

# **Rancang Bangun Alat Peraga Replika Sendi Manusia**

## **Tugas Akhir**

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

oleh

Mochamad Fachmi Ginanjar

220341031



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun Alat Peraga Replika Sendi Manusia**

Oleh:

Mochamad Fachmi Ginanjar

220341031

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

Bandung, 8 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Aris Budiyarto, S.T., M.T.

NIP. 197012301995121001

Pembimbing II,



Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.

NIP. 199704192022032012

Disahkan,

Penguji II,



Danu Jaya Saputro, S.T.,

M.Sc.

NRP. 224401001

Penguji I,

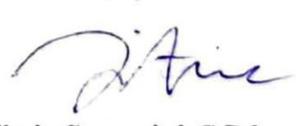


Ruminto Subekti, S.S.T.,

M.T.

NIP.196510141989031002

Penguji III,



Fitria Suryatini, S.Pd.,

M.T.

NIP.198804242018032001

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

Nama : Mochamad Fachmi Ginanjar  
NIM : 220341031  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Alat Peraga Replika Sendi Manusia

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 : 08-08-2024  
Yang Menyatakan,

Mochamad Fachmi Ginanjar  
NIM 220341031

## ABSTRAK

Anatomi tubuh adalah salah satu mata pelajaran yang sulit untuk mahasiswa kedokteran serta ilmu ini berkaitan langsung dengan kedokteran klinis dalam spesialisasi bedah. Para mahasiswa kedokteran memerlukan alat peraga sendi yang memiliki pergerakan yang mirip dengan sendi asli manusia, untuk mempelajari anatomi tubuh manusia dan menyimulasikan operasi sendi manusia. Penelitian mengenai alat peraga replika sendi manusia telah beberapa kali dilakukan, salah satunya penelitian Dharma pada tahun 2023 telah membuat prototipe anatomi lutut untuk simulasi operasi. Meskipun demikian belum ada penelitian yang menggunakan motor penggerak servo dengan NI MyRIO dan NI LabVIEW sebagai mikrokontroler dan antarmuka yang interaktif. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alat peraga replika sendi manusia untuk membantu mahasiswa kedokteran dalam mempelajari anatomi tubuh manusia dan menyimulasikan operasi sendi manusia. Keluaran dari penelitian ini yaitu prototipe alat peraga replika sendi manusia dengan nilai akurasi 98% antara masukan dengan keluaran, serta dapat mencerminkan pergerakan asli sendi lutut manusia. Dengan demikian, alat peraga replika sendi manusia dapat memudahkan kemampuan mahasiswa kedokteran dalam mempelajari anatomi tubuh manusia, serta dapat dijadikan sebagai sumber literatur baru bagi bidang robotika, khususnya robotika medis.

**Kata kunci:** Alat Peraga Replika Sendi, LabVIEW, Mahasiswa Kedokteran, MyRIO1900, Simulasi Operasi Sendi

## ABSTRACT

*Anatomy of the body is one of the difficult subjects for medical students and this science is directly related to clinical medicine in surgical specialization. Medical students need a joint trainer with movements similar to real human joints, to study the anatomy of the human body and simulate human joint surgery. Research on human joint replica props has been carried out several times, one of which Dharma's research in 2023 has made a prototype of knee anatomy for simulating surgery. However, no research uses servo motor drives with NI MyRIO-1900 and NI LabVIEW as microcontrollers and interactive interfaces. Therefore, it is necessary to develop a human joint replica trainer to assist medical students in studying the anatomy of the human body and simulating human joint surgery. The result of this research is a prototype of a human joint replica trainer with an accuracy value of 98% between input and output, which can reflect the original movement of the human knee joint. Thus, the human joint replica trainer can facilitate the ability of medical students to study the anatomy of the human body and can be used as a new source of literature for the field of robotics, especially medical robotics.*

*Keywords: Joint Replica Trainer, LabVIEW, Medical Students, MyRIO-1900, Joint Operation Simulation*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Anatomi tubuh adalah salah satu mata pelajaran kedokteran yang paling sulit dipelajari oleh mahasiswa kedokteran [1]. Pentingnya anatomi meluas ke spesialis bedah karena relevansi langsung dari ilmu kedokteran dasar dengan praktik klinis [2], [3]. Salah satu penerapan robot di bidang kesehatan adalah pengembangan replika sendi manusia yang melibatkan banyak elemen mekanikal dan psikologikal, termasuk tulang, sendi, tendon, otot, saraf, dan sensor [4]. Salah satu terobosan yang signifikan yaitu pengembangan replika tubuh manusia di bidang kesehatan, khususnya untuk penderita disabilitas tuna daksa pada bagian kaki membutuhkan alat bantu mobilisasi berupa prostetik atau bagian tubuh buatan yang mirip dengan fungsionalitas anggota tubuh asli [5]. Oleh karena itu, pengembangan alat peraga sendi manusia menjadi sangat penting untuk mahasiswa kedokteran dalam mempelajari sendi-sendi tubuh manusia. Dengan teknologi tersebut, diharapkan ilmu anatomi tubuh manusia khususnya operasi gerak sendi oleh para mahasiswa kedokteran dapat dengan mudah mempelajari operasi gerak sendi manusia dengan alat peraga sendi manusia untuk menyimulasikan operasi sendi pada tubuh manusia.

Penelitian mengenai prostetik ini telah beberapa kali dilakukan. Taufik Ramadhan Fitrianto dkk di tahun 2023 telah berhasil membuat perancangan produk kaki prostetik bawah lutut [6]. Zakki Fuadi Emzain dkk di tahun 2020 berhasil membuat analisis elemen untuk model prostetik lentur pergelangan kaki [7]. Fungai Jacqueline Kiwa dkk di tahun 2023 berhasil membuat neuro-robotik prostetik lengan [8]. Uma Arun x dkk di tahun 2018 berhasil membuat framework untuk robot dan prostetik [4]. Marihot Nainggolan dkk di tahun 2023 berhasil membuat sendi lutut prostetik [5]. A. Gorjestani dkk di tahun 2023 berhasil membuat jari prostetik [9]. Zachary Yoder dkk di tahun 2020 berhasil membuat high-speed jari prostetik [10]. Yu Wang dkk. di tahun 2018 berhasil mengembangkan desain prostetik dengan IoT [11]. Rathy G. A. dkk di tahun 2020 berhasil membuat monitor dan diagnosis biomedis berbasis IoT menggunakan myRIO [12]. Uma Arun dkk. di

tahun 2018 berhasil membuat real-time cardiac monitoring menggunakan NI myRIO [13]. Muhammad Azmi Ayub dkk. di tahun 2018 telah berhasil membuat neuro-prostetik [14]. Penelitian-penelitian terdahulu mengenai pembuatan alat peraga sendi dan prostetik yang membuat penulis terdorong untuk membuat alat peraga replika sendi manusia yang lebih realistis dengan penggerak untuk mahasiswa kedokteran dalam mempelajari anatomi tubuh manusia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe alat peraga replika sendi manusia yang menggunakan penggerak dengan motor servo dan NI myRIO sebagai bagian integral dari sistem kontrol, yang mana penelitian sebelumnya belum ada kontrol yang dapat dilakukan dengan antarmuka LabVIEW yang interaktif. Sistem ini dirancang untuk mengatur pergerakan dari prototipe alat peraga sendi yang telah dibuat dengan antarmuka kontrol yang dapat diatur melalui LabVIEW. Dengan memanfaatkan kontrol servo satu derajat kebebasan, prototipe ini diharapkan dapat memudahkan mahasiswa kedokteran dalam mempelajari anatomi tubuh manusia, khususnya yaitu sendi lutut. Fokus pada satu derajat kebebasan pada kendali servo diharapkan dapat menghasilkan gerakan alat peraga sendi yang lebih alami seperti anggota tubuh asli. Keberhasilan mencapai pengaturan mobilisasi yang diinginkan diharapkan dapat membawa dampak positif yang signifikan, memungkinkan para mahasiswa kedokteran yang sedang mempelajari ortopedi untuk mendapatkan pengalaman pembelajaran gerak sendi manusia yang lebih alami. Secara keseluruhan, prototipe ini diharapkan bukan hanya sebagai langkah maju dalam alat bantu pengajaran, tetapi juga membuka peluang untuk perkembangan lebih lanjut dalam ilmu sendi manusia yang lebih mendalam, dengan harapan tingkat keakuratan pergerakan alat peraga sendi manusia mencapai 80%.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, didapat rumusan masalah penelitian antara lain:

1. Bagaimana cara mempermudah mahasiswa kedokteran dalam mempelajari anatomi tubuh manusia, khususnya sendi lutut dengan penerapan teknologi?
2. Bagaimana cara mereplikasi sendi lutut manusia dengan penerapan ilmu robotika untuk mempermudah pembelajaran anatomi tubuh manusia?

### **I.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, bahasan penelitian akan dibatasi dengan beberapa batasan masalah berikut:

1. Prototipe robot sendi yang akan dibuat adalah sendi lutut manusia.
2. Dalam pengerjaan penelitian ini akan menggunakan antarmuka LabVIEW.
3. Mikrokontroler yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu NI MyRIO.
4. Aktuator yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu servo motor dengan torsi tinggi.
5. Material yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS).

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

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Membuat rancangan prototipe alat peraga replika sendi manusia.
2. Membuat prototipe alat peraga replika sendi manusia.
3. Membuat sistem kontrol dari prototipe alat peraga replika sendi manusia.
4. Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan di bidang mekatronika.
5. Sebagai sumber literatur baru bagi bidang robotika, khususnya robotika medis.
6. Sebagai prototipe alat peraga replika sendi manusia bagi mahasiswa kedokteran dalam mempelajari anatomi tubuh manusia, khususnya yaitu sendi lutut.

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

Sistematika 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, menjelaskan istilah dan ilmu terkait, serta meninjau hasil penelitian terdahulu dengan topik atau kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir, meliputi gambaran umum sistem, perancangan sistem, dan perencanaan pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.