

# Perancangan Kursi Pengemudi Bus Mgi Dengan Tipe Hino Menggunakan Metode *Reverse Engineering*

Fadhel Muhammad  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

fadhelmd@student.telkomuniversity.ac.id

Sri Martini  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

martini@telkomuniversity.ac.id

Agus Kusnayat  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

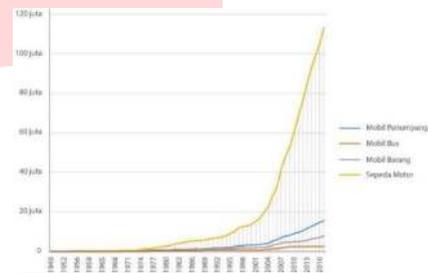
guskus@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— PT. Maya Gapura Intan (MGI) merupakan salah satu perusahaan jasa transportasi yang telah beroperasi sejak tahun 2003. Kelemahan yang terdapat pada bus yaitu waktu tempuh yang lebih lama jika dibandingkan dengan transportasi umum lainnya. Waktu tempuh yang lama dapat menyebabkan terjadinya pegal pada tubuh pengemudi karena mengemudi dalam waktu lama. Posisi mengemudi yang kurang ergonomis sangat dipengaruhi oleh desain kursi, oleh karena itu diperlukan perbaikan pada desain kursi yang dapat membuat pengemudi pegal pada bagian otot. Pada tahun 2005 menunjukkan bahwa sekitar 40,5% penyakit yang diderita oleh pengemudi bus berhubungan dengan aktivitas mengemudi, menurut studi yang dilakukan terhadap 9.482 pekerja dari 12 kabupaten atau kota di Indonesia, umumnya berupa penyakit muskuloskeletal 16%, kardiovaskuler 8%, gangguan syaraf 6%, gangguan pernafasan 3%, dan gangguan THT 1,5% [1]. Penyakit otot dan pegal merupakan salah satu penyakit muskuloskeletal disorders (MSDs). MSDs merupakan akumulasi rasa nyeri dalam konteks pekerjaan yang memperburuk kondisi dari tubuh pekerja [2]. Penulis melakukan observasi dan wawancara terhadap pengemudi bus untuk mendapatkan data keluhan dan kebutuhan pada pengemudi bus. Setelah data observasi diperoleh peneliti memilih metode penyelesaian masalah dengan metode reverse engineering dengan tujuan mengembangkan kursi pengemudi bus eksisting dengan penyesuaian terhadap kebutuhan dan masalah yang dialami pengemudi bus.

**Kata kunci**—Muskuloskeletal disorders, Reverse Engineering, kursi pengemudi bus

## I. PENDAHULUAN

Transportasi umum merupakan salah satu alternatif yang tidak jarang digunakan oleh masyarakat untuk bepergian ke luar kota. Transportasi yang umum digunakan oleh masyarakat yaitu pesawat terbang, kereta api, bus dan transportasi lainnya.



GAMBAR 1

(Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Di Indonesia Tahun 2018)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), kendaraan bermotor di Indonesia kini bertumbuh secara pesat. Pada kendaraan sepeda motor dan mobil penumpang pertumbuhan tersebut eksponensial. Selama sepuluh tahun terakhir, mobil penumpang bertambah 8,62 juta unit atau 15,72%, kendaraan bus 773,17 ribu unit atau 1,41 %, mobil barang 3,29 juta unit atau 6,00 %, dan sepeda motor 71,08 juta unit atau 129,69%. Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang mengalami pertumbuhan pesat hingga di atas 100% selama sepuluh tahun terakhir [3]. Angkutan jalan bisa menjadi primadona. Sekarang ada kenaikan penumpang hingga 20 persen [4]

Kelemahan yang terdapat pada bus yaitu waktu tempuh perjalanan yang lebih lama apabila dibandingkan dengan transportasi umum lainnya seperti pesawat terbang dan kereta api. Salah satu penyebab terjadinya pegal pada tubuh pengemudi yaitu posisi berkendara yang kurang ergonomis [5]. Keluhan tersebut timbul karena adanya tekanan dan pemaksaan penggunaan kursi sopir bus yang tidak ergonomi dan tidak sesuai dengan antropometri pengguna. Dengan demikian, sikap kerja tidak alamiah dapat menjadi faktor munculnya keluhan *muskuloskeletal disorders* [6]. MSDs merupakan keluhan atau gangguan yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang ringan hingga terasa sangat sakit pada bagian *muskuloskeletal* yang meliputi bagian sendi, syaraf, otot maupun tulang belakang akibat pekerjaannya yang tidak alamiah [7]. Posisi duduk saat bekerja tidak hanya terdapat pada perkantoran atau industri saja, namun aktivitas mengemudi pada angkutan kota juga termasuk pekerjaan dengan posisi duduk [8]. Posisi duduk yang lama dengan postur yang tidak nyaman dapat

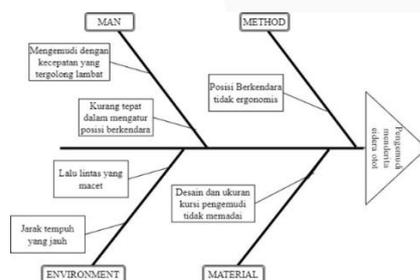
menyebabkan gangguan *musculoskeletal* sehingga mengubah posisi duduk secara teratur ketika duduk yang lama disarankan untuk dapat mengurangi risiko nyeri punggung bawah, rasa tidak nyaman pada daerah lumbar, kelelahan otot punggung dan kelelahan mental fisik akibat kerja [9].

Saat perjalanan berlangsung, Pengemudi bus membutuhkan waktu yang lama saat mengemudi, posisi duduk dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan timbulnya penyakit yang dapat mengakibatkan kerugian besar melalui kesalahan kerja dan mengurangi efektifitas serta produktifitas kerja [10]. Posisi duduk jika dilakukan dalam jangka waktu lebih dari 30 menit dapat mengakibatkan gangguan otot sehingga banyak individu mengalami *low backpain* (LBP) [11].



GAMBAR 2  
(Kursi Pengemudi Bus Eksisting)

Berdasarkan gambar 2 diatas dapat dilihat tubuh pengemudi yaitu paha, punggung, dan kepala pengemudi tidak tersangga dengan baik, sehingga dapat menyebabkan gangguan otot apabila mengemudi dengan waktu yang lama. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti ingin menelisik terkait dengan perancangan kursi pengemudi bus. Alasan penulis menggunakan metode *reverse engineering* yaitu metode tersebut merupakan metode yang tepat untuk memperbaiki perancangan dan pengembangan produk karena dapat digunakan secara sederhana yaitu produk yang sudah ada di dekomposisi, kemudian diukur, setelah itu dilakukan perbaikan atau dirancang Kembali dan pada proses terakhir dibuat prototipe serta pengujiannya [12]



GAMBAR 3  
(Fishbone Diagram)

Berdasarkan pada diagram *Fishbone* diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab pengemudi bus menderita cedera otot. Penyebab terjadinya permasalahan ini disebabkan oleh beberapa aspek, antara lain:

1. Disebabkan oleh metode yang digunakan  
Dalam hal ini posisi mengemudi bus yang tidak ergonomis berperan dalam terjadinya cedera otot pada pengemudi.
2. Disebabkan oleh manusia

Dalam hal ini pengemudi bus mengemudikan bus dalam kecepatan rendah dan kurang tepat dalam mengatur posisi mengemudi sehingga pengemudi bus duduk dalam waktu lama dengan posisi duduk yang tidak sesuai.

3. Disebabkan oleh lingkungan  
Dalam hal ini kondisi lalu lintas yang macet dan jarak tempuh yang jauh menjadi alasan pengemudi bus mengemudi dengan waktu yang lama.

4. Disebabkan oleh materi  
Dalam hal ini mesin yang dimaksud adalah kursi pengemudi bus. Desain dan ukuran kursi pengemudi bus tidak sesuai dengan kebutuhan pengemudi bus. Sehingga posisi duduk pengemudi tidak memadai.

Berdasarkan aspek penyebab terjadinya penyakit otot yang diderita oleh pengemudi bus adalah sebagai berikut.

TABEL 1  
(Alternatif Solusi)

No.	Akar Masalah	Potensi Solusi
1.	Desain dan ukuran kursi tidak memadai	Merancang ulang desain kursi pengemudi bus
2.	Kurang tepat dalam mengatur posisi berkendara	Mengatur posisi mengemudi sebelum melakukan perjalanan
3.	Lalu lintas macet	Mencari jalur alternatif yang lebih bebas hambatan

#### A. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Desain kursi seperti apa yang dapat mengurangi kemungkinan terjadinya penyakit otot?
2. Apa yang dapat disematkan pada kursi tersebut dengan menggunakan metode *reverse engineering*?

Tujuan Tugas akhir

Tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Memperbaiki ergonomi pada posisi duduk pengemudi bus.
2. Memperoleh desain kursi yang memenuhi kebutuhan pengemudi.

#### B. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Manfaat bagi penulis yaitu penulis dapat mengaplikasikan metode *reverse engineering* pada permasalahan yang dialami oleh pengemudi bus.
2. Manfaat bagi pengemudi bus yaitu dapat mengemudi dengan lebih nyaman serta waktu yang lebih lama.
3. Manfaat bagi perusahaan yaitu dapat membuat karyawannya (pengemudi bus) terhindar dari penyakit otot serta dapat bekerja lebih produktif.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Pengembangan Produk

Pengembangan produk adalah strategi dan proses yang dilakukan oleh perusahaan dalam mengembangkan produk, memperbaiki produk lama, atau memperbanyak kegunaan produk ke segmen pasar yang ada dengan asumsi bahwa konsumen menginginkan unsur-unsur baru mengenai produk [13].

### B. APK dan Ergonomi

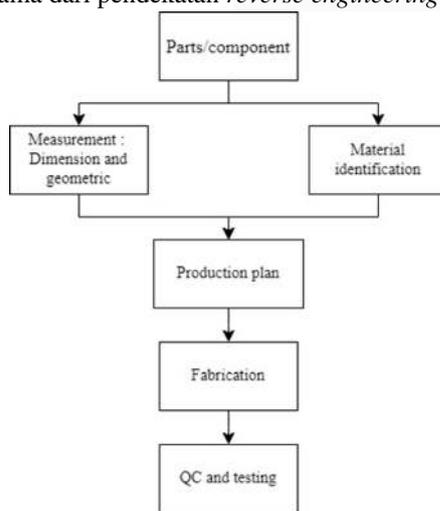
Ergonomi ditilik dari asal katanya, *ergonomic* berasal dari bahasa Yunani ‘*ergos*’ dan ‘*omos*’. ‘*Ergos*’ berarti kerja, sedangkan ‘*nomos*’ adalah aturan. Dengan demikian, istilah yang satu ini berbicara tentang ‘aturan kerja’ [14]. Ergonomi adalah interaksi manusia dengan sistem, profesi, prinsip, data, dan metode dalam rangka merancang sistem tersebut agar sesuai dengan kebutuhan, keterbatasan, serta keterampilan manusia.

### C. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan kerja diterapkan untuk mencegah terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan seperti kecelakaan kerja, penyakit yang diderita akibat hal yang dilakukan di tempat kerja.

### D. Reverse Engineering

*Reverse Engineering* (RE) merupakan salah satu metode untuk memperoleh penyempurnaan produk melalui perbaikan pada setiap kompoonen-komponen dari sebuah produk. Metode ini dapat mengurangi jumlah komponen pada setiap produk melalui *re-engineering product*, desain, dan proses manufaktur [15]. Metode ini diawali dengan pengumpulan data informasi dan analisis permasalahan dari produk eksisting dengan tujuan penyempurnaan sebuah produk [16]. Metode ini digunakan secara luas di bidang manufaktur, desain industri, dan reproduksi. Metode ini memerlukan gambaran dengan *computer-aided design* (CAD) untuk menggambarkan desain dari komponen yang telah diperbaiki dari desain. Walaupun terdiri dari beberapa analisis desain prosedur dan proses manufaktur, RE bukan hanya perkara geometri, namun juga material dan fungsi [17]. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4, terdapat lima proses utama dari pendekatan *reverse engineering* [18].



GAMBAR 4

(Flowchart metode *reverse engineering*)

Kursi pengemudi sebelumnya di uraikan untuk mengetahui secara spesifik mengenai fungsi masing-masing dari setiap komponen. Setelah mendapat informasi mengenai

fungsi dari setiap komponen, dapat diukur dimensi dan bentuk geometri komponen tersebut. Paralel dengan proses pengukuran, material komponen juga harus diidentifikasi untuk memasuki perencanaan produksi. Setelah menetapkan perencanaan produksi, langkah selanjutnya adalah fabrikasi. Fabrikasi akan menunjukkan bagaimana konsep dibuat. *Reverse engineering* adalah kegiatan analisa sebuah produk yang sudah ada digunakan sebagai acuan untuk mendesain sebuah produk baru dengan pengembangan pada komponen produk tertentu [19]. Langkah selanjutnya adalah membuat analisis morfologi berdasarkan peta morfologi produk. Peta morfologi produk menghasilkan beberapa kombinasi konsep alternatif. Konsep-konsep tersebut lalu dipilih berdasarkan skor dan bobot masing-masing dengan metode *concept screening* dan *concept scoring*. Setelah memilih konsep akhir, model rancangan dianalisis untuk memberikan penjelasan tentang komponen apa saja yang terpilih pada sebuah konsep alternatif. Lalu, langkah terakhir adalah prototyping dan melakukan pengujian alat. Pada tahap ini, prototipe yang dibuat adalah alternatif konsep pada tahap *concept scoring*. Hal ini dilakukan untuk menilai apakah pemilihan konsep berdasarkan bobot memiliki hasil yang sama dengan pengujian alat secara langsung [20].

### E. Antropometri

Antropometri dapat diartikan secara jelas yaitu merupakan suatu ilmu yang berkaitan secara khusus menyangkut dimensi tubuh manusia [21]. Antropometri juga merupakan salah satu alat ilmu yang digunakan untuk menciptakan kerja yang ergonomis [22]. Dalam menentukan menggunakan dimensi ini maka berat badan yang paling beratlah harus dipertimbangkan [23]. Alas duduk diterapkan menggunakan ukuran sedang atau persentil 50 agar dapat menopang paha dengan ukuran terpanjang dan terpendek [24]. Perancangan dengan sifat dimensi ruang ini ditujukan untuk orang yang memiliki ukuran yang paling tinggi dan paling gemuk [25].

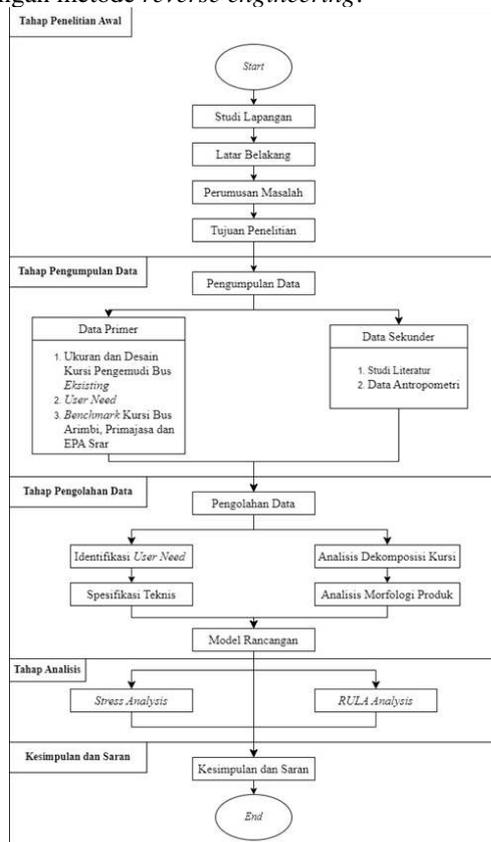
### F. Rapid Upper Limb Assesment (RULA)

*RULA* (*Rapid Upper Limb Assesment*) adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginvestigasi dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas. Metode ini tidak membutuhkan piranti khusus dalam memberikan penilaian dalam postur leher, punggung dan tubuh bagian atas [26]. Metode *RULA* adalah sebuah metode yang paling kompleks dan sudah dikembangkan oleh para ahli untuk menilai potensi cedera kerja [27]. Dalam analisis *RULA* pada Software CATIA V5R20 terdapat empat kategori warna yaitu merah untuk kondisi paling membutuhkan tindakan, orange untuk kondisi yang masih perlu diamati beberapa waktu kedepan, dan warna hijau untuk kondisi aman [28].

### III. METODE

#### A. Sistematika Perancangan

Sistematika Perancangan dilakukan agar dapat menyelesaikan masalah secara tepat dengan menguraikan langkah-langkah perancangan kursi pengemudi bus. Berikut merupakan sistematika perancangan dari kursi pengemudi bus dengan metode *reverse engineering*.



GAMBAR 5  
(Flowchart Sistematika Perancangan)

#### B. Langkah-Langkah Penelitian

Studi lapangan pada penelitian yang dilakukan berupa observasi, bertujuan untuk mengetahui dan memahami kondisi awal dengan mempelajari permasalahan yang terjadi pada posisi berkendara yang diperoleh dari keluhan pengemudi bus salah satunya karena faktor kursi eksisting yang kurang memadai. Dalam hal ini, data pendukung yang digunakan adalah data para pengemudi bus yang mengalami cedera dan pegal-pegal. Studi literatur merupakan tahap untuk mempelajari metode dan teori yang berkaitan dengan penelitian ini. Permasalahan dirumuskan berdasarkan peristiwa yang terjadi di lapangan. Rumusan masalah pada penelitian yang dilakukan adalah bagaimana cara mengembangkan desain kursi pengemudi bus agar dapat digunakan tanpa membuat pengemudi pegal. Tujuan penelitian dibuat setelah merumuskan permasalahan. Tujuan pada penelitian adalah untuk menganalisis desain kursi pengemudi bus agar mengurangi risiko cedera dan meningkatkan produktivitas pengemudi bus.

#### C. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan dua metode, yaitu data primer dan sekunder. Tahap pengumpulan data primer diperoleh dari hasil observasi pada perusahaan dan wawancara pada pengemudi bus. Tahap ini dilakukan agar diperoleh data yang diperlukan untuk meneliti permasalahan

pada pengemudi bus. Metode lainnya yaitu data sekunder yang didapatkan dari beberapa sumber yang dijadikan sebagai referensi, seperti buku, jurnal, dan internet untuk mendukung penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini, data sekunder yang diperoleh yaitu mengenai rancangan kursi dan melakukan benchmarking pada kursi. Pada tahap ini diperoleh desain kursi pengemudi eksisting dan posisi berkendara eksisting yang akan diuraikan dan dianalisis fitur dari setiap komponen yang terdapat pada kursi tersebut.

#### D. Tahapan Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

- Investigasi dan prediksi langkah pertama dalam mengolah data bertujuan untuk mengidentifikasi konsep dari kursi yang digunakan sebelumnya berdasarkan pengalaman pengemudi bus, sehingga didapatkan spesifikasi kursi eksisting untuk membuat rancangan ulang.
- Analisis dekomposisi struktur kursi bertujuan untuk mengetahui daftar komponen kursi eksisting. Setelah itu, daftar komponen yang telah diketahui digunakan untuk mencari konsep alternatif.
- Spesifikasi teknis dilakukan untuk memilih target yang sudah ditentukan dari konsep baru pada kursi yang akan dirancang.
- Analisis morfologi produk bertujuan untuk menemukan kombinasi komponen pada konsep kursi baru, sehingga dapat dipilih kombinasi konsep komponen kursi yang paling baik.
- Model rancangan dilakukan untuk mengembangkan kombinasi yang telah dipilih pada tahap sebelumnya. Desain rancangan kursi di visualisasikan dengan software solid works.

#### E. Tahap Analisis

Deskripsi mekanisme verifikasi merupakan tahap diperolehnya hasil akhir yaitu dilakukan pengujian hasil rancangan berupa rancangan kursi pengemudi bus yang telah dibuat melalui aplikasi solid works. Pada tahap ini hasil rancangan kursi pengemudi bus dilakukan uji coba melalui simulasi *RULA* pada aplikasi *Catia V5*. Hasil simulasi tersebut berupa nilai dari kualitas kursi pengemudi bus saat diduduki. *Stress analysis* pada aplikasi solid works dilakukan dengan memberi beban pada rancangan kursi untuk mendapatkan nilai ketahanan rancangan kursi terhadap beban.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Data

Pada proses pengumpulan data yang diperlukan dalam perancangan, terdapat dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Berikut merupakan data yang telah diperoleh sesuai dengan kebutuhan perancangan :

TABEL 2  
(Deskripsi Data)

No	Jenis Data	Data	Sumber
1	Data Primer	Ukuran dan Desain Kursi Pengemudi Bus Eksisting	Observasi
2	Data Primer	<i>User Need</i>	Observasi dan Wawancara
3	Data Primer	Benchmark Kursi Pengemudi Bus	Observasi

		Arimbi, Primajasa dan EPA Star	
4	Data Sekunder	Pengaruh cedera otot dengan duduk dalam waktu lama	Studi Literatur
5	Data Sekunder	Data Antropometri	Studi Literatur

Berdasarkan Tabel 2 bahwa terdapat tiga data primer dan 2 data sekunder. Data primer digunakan sebagai acuan utama dalam penelitian. Data sekunder digunakan sebagai data pendukung dari data primer.

### B. Desain Kursi Pengemudi Bus Eksisting

Kursi pengemudi bus digunakan dengan waktu yang lama oleh pengemudi bus untuk menopang tubuh saat mengemudikan bus.



GAMBAR 6

(Kursi pengemudi eksisting untuk diduduki pengemudi bus)

Sandaran punggung pada kursi pengemudi bus berfungsi untuk menopang punggung pengemudi bus. Salah satu komponen kursi pengemudi bus yang penting yaitu bantalan bawah kursi yang berfungsi untuk menopang paha pengemudi. Ukuran kursi pengemudi bus eksisting diperoleh peneliti dengan cara mengukur setiap komponen kursi pengemudi yang berhubungan dengan posisi tubuh pengemudi ketika duduk dan berkendara. Berikut merupakan hasil ukuran kursi pengemudi bus yang telah diperoleh.

TABEL 3  
(Ukuran Kursi Eksisting)

	Sandaran Kepala	Bantalan Bawah	Sandaran Kursi
Lebar (cm)	-	50 - 45	48 - 40
Panjang (cm)	-	42	60
Sudut Kemiringan	-	7°	18° - 21°

### C. Identifikasi *User Needs*

*User needs* atau kebutuhan pengguna dijadikan sebagai acuan utama dari pengembangan produk karena *user* atau pengguna mengetahui bagaimana rancangan kursi pengemudi yang tepat untuk mengurangi risiko cedera otot pada saat digunakan. Berikut adalah beberapa *user needs* dari desain kursi pengemudi PO bus MGI, Bogor:

1. Desain kursi pengemudi bus yang dapat menopang tubuh secara memadai.
2. Kursi Pengemudi bus tidak mengakibatkan pegal saat digunakan dengan waktu yang lama.
3. Pengemudi bus dapat melakukan peregangan otot untuk mengurangi resiko terjadinya cedera otot.

### D. Spesifikasi Rancangan dan Standar Perancangan

Spesifikasi rancangan dan standar perancangan kursi pengemudi bus adalah sebagai berikut:

TABEL 4  
(Spesifikasi Perancangan dan Standar Perancangan)

No	Spesifikasi Teknis	Nilai	Satuan
1	Dapat Menopang Tubuh	Yes/No	Binary
2	Dapat Meregangkan Otot	Yes/No	Binary
3	Dapat Mengurangi Pegal	Yes/No	Binary
4	Skor <i>RULA</i>	$\leq 3$	Nilai
5	Skor <i>Stress Analysis</i>	< Yield Strenght	N/m <sup>2</sup>

### E. Dekomposisi Struktur

Dekomposisi struktur dilakukan untuk memahami setiap komponen kursi pengemudi bus. Dekomposisi struktur juga dapat membantu dalam mendefinisikan komponen yang akan diubah atau ditambahkan. Kursi pengemudi bus sebelumnya dilengkapi dengan 2 komponen utama yang memiliki fungsi yang berbeda dengan setiap komponennya. Seluruh komponen dari kursi pengemudi bus akan dijelaskan secara lebih dalam serta akan dibandingkan dengan komponen alternatif lainnya. Tahap ini diperlukan dalam melakukan proses analisis untuk setiap komponennya. Berikut merupakan komponen dari kursi pengemudi bus sebelumnya.

1. Sandaran punggung, komponen ini memiliki kerangka dengan material besi untuk menyangga bagian busa yang menyelimuti keseluruhan kerangka sandaran punggung. Bagian busa pada sandaran punggung tersebut dilapisi dengan material kain. Sandaran punggung berfungsi untuk menyangga punggung pengemudi agar dapat berkendara secara lebih nyaman. Sandaran punggung kursi pengemudi bus sebelumnya juga berfungsi untuk menyangga kepala pengemudi karena memiliki desain yang menyatu dengan sandaran kepala sehingga sandaran kepala tidak dapat diatur ketinggiannya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah.



GAMBAR 7

(Sandaran punggung eksisting)

2. Bantalan bawah kursi, komponen ini memiliki kerangka dengan material besi untuk menyangga bagian busa yang menyelimuti keseluruhan kerangka sandaran punggung. Bagian busa pada sandaran punggung tersebut dilapisi dengan material kain. Bantalan bawah kursi berfungsi untuk menyangga bokong dan paha pengemudi bus. Bantalan bawah kursi pengemudi yang disematkan pada bus tersebut

tidak dapat menopang paha pengemudi dengan baik seperti yang dapat dilihat pada gambar 8 dibawah



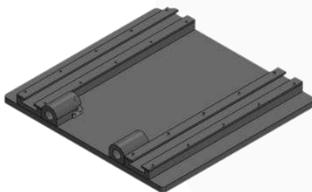
GAMBAR 8  
(Bantalan bawah kursi)

3. Pengatur sudut kemiringan sandaran punggung, komponen ini memiliki material besi yang menghubungkan antara bantalan bawah kursi dengan sandaran punggung, serta dilengkapi tuas yang berfungsi untuk mengatur sudut pada kemiringan sandaran punggung.



GAMBAR 9  
(Pengatur sudut kemiringan sandaran punggung)

4. Rel Kursi memiliki material besi yang menghubungkan permukaan lantai bus dengan bantalan bawah kursi yang berfungsi untuk mengatur jauh atau dekatnya posisi duduk pengemudi bus.



GAMBAR 10  
(Rel kursi pengemudi bus)

F. Percobaan Produk

Tahap percobaan produk merupakan tahapan terakhir. Percobaan ini dilakukan untuk memudahkan analisis terhadap masing-masing komponen jika salah satu komponen tersebut tidak disematkan.

TABEL 5

(Percobaan dampak komponen saat komponen tidak disematkan)

No	Nama Komponen	Dampak tidak disematkan	Fungsi
1	Sandaran punggung	Pengemudi tidak dapat menyandarkan punggungnya	Berfungsi sebagai tempat bersandarnya punggung pengemudi sehingga dapat duduk dengan posisi yang nyaman.

2	Bantalan bawah kursi	Kursi tidak dapat diduduki karena tidak terdapat penyangga paha dan bokong pengemudi.	Berfungsi sebagai tempat penyangga paha dan bokong pengemudi sehingga kursi dapat diduduki
3	Pengatur sudut kemiringan sandaran punggung	Sudut kemiringan pada sandaran punggung tidak dapat diatur.	Berfungsi sebagai pengatur sudut kemiringan sandaran punggung

G. Penentuan Karakter Teknis

Penentuan karakter teknis pada setiap komponen dapat diperoleh dengan analisis karakteristik dari setiap komponen kursi. Hasil penentuan karakteristik teknis dapat dilihat pada tabel 6.

TABEL 6  
(Karakter teknis)

No.	Atribut Produk	Karakter Teknis
1.	Penopang punggung pengemudi	Desain sandaran punggung
		Tinggi sandaran punggung
		Lebar sandaran punggung
		Pengatur sudut kemiringan sandaran punggung
2.	Penopang paha dan bokong pengemudi	Desain bantalan bawah kursi
		Panjang bantalan kursi
		Lebar bantalan kursi
		Sudut kemiringan bantalan kursi

H. Benchmarking

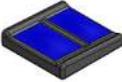
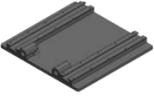
Tahap ini bertujuan untuk menemukan ide desain kursi pengemudi bus dari beberapa desain kursi yang telah ada. *Benchmarking* merupakan proses evaluasi kinerja relative dari suatu entitas yang mengubah input suatu entitas dengan jenis yang sama menjadi output jenis entitas yang sama juga. (Albar Dkk, 2014).

I. Analisis Morfologi Produk

Analisis morfologi adalah daftar lengkap dari beberapa sub-solusi yang memuat beberapa alternatif. Setiap sub-solusi membentuk konsep yang akan dipilih. Analisis morfologi tersebut ditampilkan pada Tabel 7 di bawah.

TABEL 7  
(Analisis Morfologi Produk)

Fungsi	Alternatif		
	Pilihan 1	Pilihan 2	Pilihan 3
Sandaran Punggung	 Sandaran punggung Tanpa Sandaran Kepala	 Sandaran Punggung dengan sandaran kepala	 Sandaran Punggung dengan

Fungsi	Alternatif		
	Pilihan 1	Pilihan 2	Pilihan 3
			Sandaran Kepala dan Alat peregang otot
Bantalan Bawah Kursi	 Bantalan bawah kursi Konvensional		
Rel kursi pengemudi Bus	 Rel kursi pengemudi Bus	 Rel yang dilengkapi Alat Peregang	

Tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat tiga komponen utama yang mempengaruhi kualitas duduk dari pengemudi. 2 komponen memiliki alternatif desain yang dapat digunakan untuk merancang kursi pengemudi bus sesuai dengan kebutuhan. Pada tabel diatas terdapat kombinasi analisis morfologi sebanyak  $3 \times 2 \times 1 = 6$  konsep. Berikut merupakan hasil kombinasi alternatif morfologi.

TABEL 8  
(Kombinasi alternatif)

Konsep	Sandaran Punggung	Bantalan Bawah Kursi	Rel kursi pengemudi Bus
A	Sandaran punggung Tanpa Sandaran Kepala	Bantalan bawah kursi Konvensional	Rel kursi pengemudi Bus
B	Sandaran punggung Tanpa Sandaran Kepala	Bantalan bawah kursi Konvensional	Rel yang dilengkapi Alat Peregang
C	Sandaran Punggung dengan sandaran kepala	Bantalan bawah kursi Konvensional	Rel kursi pengemudi Bus
D	Sandaran Punggung dengan sandaran kepala	Bantalan bawah kursi Konvensional	Rel yang dilengkapi Alat Peregang
E	Sandaran Punggung dengan Sandaran Kepala dan Alat peregang otot	Bantalan bawah kursi Konvensional	Rel kursi pengemudi Bus
F	Sandaran Punggung dengan Sandaran Kepala dan Alat peregang otot	Bantalan bawah kursi Konvensional	Rel yang dilengkapi Alat Peregang

J. Seleksi Konsep

Memilih atau menyeleksi konsep merupakan suatu proses evaluasi terhadap beberapa konsep yang ada yang berkenaan dengan kriteria yang ditentukan dalam pemenuhan kebutuhan konsumen. Dalam pemilihan ini dilakukan perbandingan terhadap kekuatan dan kelemahan dari masing-masing konsep dan mengambil satu diantaranya yang dianggap layak untuk dikembangkan lebih lanjut. Berikut merupakan daftar simbol dalam melakukan Seleksi Konsep.

TABEL 9  
(Simbol seleksi konsep)

Simbol	Penilaian
+	Lebih baik dari eksisting
0	Sama dengan eksisting
-	Lebih buruk dari eksisting

Kursi pengemudi bus eksisting dijadikan acuan untuk dibandingkan dengan konsep alternatif sehingga dapat dilakukan penilaian. Berikut merupakan penilaian seleksi konsep.

TABEL 10  
(Penilaian seleksi konsep)

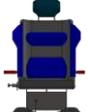
Faktor Penilaian	Konsep						
	Eksisting	A	B	C	D	E	F
Dapat Menopang Tubuh	0	-	-	0	0	+	+
Dapat Meregangkan Otot	0	0	+	0	+	0	+
Dapat Mengurangi Pegal	0	0	+	0	+	0	+
Jumlah (+)	0	0	2	0	2	1	3
Jumlah (0)	3	2	0	3	1	2	0
Jumlah (-)	0	1	1	0	0	0	0
Total Score	0	-1	1	0	2	1	3
Ranking	4	5	3	4	2	3	1
Diteruskan?	No	No	No	No	No	No	Yes

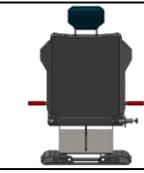
Berdasarkan hasil penilaian seleksi konsep terhadap kursi pengemudi bus eksisting, diperoleh konsep yang terbaik yaitu konsep F. Konsep F mendapatkan nilai terbaik yaitu sebesar 3 yang mana melebihi nilai konsep eksisting, oleh karena itu konsep F dipilih sebagai konsep rancangan kursi pengemudi bus.

K. Hasil Rancangan

Hasil rancangan dari kursi pengemudi bus diperoleh melalui penyesuaian desain dan ukuran yang dibutuhkan oleh pengemudi bus, maka dari itu setelah diperoleh data kebutuhan desain dan data ukuran tubuh manusia. Setelah data tersebut diperoleh penulis membuat sketsa rancangan melalui aplikasi Solid work dengan tujuan memperoleh usulan desain serta ukuran dari kursi pengemudi bus. Berikut merupakan hasil rancangan yang diaplikasikan melalui aplikasi solid work.

TABEL 11  
(Hasil rancangan kursi dengan aplikasi solid work)

Arah Sudut	Gambar Kursi
Tampak Isometri	
Tampak Depan	

Arah Sudut	Gambar Kursi
Tampak Belakang	
Tampak Samping Kanan	
Tampak Samping Kiri	

GAMBAR 12

(Gambar usulan perancangan ulang kursi pengemudi bus)

M. Uji RULA

Hasil evaluasi terhadap kursi pengemudi bus diperoleh dari uji *rapid upper limb assessment (RULA)* dengan menggunakan aplikasi CATIA V5 pada kursi pengemudi bus eksisting dan desain kursi pengemudi bus usulan.



GAMBAR 13

(Pengujian dan hasil nilai RULA pada desain produk eksisting)

L. Verifikasi Hasil Rancangan



GAMBAR 11  
(Narasumber Pak Ujang)

Dengan melihat beberapa penjelasan dan hasil wawancara penulis merancang beberapa solusi untuk kursi duduk pengemudi bus milik PT.MGI dengan chasis hino. Kelayakan sebuah fasilitas dalam bentuk kursi pengemudi bus milik PT.MGI dengan chasis hino memberikan peran penting khususnya untuk kenyamanan kepada pengemudi bus itu sendiri. Kursi bus milik PT. MGI termasuk ke dalam jenis kursi pengemudi bus eksisting yang mana terdapat beberapa kekurangan fungsi yang masih harus diperhatikan lagi demi kenyamanan para pengemudi. Hal ini sesuai dengan penjelasan yang sudah saya uraikan pada bab sebelumnya mengenai masalah dan usulan penyelesaian masalah tersebut dengan merancang ulang desain kursi pengemudi. Hal yang diusulkan berupa:

- 1.Memperbaiki ergonomi pada posisi duduk pengemudi bus
- 2.Memperoleh desain kursi yang memenuhi kebutuhan pengemudi
- 3.Mengurangi risiko cedera pada pengemudi bus.



Dapat dilihat pada gambar 13 diatas, kursi pengemudi bus eksisting diuji menggunakan RULA. Hasil yang diperoleh melalui aplikasi CATIA V5 tersebut menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh yaitu nilai 5 berwarna kuning, yang mana menunjukkan pengemudi dengan postur tubuh berukuran antropometri rata-rata orang Indonesia tidak dapat duduk dengan waktu yang lama karena terdapat resiko terjadinya cedera otot pada pengemudi bus.



GAMBAR 14

(Pengujian dan hasil nilai RULA pada desain produk usulan)

Dapat dilihat pada gambar 13 diatas, kursi pengemudi bus usulan diuji menggunakan RULA. Hasil yang diperoleh melalui aplikasi CATIA V5 tersebut menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh yaitu nilai 2 berwarna hijau, yang mana menunjukkan pengemudi dengan postur tubuh berukuran antropometri rata-rata orang Indonesia dapat duduk secara memadai menggunakan kursi rancangan usulan sehingga pengemudi bus dapat terhindar dari resiko terjadinya cedera otot.

N. Stress Test

Kursi pengemudi bus diuji kekuatan untuk mengetahui ketahanan material yang dipilih ketika dibebani. Rata – rata berat badan manusia di dunia yaitu seberat 62 kg [29]. Penulis menguji hasil rancangan dengan beban 100kg untuk memastikan hasil rancangan dapat bertahan saat diduduki orang yang memiliki berat badan yang lebih. Berikut merupakan hasil *stress analysis* yang dilakukan dengan aplikasi *solid works*.



GAMBAR 15  
(Stress analysis pada produk usulan)

Hasil dari simulasi pembebanan, material dapat dikatakan aman dalam menahan beban jika nilai *maximal stress* berada dibawah *yield strength* [30]. Dapat dilihat dari hasil simulasi yang diberikan beban sebesar 100kg menunjukkan nilai *maximal stress* sebesar  $5,798e+07 \text{ N/m}^2$  dimana nilai *yield strength* sebesar  $2,482e+08 \text{ N/m}^2$ . Maka dari dapat dibuktikan bahwa *stress analysis* pada kursi pengemudi bus dapat dinyatakan aman apabila diberi beban sebesar 100kg.

Berikut usulan ukuran kursi pengemudi bus yang disesuaikan dengan ukuran tubuh rata-rata manusia dengan rentang usia 17 sampai dengan 45 tahun dari data antropometri.

TABEL 12

(Ukuran kursi yang diajukan menggunakan data antropometri dari tinggi rata-rata orang Indonesia)

	Bantal Bawah	Sandaran Punggung	Sandaran Kepala
Lebar (cm)	50	60	24
Panjang (cm)	50	74,12	20 - 30
Sudut Kemiringan	7°	18° - 21°	-

Tabel 12 diatas merupakan usulan ukuran kursi yang telah diperoleh dari tabel data antropometri pada lampiran 1 dengan mengubah ukuran kursi eksisting. Ukuran kursi eksisting tidak dapat menopang tubuh dengan baik terutama pada bagian kepala dan paha pengemudi sehingga terjadi kelelahan otot, sehingga peneliti merancang ulang desain dan ukuran pada kursi pengemudi bus dengan melengkapi sandaran punggung dengan adanya sandaran kepala agar dapat menopang kepala pengemudi serta mengubah ukuran sandaran bawah kursi agar paha pengemudi dapat tersangga dengan baik sehingga terhindar dari resiko kelelahan otot.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan observasi secara langsung pada PT.MGI, diperoleh hasil rancangan kursi pengemudi bus yang sesuai dengan kebutuhan pengemudi bus, serta telah diuji coba melalui simulasi RULA pada aplikasi CATIA V5. Hasil uji RULA menunjukkan nilai 2 berwarna hijau yang berarti pengemudi dapat duduk secara memadai dan mengurangi resiko terjadinya cedera otot saat duduk dalam waktu tempuh perjalanan yang Panjang.

## REFERENSI

[1] Kantana, "Faktor-faktor yang mempengaruhi keluhan low back Pain pada kegiatan mengemudi TIM ekspedisi

PT enseval putera megatrading Jakarta Tahun 2010.," 2010.

- [2] R. H. Beeck, "Research Work-Related Low Back Disorder.," 2012.
- [3] Transportologi, "Badan Pusat Statistik, BPS, data kita, jumlah kendaraan, kendaraan, pertumbuhan, statistik," 4 February 2019. [Online]. Available: <https://transportologi.org/data-kita/bagaimana-pertumbuhan-kendaraan-bermotor-indonesia-hingga-kini/>.
- [4] A. Yani, "Kemenhub Dorong Bus Trans Jawa Bisa Saingi Kereta Api," 2 April 2019. [Online]. Available: <https://otomotif.tempo.co/read/1191720/kemenhub-dorong-bus-trans-jawa-bisa-saingi-kereta-api>.
- [5] R. N. Firdaus, "PERANCANGAN ULANG KURSI DUDUK SUPIR BUS UNTUK MENGURANGI," *e-Proceeding of Art & Design : Vol.5, No.1 Maret 2018* | Page 622, p. 622, 2018.
- [6] Tarwaka, Dasar – Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja, Solo: Harapan Press, 2010.
- [7] Tarwaka, Ergonomi Industri Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja, Surakarta: Harapan Press, 2015.
- [8] Mauldhina, "Hubungan posisi kerja dan lama duduk dengan resiko nyeri punggung bawah," 2014.
- [9] F. L. J. F. R. Ruth O. Hutasuhut, "Hubungan Lama Duduk Terhadap Keluhan Nyeri Punggung Bawah," <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/ebiomedik/isue/view/2847>, pp. 160-165, 2021.
- [1] G. A. T. J. A. M. J. M. S. Markos Klonizakis, *Effects of upper-limb exercise on lower-limb cutaneous microvascular function in post-surgical varicose-vein patients*, 2010.
- [1] N. Milenia, "Pengaruh Posisi Duduk Terhadap Keluhan Low Back Pain (LBP) Pada Mahasiswa Universitas Yarsi Angkatan 2018," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 2022.
- [1] Y. Hermawan, "Pengembangan dan Analisis Ergonomi Kursi Operator Mesin Vulkanisir Ban Dengan Metode Reverse Engineering.," 2011.
- [1] A. H. P. K. P. N. T. N. A. S. D. L. F. N. D. H. S. A. H. 3] D. Y. Marisi Butarbutar, Manajemen Pemasaran: Teori dan Pengembangan, 2020.
- [1] R. L. I. R. D. d. N. F. Syahrul Fauzi1, "Dampak Ketidaksesuain Ergonomi Sarana Kursi Kayu Pada Kenyamanan Pendidik : Field Study AMM Yogyakarta," *Jurnal Ergonomi Indonesia*, pp. Vol.8, No.2, 2022.
- [1] J. H. A. Gameros, "A reverse engineering methodology for nickel alloy turbine blades with internal features," 2015.
- [1] I. R. M. Junior, "Guidelines for Reverse Engineering," 6] *International Conference on Concurrent Engineering*, 2007.
- [1] M. B. J. S. A. G.-P. M. M. A. P. Valerga, "Reverse Engineering Based Methodology for Redesigning Contour Milling Tools," 2016.

- [1 U. P. B. T. P. Nofirman Firdaus, "Reverse Engineering of a Hydro Turbine System Mechanical Parts," *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 2016.
- [1 D. B. Wibowo, "Memahami Reverse Engineering Melalui Pembongkaran Produk di Program S-1 Teknik Mesin," pp. Vol 4, No 1, 2006.
- [2 Kevin Norbert Otto, Kristin Lee Wood, "Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology," pp. 10(4):226-243, 1998.
- [2 Z. I. Nofirza, "Perancangan Alat Belajar dan Bermain yang Ergonomis di Taman Kanak-kanak Islam Permata Selat Panjang," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2011.
- [2 M. R. S. & R. D. K. A T Pambudi, "Design of Lesehan Chair by Using Kansei Engineering Method and Anthropometry Approach," 2016.
- [2 L. Herawati, "Evaluasi Data Antropometri Anak-Anak Usia 4-6 Tahun di Jawa Timur dan Aplikasi pada Perancangan Fasilitas Belajar di Sekolah," p. Volume 12 No. 2, 2013.
- [2 A. Sokhibi, "Perancangan Kursi Ergonomi untuk Memperbaiki Posisi Kerja Pada Proses Packaging Jenang Kudus," p. Volume 3. No. 1, 2017.
- [2 H. Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [2 D. M. Pangaribuan, "Analisa Postur Kerja Dengan Metode RULA Pada Pegawai Bagian Pelayanan Perpustakaan USU Medan," 2010.
- [2 W. Susihono, "Analisis Postur Kerja Dengan Metode Rappid Upper Limb Assessment (Rula) Sebagai Dasar Rekomendasi Redesign Fasilitas Kerja," p. Vol. 1 No.2, 2016.
- [2 A. B. Jonatan Halomoan, "Analisa Postur Kerja dengan Metode RULA pada Pekerja CV.Mansgroup," pp. Vol 5, No 4, 2016.
- [2 T. Shelavie, "Data Berat Badan Rata-rata Pria dan Wanita dari Berbagai Negara," 2 Mei 2017. [Online]. Available: <https://style.tribunnews.com/2017/05/02/inilah-data-berat-badan-rata-rata-pria-dan-wanita-dari-berbagai-negara-perbandingannya-mengejutkan>.
- [3 Mubarak, Mira Rahayu, Teddy Syafrizal, "Simulasi Pengujian Meja Praktikum Usulan Laboratorium Proses Manufaktur Dengan Menggunakan Pendekatan Finite Element Method (Fem)," pp. Vol 5, No 1, 2018.