

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Osteoarthritis (OA) merupakan penyakit degeneratif yang bersifat kronis ditandai dengan gejala klinis akibat gangguan yang terjadi pada jaringan sendi. Kerusakan jaringan sendi terutama tulang rawan menjadi penyebab utama penyakit OA sehingga memicu rasa sakit, bengkak, dan kekakuan di sekitar sendi. Sendi lutut atau "*genu*" merupakan salah satu sendi dalam tubuh manusia yang sangat rentan terhadap penyakit osteoarthritis. Menurut Wijaya (2018), penderita osteoarthritis dari populasi dunia adalah sebanyak 4%, dengan 83% kasus osteoarthritis merupakan osteoarthritis lutut[1]. Masalah kesehatan ini biasanya terjadi pada usia dewasa hingga lanjut usia. Berdasarkan hasil pemeriksaan radiologi di Indonesia, prevalensi osteoarthritis lutut mencapai 15,5% pada pria dan 12,7% pada wanita yang berusia antara 40-60 tahun[2].

Degenerasi dini pada permukaan tulang rawan adalah salah satu faktor etiologi yang menyebabkan osteoarthritis pada sendi *genu*. Hal ini memicu sensasi retak, meletup atau berderak saat lutut digerakkan dan akan menghasilkan suara atau kebisingan di sekitar sendi karena gesekan permukaan antar sendi yang rusak. Variasi setiap suara sendi *genu* yang dihasilkan selama gerakan yang berubah-ubah dapat menjadi indikasi perubahan struktural di dalam lutut yang berpotensi terkait penyakit osteoarthritis *genu*. Menurut Nevalainen *et al* (2021), lutut pada penderita osteoarthritis menghasilkan sinyal suara 6–10 kali lebih banyak dibandingkan lutut sehat dengan amplitudo 20 dB lebih tinggi dan durasi hingga 10 kali lebih lama[3]. Shark *et al* (2021) juga mengungkapkan, sinyal *acoustic emission* (AE) lutut berkisar antara 20 hingga 400 kHz, diakuisisi dengan frekuensi sampling 5 MHz pada ambang batas magnitudo 36 dB atau sekitar 63 μ V[4].

Penilaian klinis kondisi sendi lutut terkait penyakit osteoarthritis *genu* sebagian besar dilakukan melalui pencitraan medis non-invasif, seperti pemindaian sinar-X, pencitraan *ultrasound*, *Computerized Tomography* (CT),

dan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Hasil dari pemeriksaan ini, tentunya memiliki reliabilitas dan validitas yang baik akan tetapi membutuhkan biaya dan fasilitas yang mahal serta risiko efek radiasi. Selain itu, metode standar dan tradisional juga dilakukan melalui tindakan artroskopi secara invasif[3]. Hanya saja tindakan ini tidak praktis jika dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil patologis tulang rawan. Keterbatasan pencitraan dan artroskopi tersebut, mendorong penggunaan teknologi medis melalui metode *Acoustic Emission* (AE) untuk memantau kesehatan sendi secara non-invasif.

Metode *Acoustic Emission* (AE) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mendeteksi gelombang suara atau sinyal akustik yang dihasilkan oleh deformasi material atau struktur internal. Dalam penelitian dan perkembangannya, teknik ini mulai diterapkan di dunia medis sebagai metode alternatif untuk mendeteksi sinyal suara yang dihasilkan oleh gerakan dan gesekan antar sendi pada lutut terutama dalam kondisi patologi, seperti osteoarthritis *genu*. Deteksi sinyal emisi akustik pada osteoarthritis *genu* dapat direkam menggunakan berbagai jenis sensor, seperti film piezoelektrik, mikrofon berbasis elektret atau MEMS[5]. Penerapan metode sederhana ini memungkinkan pemantauan perkembangan penyakit secara efisien, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan klinis dan perencanaan perawatan yang lebih efektif.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperlukan perancangan sistem deteksi berdasarkan emisi akustik sendi lutut untuk mempermudah mengetahui kondisi penyakit osteoarthritis *genu* secara non-invasif dan bebas efek radiasi. Perangkat untuk merekam sinyal emisi akustik sendi menggunakan dua sensor mikrofon MEMS yang diintegrasikan dengan sensor elektro-goniometer sebagai pengukur rentang sudut selama gerakan sendi, serta perangkat lunak LabVIEW untuk akuisisi dan analisis data. Oleh karena itu, untuk merealisasikan maksud tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian ke dalam bentuk skripsi yang berjudul :

**“PERANCANGAN SISTEM DETEKSI PENYAKIT OSTEOARTRITIS
GENU BERDASARKAN EMISI AKUSTIK SENDI LUTUT
BERBASIS LABVIEW”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana cara merancang perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendeteksi sinyal emisi akustik sendi lutut pada penderita osteoarthritis *genu* berbasis LabVIEW.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, penulis membuat dan membatasi masalah-masalah pokok agar tidak terjadi pelebaran masalah dalam pembahasan dan penyajian data. Berikut adalah batasan masalah dalam penelitian ini.

1. Perancangan alat difokuskan untuk mengetahui kondisi lutut dan penyakit osteoarthritis *genu* berdasarkan analisis emisi akustik sendi.
2. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah NodeMCU ESP32.
3. Pemantauan dan akuisisi data sinyal emisi akustik dilakukan dengan merekam sinyal menggunakan perangkat lunak LabVIEW,
4. Perekaman emisi akustik sendi menggunakan dua sensor MEMS INMP441 yang masing-masing diletakkan di bagian medial dan lateral sendi lutut.
5. Sudut gerakan sendi diukur menggunakan sensor MPU6050 yang berfungsi sebagai elektro-goniometer dan ditempatkan pada bagian pertengahan *tibia* kaki.
6. Rentang gerakan lutut dievaluasi selama 5 siklus pada posisi duduk di atas kursi melalui gerakan ekstensi (90° – 0°) dan fleksi (0° – 90°).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi penyakit osteoarthritis *genu* berdasarkan emisi akustik sendi lutut yang bersifat non-invasif dan bebas efek radiasi. Sistem ini diharapkan dapat membantu dokter umum dan pasien dalam melakukan pemeriksaan awal kondisi sendi lutut serta memantau perkembangan penyakit osteoarthritis *genu* selama proses pengobatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Di bawah ini adalah tiga garis besar manfaat yang diharapkan dari penelitian ini.

1.5.1 Bagi Penulis

- a. Penelitian ini sebagai wadah untuk menerapkan pengetahuan dan wawasan yang telah diperoleh selama masa studi di perkuliahan.
- b. Menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai perkembangan teknologi, khususnya dalam bidang alat kesehatan.
- c. Menjadi media pembelajaran yang efektif bagi penulis.

1.5.2 Bagi Institusi

- a. Penelitian ini dapat menjadi sumber informasi bagi mahasiswa jurusan D-IV Teknik Elektromedik Universitas Mohammad Husni Thamrin.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi katalisator dalam kegiatan akademis dan inovasi bagi mahasiswa jurusan D-IV Teknik Elektromedik Universitas Mohammad Husni Thamrin.

1.5.3 Bagi Masyarakat Umum

- a. Dapat memudahkan pemantauan kondisi osteoarthritis *genu* secara non-invasif, bebas efek radiasi, dan dengan biaya yang lebih terjangkau.
- b. Dapat menjadi metode alternatif diagnosis bagi masyarakat yang mengalami osteoarthritis *genu*.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran lengkap tentang penulisan skripsi ini, penulis membuat sistem penulisan berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang penelitian, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat yang ingin dicapai, serta sistematika penulisan untuk mempermudah dalam penyusunan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang dilakukan penulis serta teori-teori dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah di dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas metode yang digunakan dalam penelitian, analisa kebutuhan, peralatan dan bahan penelitian, rancangan desain alat, dan pembahasan dari sistem yang dirancang.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian, uji coba, dan analisis yang dibahas dengan mengacu pada teori-teori yang relevan dengan penelitian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari pembahasan penelitian yang telah dilakukan serta saran penulis untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.