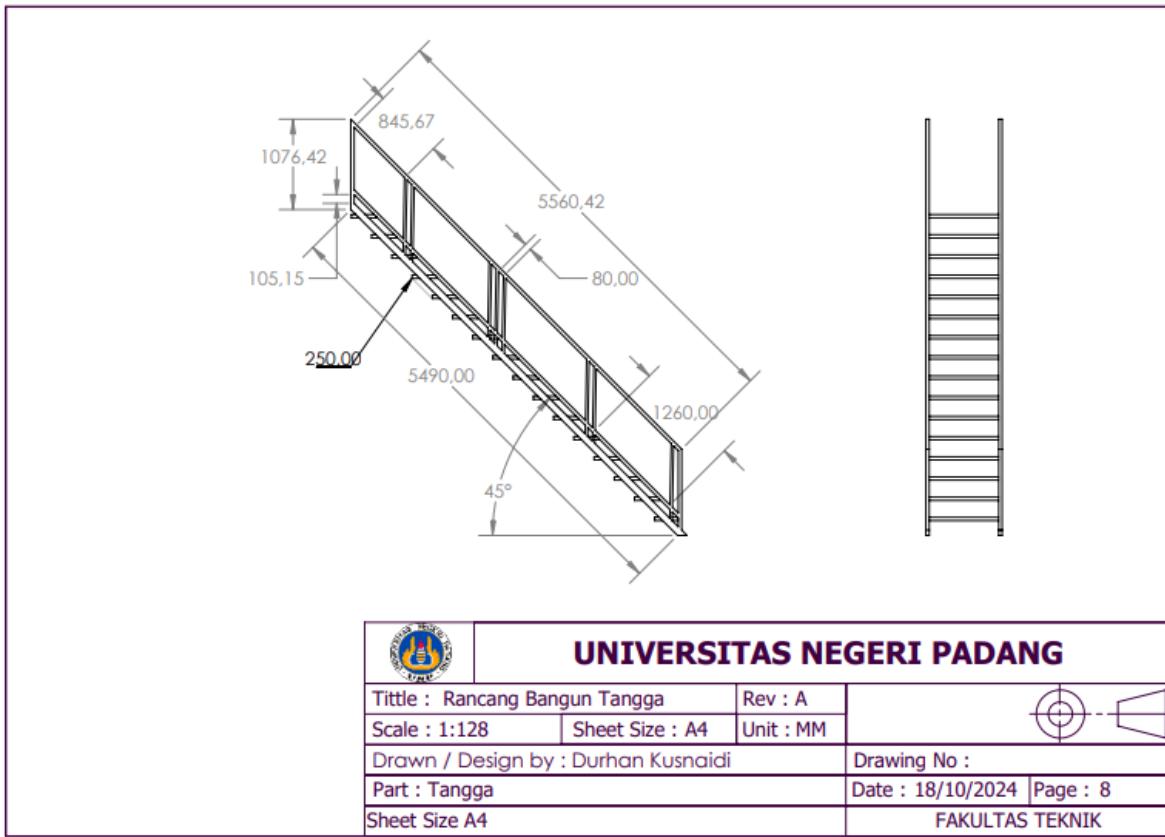
- a. Mesin Gerinda, berfungi untuk memotong material seperti plat dan poros.
- b. Mesin las, digunakan untuk menyambut dua buah logam dengan elektroda (RB dan RD).
- c. Mesin bor, mesin bor digunakan melubangi dinding untuk tumpuan rangka.
- d. Penggores, digunakan menandai benda kerja
- e. Meteran, digunakan untuk mengukur benda kerja seperti pipa dan plat
- f. Mistar siku, digunakan untuk menyikuk benda kerja agar terbentuk sudut  $90^0$  derajat.
- g. Elektroda, elektroda yang digunakan yaitu RB – 26
- h. Penitik, untuk menandakan benda kerja yang akan dibor

### 2. Bahan

- a. Plat bordes dengan ketebalan 2,3 mm digunakan sebagai pijakan pada anak tangga.
- b. Besi hollow 40 x 40, besi hollow digunakan karena memiliki beban yang ringan dan mampu menahan beban yang berat.
- c. Besi hollow 20 x 40 mm
- d. Besi hollow 60 x 60 mm
- e. Besi hollow 50 x 50 mm

## F. Rancangan Alat





Gambar 3.2 Rancangan Tangga

Berikut komponen – komponen pada tangga beserta rencana anggaran biaya:

Tabel 3.1 Komponen Tangga

| No | Nama Komponen       | Deskripsi                              | Keterangan |
|----|---------------------|--|------------|
| 1  | Injakan Anak Tangga | Panjang lantai 3 m, lebar lantai 2,1 m | Dibeli     |
| 2  | Rangka              | Panjang rangka 3 m, lebar lantai 2,1 m | Dibuat     |
| 3  | Pagar               | Panjang 3 m, lebar lantai 2,1 m        | Dibuat     |

Berikut di bawah ini rencana anggaran biaya untuk pembuatan Tangga:

Tabel 3.2 Rencana Anggaran Biaya

| No                                   | Nama Bahan             | Jumlah | Satuan | Harga (Rp) | Total Harga (Rp) |
|--------------------------------------|------------------------|--------|--------|------------|------------------|
| 1                                    | Plat Bordes 2,3 mm     | 1      | Lembar | 1.300.000  | 1.300.000        |
| 2                                    | Besi Hollow 40 x 40 mm | 4      | Batang | 190.000    | 760.000          |
| 3                                    | Besi Hollow 40 x 20 mm | 5      | Batang | 140.000    | 600.000          |
| 4                                    | Besi Hollow 50 x 50 mm | 2      | Batang | 240.000    | 480.000          |
| 5                                    | Besi Hollow 60 x 60 mm | 2      | Batang | 300.000    | 600.000          |
| <b>Total Keseluruhan : 3.740.000</b> |                        |        |        |            |                  |

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil**

Setelah melakukan perhitungan dalam proyek akhir ini, berbagai tahapan analisis telah dilakukan untuk memastikan perancangan tangga yang aman, efisien, dan sesuai dengan standar yang berlaku. Beberapa perhitungan penting yang dilakukan meliputi perhitungan gaya yang bekerja pada rangka tangga, jumlah anak tangga yang diperlukan, serta koefisien kemiringan tangga. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dalam proyek akhir ini, hasil yang didapat yaitu:

#### **Menghitung jumlah anak tangga:**

$$J = T / t$$

Dimana:

$J$  = Jumlah Anak Tangga

$T$  = Tinggi Tangga Keseluruhan

$t$  = Tinggi Anak Tangga

---

$$T = 400 \text{ cm}$$

$$t = 25 \text{ cm}$$

Maka:

$$J = 400 / 25 = 16$$

#### **Menghitung kemiringan tangga:**

$$z = y / x$$

Dimana:

$z$  = Koefisien Kemiringan Tangga

$y$  = Tinggi Tangga

$x$  = Panjang Tangga

Klasifikasi koefisien kemiringan tangga (z) adalah:

- Kemiringan  $75-90^\circ$  = koefisien kemiringan  $> 3,7$
  - Kemiringan  $45-75^\circ$  = koefisien kemiringan  $0,44-1,0$
  - Kemiringan  $24-45^\circ$  = koefisien kemiringan  $0,36-0,44$
  - Kemiringan  $6-20^\circ$  = koefisien kemiringan  $0,1-0,36$
- 

$$z = y / x$$

$$z = 400 \text{ cm} / 549 \text{ cm}$$

$$z = 0,729$$

Jadi, kemiringan tangga menurut klasifikasi kemiringan adalah  $45^\circ - 75^\circ$

**Menghitung gaya yang bekerja pada rangka:**

Dimana:

$F$  = Gaya pada rangka

$M$  = Masa keseluruhan terhadap rangka, adalah:

- a. Berat 1 orang = 120 kg
  - b. Berat rangka = 256 kg
- 

$$\text{Beban Total} = 376 \text{ kg}$$

Jadi beban total pada rangka adalah:

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$$m = 376 \text{ kg}$$

maka:

$$F = m \cdot g$$

$$F = 376 \times 9,81$$

$$F = 3.688,56 \text{ Newton}$$

Berdasarkan perhitungan yang menunjukkan gaya pada rangka sebesar 3.688,56 Newton, pemilihan material untuk anak tangga menjadi sangat penting guna memastikan ketahanan dan keamanan struktural. Setelah mempertimbangkan berbagai faktor, diputuskan untuk menggunakan besi hollow berukuran  $40 \times 40 \text{ mm}$  sebagai bahan utama rangka anak tangga.

## B. Hasil Rancang dan Pembuatan/Pengerjaan Alat

Rancang bangun tangga merupakan tahap krusial dalam pembuatan struktur ini. Tangga berfungsi sebagai penghubung antara lantai bawah dan lantai atas di workshop fabrikasi, sehingga kekuatan dan kekokohan tangga sangat mempengaruhi keseluruhan kinerja bangunan. Tangga menjadi elemen penting yang memastikan semua komponen dapat terintegrasi dengan baik dan berfungsi secara optimal.

Berikut adalah tahapan umum dalam merancang bangun tangga di workshop fabrikasi:

### 1. Konsep Desain

- a. Sketsa Awal: Buatlah sketsa kasar untuk menggambarkan bentuk dan ukuran rangka secara umum, lalu buatlah gambar rangka menggunakan aplikasi autocad/solidwork.
- b. Tata Letak Komponen: Tentukan posisi tangga, panjang, lebar, dan sesuaikan bentuk tangga terhadap tempat dimana tangga akan dibuat.
- c. Material: Bahan yang digunakan dalam pembuatan tangga adalah plat bordes dengan ketebalan 2,3 mm untuk injakan anak tangga, besi hollow 60 x 60 mm untuk tiang anak tangga, dan besi hollow 40 x 40 mm untuk rangka anak tangga. Alasan memilih plat bordes dan besi hollow ini antara lain:
  - Tahan Beban: Besi hollow memiliki profil yang kokoh, sehingga mampu menahan beban yang cukup berat, seperti beban dari struktur tangga dan elemen lainnya yang terpasang di atasnya.
  - Stabilitas: Bentuk hollow memberikan kekakuan yang baik pada lantai bordes, sehingga struktur dapat berfungsi dengan stabil dan tidak mudah bergetar saat beroperasi.
  - Pengelasan: Besi hollow mudah dilas, sehingga memudahkan proses perakitan tangga. Sambungan las yang kuat akan menghasilkan struktur yang kokoh dan tahan lama.
  - Pemotongan: Besi hollow juga mudah dipotong sesuai dengan ukuran

yang diinginkan, sehingga dapat disesuaikan dengan desain lantai bordes yang telah dibuat.

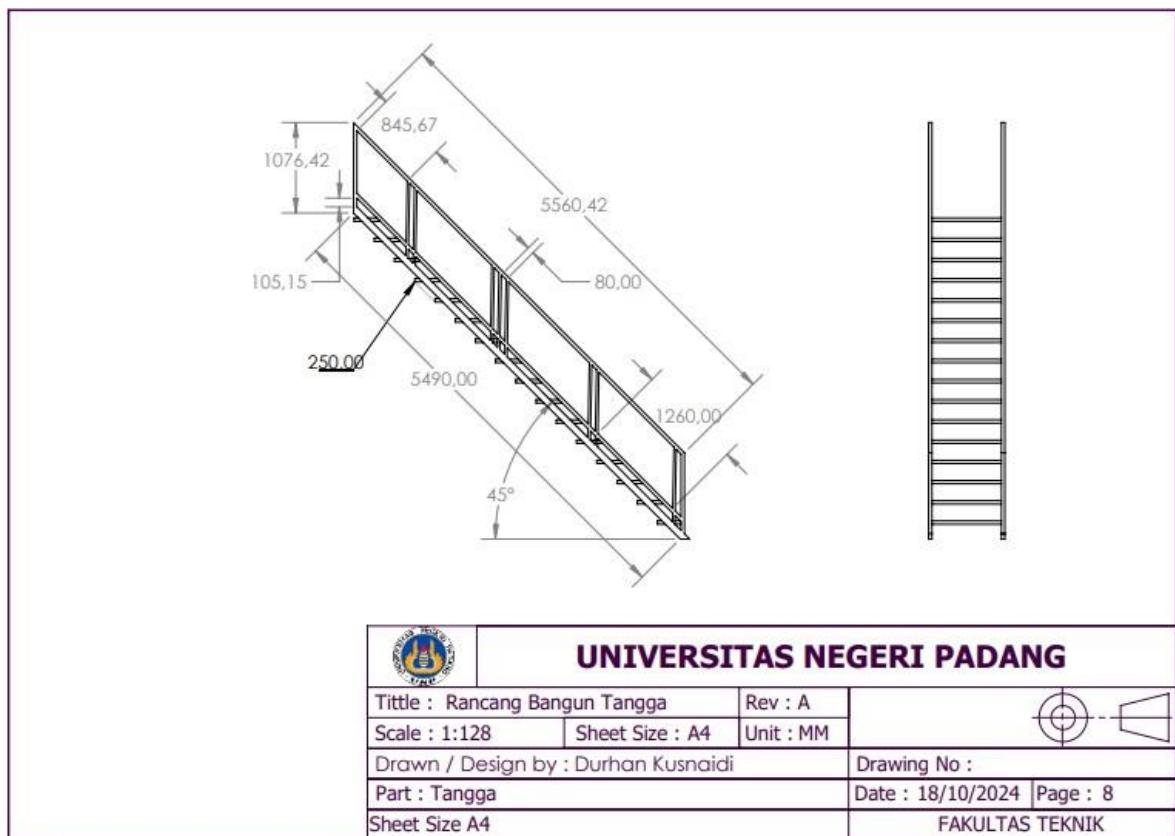
- Mudah Didapatkan: Besi hollow dan plat bordes merupakan bahan bangunan yang umum dan mudah didapatkan di pasaran.

## 2. Pemilihan Sambungan

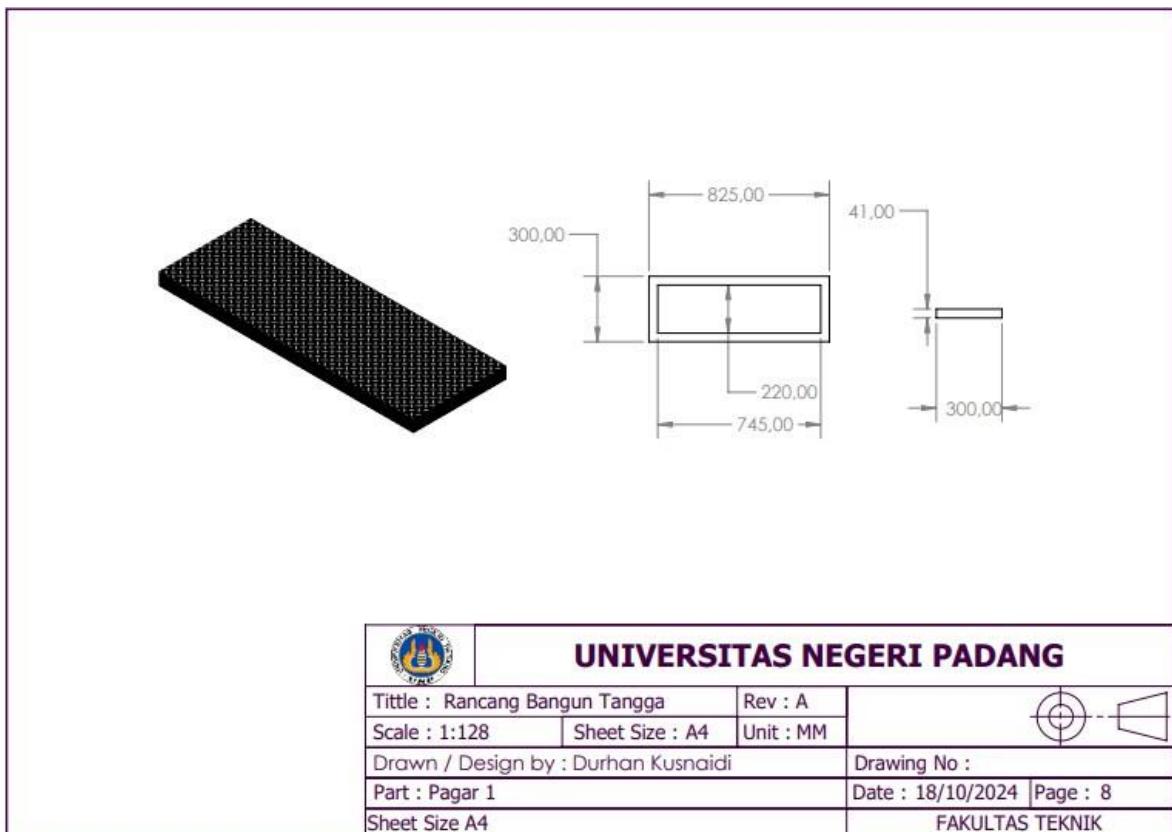
- a. Jenis Sambungan: Jenis sambungan yang digunakan adalah sambungan siku 45 derajat menggunakan las listrik (SMAW).
- b. Kekuatan Sambungan: Sambungan ini dipilih karena memberikan kekuatan dan kestabilan yang optimal pada struktur, serta memungkinkan pengelasan yang rapi dan efisien. Teknik las ini juga memastikan daya tahan yang tinggi pada sambungan, sehingga lantai bordes dapat berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang lama.

## 3. Pembuatan Gambar Kerja

- a. Detail Rangka: Buat gambar teknik yang sangat detail, termasuk ukuran dan jenis material.



Gambar 4.1 Gambar Kerja Tangga



Gambar 4.2 Gambar Kerja Anak Tangga

#### 4. Proses Pembuatan Rangka dan Pagar

##### a. Pembuatan Rangka

- 1) Penyediaan bahan besi hollow dengan ukuran 60 mm x 60 mm standar.
- 2) Pengukuran bahan dilakukan sesuai dengan gambar kerja menggunakan alat ukur seperti mistar baja, sigmat, dan meteran.



Gambar 4.3 Pengukuran bahan

- 3) Lakukan pemotongan besi hollow menggunakan gerinda tangan dan gerinda duduk sesuai dengan ukuran yang tertera pada gambar kerja.



Gambar 4.4 Pemotongan Besi

- 4) Setelah komponen rangka sudah dipotong, buat siku untuk penyambungan pada besi untuk rangka, kemudian lanjutkan dengan proses perangkitan menggunakan las ikat dengan teknik SMAW dan elektroda 2,6 mm.



Gambar 4.5 Penyambungan Rangka

- 5) Setelah berhasil menyatukan semua komponen rangka, lakukan pengelasan penuh pada rangka menggunakan elektroda 2,6 mm dengan arus 90-130 ampere.



Gambar 4.6 Proses Pengelasan Rangka Tangga

- 6) Setelah pengelasan penuh selesai dilakukan, pastikan untuk melakukan pemeriksaan dan pengujian pada sambungan rangka untuk memastikan kekuatan dan kestabilannya.



Gambar 4.7 Pemeriksaan Rangka Setelah Pengelasan

- 7) Bersihkan terak las pada setiap sudut rangka anak tangga dengan menggunakan gerinda. Pastikan semua sisa terak las terangkat dengan sempurna untuk hasil sambungan yang rapi serta kuat..



Gambar 4.8 Proses Pembersihan Terak Las

- 8) Atur posisi anak tangga pada tiang penghubung sesuai dengan desain dan ukuran yang telah direncanakan.
- 9) Lakukan pengelasan titik (tack welding) di beberapa bagian sambungan untuk mengunci posisi anak tangga dan tiang penghubung.



Gambar 4.9 Pengelasan Rangka Anak Tangga ke Tiang Jalur Tangga

- 10) Setelah posisi terjamin benar, lakukan pengelasan penuh di sepanjang sambungan antara anak tangga dan tiang penghubung.



Gambar 4.10 Proses Pengelasan Penuh ke Tiang Jalur Tangga

- 11) Langkah selanjutnya adalah melakukan pemotongan plat bordes untuk injakan anak tangga dengan ukuran kurang 2 cm dari ukuran rangka yang telah dibuat.



Gambar 4.11 Pemotongan Plat Bordes

- 12) Kemudian lakukan proses pengelasan pada beberapa titik antara plat bordes dan rangka anak tangga untuk memastikan keduanya terpasang dengan kuat dan menyatu secara kokoh, sehingga mampu menahan beban dengan aman dan stabil.



Gambar 4.12 Proses pengelasan plat bordes dengan rangka

- 13) Lakukan pengecatan sebagai tahap akhir pembuatan rangka. Pengecatan ini bertujuan agar rangka bertahan lama dan tidak mudah korosi.



Gambar 4.13 Proses Pengecatan

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan tangga maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan tangga merupakan tahap krusial dalam pembangunan infrastruktur ini. Tangga berfungsi sebagai penghubung antara lantai yang berbeda, sehingga kekuatan dan kekokohan tangga sangat mempengaruhi keseluruhan kinerja struktur. Tangga berperan sebagai elemen pendukung yang menyokong semua komponen, sehingga stabilitas dan daya tahan tangga sangat penting untuk keberhasilan fungsi bangunan.
2. Proses pembuatan tangga dimulai dari survei, perencanaan, persiapan alat dan bahan, perakitan, hingga finishing. Bahan yang digunakan untuk tangga terdiri dari besi hollow 60 mm x 60 mm yang berfungsi sebagai dua tiang penghubung utama di sudut anak tangga, serta besi hollow 40 mm x 40 mm yang digunakan sebagai rangka anak tangga. Tahapan pembuatan meliputi pengukuran, pemotongan, perakitan, pengeboran, dan pengecatan. Besi hollow dipilih karena mudah didapat, memiliki kekuatan yang baik, dan tahan terhadap beban, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan desain struktur tangga untuk memastikan keamanan dan kestabilan.
3. Pemilihan bahan yang tepat dan proses pembuatan yang sistematis sangat penting dalam perancangan tangga. Dengan menggunakan besi hollow 60 mm x 60 mm sebagai tiang penghubung utama dan besi hollow 40 mm x 40 mm sebagai rangka anak tangga, tangga tidak hanya akan memiliki kekuatan yang optimal, tetapi juga ketahanan terhadap beban dan getaran, sehingga menjamin fungsionalitas dan keamanan dalam penggunaannya. Implementasi yang baik dari setiap tahapan pembuatan juga akan memastikan kualitas dan durabilitas struktur tangga secara keseluruhan.

## B. Saran

Berdasarkan dari perencanaan, pembuatan, dan pembuatan alat maka perlu diperhatikan ini:

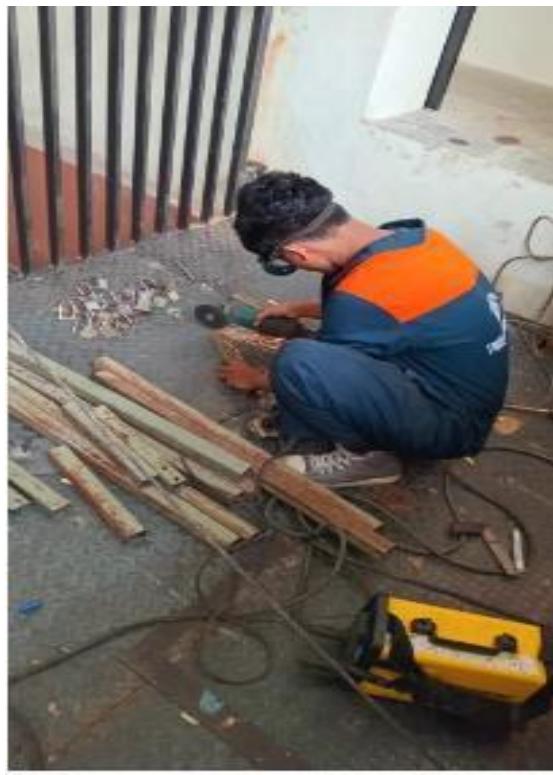
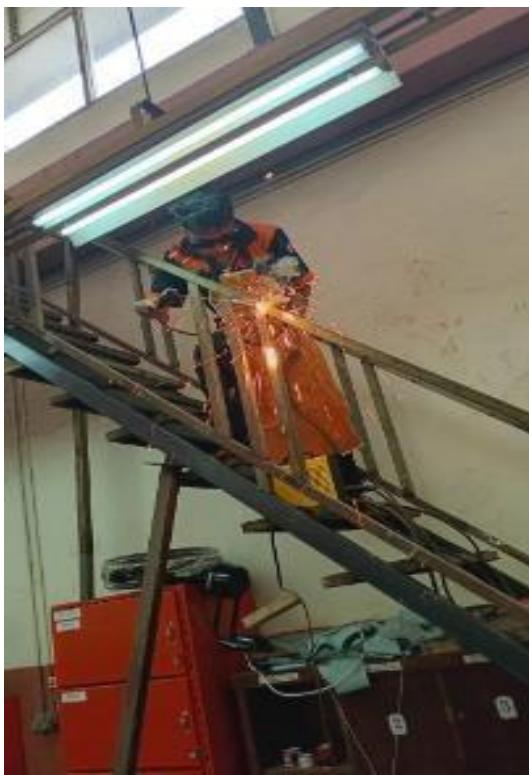
1. Penggunaan tiang penopang yang kuat dan tepat ukuran sangat penting untuk mendukung tangga. Pemasangan tiang penopang ini akan membantu mendistribusikan beban secara merata, meningkatkan stabilitas struktur, dan mengurangi risiko kerusakan akibat getaran. Selain itu, melakukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi tiang penopang juga akan memastikan keandalannya dalam mendukung tangga selama masa pakai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Amalia, Rudi Tjahyono, Jazuli Jazuli, dan Rodia Syamwil. 2023. "Rancang Bangun Meja Colet Ultraviolet Untuk Pra-Oksidasi Zat Warna Indigosol Dalam Pewarnaan Batik Menggunakan Pendekatan Sistematis Pahl Dan Beitz." *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri* 18(1):42–50. doi: 10.14710/jati.18.1.42-50.
- Desain, Dengan, Berkelanjutan Di, M. T. S. Ittihadut, K. A. B. Wonosobo, Jawa Tengah, Nasyiin Faqih, Tunjang Ari Suseno, Mochammad Qomaruddin, Mushthofa Mushthofa, Sains Al- Qur, Jl Kh, Hasyim Asy, dan Kalibeber Kec. 2024. "EFISIENSI PEMANFAATAN LAHAN PADA PEMBANGUNAN KELAS BARU." 01(November):50–62.
- Dewi, R. N., P. D. Ilfiani, dan A. Purnama. 2021. "Analisis Struktur Pelat Lantai Pada Gedung Aula Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Kabupaten Sumbawa." *Jurnal SainTekA* 2(3):8–16.
- Ernst and Peter Neufert. 2012. *ARCHITECT'S DATA 4th EDITION*. Vol. 53.
- Gede, I., Bawa Susana, Ida Bagus Alit, G. A. K. Chatur Adhi, dan Wirya Aryadi. 2022. "Ergonomics Applications Based On Worker Anthropometry Data On Work Tool Desing." 28–34.
- Gerbino, Anthony. 2012. "François Blondel: Architecture, erudition, and the scientific revolution." *François Blondel: Architecture, Erudition, and the Scientific Revolution* 1–344. doi: 10.4324/9780203718063.
- Limbong, Ishak S., Hendra Bin Doni, dan Verdy A. Koehuan. n.d. "Rancang Bangun Mesin Peniris Minyak Untuk Proses Produksi Abon Ikan."
- Prastawa, Heru, Manik Mahachandra, Ratna Purwaningsih, dan Eko Satriyo. 2018. "Redesain Fasilitas Tangga Sebagai Evaluasi Ergonomi dengan Kerangka Ideas dan Analisis Posture Evaluation Index pada Objek Wisata Muria Kudus." *Jurnal Ergonomi dan K3* 3(2):17–23. doi: 10.5614/j.ergo.2018.3.2.3.

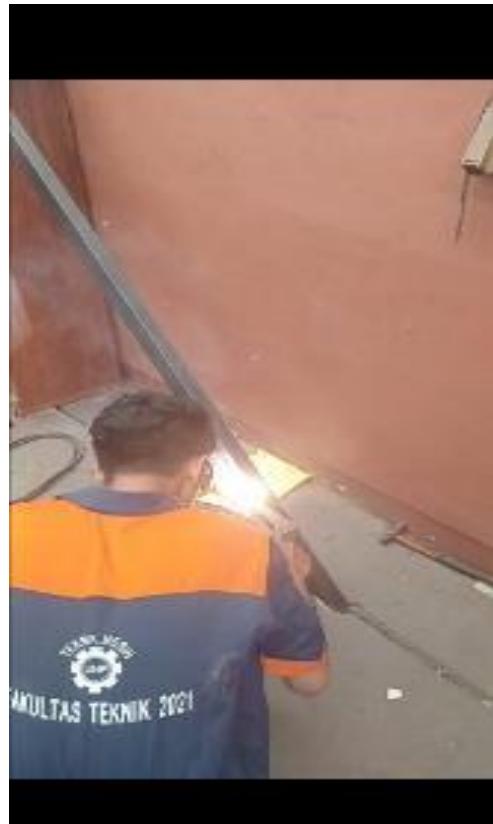
- Putra, Boy, Alfan Hidayat, dan Jaka Purnama. 2008. *ELEMEN MESIN untuk Teknik Industri*.
- Sadiana, Riri. 2004. "Analisis Kebisingan Dan Getaran Mekanis Padamesin Sepeda Motor Injeksi 150 Cc Tipe X." *Sinergi* 213–20.
- Teguh, Iman, Syafri Syafri, dan Nazaruddin Nazaruddin. 2018. "Perancangan Dan Analisis Statik Sistem Rangka Asykar Proto Mobil Hemat Energi." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau* 5(1):1–7.
- Thatcher, Andrew. 2014. "HUMAN FACTORS IN ORGANIZATIONAL DESIGN AND MANAGEMENT – XI NORDIC ERGONOMICS SOCIETY ANNUAL CONFERENCE – 46 Theoretical definitions and models of sustainable development that apply to human factors and ergonomics." *Human Factors in Organizational Design and Management* 11(2007):747–52.
- Weinger, Matthew B., dan David M. Gaba. 2014. "Human factors engineering in patient safety." *Anesthesiology* 120(4):801–6. doi: 10.1097/ALN.0000000000000144.

## LAMPIRAN











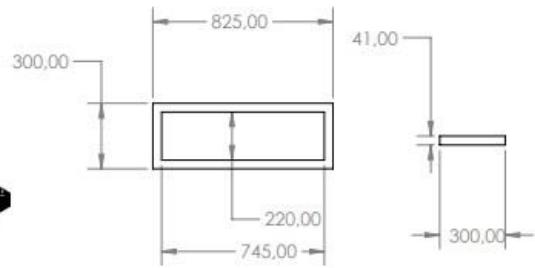
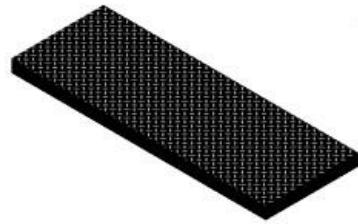






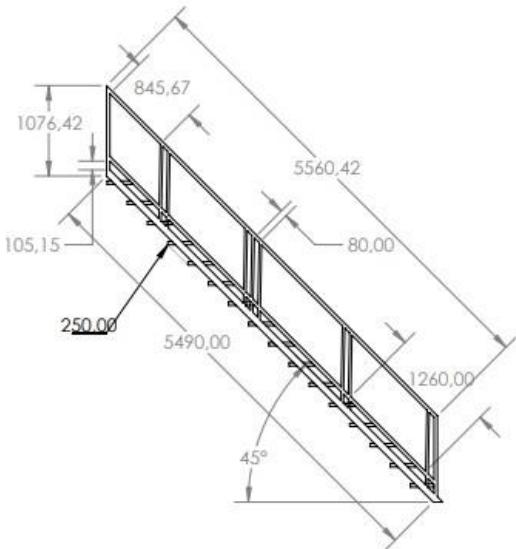
## UNIVERSITAS NEGERI PADANG

|                                   |                 |                                 |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Title : Mesin Pengiling Daging    | Rev : A         | Drawing No :<br>FAKULTAS TEKNIK |
| Scale : 1:128                     | Sheet Size : A4 |                                 |
| Drawn / Design by : Irfan Maulana |                 | Date : 17/10/2024 Page : 8      |
| Assembly                          |                 |                                 |
| Sheet Size A4                     |                 |                                 |

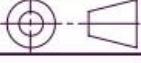


## UNIVERSITAS NEGERI PADANG

|                                     |                 |                              |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Title : Rancang Bangun Tangga       | Rev : A         |                              |
| Scale : 1:128                       | Sheet Size : A4 |                              |
| Drawn / Design by : Durhan Kusnaidi |                 | Drawing No :                 |
| Part : Pagar 1                      |                 | Date : 18/10/2024   Page : 8 |
| Sheet Size A4                       |                 | FAKULTAS TEKNIK              |



## UNIVERSITAS NEGERI PADANG

|                                     |                 |  |
|-------------------------------------|-----------------|--|
| Title : Rancang Bangun Tangga       | Rev : A         |  |
| Scale : 1:128                       | Sheet Size : A4 |  |
| Drawn / Design by : Durhan Kusnaidi |                 | Drawing No :   |
| Part : Tangga                       |                 | Date : 18/10/2024 Page : 8   |
| Sheet Size A4                       |                 | FAKULTAS TEKNIK  |



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang 25131 Telp. (0751) 7051260 Fax (0751) 7055628  
website: [www.ft.unp.ac.id](http://www.ft.unp.ac.id) e-mail: [info@ft.unp.ac.id](mailto:info@ft.unp.ac.id)

### LEMBAR KONTROL PROYEK AKHIR

Lembar ini digunakan untuk meninjau kesiapan mahasiswa dalam melaksanakan proyek akhir dengan data sebagai berikut:

Nama : Dhurhan Kusnaidi  
NIM / TM : 21072023/2021  
Judul : Rancang Bangun Tangga di Workshop Fabrikasi

Telah mengerjakan:

| No | Keterangan   | Paraf Pembimbing |
|----|--|------------------|
| 1  | BAB I PENDAHULUAN<br>A. Latar Belakang<br>B. Identifikasi Masalah<br>C. Batasan Masalah<br>D. Rumusan Masalah<br>E. Tujuan Proyek Akhir<br>F. Manfaat Proyek Akhir             |                  |
| 2  | BAB II KAJIAN TEORI<br>A. Teori Pendukung<br>B. Teori Perancangan<br>C. Teori Teknis   |                  |
| 3  | BAB III METODE PROYEK AKHIR<br>A. Diagram Alir Proyek Akhir<br>B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Proyek Akhir<br>C. Alat dan Bahan yang Digunakan<br>D. Rancangan Anggaran Biaya |                  |
| 4  | Gambar Assembly dan Gambar Kerja   |                  |

Padang, 7 Februari 2025  
Mahasiswa yang Bersangkutan

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Andre Kurniawan, S.T., M.T.  
NIP. 19910525 201903 1 027

Dhurhan Kusnaidi  
NIM. 21072023/2021

Mengetahui,  
Kaprodi D3 Teknik Mesin FT-UNP

Dr. Junia Adri, S.Pd., M.Pd.T  
NIP. 19870630 202203 1 002



**LEMBARAN KONSULTASI SKRIPSI/TUGAS AKHIR/PROYEK AKHIR \***

**Nama/NIM** : Dhurhan Kusnaldi / 21072023

**Program Studi** : D3 Teknik Mesin

**Pembimbing** : Andre Kurniawan, S.T., M.T.

**Judul** : "Rancang Bangun Tangga di Workshop Fabrikasi"

| No | Hari, Tanggal | Uraian Konsultasi  | T. Tangan Pembimbing  |
|----|---------------|--|---|
| 1. | 9-1-2025      | Perbaiki penulisan bukti pustaka, serta cari sumber referensi dari jurnal, mukaan buku |    |
| 2. | 10-1-2025     | Masukkan jurnal kedalam laporan proyek akhir sebagai referensi dan gunakan mendekati   |   |
| 3. | 14-1-2025     | Perbaiki abstrak, point-point apa saja yang kurang ada pada abstrak.                   |  |
| 4. | 16-1-2025     | Perbaiki letar beranang dan tambah paragraf pada letar beranang karena terlalu pendek. |  |

| No | Hari, Tanggal | Uraian Konsultasi   | T. Tangan Pembimbing |
|----|---------------|---|----------------------|
| 5. | 21-1-2024     | Perbaiki gambar pada bab 2, paragraf 5 tentang dan tanggungnya.                             | 2/1                  |
| 6. | 24-1-2024     | Perbaiki diagram alir proses akhir pada bab 3 dan perbaiki bentuk bangun datar yang sesuai. | 2/1                  |
| 7. | 30-1-2024     | Perbaiki data analisis ketinggian dan kemiringan anak tangga pada bab 2                     | 2/1                  |
| 8. | 3-2-2024      | Perbaiki kesalahan pada kesimpulan dan Saran di bab 5.                                      | 2/1                  |



FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang 25131 Telp. (0751) 7051260 Fax (0751) 7055628  
website: [www.ft.unp.ac.id](http://www.ft.unp.ac.id) e-mail: [info@ft.unp.ac.id](mailto:info@ft.unp.ac.id)

| No | Hari,<br>Tanggal | Uraian Konsultasi | T. Tangan<br>Pembimbing |
|----|------------------|-------------------|-------------------------|
|    |                  |                   |                         |

Padang,  
Kepala Departemen,

Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd  
NIP. 19800114 201012 1 001

**Catatan:**

1. \*) Pilih sesuai Prodi saudara atau coret yang tidak perlu.



## BERITA ACARA SERAH TERIMA HASIL PROYEK AKHIR MAHASISWA D3 TEKNIK MESIN FT-UNP

Pada hari ini Selasa Tanggal 7 Bulan Februari Tahun Dua Ribu Dua Puluh Lima, Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

I Nama : Dhurhan Kusnaldi  
NIM/Tahun Masuk : 21072023/2021  
Prodi : D3 Teknik Mesin

Selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**

II Nama : Doni Harizon, A. Md  
NIP : 198309142009121005  
Jabatan : Pengelola hasil Proyek Akhir Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

**PIHAK PERTAMA** atas nama Mahasiswa D3 Teknik Mesin yang telah melaksanakan Proyek Akhir dengan judul Rancang Bangun Tangga di Workshop Fabrikasi yang telah dilakukan pengujian dan dalam kondisi baik. Keseluruhan komponen terakit dan berada dalam kondisi baik. Sebagai persyaratan wisuda **PIHAK PERTAMA** menyerahkan hasil Proyek Akhir tersebut kepada pengelola hasil Proyek Akhir D3 Teknik Mesin FT UNP untuk dapat dipublikasikan, hilirisasikan dan dimodifikasi untuk angkatan selanjutnya.

**PIHAK KEDUA** atas nama pengelola hasil Proyek Akhir Mahasiswa D3 Teknik Mesin menerima dan akan melakukan koordinasi dengan Koordinator Prodi D3 Teknik Mesin untuk tindak lanjut hasil Proyek Akhir Mahasiswa tersebut.

**PIHAK PERTAMA** tidak diperkenankan mengambil atau mendelegasikan kewenangan atas hasil Proyek Akhir yang telah diserahkan kepada **PIHAK KEDUA**.

Demikian berita acara serah terima hasil Proyek Akhir ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pengelola Hasil Proyek Akhir  
(Pihak Kedua)

Doni Harizon, A.Md  
NIP. 198309142009121005

Padang, 7 Februari 2025  
Mahasiswa  
(Pihak Pertama)

Dhurhan Kusnaldi  
NIM. 21072023

Mengetahui,  
Koordinator Prodi D3 Teknik Mesin FT-UNP

Dr. Juhil Adri, S.Pd., M.Pd.T  
NIP. 198706302022031002