

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam era perkembangan teknologi transportasi yang semakin pesat, kenyamanan dan keselamatan pengguna kendaraan menjadi dua aspek krusial yang tidak dapat diabaikan [1 - 3]. Berbagai inovasi telah diimplementasikan, seperti peningkatan sistem suspensi, desain interior yang ergonomis, hingga fitur keselamatan aktif dan pasif. Namun demikian, perhatian terhadap dampak biomekanik dari kondisi kendaraan terhadap bagian tubuh yang sensitif, khususnya leher, masih belum mendapatkan porsi pengkajian yang memadai. Leher merupakan salah satu bagian tubuh yang sangat rentan terhadap gaya tekan dan pergerakan berlebih akibat getaran, guncangan, atau perubahan posisi selama berkendara, terutama dalam kondisi jalan yang tidak rata atau ekstrem [4], [5].

Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah belum tersedianya sistem pengukuran yang mampu mendeteksi gaya tekan dan dinamika pergerakan leher secara presisi dan real-time dalam konteks penggunaan kendaraan [6], [7]. Penelitian sebelumnya banyak mengandalkan model statis atau manekin konvensional yang belum dilengkapi dengan sensor pengukuran gaya secara aktual, sehingga data biomekanik yang diperoleh tidak merepresentasikan kondisi dinamis di lapangan secara akurat [8 - 10]. Hal ini menyulitkan proses analisis kenyamanan maupun identifikasi risiko cedera pada leher, yang berpotensi terjadi akibat getaran jangka panjang atau benturan mendadak [11].

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem yang dirancang khusus untuk mengukur gaya tekan dan pergerakan leher dengan pendekatan berbasis sensor, guna menghasilkan data biomekanik yang lebih akurat dan aplikatif. Salah satu teknologi yang memiliki potensi besar dalam hal ini adalah load cell, yaitu sensor yang mampu mengukur gaya tekan secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi. Dengan mengintegrasikan load cell ke dalam struktur manekin, maka dimungkinkan untuk memperoleh data tekanan dan gerakan leher selama kendaraan beroperasi. Data ini tidak hanya dapat digunakan untuk analisis ergonomi, tetapi juga untuk pengembangan sistem keselamatan yang lebih adaptif.

Berdasarkan urgensi tersebut, tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengukuran gaya tekan dan pergerakan leher berbasis load cell yang terintegrasi dalam manekin pintar. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam evaluasi kenyamanan kendaraan, serta memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan desain kendaraan yang lebih ergonomis dan aman bagi penggunanya.

1.2. Rumusan Masalah dan Solusi

Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini berkaitan dengan belum tersedianya sistem yang mampu mengukur gaya tekan dan pergerakan leher secara presisi dalam konteks kenyamanan berkendara. Cedera pada leher yang diakibatkan oleh gaya tekan berlebihan atau pergerakan tidak wajar masih sering terjadi, khususnya dalam kondisi kendaraan yang melalui medan tidak rata atau mengalami getaran tinggi. Meskipun teknologi sensor seperti *load cell* telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknik, penerapannya secara spesifik untuk mengevaluasi beban mekanis pada leher dalam simulasi kenyamanan kendaraan masih sangat terbatas. Hal ini mengakibatkan kurangnya data objektif yang dapat dijadikan dasar dalam analisis risiko biomekanik maupun perancangan desain kendaraan yang ergonomis dan aman.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, perlu dikembangkan suatu sistem berbasis *load cell* yang dirancang khusus untuk mengukur gaya tekan dan pergerakan leher secara real-time, serta dapat diaplikasikan langsung pada skenario pengujian kendaraan. Sistem ini diharapkan mampu mengidentifikasi pola tekanan dan pergerakan yang berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan atau cedera, sekaligus memberikan data yang relevan untuk mendukung pengembangan desain interior kendaraan. Dengan mengintegrasikan pengetahuan di bidang teknologi sensor, pemrograman sistem tertanam (*embedded system*), dan pengolahan data, maka solusi ini juga mencerminkan penerapan keilmuan dari program studi Teknologi Komputer yang berfokus pada pengembangan perangkat cerdas berbasis sensorik.

1.3. Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan sebagai upaya pengembangan sistem pengukuran gaya tekan dan pergerakan leher yang dapat digunakan dalam evaluasi kenyamanan kendaraan. Permasalahan utama yang diangkat adalah belum tersedianya perangkat yang mampu mengukur tekanan dan gerakan leher secara akurat dan langsung pada kondisi dinamis di lapangan. Dalam tugas akhir ini, penulis bertanggung jawab dalam aspek pengembangan perangkat keras (*hardware*) dari sistem, yang meliputi integrasi sensor berbasis *load cell*, perakitan struktur mekanik pada leher manekin, serta pelaksanaan pengujian lapangan untuk memperoleh data biomekanik aktual. Sistem ini diintegrasikan dengan manekin yang sebelumnya telah dikembangkan, dan diuji pada kendaraan di medan tidak rata untuk memperoleh gambaran kondisi kenyamanan pengguna secara objektif. Meskipun sistem ini terhubung ke web dashboard, pengembangan antarmuka visualisasi bukan merupakan tanggung jawab penulis.

Adapun tujuan spesifik dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem pengukuran gaya tekan leher berbasis *load cell* dalam bentuk perangkat keras yang terintegrasi dengan manekin.
2. Menyusun dan merealisasikan konfigurasi fisik serta kelistrikan sistem sensor untuk mendeteksi tekanan dan pergerakan leher.
3. Melaksanakan proses pengujian sistem secara langsung di lapangan dengan kondisi kendaraan dinamis guna mengidentifikasi respons biomekanik leher.
4. Melakukan proses validasi data gaya tekan menggunakan force gauge sebagai acuan untuk mengukur tingkat akurasi sistem.
5. Memberikan kontribusi terhadap evaluasi kenyamanan kendaraan dengan menyediakan data biomekanik yang dapat dijadikan dasar perancangan desain interior yang ergonomis.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian dan pengembangan sistem pengukuran gaya tekan dan pergerakan leher ini, terdapat beberapa batasan yang ditetapkan untuk menjaga fokus dan ruang lingkup pekerjaan agar tetap terarah. Adapun batasan masalah dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya difokuskan pada pengukuran gaya tekan dan pergerakan pada bagian leher manekin, sehingga tidak mencakup analisis biomekanik pada bagian tubuh lainnya seperti punggung, bahu, atau kepala secara menyeluruh.
2. Sistem ini hanya menggunakan sensor load cell, tanpa integrasi sensor tambahan seperti IMU (Inertial Measurement Unit) atau gyroscope, sehingga tidak mampu mengukur parameter rotasi atau percepatan sudut.
3. Pengukuran yang dilakukan terbatas pada gaya tekan vertikal dan hasil konversinya dalam bentuk momen gaya. Sistem ini belum mendukung pengukuran torsi atau rotasi murni karena keterbatasan jenis sensor yang digunakan.
4. Nilai gaya yang diukur merupakan besaran turunan dari massa dan percepatan, sehingga hasil pengukuran sangat bergantung pada percepatan gravitasi serta kecepatan dan kondisi gerak kendaraan. Hal ini dapat memengaruhi fluktuasi pembacaan pada medan atau manuver tertentu.

5. Lingkup pengujian hanya terbatas pada kendaraan militer jenis roda empat. Aplikasi pada kendaraan sipil atau jenis kendaraan lain belum menjadi bagian dari cakupan proyek ini.

1.5. Penjadwalan Kerja

Subbab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilaksanakan untuk mencapai solusi yang telah dirumuskan pada bagian sebelumnya. Rencana pelaksanaan disusun dalam bentuk jadwal terstruktur yang berfungsi sebagai pedoman bagi mahasiswa dan pembimbing dalam memantau pencapaian target secara bertahap sesuai dengan tenggat waktu yang telah disepakati. Penyusunan jadwal ini diharapkan dapat memastikan setiap tahapan kegiatan berjalan secara terukur dan sistematis, sehingga proses pengembangan dan evaluasi dapat dilakukan secara optimal.

Tabel 1. 1 Tabel Pengerjaan Tahun 2024

No	Deskripsi Kerja	Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
2	Perancangan					█	█	█	█																
3	Implementasi									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
4	Pengujian dan Evaluasi																	█	█						
5	Dokumentasi																					█	█	█	█

Tabel 1. 2 Tabel Pengerjaan Tahun 2025

No	Deskripsi Kerja	Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	Perancangan												
3	Implementasi												
4	Pengujian dan Evaluasi												
5	Dokumentasi	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█