

**Pengembangan Alat Peraga Kekuatan Material di Kampus  
Polman Bandung Menggunakan Metode VDI 2206**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Yessa Fitra Giantoyo

220322023



**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pengembangan Alat Peraga Kekuatan Material di Kampus  
Polman Bandung Menggunakan Metode VDI 2206**

Oleh:

Yessa Fitra Giantoyo

220322023

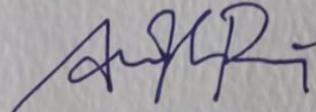
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 08 Agustus 2024

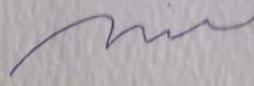
Disetujui,

Pembimbing I,



M. Aditya Royandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 199411122024061001

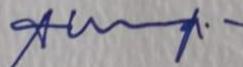
Pembimbing II,



Nia Nuryanti Permata, M.Pd  
NIP. 198101082005012003

Disahkan,

Penguji I,



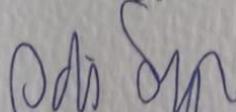
Asep Indra Komara, SST., MT.  
NIP.197509122001121001

Penguji II,



Bustami Ibrahim, SST., MT.  
NIP.197609022003121001

Penguji III,



Adi Surya Pradipta, S.T., M.T  
NIP.199107252022031004

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yessa Fitra Giantoyo  
NIM : 220322023  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pengembangan Alat Peraga Kekuatan Material di Kampus Polman Bandung Menggunakan Metode VDI 2206

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 23 – 05 – 2024  
Yang Menyatakan,



(Yessa Fitra Giantoyo)  
NIM. 220322023

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yessa Fitra Giantoyo  
NIM : 220322023  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pengembangan Alat Peraga Kekuatan Material di Kampus Polman Bandung Menggunakan Metode VDI 2206

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 23 – 05 – 2024  
Yang Menyatakan,



(Yessa Fitra Giantoyo)  
NIM 220322023

## **MOTTO PRIBADI**

Keberanian adalah untuk berubah  
Ketekunan adalah untuk terus maju  
Rasa syukur adalah untuk menemukan kebahagiaan

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadanya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadanya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalannya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu baginya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pengembangan Alat Peraga Kekuatan Material di Kampus Polman Bandung Menggunakan Metode VDI 2206”

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, SST., MT
3. Ketua Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik, Bapak Riky Adhiharto, ST., MT
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak M. Aditya Royandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D., dan Ibu Nia Nuryanti Permata, M.Pd
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Asep Indra Komara, SST., MT. Bapak Bustami Ibrahim, SST., MT. dan Adi Surya Pradipta, S.T.,M.T

6. Panitia tugas akhir Bapak Hanif Azis Budiarto S.Tr., M.T
7. Teristimewa kepada Kedua Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Tidak lupa Untuk kakak serta sahabat – sahabat saya yang telah memberi dukungan selama tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 25 Maret 2024



Penulis

## ABSTRAK

Berdasarkan laporan praktikum mahasiswa yang menggunakan alat peraga *existing* dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian (aktual) dan perhitungan tidak sesuai. Hal ini menimbulkan kebingungan dari mahasiswanya itu sendiri karena tujuan dari praktikum di lab SOM ini adalah menguji hasil kebenaran nilai dalam perhitungan teori dengan membandingkan hasil uji praktikum secara langsung. Hal ini bisa disebabkan karena spesimen uji material sudah rusak atau melebihi batas gaya maksimal yang telah ditentukan dan mahasiswa kebingungan untuk mengganti spesimen.

Dalam penyelesaian permasalahan tersebut maka dibuatkan rancangan yang dapat memudahkan mahasiswa dalam interaksi proses bongkar pasang spesimen. Metode perancangan VDI 2206 yang cocok untuk pengintegrasian sistem mekanik, informatik, dan elektronik, karena alasan dari rancangan ini melibatkan tiga domain tersebut yang saling berhubungan. Proses yang dilakukan dari mulai tahap mengidentifikasi masalah, membuat konsep rancangan, perhitungan kritis atau skema *flowchart* pada tiap domain. Lalu dilanjutkan dengan mengintegrasikan keseluruhan domain. Tahap terakhir yaitu melakukan verifikasi dan validasi perhitungan maupun kesesuaian terhadap kebutuhan yang telah di definisikan pada tahap identifikasi masalah.

Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan yang melibatkan tiga domain ketika di implementasikan dalam merancang *prototype* sudah terealisasi pada tahap trial modul *truss*. Dalam pengujian bongkar pasang spesimen ini terbukti lebih mudah dibandingkan dengan alat *existing*. *Prototype* yang dibuat dengan biaya semurah mungkin dengan kualitas yang lebih unggul, ini membuktikan bahwa kualitas tak selalu harus datang dengan harga yang mahal.

**Kata kunci:** Alat, Peraga, *Truss*, VDI 2206, Polman

## **ABSTRACT**

*Based on student practicum reports using existing teaching aids, it can be concluded that the (actual) test results and calculations do not match. This causes confusion among the students themselves because the aim of the practicum in the SOM lab is to test the correct results of the values in theoretical calculations by comparing the practical test results directly. This could be because the material test specimen has been damaged or has exceeded the maximum force limit that has been determined and students are confused about changing specimens.*

*In solving this problem, a design was created that could make it easier for students to interact with the process of disassembling and disassembling specimens. The VDI 2206 design method is suitable for integrating mechanical, information and electronic systems, because the reasons for this design involve these three domains which are interconnected. The process is carried out starting from the stage of identifying the problem, creating design concepts, critical calculations or flowchart schemes for each domain, then integrating the entire domain, then the final stage is verification and validation of the calculations and suitability to the needs that have been defined at the problem identification stage.*

*The results of this research are that calculations involving three domains when implemented in designing prototypes have not been fully realized and are still at the trial stage. However, in testing the disassembly of this specimen proved to be easier compared to the existing tool. The prototype was made at the lowest possible cost with superior quality, this proves that quality does not always have to come at an expensive price.*

**Keywords:** *Teaching, Aids, Truss, VDI 2206, Polman*

## DAFTAR ISI

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....  | Error! Bookmark not defined. |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....  | <b>i</b>                     |
| <b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)</b> .....                          | <b>iii</b>                   |
| <b>MOTTO PRIBADI</b> .....  | <b>iv</b>                    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....   | <b>v</b>                     |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>vii</b>                   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>viii</b>                  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>ix</b>                    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | <b>xi</b>                    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | <b>xii</b>                   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....  | <b>xiii</b>                  |
| <b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....  | <b>xiv</b>                   |
| <b>I BAB I PENDAHULUAN</b> .....  | <b>I-1</b>                   |
| I.1 Latar Belakang .....  | I-1                          |
| I.2 Rumusan Masalah .....   | I-4                          |
| I.3 Batasan Masalah.....  | I-4                          |
| I.4 Tujuan dan Manfaat.....   | I-5                          |
| I.5 Sistematika Penulisan.....  | I-5                          |
| <b>II BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....   | <b>II-1</b>                  |
| II.1 Tinjauan Teori .....   | II-1                         |
| II.1.1 Uji Batang Tarik Tekan .....   | II-1                         |
| II.1.2 Uji Bending .....  | II-2                         |
| II.1.3 Uji Puntir .....   | II-3                         |
| II.1.4 Metode Perancangan VDI 2206 .....  | II-4                         |
| II.2 Metode Pengambilan Data Kesalahan Pengujian.....                           | II-6                         |
| II.3 Tinjauan Alat.....   | II-7                         |
| II.4.1 Spesifikasi Alat Peraga di lab <i>Strength of Material</i> (SOM).....    | II-10                        |
| <b>III BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH</b> .....                        | <b>III-1</b>                 |
| III.1 Metode Penelitian .....   | III-1                        |
| III.1.1 Identifikasi Masalah .....  | III-3                        |
| III.2.2 Daftar Tuntutan .....   | III-6                        |
| III.2 System Architecture & Design .....  | III-7                        |
| III.2.1 <i>Black box, Glass Box</i> , struktur fungsi dan konsep rancangan..... | III-7                        |

|           |  |             |
|-----------|--|-------------|
| III.2.1   | Alternatif sub fungsi.....                       | III-10      |
| III.2.2   | Kotak Morfologi.....                             | III-15      |
| III.2.2   | Fungsi Kombinasi .....                           | III-16      |
| III.2.1   | Penilaian Alternatif Fungsi Kombinasi .....      | III-18      |
| III.3     | Implementation of System Elements .....          | III-18      |
| III.3.1   | Perhitungan Pemilihan Motor .....                | III-19      |
| III.3.2   | Perhitungan <i>Timing</i> Puli.....              | III-24      |
| III.4.3   | Analisis Kontrol Rangka Modul <i>Truss</i> ..... | III-27      |
| III.4.3   | Skema Domain Informatik dan Elektrik .....       | III-32      |
| III.4     | <i>System Intgration</i> .....                   | III-35      |
| III.5     | Verifikasi dan Validasi .....                    | III-37      |
| <b>IV</b> | <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>         | <b>IV-1</b> |
| IV.1      | Studi Komparasi Batang Tarik Tekan .....         | IV-1        |
| IV.2      | Validasi Kemudahan Bongkar Pasang.....           | IV-9        |
| <b>V</b>  | <b>BAB V PENUTUP .....</b>                       | <b>xi</b>   |
| V.1       | Kesimpulan.....                                  | xi          |
| V.2       | Saran.....                                       | xii         |
|           | <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                      | <b>xiv</b>  |
|           | <b>LAMPIRAN.....</b>                             | <b>xvii</b> |

## DAFTAR TABEL

|   |        |
|---|--------|
| Tabel III.1 Hasil praktikum mahasiswa kelas 2DEC-1..... | III-5  |
| Tabel III.2 Hasil praktikum mahasiswa kelas 2DEC-2..... | III-5  |
| Tabel III.3 Daftar Tuntutan .....                       | III-6  |
| Tabel III.4 Alternatif Sub Fungsi .....                 | III-10 |
| Tabel III.5 Tabel Penilaian Teknis .....                | III-18 |
| Tabel III.6 Tabel Penilaian Ekonomis .....              | III-18 |
| Tabel III.7 Hasil Simulasi Pada FEM .....               | III-30 |
| Tabel III.8 Tabel verifikasi .....                      | III-37 |
| Tabel IV.1 Rata rata waktu proses bongkar pasang.....   | IV-10  |
| Tabel V.1 Tabel perbandingan harga .....                | xi     |
| Tabel V.2 Nilai perbandingan tegangan batang.....       | xii    |

## DAFTAR GAMBAR

|   |        |
|---|--------|
| Gambar I.1 Alat Peraga Uji Batang <i>Truss</i> , Uji Bending, dan Uji Puntir .....          | I-2    |
| Gambar II.2 Model VDI 2206.....   | II-4   |
| Gambar II.3 Arduino Uno .....   | II-7   |
| Gambar II. 4 Modul Driver HX711 .....   | II-8   |
| Gambar II.5 Driver Motor MC542 C.....   | II-8   |
| Gambar II.6 <i>Strain Gauge</i> .....   | II-8   |
| Gambar II.7 <i>Strain Gauge Torque Sensor</i> .....   | II-9   |
| Gambar II.8 Driver Sensor <i>Strain Gauge</i> .....   | II-9   |
| Gambar II.9 <i>Power Supply</i> .....   | II-10  |
| Gambar II.10 Spesifikasi Modul Puntir .....   | II-10  |
| Gambar II.11 Spesifikasi Modul <i>Truss</i> .....   | II-11  |
| Gambar II.12 Spesifikasi Modul Bending .....  | II-11  |
| Gambar III.1 Flowchart Metode Penelitian .....  | III-2  |
| Gambar III.2 Harga Alat Existing.....   | III-4  |
| Gambar III.3 <i>Black Box</i> .....   | III-7  |
| Gambar III.4 <i>Glass Box</i> .....   | III-7  |
| Gambar III.5 Struktur Fungsi.....   | III-8  |
| Gambar III.6 Konsep Rancangan.....  | III-8  |
| Gambar III.7 Konsep Alternatif Fungsi 1 .....   | III-16 |
| Gambar III.8 Konsep Alternatif Fungsi 2 .....   | III-17 |
| Gambar III.9 Konsep Alternatif Fungsi 3 .....   | III-17 |
| Gambar III.10 DBB Pada Poros.....   | III-19 |
| Gambar III.11 Grafik Katalog Motor Stepper.....   | III-23 |
| Gambar III.12 Tipe Motor Stepper NEMA 23.....   | III-23 |
| Gambar III.13 Flowchart Perhitungan Timing Puli .....                                       | III-24 |
| Gambar III.14 DBB Modul <i>truss</i> variasi 1 .....  | III-28 |
| Gambar III. 15 Implementasi gaya terjadi pada rangka <i>truss</i> .....                     | III-30 |
| Gambar III.16 Grafik Hasil Simulai FEM .....  | III-31 |
| Gambar III.17 Skema Domain Elektronik .....   | III-32 |
| Gambar III.18 Tampilan HMI.....   | III-32 |
| Gambar III.19 Flowchart Mekanisme Domain Informatik dan Elektrik .....                      | III-34 |
| Gambar III.20 Sistem Integrasi .....  | III-35 |
| Gambar III.21 Visual Modeling 3 modul.....  | III-36 |
| Gambar III.22 <i>prototype</i> Modul <i>Truss</i> .....                                     | III-37 |
| Gambar IV.1 DBB Modul <i>Truss</i> Variasi 1 .....  | IV-1   |
| Gambar IV.2 Hasil Analisis FEM pada solidworks.....   | IV-3   |
| Gambar IV.3 Instalasi domain mekanik.....   | IV-4   |
| Gambar IV.4 Visual penempatan tumpuan.....  | IV-5   |
| Gambar IV.5 <i>Circuit</i> sambungan <i>load cell</i> , modul, dan mikrokontroller .....    | IV-6   |
| Gambar IV.6 Pengujian <i>load cell</i> .....  | IV-6   |
| Gambar IV.7 Contoh grafik kaitan antara sinyal dan gaya.....                                | IV-7   |
| Gambar IV.8 Membersihkan spesimen uji batang.....   | IV-7   |
| Gambar IV.9 Menempelkan <i>strain gauge</i> dengan spesimen .....                           | IV-8   |
| Gambar IV.10 Penyambungan <i>strain gauge</i> menggunakan solder.....                       | IV-8   |
| Gambar IV.11 <i>Circuit</i> sambungan <i>strain gauge</i> , modul, dan mikrokontroller..... | IV-8   |
| Gambar IV.12 Progres <i>trial prototype</i> .....   | IV-9   |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Persentase pernyataan hasil kuesioner
- Lampiran 2** Rubrik penilaian teknik dan ekonomis
- Lampiran 3** Tabel ulir trapesium
- Lampiran 4** Harga kekuatan bahan
- Lampiran 5** Nilai faktor penggunaan ( $K_a$ )
- Lampiran 6** Pemilihan sabuk puli
- Lampiran 7** Pemilihan tipe sabuk standar misumi
- Lampiran 8** Pitch atau diameter tusuk pada gigi puli
- Lampiran 9** Penentuan daya spesifik
- Lampiran 10** Tabel kecepatan puli maksimal
- Lampiran 11** Tabel nilai izin gaya tangensial puli terhadap lebar sabuk
- Lampiran 12** Tabel frekuensi bengkok puli maksimal
- Lampiran 13** Biaya manufaktur
- Lampiran 14** Daftar pembelanjaan
- Lampiran 15** *Variable* dan *fixed cost*
- Lampiran 16** Dokumentasi sampel pertama bongkar pasang alat existing
- Lampiran 17** Dokumentasi sampel pertama bongkar pasang prototype
- Lampiran 18** Dokumentasi sampel kedua bongkar pasang prototype
- Lampiran 19** Dokumentasi sampel kedua bongkar pasang alat existing

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| $\sigma$      | = | Tegangan normal ( $N/mm^2$ )  |
| $M$           | = | Momen Bending maksimal ( $N \cdot mm^2$ )                             |
| $c$           | = | Panjang garis tegak lurus dari sumbu netral ke titik terjauh ( $mm$ ) |
| $\varepsilon$ | = | Regangan  |
| $F$           | = | Gaya normal ( $N$ )   |
| $A$           | = | Luas penampang ( $mm^2$ )   |
| $\theta$      | = | Sudut Defleksi ( $^\circ$ )   |
| $T$           | = | Torsi yang diterapkan ( $N \cdot mm$ )                                |
| $L$           | = | Panjang spesimen ( $mm$ )   |
| $I$           | = | Momen Inersia ( $mm^4$ )  |
| $E$           | = | Modulus elastisitas material ( $N/mm^2$ )                             |

# BAB I PENDAHULUAN

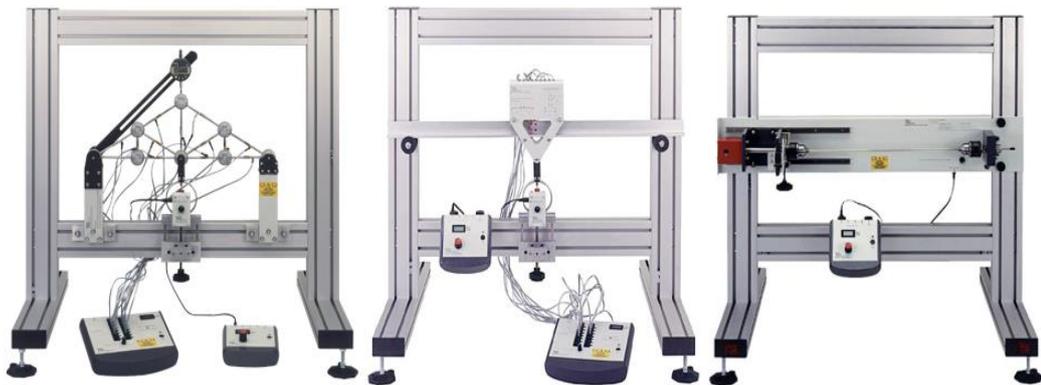
## I.1 Latar Belakang

Alat peraga merupakan alat bantu yang dapat merangsang pikiran, perasaan, keterampilan, perhatian dan kemauan siswa sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar pada siswa. Ruang bagi siswa untuk terlibat aktif dalam setiap proses pembelajaran menjadi lebih baik [1]. Alat peraga memiliki karakteristik seperti bentuk dan warna yang menarik, ukuran yang sesuai, kemampuan memperjelas konsep, kesesuaian dengan konsep pembelajaran, serta dapat dipegang langsung oleh siswa dan pengajar [2].

Dengan hadirnya alat peraga kekuatan material yang terdapat di lab *Strength of Material* Polman dirasa penting karena dapat membantu pemahaman dasar tentang perhitungan perhitungan teknik yang memang wajib dipahami oleh seluruh mahasiswa *Design Engineering* khususnya pada prodi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur (DEC) dan Rekaya Perancangan Manufaktur (DEB). Mata kuliah yang berkaitan dengan alat peraga ini yaitu Kekuatan Bahan dan Mekanika Teknik. Diantaranya terdapat perhitungan menentukan gaya batang tarik tekan, menentukan nilai regangan, dan mengukur sudut defleksi yang nantinya akan diterapkan pada output/hasil akhir dari penggunaan alat peraganya.

Tanpa adanya sumber belajar maupun alat peraga peserta didik bahkan guru tidak akan melakukan pembelajaran dengan efektif, karena mereka pasti akan membutuhkan kedua aspek tersebut dalam media pembelajaran [3]. Dikuatkan dengan jurnal lain yang pernyataan kalimatnya adalah “Pembelajaran fisika di sekolah-sekolah lebih cenderung bersifat teori, dimana dalam penyampaian suatu konsep pelajaran guru lebih banyak membuat siswa menghayal tanpa menunjukkan gejala pada konsep tersebut” [4]. Karena pada dasarnya konsep yang abstrak atau kompleks itu sulit dipahami oleh penerima materi tanpa bantuan alat peraga dan memiliki kesulitan memahami atau memvisualisasikan pemahaman tersebut.

Set eksperimen fisika telah banyak di dikembangkan dan beredar dipasaran. Namun, set eksperimen tersebut banyak yang masih dioperasikan secara manual. Perlu diperhatikan kalibrasi alat di laboratorium standard agar alat menjadi lebih baik dan dapat di produksi secara masal [5]. Sistem manual ini masih banyak memiliki beberapa kelemahan, diantaranya hasil penelitian yang membutuhkan waktu pengolahan yang cukup lama dalam menguji kebenaran hasil eksperimen. Penulis telah melakukan observasi alat peraga yang terdapat di Lab *Strength of Material* Polman dan memahami mekanisme cara kerjanya yang mana dalam prosedur pemberian gaya dan kalibrasi masih dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan tingkat akurasi hasil pengujian yang rendah karena pengaruh kalibrasi yang tidak dilakukan secara tepat. Selanjutnya, alat peraga ini pun dinilai masih belum ergonomis dari segi pengoperasiannya. Dengan harga yang bisa dibilang cukup mahal berkisar kurang lebih 500 juta untuk satu modul dari brand *Tecquipment* ini belum sebanding dengan kualitas yang diberikan. Lalu keadaanya yang masih terpisah dari setiap alat uji sehingga memakan banyak tempat (membutuhkan banyak meja), ditambah setiap modul alat uji mempunyai dimensi yang sangat besar. Terlihat dibawah ini adalah gambar dari fisik alat peraga yang terdapat di Polman.



Gambar I.1 Alat Peraga Uji Batang *Truss*, Uji Bending, dan Uji Puntir

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis juga telah melakukan penelitian menggunakan kuesioner skala *likert* untuk memperluas sumber selain dari hasil literatur dan observasi langsung di lab *Strength of Material*. Pada kesimpulan hasil kuesioner didapat bahwa dugaan pemahaman mahasiswa mengenai pembelajaran mata kuliah Mekanika Teknik / Kekuatan Bahan masih dirasa sulit dipahami bila di

jelaskan oleh pengajar hanya sekedar penjelasan lisan maupun tertulis. Mahasiswa setuju dengan diadakannya alat peraga Mekanika Material ini dapat membantu memahami konsep atau materi yang disampaikan dan sangat dibutuhkan untuk diterapkan pada pembelajaran matakuliah terkait dengan alat peraga ini (Kekuatan Bahan dan Mekanika Teknik). Pernyataan tersebut dikuatkan dengan responden yang sudah menggunakan/ berinteraksi dengan alat peraga ini jika penerapan metode pembelajaran menggunakan alat peraga khususnya alat peraga mekanika material ini jadi lebih terbayang dan mudah memahami pembelajarannya, namun dalam segi pengoperasiannya masih dirasa sulit. Dari beberapa pertanyaan terbuka, dua dari tiga belas responden mempunyai permasalahan yang sama yaitu mengenai *manual book* yang sulit dipahami. Kekurangan pada modulnya itu sendiri belum memberikan secara rinci/detail dalam prosedur penggunaannya dan bahasanya sulit dipahami. Hasil laporan mahasiswa bagi yang praktikum menggunakan alat tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai pengujian (aktual) dan perhitungan tidak sesuai. Hal ini menimbulkan kebingungan dari mahasiswanya itu sendiri karena tujuan dari praktikum di lab SOM ini adalah menguji hasil kebenaran dalam perhitungan dengan membandingkan hasil uji praktikum secara langsung. Faktor ini mungkin bisa disebabkan karena spesimen bahan uji yang digunakan telah melampaui batas elastis (diberi gaya yang melebihi batas ketentuan) sehingga material tidak kembali ke bentuk semula (plastis).

Melihat semua permasalahan diatas, maka diperlukan solusi efektif berupa pengembangan alat peraga yang lebih mudah pengoperasiannya dan cocok untuk diterapkan pada prodi DEB maupun DEC yang menyangkut dengan mata kuliah terkait. Konsep dari rancangan ini terdapat uji batang tarik tekan, bending, dan puntir yang mana dari setiap konsep yang tersedia dibuat menjadi satu dalam arti bisa dibongkar pasang (diambil dari susunannya) sesuai dengan ketentuan persyaratan alat peraga. Lalu mengapa memilih konsep uji batang tarik tekan, bending, dan puntir sebagai konsep yang dipilih karena dalam pengaplikasian perhitungannya berkaitan dari tujuan untuk menentukan tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) pada struktur dan komponen komponennya akibat beban-beban yang bekerja padanya. Apabila dapat memperoleh besaran-besaran ini untuk semua harga beban hingga mencapai beban yang menyebabkan kegagalan, maka akan

mempunyai gambaran lengkap mengenai perilaku mekanis pada material tersebut. Pemahaman perilaku mekanis sangat penting untuk desain yang aman bagi semua jenis struktur, baik itu berupa pesawat terbang dan antena, gedung dan jembatan, mesin dan motor [6]. Lalu berhubungan dengan adanya permasalahan mengenai *manual book*, alat peraga yang akan dikembangkan bukan hanya sekedar rancangan saja tapi akan memberikan panduan penggunaannya dalam bentuk buku panduan yang rinci dan detail.

Dengan hadirnya alat peraga ini sampai dibangun untuk modul *Truss* yang direncanakan harapannya dapat membantu pemahaman konsep yang sulit atau abstrak dengan cara visual yang lebih praktis dan juga untuk melihat dan merasakan konsep yang sedang diajarkan, sehingga memudahkan mahasiswa untuk memahaminya. Dengan meningkatkan nilai efisiensinya, alat peraga ini dibangun dengan prinsip biaya produksi yang terjangkau tanpa mengorbankan kualitas. Pengembangan alat peraga ini menghadirkan solusi yang ramah anggaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan diproduksi secara massal. Dibalik harganya yang terjangkau, alat peraga ini tetap menonjol dalam memberikan pengalaman pembelajaran yang interaktif, membuktikan bahwa kualitas tak selalu harus datang dengan harga yang mahal.

## **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana rancangan alat peraga kekuatan material yang mudah di bongkar pasang?
2. Bagaimana rancangan *system* yang digunakan pada alat peraga?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Pada proses perancangan ranah domain elektronik hanya konsep yang dijelaskan melalui diagram *circuit* sambungan antara komponen dan *flowchart*.
2. Pada proses perancangan ranah domain informasi hanya konsep desain UI yang menyesuaikan kebutuhan dan *flowchart* penggunaannya.

3. Dalam penelitian ini hanya berfokus pada modul *truss*.

#### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kelayakan alat peraga kekuatan material batang *truss* setelah dikembangkan dan dibuat di Polman.
2. Dalam pembuatan alat dengan estimasi biaya lebih murah dengan alat *existing*.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi instansi kampus POLMAN  
Hasil pengembangan alat peraga ini diharapkan bisa diproduksi dalam jumlah banyak dan mempunyai nilai jual yang untung dan mempunyai produk/brand sendiri. Tidak hanya itu, pengembangan alat peraga ini diharapkan bisa digunakan kembali untuk meningkatkan kualitas dalam mutu pembelajaran yang berkaitan dengan kekuatan material.
2. Bagi Mahasiswa  
Memudahkan mahasiswa dalam praktikum yang praktis dan *user friendly*.
3. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan  
Memunculkan inovasi dan perbaikan baru mengenai penelitian dan pengembangan alat peraga. Penemuan-penemuan baru dapat menghasilkan teknologi, produk, atau penggunaan yang lebih baik dan lebih efisien.

#### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, Bab ini berisi jawaban permasalahan yang dirumuskan, dan penjelasan mengenai hasil-hasil TA.

BAB V PENUTUP, Berisi kesimpulan dan saran.