

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN ULANG *CASING SPEEDOMETER* PANSER
ANO A 2 UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS TAMPILAN
VISUAL**

Memenuhi salah satu syarat ujian akhir

Program Studi Desain Produk

Fakultas Industri Kreatif

Ragil Wildan Muharom

1602210110



Program Studi Sarjana Desain Produk

Fakultas Industri Kreatif

Universitas Telkom

Bandung

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN ULANG *CASING SPEEDOMETER* PANSER
ANO A 2 UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS TAMPILAN
VISUAL**

Ragil Wildan Muharom

NIM: 1602210110

Proposal ini diajukan sebagai usulan pembuatan TA
pada Program Studi Sarjana Desain Produk
Fakultas Industri Kreatif
Universitas Telkom
Bandung, Tanggal/Bulan/Tahun

Menyetujui

Pembimbing 1



Hardy Adiluhung, S.Sn., M.Sn.
NIP: 20800001

Pembimbing 2



Yanuar Herlambang, S.Sn., M.Ds.
NIP: 17810066

LEMBAR PENGESAHAN

Nama Kegiatan : Tugas Akhir
Judul : Perancangan Ulang *Casing Speedometer* Panser ANOA 2
untuk Meningkatkan Efektivitas Tampilan Visual
Nama Instansi : Telkom University
Alamat Instansi : JL. Telekomunikasi, Terusan Buah Batu, Bandung.
Pelaksana : Ragil Wildan Muharom (1602210110)
Bandung, 26 Juni 2025

Menyetujui

Pembimbing 1



Hardy Adiluhung, S.Sn., M.Sn.
NIP: 20800001

Pembimbing 2



Yanuar Herlambang, S.Sn., M.Ds.
NIP: 17810066

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir Prodi Desain Produk



Martiyadi Nurhidayat, S.Pd., M.Sn.
NIP: 17910087

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ragil Wildan Muharom

NIM 1602210110

Program Studi : Desain Produk

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Studio Desain Produk dengan judul **“Perancangan Ulang *Casing Speedometer* Panser ANOA 2 untuk Meningkatkan Efektivitas Tampilan Visual”** adalah benar-benar karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan dengan etika keilmuan yang berlaku.

Bilamana dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam Laporan Studio Desain Produk ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menanggung risiko / sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Bandung, 26 Juni 2025

Yang Menyatakan



Ragil Wildan Muharom

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang *casing speedometer* pada Panser ANOA 2 guna meningkatkan efektivitas tampilan visual, sehingga mendukung kinerja dan keselamatan pengemudi dalam operasi militer. Latar belakang penelitian didasarkan pada masalah keterbatasan desain *speedometer* yang kurang ergonomis dan sulit dibaca, terutama dalam kondisi pencahayaan rendah atau medan berat. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara, observasi lapangan, dan studi dokumentasi. Proses perancangan mengadopsi metode *Design Thinking* yang terdiri dari tahap *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain ulang *casing speedometer* dengan material yang tahan benturan, kontras warna tinggi, dan tata letak ergonomis dapat meningkatkan keterbacaan dan mengurangi beban kognitif pengemudi. Selain itu, penggunaan teknologi pencahayaan LED dan penempatan tombol yang lebih intuitif turut berkontribusi pada efisiensi operasional. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan desain instrumen kendaraan militer yang lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna.

Kata Kunci: *Casing speedometer*, Panser ANOA 2, efektivitas visual, ergonomi, *Design Thinking*.

ABSTRACT

This study aims to redesign the speedometer casing on the ANOA 2 Panzer to improve the effectiveness of the visual display, thus supporting the performance and safety of drivers in military operations. The background of the study is based on the problem of the limitations of the speedometer design which is less ergonomic and difficult to read, especially in low lighting conditions or difficult terrain. The research method used is a qualitative approach with data collection techniques through interviews, field observations, and documentation studies. The design process adopts the Design Thinking method which consists of the stages of empathize, define, ideate, prototype, and test. The results of the study indicate that redesigning the speedometer casing with impact-resistant materials, high color contrast, and ergonomic layout can improve readability and reduce the driver's cognitive load. In addition, the use of LED lighting technology and more intuitive button placement also contribute to operational efficiency. This study is expected to be a reference for the development of military vehicle instrument designs that are more responsive to user needs.

Keywords: *Speedometer casing, ANOA 2 Panzer, visual effectiveness, ergonomics, Design Thinking.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Perancangan Ulang Casing Speedometer Panser ANOA 2 untuk Meningkatkan Efektivitas Tampilan Visual”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Sarjana Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya peningkatan desain *speedometer* Panser ANOA 2 agar lebih ergonomis dan mudah dibaca, khususnya dalam kondisi operasional militer yang dinamis dan penuh tantangan. Melalui pendekatan *Design Thinking*, penulis berupaya menciptakan solusi desain yang tidak hanya fungsional tetapi juga meningkatkan keselamatan dan efisiensi pengemudi.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak akan berjalan lancar tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Hardy Adiluhung, S.Sn., M.Sn. dan Bapak Yanuar Herlambang, S.Sn., M.Ds. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi selama proses penelitian hingga penyusunan laporan ini.
2. Seluruh dosen dan staf Program Studi Desain Produk Universitas Telkom yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
3. Bpk. Toto Widiyanto selaku personel TNI yang telah memberikan informasi serta meluangkan waktunya selama proses penelitian ini
4. PT Pindad (Persero) dan Pussenkav Bandung yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan observasi dan wawancara langsung dengan pengguna Panser ANOA 2.
5. Keluarga terkhusus kepada kedua orang tua saya yang tidak pernah berhenti mendoakan dan memberikan semangat sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Pacar saya Meila Azani Qudsy yang selalu memberikan semangat ketika saya merasa lelah, yang selalu mendoakan saya, yang selalu mengingatkan saya selama mengerjakan tugas akhir ini
7. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan semangat hingga penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan desain kendaraan militer, khususnya dalam meningkatkan efektivitas dan keselamatan operasional.

Bandung, 26 Juni 2025



Ragil Wildan Muharom

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah (<i>Problem Statement</i>)	3
1.4. Pertanyaan Penelitian (<i>Research Question/s</i>).....	4
1.5. Tujuan Penelitian (<i>Research Objectives</i>)	4
1.6. Batasan Masalah (<i>Delimitation/s</i>)	4
1.7. Ruang Lingkup Penelitian (<i>Scope</i>).....	5
1.8. Keterbatasan Penelitian/Perancangan (<i>Limitation</i>)	5
1.9. Manfaat Penelitian.....	6
1.10. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Kajian Teoritis.....	14
2.2.1. Kendaraan Militer.....	14
2.2.2. Panser Anoa.....	16
2.2.3. <i>Speedometer</i> Analog.....	17
2.2.4. Elemen-elemen <i>Speedometer</i>	18
2.2.5. Perancangan <i>Casing</i>	21
2.2.6. Ergonomi Visual	22
2.2.7. <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)	24
2.2.8. Warna	28
2.2.9. Material	29
2.2.10. Standarisasi Nasional & Internasional	30

2.2.11.	Ukuran <i>Speedometer</i>	31
2.2.12.	Rangkuman Kajian Teoritis.....	33
2.3.	Kajian Empiris.....	34
2.3.1.	PT Pindad (Persero).....	34
2.3.2.	Produk PT pindad.....	35
2.3.3.	Observasi Lapangan.....	38
2.3.4.	Wawancara	40
2.3.5.	Rangkuman Kajian Empiris	40
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	42
3.		42
3.1.	Rancangan Penelitian	42
3.2.	Metode Penelitian.....	44
3.3.	Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.3.1.	Wawancara	45
3.3.2.	Observasi	45
3.3.3.	Dokumentasi.....	45
3.4.	Proses Pengumpulan Data.....	46
3.5.	Teknik Analisis Data.....	47
3.6.	Metode Perancangan	49
3.7.	Proses Perancangan	50
3.8.	Instrumen Validasi Perancangan.....	52
BAB IV	KONSEP PERANCANGAN.....	54
4.1.	Analisis Komparasi Produk Sejenis	55
4.2.	Analisis <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA).....	58
4.3.	Konsep Umum	59
4.4.	Konsep Perancangan	62
4.4.1.	<i>Empathize</i>	62
4.4.2.	<i>Define</i>	68
4.4.3.	<i>Ideate</i>	68
4.4.4.	<i>Prototyping</i>	79
4.4.5.	<i>Test</i>	82
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1.	Kesimpulan.....	87
5.2.	Saran.....	87

DAFTAR PUSTAKA	86
-----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 2. 2 Jenis-jenis Kendaraan Militer.....	14
Tabel 2. 3 Tabel Perhitungan Skor akhir grup C.....	27
Tabel 2. 4 Tabel Skor RULA	27
Tabel 2. 5 Eksplorasi Material.....	29
Tabel 2. 6 Produk PT Pindad.....	35
Tabel 3. 1 Proses Pengumpulan Data	46
Tabel 3. 2 Tabel Analisis Data	48
Tabel 3. 3 Tabel Proses Perancangan	50
Tabel 3. 4 Tabel Validasi Perancangan	52
Tabel 4. 1 Tabel Analisis Produk Sejenis.....	56
Tabel 4. 3 Penilaian Skor RULA Produk <i>Existing</i>	59
Tabel 4. 4 Tabel Pertanyaan	63
Tabel 4. 5 Tabel Peoduct <i>Positioning</i>	73
Tabel 4. 6 Alternatif <i>Blocking</i>	75
Tabel 4. 7 Tabel Sketsa Alternatif.....	76
Tabel 4. 8 Tabel Skoring Sketsa.....	77
Tabel 4. 9 Tabel Material	79
Tabel 4. 10 Tabel Kategori Indikator Skor.....	82
Tabel 4. 11 Tabel Indikator Hasil Skor	83
Tabel 4. 12 Tabel Indikator Validasi.....	83
Tabel 4. 13 Tabel Indikator Validasi Pengguna	84
Tabel 4. 14 Tabel Hasil Analisis RULA Prototipe.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panser Anoa.....	14
Gambar 2. 2 Panser Harimau	14
Gambar 2. 3 M113.....	14
Gambar 2. 4 Kendaraan Rantis.....	15
Gambar 2. 5 Panser Anoa.....	17
Gambar 2. 6 <i>Speedometer</i> Analog.....	18
Gambar 2. 7 Indikator Bahan Bakar	19
Gambar 2. 8 Indikator Suhu Air Pendingin.....	19
Gambar 2. 9 Pengukur Tekanan Air Kompresor.....	20
Gambar 2. 10 RPM Meter	21
Gambar 2. 11 Perancangan <i>Casing</i>	21
Gambar 2. 12 Ergonomi Visual.....	22
Gambar 2. 13 Metode RULA	25
Gambar 2. 14 Warna Loreng.....	28
Gambar 2. 15 Plastik ABS	29
Gambar 2. 16 Alumunium (Sumber: mbtsteel.com, 2024)	29
Gambar 2. 17 Komposit	29
Gambar 2. 18 <i>Stainless Steel</i>	29
Gambar 2. 19 <i>Polycarbonate</i>	30
Gambar 2. 20 Ukuran <i>Speedometer</i>	31
Gambar 2. 21 Logo PT Pindad.....	34
Gambar 2. 22 Senjata Ringan.....	35
Gambar 2. 23 Senjata Berat.....	35
Gambar 2. 24 Amunisi	36
Gambar 2. 25 Kendaraan Tempur	36
Gambar 2. 26 Kendaraan Taktis	36
Gambar 2. 27 Alat Berat.....	37
Gambar 2. 28 Foto Observasi Lapangan	38
Gambar 2. 29 Wawancara dengan <i>driver</i> Panser ANOA.....	40
Gambar 3. 1 Alur Perancangan Penelitian.....	43
Gambar 4. 1 Metode <i>Design Thinking</i>	54
Gambar 4. 2 <i>Speedometer</i> produk sejenis (PT Pindad)	55
Gambar 4. 3 <i>Speedometer</i> Kendaraan sejenis (Kendaraan militer asing)	55
Gambar 4. 4 <i>Speedometer</i> Panser ANOA 2	56
Gambar 4. 5 Hasil Analisis RULA Produk <i>Existing</i>	58
Gambar 4. 6 Foto Wawancara	65
Gambar 4. 7 Foto Observasi	66
Gambar 4. 8 <i>Mood Board</i>	70
Gambar 4. 9 <i>Mind Mapping</i> Perancangan Ulang <i>Casing Speedometer</i> Panser ANOA 2	71
Gambar 4. 10 <i>User Image</i>	75
Gambar 4. 11 Gambar <i>Blocking</i>	75
Gambar 4. 12 Sketsa Alternatif 1	76
Gambar 4. 13 Sketsa Alternatif 2	76

Gambar 4. 14 Sketsa Alternatif 3	76
Gambar 4. 15 Sketsa Alternatif 4	77
Gambar 4. 16 Sketsa Alternatif 5	77
Gambar 4. 17 Sketsa Final.....	78
Gambar 4. 18 Gambar Teknik.....	78
Gambar 4. 19 PVC <i>Board</i>	79
Gambar 4. 20 pylox	79
Gambar 4. 21 Filament	80
Gambar 4. 22 Saklar Toggle.....	80
Gambar 4. 23 Stiker.....	80
Gambar 4. 24 Proses Produksi.....	81
Gambar 4. 25 Hasil <i>Prototyping</i>	82
Gambar 4. 26 Foto Validasi	84
Gambar 4. 27 Hasil Analisis RULA Prototipe	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Pindad merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang industri manufaktur, jasa, dan perdagangan produk pertahanan keamanan serta produk industrial. PT Pindad didirikan pada tahun 1808 yang oleh pemerintah Hindia Belanda sebagai bengkel senjata. Pindad telah mengalami beberapa pergantian nama hingga pada tanggal 29 April 1983 nama perusahaan ini resmi menjadi PT Pindad (Persero). Perusahaan ini memproduksi berbagai macam jenis senjata, munisi, kendaraan khusus, *Cyber Security*, serta beberapa layanan industri dan komersil lainnya. PT Pindad memiliki kantor pusat dan pabrik di Bandung dengan dua kantor cabang di Jakarta dan Malang. Pindad berkomitmen untuk menawarkan solusi produk berkualitas tinggi melalui inovasi dan kemajuan teknologi, serta berusaha menjadi produsen alat pertahanan terkemuka di Asia.

Bergerak di bidang industri pertahanan dan keamanan, PT Pindad menciptakan kendaraan tempur pertama yaitu ANOA 2 6x6 APC (*Armoured Personnel Carrier*). Kendaraan ini memiliki keunggulan dalam mobilitas, proteksi, serta daya angkut serta dilengkapi dengan sistem komunikasi dan transmisi otomatis. ANOA 2 6x6 APC memiliki kapasitas 12 orang personel termasuk pengemudi. Pada bagian kompartemen kemudi ANOA 2 6x6 APC memiliki banyak fitur terkait dengan sistem navigasi serta, alur gerak personil pengemudi untuk mengaktifkan semua navigasi dan sistem ruang gerak kemudi.

Speedometer merupakan alat penting yang memberikan informasi kecepatan kendaraan secara *real time*. Efektivitas tampilan visual dari *speedometer* sangat krusial, terutama dalam situasi operasional yang memerlukan respons cepat. Efektivitas dalam konteks ini merujuk pada kemampuan untuk mencapai hasil atau keluaran yang diinginkan dari suatu tugas atau aktivitas (Herlambang et al., 2020). Secara spesifik, pekerjaan dianggap efektif ketika diselesaikan tepat waktu dan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Penelitian sebelumnya menunjukkan

bahwa desain *casing speedometer* yang kurang ergonomis dan sulit dibaca dalam kondisi pencahayaan rendah dapat mengganggu konsentrasi pengemudi (Hendrawan, 2021). Oleh karena itu, perancangan ulang *casing speedometer* Panser Anoa 2 menjadi sangat penting untuk meningkatkan kinerja dan keselamatan.

Observasi lapangan dan wawancara dengan pengemudi Panser Anoa 2 mengungkapkan bahwa banyak pengguna mengalami kesulitan dalam membaca informasi kecepatan, terutama saat berkendara di malam hari atau dalam kondisi cuaca buruk. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memperbaiki desain *casing speedometer* agar lebih responsif dan mudah dibaca (Bayu, 2022). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang *casing speedometer* dengan mempertimbangkan masukan dari pengguna. Perancangan ulang ini diharapkan dapat memberikan kenyamanan bagi pengemudi dalam mengoperasikan kendaraan. Dengan desain yang lebih ergonomis, pengemudi dapat lebih fokus pada tugasnya tanpa terganggu oleh kesulitan dalam membaca informasi yang disajikan. Selain itu, peningkatan visualisasi informasi pada *speedometer* dapat berkontribusi pada pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat di lapangan.

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah pendekatan partisipatif yang melibatkan observasi, wawancara, dan simulasi operasional (Ahmad, 2020). Observasi dilakukan untuk memahami bagaimana pengemudi berinteraksi dengan *speedometer* dalam situasi nyata, sementara wawancara memberikan wawasan tentang pengalaman dan tantangan yang dihadapi oleh pengemudi. Simulasi operasional memungkinkan peneliti untuk menguji desain baru dalam konteks yang lebih realistis (Sari, 2021). Proses iterasi desain mencakup reposisi elemen kunci seperti indikator kecepatan, takometer, dan lampu peringatan. Dengan memperhatikan visibilitas di lingkungan operasi militer yang sering kali penuh tekanan, desain baru dirancang agar pengemudi dapat memproses informasi dengan cepat tanpa harus mengalihkan perhatian dari medan operasi (Cahyono, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan *Speedometer* dalam kondisi operasional yang menantang (Prasetyo, 2023).

Dari permasalahan di atas menunjukkan bahwa perancangan ulang *Casing speedometer* dilakukan untuk mengurangi beban kognitif pada pengemudi. Selain itu, penempatan indikator prioritas di area yang lebih dekat dengan garis pandang pengemudi terbukti mempercepat waktu respons dalam situasi darurat. Desain baru juga mengintegrasikan aspek ergonomi visual, dengan penggunaan warna kontras tinggi dan font yang lebih terbaca untuk memastikan informasi dapat diakses dengan cepat. Dengan demikian, *driver* Panzer Anoa 2 merasa aman dan nyaman ketika sedang berkendara.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, identifikasi masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Desain *speedometer* Panzer Anoa 2 sebelumnya memiliki tampilan visual yang kurang baik dalam kondisi operasi militer yang dinamis. Informasi penting seperti indikator kecepatan dan takometer sulit dilihat dengan cepat, yang mengakibatkan potensi keterlambatan dalam pengambilan keputusan.
2. Penempatan elemen-elemen informasi yang tidak strategis menyebabkan pengemudi harus mengalihkan pandangan dari medan operasi.
3. Hal ini meningkatkan beban kognitif dan mengurangi fokus, yang dapat membahayakan keselamatan selama operasi militer.
4. Informasi pada *speedometer* tidak selalu mudah diakses, terutama dalam situasi dengan cahaya rendah atau kondisi medan yang berguncang. Desain lama tidak memperhitungkan kebutuhan aksesibilitas visual yang cepat dan efisien.

1.3. Rumusan Masalah (*Problem Statement*)

Dari identifikasi masalah diatas, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah yang akan dibahas pada karya ilmiah ini, yaitu: Secara keseluruhan, masalah utama yang dihadapi adalah belum adanya desain *Speedometer* ergonomi, yang berdampak pada kurangnya kinerja para personel TNI dalam mengoperasikan

kendaraan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan desain ulang *casing speedometer* Panser Anoa 2 dengan menempatkan indikator prioritas di area yang dapat dijangkau tanpa harus mengalihkan dari pandangan pengemudi. Dengan desain *Speedometer* yang baru ini juga diharapkan dapat mendukung keselamatan dan meningkatkan efisiensi pengoprasian kendaraan militer.

1.4. Pertanyaan Penelitian (*Research Question/s*)

Bagaimana cara merancang ulang desain *speedometer* Panser Anoa 2 yang efisien untuk meningkatkan efektivitas tampilan visual?

1.5. Tujuan Penelitian (*Research Objectives*)

Untuk merancang ulang desain *speedometer* Panser Anoa 2 yang efisien untuk meningkatkan efektivitas tampilan visual.

1.6. Batasan Masalah (*Delimitation/s*)

Dalam penelitian ini, batasan masalah akan ditentukan berdasarkan pendekatan 5W+1H (What, Who, When, Where, Why, dan How) untuk memberikan fokus yang jelas dan terarah. Berikut adalah batasan masalah yang diusulkan:

1. **What (Apa):** Penelitian ini akan membahas bagaimana desain *casing speedometer* yang ideal untuk sebuah kendaraan. Penelitian tidak akan mencakup aspek teknis lain dari Panser Anoa yang tidak berkaitan langsung dengan *speedometer*.
2. **Who (Siapa):** Subjek penelitian ini adalah pengemudi dan operator Panser Anoa, serta teknisi yang terlibat dalam pemeliharaan dan perbaikan kendaraan. Penelitian tidak akan melibatkan pihak lain yang tidak berhubungan langsung dengan penggunaan atau pemeliharaan *speedometer*.
3. **When (Kapan):** Penelitian ini akan dilakukan dalam periode waktu tertentu, yaitu selama tahun 2025, dengan fokus pada data dan informasi yang relevan pada saat itu. Penelitian tidak akan mencakup data historis atau perkembangan *speedometer* sebelum tahun 2025.

4. **Where (Di mana):** Lokasi penelitian akan difokuskan pada markas TNI Pussenkav yang berada di Bandung. Penelitian tidak akan mencakup penggunaan Panser Anoa di luar wilayah Indonesia atau dalam konteks yang berbeda.
5. **Why (Mengapa):** Penelitian ini bertujuan untuk memahami pentingnya *speedometer* dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional Panser Anoa. Penelitian tidak akan membahas alasan di balik pengembangan Panser Anoa secara keseluruhan atau aspek lain yang tidak terkait dengan fungsi *speedometer*.
6. **How (Bagaimana):** Metode penelitian akan meliputi wawancara dengan pengemudi dan teknisi, serta analisis data dari laporan operasional yang berkaitan dengan penggunaan *speedometer*. Penelitian tidak akan menggunakan metode yang tidak relevan atau tidak dapat diandalkan untuk mengumpulkan data.

1.7. Ruang Lingkup Penelitian (*Scope*)

Penelitian ini akan berfokus pada pengemudi kendaraan tempur ANOA 2 6x6 APC yang diproduksi oleh PT Pindad (Persero). Subjek penelitian mencakup pengemudi aktif yang memiliki pengalaman dalam mengoperasikan kendaraan tersebut dalam berbagai kondisi operasional. Penelitian ini akan mengeksplorasi aspek desain *speedometer*, termasuk elemen-elemen seperti indikator kecepatan, takometer, dan lampu peringatan. Fokus utama adalah pada perancangan ulang *casing speedometer* untuk meningkatkan keterbacaan dan mengurangi beban kognitif pengemudi.

1.8. Keterbatasan Penelitian/Perancangan (*Limitation*)

1. Keterbatasan Sampel

Penelitian ini mungkin memiliki keterbatasan dalam jumlah dan variasi sampel pengemudi yang terlibat. Jika jumlah pengemudi yang diwawancarai atau diamati terbatas, hasil yang diperoleh mungkin tidak sepenuhnya mewakili seluruh populasi pengemudi ANOA 2, sehingga

dapat mempengaruhi generalisasi temuan.

2. Konteks Lingkungan

Observasi dan simulasi operasional dilakukan dalam konteks tertentu yang mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan semua kondisi lapangan yang dihadapi oleh pengemudi ANOA 2. Variabel lingkungan yang berbeda, seperti cuaca, medan, dan situasi taktis, dapat mempengaruhi interaksi pengemudi dengan *speedometer*.

3. Subjektivitas Wawancara

Data yang diperoleh dari wawancara dapat dipengaruhi oleh subjektivitas responden. Pengemudi mungkin memiliki pandangan atau pengalaman yang berbeda-beda, yang dapat mempengaruhi hasil wawancara dan interpretasi data.

4. Waktu Penelitian

Penelitian ini mungkin dilakukan dalam jangka waktu tertentu yang tidak cukup untuk mengamati perubahan perilaku pengemudi dalam jangka panjang. Perubahan dalam desain atau pelatihan yang diterima oleh pengemudi setelah penelitian dapat mempengaruhi efektivitas penggunaan *speedometer*.

5. Aspek Teknologi

Penelitian ini berfokus pada desain *speedometer* dan interaksi pengemudi, tetapi tidak mempertimbangkan faktor lain yang mungkin mempengaruhi keseluruhan kinerja kendaraan, seperti sistem mekanis dan elektronik lainnya yang juga berperan penting dalam operasi ANOA 2.

6. Keterbatasan Metodologi

Meskipun pendekatan partisipatif memberikan wawasan yang berharga, metode ini juga memiliki keterbatasan dalam hal objektivitas dan replikasi. Hasil yang diperoleh mungkin sulit untuk diulang dalam penelitian lain dengan metodologi yang berbeda.

1.9. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagi Masyarakat

Penelitian ini memberikan dampak positif bagi Masyarakat, khususnya dalam hal keselamatan dan efisiensi kendaraan militer dalam melindungi keamanan negara. Dengan meningkatkan efektivitas tampilan visual pada *speedometer* Panser Anoa 2, pengemudi dapat mengambil keputusan dengan cepat demi keberhasilan misi dalam menjaga kedaulatan negara dan warga sipil. Dengan ini, kenyamanan dan keamanan pengemudi kendaraan khusus di sektor publik dapat meningkat.

2. Bagi industri

Bagi industri pertahanan dan manufaktur, penelitian ini berpeluang untuk meningkatkan kualitas produk yang efektif dan fungsional. PT Pindad sebagai produsen Panser Anoa dapat memanfaatkan penelitian ini untuk meningkatkan daya saing produknya dengan desain baru *speedometer* yang lebih ergonomis dan intuitif. Keberhasilan penerapan konsep ini membuat reputasi industri pertahanan dapat bersaing secara global dengan pengembangan teknologi canggih dan mendorong inovasi lebih lanjut untuk kendaraan militer dan industri lainnya.

3. Bagi ilmu pengetahuan

Secara keseluruhan, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang desain produk. Temuan yang dihasilkan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produk pertahanan dan keamanan, serta memberikan wawasan bagi industri lain yang menghadapi tantangan serupa dalam desain alat kontrol.

1.10. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan latar belakang permasalahan yang dihadapi dalam desain *casing speedometer* Panser Anoa 2, termasuk pentingnya desain yang ergonomis dan fungsional dalam konteks operasi militer. Selain itu, bab ini juga merumuskan masalah, menetapkan tujuan penelitian, serta menjelaskan batasan dan ruang

lingkup penelitian. Manfaat yang diharapkan dari perancangan ini juga akan diuraikan.

BAB II KAJIAN

Bab ini berisi kajian literatur yang mencakup teori-teori terkait desain *casing*, ergonomi, dan teknologi material yang relevan. Selain itu, akan dibahas juga studi-studi sebelumnya yang berkaitan dengan desain antarmuka dan *casing* pada kendaraan militer, serta analisis kebutuhan pengguna dalam konteks penggunaan *speedometer*.

BAB III METODE

Pada bagian ini, akan dijelaskan pendekatan penelitian yang digunakan, termasuk metode pengumpulan data seperti wawancara dengan pengguna, observasi, dan analisis kebutuhan. Metode perancangan yang diterapkan juga akan diuraikan, termasuk proses iterasi desain dan pengujian prototipe.

BAB IV PEMBAHASAN

Bagian ini menguraikan proses perancangan *casing speedometer*, termasuk sketsa awal, pemilihan material, dan analisis desain. Dilengkapi dengan visualisasi desain, bab ini juga membahas bagaimana desain *casing* dapat meningkatkan visibilitas, aksesibilitas, dan ketahanan dalam kondisi operasi yang ekstrem.

BAB V KESIMPULAN

Di sini, akan dibahas hasil dari pengujian prototipe *casing speedometer*, termasuk umpan balik dari pengguna dan analisis kinerja. Bab ini juga membandingkan desain baru dengan desain sebelumnya, serta mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing desain.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat referensi yang digunakan dalam penelitian dan perancangan, dengan format penulisan yang sesuai, mencakup buku, jurnal, artikel, dan sumber internet yang relevan dengan kajian dan hasil penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini terdapat 5 penelitian terdahulu yang memiliki topik serupa dengan penelitian yang dilakukan.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu
(Sumber: Data Penulis, 2024)

No.	Nama, Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Adiluhung et al., 2023)	Perancangan Desain <i>Dashboard</i> pada Pindad Cruiser sebagai Kendaraan Pertama dari PT Pindad untuk Pasar Sipil	Pendekatan Kualitatif, <i>User-Centered Design</i> (UCD), Analisis SWOT, Analisis Komparatif	Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain dashboard Pindad Cruiser, kendaraan pertama PT Pindad untuk pasar sipil, dengan pendekatan berbasis desain militer yang disesuaikan untuk kebutuhan sipil. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif, meliputi tiga tahap: orientasi, reduksi, dan seleksi, serta menggabungkan <i>User-Centered Design</i> (UCD) untuk memahami kebutuhan pengguna dan analisis SWOT untuk mengevaluasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman desain. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan <i>stakeholder</i> dan survei terhadap komunitas <i>offroad</i> , dengan fokus pada aspek rupa, material, dan fungsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain <i>dashboard</i> yang optimal memadukan konsep militer (seperti garis tegas dan warna gelap) dengan penyederhanaan bentuk (<i>rounded</i>) dan fitur modern seperti layar LCD 12 inci, menggunakan material <i>Polypropylene</i> dan <i>Polyurethane</i> untuk kenyamanan dan ketahanan. Analisis SWOT mengungkap kekuatan desain dalam penetrasi pasar sipil, meskipun menghadapi tantangan adaptasi produksi dan

				persaingan. Kesimpulannya, desain ini berhasil menyeimbangkan identitas militer dengan kebutuhan sipil yang ergonomis dan atraktif.
2	(Ondruš et al., 2021)	<i>Speedometer Reliability in Regard to Road Traffic Sustainability</i>	Pengumpulan Data Speedometer Radar, Analisis Komparatif, Evaluasi Statistik	Penelitian ini mengevaluasi keandalan <i>speedometer</i> radar dalam mengukur kecepatan dan klasifikasi kendaraan untuk mendukung keselamatan lalu lintas berkelanjutan. Metode yang digunakan meliputi survei lalu lintas manual di tiga waktu berbeda (pagi, siang, dan malam) pada ruas jalan tertentu, dengan membandingkan hasilnya terhadap data yang dikumpulkan oleh <i>speedometer</i> radar. <i>Speedometer</i> menggunakan efek <i>Doppler</i> untuk mengukur kecepatan dan perangkat lunak SYDO <i>Traffic Tiny</i> untuk klasifikasi kendaraan (kendaraan penumpang, angkutan barang, dan kombinasi). Hasil penelitian menunjukkan akurasi <i>speedometer</i> sebesar 95,59–96,26%, dengan deviasi tertinggi terjadi saat kemacetan atau kondisi cahaya rendah. <i>Speedometer</i> ini efektif sebagai alat informasi dan pencegah pelanggaran kecepatan, meskipun memiliki keterbatasan dalam klasifikasi kendaraan saat kepadatan lalu lintas tinggi.
3	(Grandi et al., 2020)	<i>Application of Innovative Tools to Design Ergonomic Control Dashboards</i>	Pengumpulan data fisiologis dan fisik, simulasi virtual, validasi imersif	Penelitian ini mengembangkan metode inovatif untuk merancang <i>dashboard</i> kontrol traktor yang ergonomis dan berpusat pada pengguna. Metode yang digunakan meliputi tiga tahap: pengumpulan data fisiologis dan fisik pengemudi menggunakan sensor detak jantung (ECG), pelacak gerakan mata, dan motion capture untuk menganalisis interaksi dengan <i>dashboard</i>; simulasi virtual dengan "digital twin" (manekin virtual) untuk menguji berbagai desain <i>dashboard</i> berdasarkan visibilitas,

				jangkauan, dan kenyamanan; serta validasi imersif di lab virtual menggunakan motion capture untuk mengevaluasi interaksi pengguna. Hasilnya, desain armrest baru lebih ringkas (30% lebih kecil), meningkatkan kenyamanan (95% populasi), dan mengoptimalkan tata letak kontrol untuk efisiensi penggunaan. Pendekatan ini mengurangi waktu dan biaya pengembangan dengan memanfaatkan teknologi digital sebelum produksi fisik.
4	(Halacz & Neugebauer, 2023)	<i>Artificial Neural Networks as A Tool for Ergonomic Evaluations of Vehicle Control Panels</i>	Evaluasi Objektif Dashboard, Kuesioner Subjektif, Pemodelan	Penelitian ini mengembangkan model jaringan saraf tiruan (<i>Artificial Neural Networks/ANN</i>) untuk mengevaluasi ergonomi dashboard kendaraan berdasarkan kriteria fungsional dan pendapat subjektif pengemudi. Dengan menganalisis 11 kriteria ergonomis seperti lokasi dan keterbacaan panel instrumen, serta data dari 40 pengemudi, penelitian menunjukkan bahwa ANN dapat memprediksi preferensi pengemudi dengan akurat, terutama dalam hal arah gerakan jarum <i>speedometer</i> (C11) dan skala indikator <i>speedometer</i> (C6). Hasilnya mengungkapkan bahwa <i>dashboard</i> yang paling fungsional memiliki skor rendah (2,5 poin), sementara yang kurang fungsional mencapai 11 poin. Studi ini menegaskan bahwa ANN merupakan alat yang efektif untuk menilai ergonomi dashboard secara objektif, membantu desainer menciptakan antarmuka yang lebih aman dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.
5	(Budi Sulistyono et al., 2022)	Perancangan Alat Uji <i>Speedometer</i> Portable Berbasis Arduino Guna Menunjang Pengujian	Studi Literatur, Perancangan Konsep dan Desain, Pengembangan Prototipe	Penelitian ini bertujuan merancang prototipe alat ukur kecepatan kendaraan bermotor berbasis Arduino yang bersifat portable untuk mendukung pengujian kelayakan kendaraan. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai

Kendaraan Bermotor Keliling	sistem kontrol utama, sensor proximity induktif untuk membaca putaran roda, <i>Bluetooth</i> HC-05 untuk mengirim data ke smartphone, dan layar AMOLED LCD untuk menampilkan hasil pengukuran. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan konsep, pengadaan komponen, pembuatan prototipe, pengujian, dan kalibrasi dengan alat referensi Muller Bem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe memberikan pembacaan kecepatan yang masih dalam batas toleransi yang diizinkan (-10% hingga +15%) dibandingkan dengan alat referensi, meskipun terdapat sedikit deviasi akibat faktor seperti getaran dan kualitas komponen. Alat ini berpotensi untuk digunakan dalam pengujian secara portable, meskipun masih memerlukan penyempurnaan, terutama dalam hal stabilitas pada kecepatan tinggi dan output data yang lebih praktis.
-----------------------------	---

Penelitian terdahulu banyak membahas aspek dasar *speedometer* seperti desain fisik dan akurasi sensor (Adiluhung et al., 2023; Budi Sulistyo et al., 2022), serta evaluasi ergonomi menggunakan teknologi canggih seperti *digital twin* dan jaringan saraf tiruan (ANN) (Grandi et al., 2020; Halacz & Neugebauer, 2023). Namun, penelitian ini memiliki fokus yang lebih spesifik pada perancangan ulang casing *speedometer* Panser Anoa 2 untuk meningkatkan efektivitas tampilan visual. Tujuan utamanya adalah menciptakan desain yang tidak hanya fungsional tetapi juga optimal untuk lingkungan militer, di mana ketahanan menjadi faktor kritis (Ondruš et al., 2021). Dengan pendekatan ini, penelitian lebih menekankan aspek visual dan ergonomi yang disesuaikan kebutuhan operasional lapangan, seperti tampilan yang jelas dalam kondisi cahaya rendah atau medan berat.

Berbeda dengan metode penelitian sebelumnya yang menggunakan simulasi virtual (Grandi et al., 2020) atau prototipe berbasis Arduino (Budi Sulistyo et

al., 2022), penelitian ini mengombinasikan pendekatan *Design Thinking* dengan analisis ergonomi visual secara mendalam. Inovasi utamanya terletak pada redesain casing untuk meningkatkan efektivitas tampilan melalui pemilihan warna dan kontras yang lebih baik, serta pengaturan tata letak yang intuitif (Adiluhung et al., 2023). Material yang digunakan juga dipilih khusus untuk menyeimbangkan daya tahan dan bobot, mengacu pada kebutuhan operasional Panser Anoa 2 yang ekstrem (Halacz & Neugebauer, 2023). Pendekatan ini memberikan nilai tambah karena melibatkan pengujian langsung di lingkungan militer nyata, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada pasar sipil.

Jika penelitian terdahulu berhasil meningkatkan akurasi sensor hingga 95% (Ondruš et al., 2021) atau mengoptimalkan kenyamanan pengguna sipil (Grandi et al., 2020), penelitian ini memberikan kontribusi unik berupa peningkatan efektivitas tampilan visual speedometer khusus untuk kendaraan militer. Hasil yang diharapkan mencakup pengurangan kelelahan mata pengemudi, peningkatan kecepatan respons, dan ketahanan casing yang lebih baik (Budi Sulistyo et al., 2022). Temuan ini melengkapi celah literatur tentang desain speedometer militer yang selama ini kurang mendapat perhatian (Adiluhung et al., 2023). Dengan pendekatan holistik yang memadukan estetika, fungsionalitas, dan konteks penggunaan spesifik, penelitian ini tidak hanya mengembangkan temuan sebelumnya tetapi juga menawarkan solusi praktis bagi pengguna Panser Anoa 2.

2.2. Kajian Teoritis

2.2.1. Kendaraan Militer

Tabel 2. 2 Jenis-jenis Kendaraan Militer
(Sumber: pindad.com, 2024)

No	Nama Kendaraan	Tipe	Deskripsi	Contoh gambar
1.	ANOA	Kendaraan Angkut Personel	Kendaraan lapis baja yang dirancang untuk mengangkut personel dan perlengkapan.	 Gambar 2. 1 Panzer Anoa (Sumber: pindad.com, 2024)
2.	HARIMAU	Kendaraan Tempur	Kendaraan tempur ringan yang dilengkapi dengan senjata dan sistem pertahanan.	 Gambar 2. 2 Panzer Harimau (Sumber: pindad.com, 2024)
3.	M113	Kendaraan Angkut Personel	Versi modifikasi dari kendaraan M113 yang digunakan oleh TNI.	 Gambar 2. 3 M113 (Sumber: defense-studies.blogspot.com, 2024)

No	Nama Kendaraan	Tipe	Deskripsi	Contoh gambar
4.	Kendaraan Rantis	Kendaraan Rantis	Kendaraan taktis yang dirancang untuk misi pengintaian dan pengawalan.	 Gambar 2. 4 Kendaraan Rantis (Sumber: pindad.com, 2024)

PT Pindad, perusahaan industri pertahanan Indonesia, memproduksi berbagai kendaraan militer untuk memenuhi kebutuhan TNI. Salah satu produk unggulannya adalah Anoa, kendaraan angkut personel lapis baja yang diperkenalkan pada tahun 2004. Anoa dirancang untuk memberikan perlindungan maksimal dan dapat beroperasi di berbagai medan, dengan kapasitas angkut hingga 10 personel. Kendaraan ini juga dapat dilengkapi dengan senjata, menjadikannya multifungsi dalam operasi militer (Pindad, 2023).

Selain Anoa, PT Pindad juga memproduksi HARIMAU, kendaraan tempur ringan yang diluncurkan pada tahun 2017. HARIMAU menawarkan mobilitas tinggi dan daya tembak yang efektif, dilengkapi dengan senjata otomatis dan sistem pertahanan canggih. Kendaraan ini dirancang untuk beroperasi di berbagai kondisi cuaca, menjadikannya fleksibel untuk berbagai misi militer (Pindad, 2023).

Kendaraan lain yang menjadi andalan Pindad adalah Panser, yang diperkenalkan pada tahun 2006. Panser adalah kendaraan lapis baja yang dirancang untuk mobilitas dan perlindungan pasukan, mampu mengangkut hingga 10 personel dan dilengkapi dengan sistem komunikasi modern. Selain Panser, Pindad juga memproduksi kendaraan seperti M113, Medium Tank, dan Kendaraan Rantis, yang semuanya mendukung operasional TNI dalam menjaga keamanan negara (Pindad, 2023).

2.2.2. Panser Anoa

Panser ANOA 2 adalah kendaraan tempur taktis yang dirancang dan diproduksi oleh PT Pindad (Persero), Indonesia. Kendaraan ini merupakan pengembangan dari model sebelumnya, ANOA, yang telah digunakan oleh Angkatan Darat Indonesia. ANOA 2 dirancang untuk memenuhi kebutuhan operasional militer modern dengan mengutamakan mobilitas, perlindungan, dan daya angkut. Kendaraan ini memiliki kemampuan untuk beroperasi di berbagai medan, baik di perkotaan maupun di daerah pedesaan, serta dapat digunakan dalam berbagai misi, termasuk pengangkutan personel, pengawalan, dan dukungan tembakan. Dengan bobot sekitar 13 ton, ANOA 2 dapat membawa hingga 10 personel, termasuk awak kendaraan, dan dilengkapi dengan senjata ringan seperti senapan mesin dan peluncur granat (Budi, 2019).

Panser ANOA 2 dilengkapi dengan berbagai fitur canggih yang mendukung operasionalnya. Kendaraan ini memiliki sistem suspensi yang baik, memungkinkan pergerakan yang stabil di medan yang sulit. Selain itu, ANOA 2 dilengkapi dengan armor yang memberikan perlindungan terhadap peluru dan ledakan, sehingga meningkatkan keselamatan awak kendaraan. Dalam hal mobilitas, ANOA 2 menggunakan mesin diesel yang kuat, memberikan daya dorong yang cukup untuk melintasi berbagai jenis medan. Kecepatan maksimum kendaraan ini mencapai sekitar 100 km/jam di jalan raya, dan dapat beroperasi di medan *off-road* dengan baik (Sari, 2021). Selain itu, ANOA 2 juga dilengkapi dengan sistem komunikasi dan navigasi modern, yang memungkinkan koordinasi yang lebih baik selama operasi militer.



Gambar 2. 5 Panzer Anoa
(Sumber: pindad.com, 2024)

Panser ANOA 2 memainkan peran penting dalam strategi pertahanan dan keamanan Indonesia. Kendaraan ini dirancang untuk mendukung berbagai jenis operasi, mulai dari misi pengintaian hingga dukungan tempur. Dengan kemampuan untuk membawa personel dan peralatan, ANOA 2 dapat digunakan dalam operasi penanggulangan terorisme, pengamanan wilayah, dan misi kemanusiaan. Penelitian oleh Prasetyo (2023) menunjukkan bahwa kendaraan ini juga dilengkapi dengan sistem instrumentasi yang canggih, termasuk *Speedometer* yang akurat, yang sangat penting untuk pengambilan keputusan yang cepat dan tepat di lapangan. Dengan demikian, Panser ANOA 2 tidak hanya berfungsi sebagai alat transportasi, tetapi juga sebagai platform tempur yang efektif dalam mendukung misi-misi militer Indonesia di berbagai situasi dan kondisi.

2.2.3. *Speedometer* Analog

Speedometer analog pada Panser Anoa 2 merupakan komponen penting dalam sistem instrumentasi kendaraan yang dirancang untuk memberikan informasi kecepatan secara visual kepada pengemudi. Dengan menggunakan jarum yang bergerak di atas skala, *speedometer* ini memungkinkan pengemudi untuk dengan cepat mengamati kecepatan kendaraan dalam berbagai kondisi operasional. Meskipun teknologi digital semakin populer, *speedometer* analog tetap memiliki keunggulan

dalam hal kemudahan pembacaan dan keandalan dalam situasi ekstrem, di mana informasi yang cepat dan jelas sangat dibutuhkan (Citra, 2022).

Namun, meskipun *speedometer* analog memiliki kelebihan, ada beberapa tantangan yang dihadapi dalam penggunaannya. Salah satu masalah utama adalah memiliki tampilan visual yang kurang baik sehingga dapat mengganggu kemampuan pengemudi untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dengan cepat. Penelitian oleh Ahmad (2020) menunjukkan bahwa akurasi dan responsivitas *speedometer* analog dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti getaran dan kondisi cuaca. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan desain dan penempatan *speedometer* agar tetap efektif dalam memberikan informasi kecepatan yang akurat dan mudah dibaca, terutama dalam konteks operasi militer yang menuntut.



Gambar 2. 6 *Speedometer* Analog
(Sumber: cintamobil.com, 2025)

2.2.4. Elemen-elemen *Speedometer*

1. Fuel Indicator (Indikator Bahan Bakar)

Fuel indicator merupakan komponen vital yang memberikan informasi mengenai sisa bahan bakar dalam tangki. Secara teoritis, indikator ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi pada sending unit yang terhubung dengan pelampung di dalam tangki bahan bakar (Nugraha et al., 2023) Ketika volume bahan bakar berkurang, pelampung turun dan mengubah nilai resistansi, yang kemudian dikonversi menjadi tampilan visual pada panel speedometer. Akurasi indikator ini sangat penting untuk mencegah kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba, terutama dalam operasional militer yang membutuhkan

perhitungan jarak tempuh yang presisi. Pengembangan terbaru mencakup integrasi dengan sistem digital untuk memberikan peringatan dini dan estimasi jarak tempuh sisa (Rachana et al., 2019).



Gambar 2. 7 Indikator Bahan Bakar
(Sumber: hyundaimobil.co.id, 2025)

2. Water Temperature Gauge Indicator (Indikator Suhu Air Pendingin)

Indikator suhu air pendingin berfungsi untuk memantau kondisi termal mesin guna mencegah overheating. Komponen ini bekerja dengan sensor termistor yang mengukur perubahan suhu coolant dan mengirimkannya ke control unit sebelum ditampilkan secara visual. Dalam konteks kendaraan militer seperti Panser Anoa 2, pemantauan suhu yang akurat sangat krusial karena operasi sering dilakukan dalam kondisi ekstrem, seperti medan berat atau lingkungan dengan suhu tinggi (Zhu et al., 2022). Desain modern telah mengadopsi tampilan digital dengan warna berbeda (hijau untuk normal, merah untuk overheat) untuk meningkatkan kejelasan informasi.



Gambar 2. 8 Indikator Suhu Air Pendingin
(Sumber: suzuki.co.id, 2025)

3. Compressor Meter Air (Pengukur Tekanan Angin Kompresor)

Compressor meter air digunakan untuk memantau tekanan udara dalam sistem pengereman udara (*air brake system*), yang umum digunakan pada kendaraan berat termasuk kendaraan militer. Prinsip kerjanya didasarkan pada sensor tekanan (*pressure transducer*) yang mengkonversi tekanan udara menjadi sinyal elektrik untuk ditampilkan pada panel (Cai & Kagawa, 2001). Ketidakakuratan dalam pembacaan dapat berisiko terhadap kegagalan sistem pengereman, sehingga desainnya harus memastikan visibilitas tinggi dan respons cepat (Arfansyah et al., 2023). Beberapa sistem terbaru juga dilengkapi dengan alarm otomatis jika tekanan berada di bawah ambang batas aman.



Gambar 2. 9 Pengukur Tekanan Air Kompresor
(Sumber: thb.com.tw, 2025)

4. RPM Meter (Pengukur Putaran Mesin)

RPM (Revolutions Per Minute) meter berfungsi untuk memantau kecepatan putaran mesin, membantu pengemudi dalam menentukan perpindahan gigi yang optimal. Sensor RPM biasanya bekerja dengan prinsip induksi magnetik atau optik untuk menghitung putaran poros mesin (Chen et al., 2019). Pada kendaraan militer, indikator RPM harus dirancang dengan tampilan yang mudah dibaca bahkan dalam kondisi guncangan tinggi, mengingat pengemudi sering kali harus berkonsentrasi pada medan yang kompleks (Kraft et al., 2020). Inovasi terbaru termasuk penggunaan tampilan bar graph digital yang lebih intuitif dibandingkan jarum analog tradisional (Chen et al., 2019).



Gambar 2. 10 RPM Meter
(Sumber: hyundaisurabayagubeng.com, 2025)

2.2.5. Perancangan *Casing*

Perancangan *casing* yang efektif untuk *speedometer* Panser Anoa 2 sangat penting untuk meningkatkan efektivitas tampilan visual, terutama dalam situasi operasi militer yang dinamis. *Casing* yang ergonomis dan mudah dilihat membantu pengemudi mengakses informasi dengan cepat. Menurut Norman (2013), desain yang baik harus mempertimbangkan kontras warna, ukuran font, dan tata letak informasi agar mudah dibaca dalam berbagai kondisi pencahayaan. Penelitian Cahyono (2022) menunjukkan bahwa pemilihan material yang tepat dan desain intuitif dapat mengurangi beban kognitif pengemudi, sehingga mereka dapat tetap fokus pada lingkungan sekitar tanpa kesulitan membaca informasi dari *speedometer*.

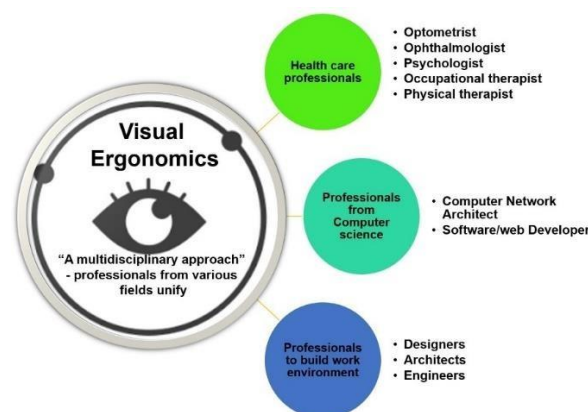


Gambar 2. 11 Perancangan *Casing*
(Sumber: traktor.com.pl, 2024)

Integrasi teknologi modern dalam desain *casing speedometer* juga penting untuk meningkatkan keterbacaan. Penggunaan layar digital dan indikator LED yang cerah dapat membantu dalam kondisi cahaya rendah atau saat kendaraan bergerak di medan yang tidak stabil. Sari (2021) menyatakan bahwa antarmuka yang responsif terhadap kondisi lingkungan dapat meningkatkan pengalaman pengguna. Prasetyo (2023) menekankan bahwa *casing* yang fungsional dan estetis dapat menarik perhatian generasi muda dan meningkatkan interaksi dengan produk. Oleh karena itu, desain *casing speedometer* Panzer Anoa 2 harus menggabungkan prinsip ergonomis dengan teknologi terkini untuk mencapai keterbacaan yang optimal.

Ukuran *casing speedometer* Panzer Anoa 2 juga berpengaruh pada keterbacaan dan kenyamanan pengguna dalam situasi operasional. Cahyono (2022) menyarankan bahwa ukuran *casing* harus mempertimbangkan jarak pandang pengemudi dan ruang di dalam kabin. *Casing* harus cukup besar untuk menampilkan informasi dengan jelas, tetapi tidak mengganggu visibilitas. Penelitian Prasetyo (2023) menekankan pentingnya ergonomi dalam menentukan ukuran *casing*, yang dapat mengurangi beban kognitif pengemudi. Ukuran *casing* yang ideal harus mempertimbangkan tinggi dan sudut pandang pengemudi serta kondisi pencahayaan yang bervariasi, sehingga meningkatkan efektivitas penggunaan dalam konteks militer.

2.2.6. Ergonomi Visual



Gambar 2. 12 Ergonomi Visual
(Sumber: visionscienceacademy-org.translate.goog, 2025)

Ergonomi visual dalam desain speedometer kendaraan militer seperti Panser Anoa 2 harus mempertimbangkan tiga aspek utama: keterbacaan, adaptasi lingkungan, dan efisiensi interaksi. Studi (Shao et al., 2021) menunjukkan bahwa ukuran font minimal 5 mm dengan kontras warna tinggi (seperti hitam-putih) sangat penting untuk memastikan informasi dapat dibaca cepat, bahkan dalam kondisi darurat. Tantangan utamanya adalah merancang tampilan yang tetap jelas di berbagai situasi operasional militer, seperti malam hari, medan berbatu, atau cuaca ekstrem. Solusi yang banyak dipakai adalah menggunakan *backlight amber* (kuning-oranye) yang terbukti mengurangi silau sekaligus mempertahankan visibilitas saat terkena debu atau kabut.

Penelitian Liang et al. (2021) mengungkap bahwa pengemudi kendaraan militer menghabiskan 80% waktu visualnya untuk melihat *speedometer* dan indikator bahan bakar. Ini menunjukkan betapa krusialnya penempatan elemen-elemen penting di zona yang mudah terlihat, seperti bagian kiri atas panel. Penggunaan teknologi *eye-tracking* juga membuktikan bahwa desain *hybrid* (gabungan analog-digital) lebih efektif daripada tampilan *full* digital, karena mengurangi distraksi hingga 23%. Untuk Panser Anoa 2, tata letak yang ergonomis harus mempertimbangkan kebiasaan pengemudi dalam situasi tempur, di mana fokus visual sering terpecah antara jalanan dan panel instrumen.

Kendaraan militer membutuhkan pendekatan khusus dalam desain visual *speedometer*. Lee et al. (2018) menekankan bahwa getaran berat dan guncangan khas medan tempur bisa mengganggu akurasi pembacaan jarum *speedometer*. Solusinya antara lain menggunakan pointer dengan inersia rendah dan material anti-reflektif pada casing untuk mengurangi pantulan cahaya. Inovasi terkini seperti *Head-Up Display* (HUD) yang memproyeksikan informasi ke kaca depan juga layak dipertimbangkan, meskipun biayanya lebih tinggi. Yang tak kalah penting adalah menguji prototipe desain dalam kondisi nyata, karena simulasi komputer saja tidak cukup untuk menangkap kompleksitas lingkungan operasional sesungguhnya.

2.2.7. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) adalah metode evaluasi ergonomi yang dikembangkan oleh McAtamney & Corlett (1993) untuk menganalisis risiko cedera otot pada tubuh bagian atas akibat postur kerja statis atau repetitif. Dalam konteks desain *speedometer* kendaraan militer, RULA digunakan untuk menilai postur pengemudi saat membaca tampilan atau mengoperasikan kontrol, dengan mempertimbangkan variabel seperti sudut leher, posisi lengan, dan durasi paparan (Kee et al., 2020). Studi oleh Robertson et al. (2021) pada kendaraan lapis baja menunjukkan bahwa desain panel instrumen yang tidak ergonomis dapat menyebabkan skor RULA ≥ 5 (kategori risiko sedang-tinggi), terutama saat pengemudi harus mempertahankan postur membungkuk atau menjangkau elemen yang terlalu jauh. Temuan ini relevan untuk penelitian perancangan ulang casing speedometer Panser Anoa 2, di mana analisis RULA dapat mengidentifikasi area perbaikan seperti tinggi dan kemiringan panel.

Penelitian Kee et al. (2020) dan Robertson et al. (2021) mengungkap bahwa pengemudi kendaraan militer sering mengalami ketegangan otot leher dan bahu akibat postur yang dipaksakan oleh tata letak kontrol yang tidak optimal. Misalnya, posisi speedometer yang terlalu rendah atau jauh memaksa pengemudi untuk terus menunduk atau menjulurkan lengan, meningkatkan skor RULA pada kelompok otot trapezius dan deltoid (Das & Sengupta, 2018). Solusi yang direkomendasikan termasuk:

1. Menempatkan speedometer dalam jangkauan 30–50 cm dari pengemudi (Das & Sengupta, 2018).
2. Meminimalkan sudut fleksi leher ($<20^\circ$) untuk mengurangi beban cervical (McAtamney & Corlett, 1993).
3. Mengurangi gerakan repetitif dengan konsolidasi informasi visual (Parkinson & Reed, 2019). Studi kasus pada kendaraan lapis baja oleh Robertson et al. (2021) juga menekankan pentingnya simulasi digital menggunakan *digital human modeling* (seperti software CATIA) untuk memprediksi skor RULA sebelum produksi fisik.

Untuk mengaplikasikan RULA dalam penelitian ini, langkah-langkah berikut dapat diadopsi:

1. Pengumpulan Data Postur: Rekam postur pengemudi saat mengoperasikan speedometer desain lama menggunakan video atau sensor gerak.
2. Analisis Skor RULA: Hitung skor berdasarkan tabel RULA (misalnya: sudut lengan $>45^\circ = +2$ poin, leher fleksi $>20^\circ = +3$ poin) (McAtamney & Corlett, 1993).
3. Optimasi Desain: Modifikasi casing speedometer untuk menurunkan skor RULA ke level aman (≤ 3), misalnya dengan menyesuaikan kemiringan panel atau menambahkan *adjustable mount*. Studi Parkinson & Reed (2019) membuktikan bahwa pendekatan ini dapat mengurangi biaya iterasi prototipe hingga 40%. Dengan memadukan RULA dan prinsip ergonomi visual (seperti hierarki informasi), desain casing *speedometer* Panser Anoa 2 tidak hanya meningkatkan keterbacaan tetapi juga mengurangi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada pengemudi.

RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

Step 4a: Adjust...
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): 0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A: Wrist Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Score			
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	3	3	3
2	1	2	3	3	3
2	2	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3
2	4	3	3	3	3
3	1	3	4	4	4
3	2	4	4	4	4
3	3	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4
4	1	4	4	4	4
4	2	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5
5	2	5	5	5	5
5	3	5	5	5	5
5	4	5	5	5	5
6	1	6	6	6	6
6	2	6	6	6	6
6	3	6	6	6	6
6	4	6	6	6	6

Table B: Neck, Trunk, and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	2	3	4	5	6	7	8
3	1	2	3	4	5	6	7	8
4	1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	2	3	4	5	6	7	8
6	1	2	3	4	5	6	7	8
7	1	2	3	4	5	6	7	8
8	1	2	3	4	5	6	7	8

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): 0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Wrist / Arm Score	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	2	3	4	5	6	7	8
3	1	2	3	4	5	6	7	8
4	1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	2	3	4	5	6	7	8
6	1	2	3	4	5	6	7	8
7	1	2	3	4	5	6	7	8
8	1	2	3	4	5	6	7	8

Scoring (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

RULA Score

based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Gambar 2. 13 Metode RULA
(Sumber: djk.n.kemenkeu.go.id, 2025)

Dalam penilaian postur kerja dengan menggunakan penilaian RULA dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

1. Observasi

Sebelum melakukan penelitian diperlukan pengamatan terhadap posisi tubuh pekerja selama melakukan tugas yang akan dinilai dimasukkan kedalam skor RULA.

2. Menilai Skor

Digunakan untuk menilai sebuah postur tubuh antara lain kekuatan otot, anggota tubuh bagian atas, beban dan gaya. Lembar kerja RULA dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian A (lengan dan pergelangan tangan) dan B (leher, punggung, kaki). Pembagian ini digunakan untuk memastikan bahwa postur dibatasi dari leher, punggung, dan kaki yang mungkin mempengaruhi postur lengan dan pergelangan tangan yang termasuk kedalam penilaian RULA.

- a. Penilaian postur tubuh bagian A:

- 1) Pertama, lengan atas (*Upper Arm*)
 - 2) Kedua, lengan bawah (*Lower Arm*)
 - 3) Ketiga, pergelangan tangan kiri (*Wrist*)
 - 4) Keempat, pergelangan tangan kanan (*Wrist Twist*)
 - 5) Kelima, perhitungan skor pada bagian grup A

- b. Penilaian postur tubuh bagian B:

- 1) Penilaian postur tubuh bagian leher (*Neck*)
 - 2) Penilaian postur tubuh bagian punggung (*Trunk*)
 - 3) Penilaian pada bagian kaki (*Legs*)

- c. Penetapan skor bagian tubuh penetapan penggunaan otot dan pembebanan.

3. Perhitungan Skor Akhir

Setelah diperoleh nilai dari grup A dan grup B, Langkah selanjutnya mencari skor RULA untuk mengetahui apakah postur kerja mengalami peningkatan bahaya atau tidak. Berikut adalah tabel perhitungan mencari skor akhir di grup C:

Tabel 2. 3 Tabel Perhitungan Skor akhir grup C
(Sumber; Data Penulis, 2025)

Skor akhir grup C	Skor Akhir								
	Skor C = skor dari tabel A + skor dari tabel B								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	7	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Dari perhitungan nilai akhir diperoleh hasil akhir skor, dari hasil akhir tersebut diklasifikasikan ke dalam kategori level yaitu, minimum, kecil, sedang, dan tinggi. Berikut adalah *Action Level* dalam metode RULA.

Tabel 2. 4 Tabel Skor RULA
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Skor RULA	Action Level	Tingkat Resiko
1-2	1	Resiko perubahan, tidak perlu penanganan
3-4	2	Resiko rendah, perubahan dibutuhkan
5-6	3	Resiko sedang, penangan lebih lanjut, butuh perubahan segera
7+	4	Sangat beresiko, lakukan perubahan sekarang

Pada skala penilaian RULA, skor 1-2 (*action level 1*) menunjukkan bahwa resiko dapat diabaikan dan tidak memerlukan penanganan khusus. Sedangkan skor 3-4 (*action level 2*) menunjukkan bahwa resiko rendah mungkin memerlukan penanganan tambahn. Ketika skor mencapai 5-6 (*action level 3*), resiko dianggap sedang dan memerlukan penanganan lebih lanjut. Namun, jika skor 7 lebih (*action*

level 4), ini menunjukkan resiko yang sangat tinggi dan memerlukan Tindakan sekarang.

2.2.8. Warna

Warna yang digunakan dalam desain *Speedometer* Panser Anoa 2 memiliki peranan penting dalam meningkatkan visibilitas dan keterbacaan informasi, terutama dalam konteks operasi militer. Dalam dunia militer, warna-warna tertentu sering dipilih untuk menciptakan kontras yang jelas antara elemen informasi dan latar belakang, sehingga memudahkan pengemudi dalam membaca data dengan cepat. Menurut penelitian oleh Kwon dan Kim (2019), warna hijau dan kuning sering digunakan dalam instrumen militer karena keduanya memberikan kontras yang baik dalam berbagai kondisi pencahayaan, serta memiliki asosiasi psikologis yang positif dalam konteks ketenangan dan kewaspadaan. Selain itu, penggunaan warna merah untuk indikator peringatan juga umum, karena warna ini secara universal diasosiasikan dengan bahaya dan memerlukan perhatian segera (Smith, 2020).



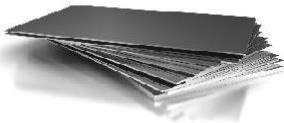
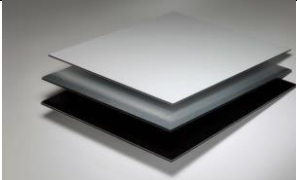
Gambar 2. 14 Warna Loreng
(Sumber: id.pinterest.com, 2024)

Selain aspek fungsional, pemilihan warna dalam desain *Speedometer* juga mempertimbangkan faktor estetika dan identitas visual. Warna yang konsisten dengan tema militer, seperti nuansa hijau zaitun atau coklat tanah, tidak hanya membantu dalam integrasi visual dengan kendaraan, tetapi juga menciptakan kesan profesional dan tangguh. Penelitian oleh Citra (2022) menunjukkan bahwa desain yang mempertimbangkan warna dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan menciptakan suasana yang sesuai dengan konteks operasional. Dengan demikian, pemilihan warna yang tepat dalam *Speedometer* Panser Anoa 2 tidak

hanya berfungsi untuk meningkatkan keterbacaan, tetapi juga untuk memperkuat identitas visual dan psikologis yang relevan dengan lingkungan militer.

2.2.9. Material

Tabel 2. 5 Eksplorasi Material
(Sumber: Data Pribadi, 2024)

No	Material	Kelebihan	Kekurangan	Contoh gambar
1.	Plastik (ABS)	Ringan dan mudah dibentuk, Tahan terhadap korosi, Biaya produksi rendah	Kurang tahan terhadap suhu ekstrem, Rentan terhadap goresan	 Gambar 2. 15 Plastik ABS (Sumber: rajaplastikindonesia.com, 2024)
2.	Aluminium	Kuat dan tahan lama, Ringan Tahan terhadap cuaca dan korosi	Biaya lebih tinggi dibandingkan plastic, Dapat tergores	 Gambar 2. 16 Alumunium (Sumber: mbtsteel.com, 2024)
3.	Komposit	Kombinasi sifat terbaik dari berbagai bahan, Ringan dan kuat-Tahan lama	Biaya produksi tinggi, Proses pembuatan lebih kompleks	 Gambar 2. 17 Komposit (Sumber: acpindo.com, 2024)
4.	<i>Stainless Steel</i>	Sangat tahan terhadap korosi, Kuat dan tahan lama, Estetika yang baik	Berat lebih dibandingkan plastik dan aluminium, Biaya tinggi	 Gambar 2. 18 <i>Stainless Steel</i> (Sumber: aire-dalesprings.co.uk, 2024)

No	Material	Kelebihan	Kekurangan	Contoh gambar
5.	Polycarbonate	Tahan terhadap benturan, Trans- paran dan dapat dicetak dengan warna, Stabilitas di- mensi yang baik	Rentan ter- hadap goresan, Biaya lebih tinggi dibandingkan ABS	 Gambar 2. 19 Polycarbonate (Sumber: sybridge.com, 2024)

Material yang digunakan dalam merancang *Casing speedometer* sangat mempengaruhi kinerja, daya tahan, dan estetika produk. Beberapa material yang umum digunakan termasuk plastik, aluminium, dan komposit. Plastik, seperti ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), sering dipilih karena ringan, tahan terhadap korosi, dan mudah dibentuk. Menurut penelitian oleh Cahyono (2021), penggunaan plastik dalam *Casing speedometer* tidak hanya mengurangi berat keseluruhan perangkat, tetapi juga memungkinkan desain yang lebih fleksibel dan inovatif. Selain itu, plastik dapat dicetak dengan berbagai warna dan tekstur, yang meningkatkan daya tarik visual dan fungsionalitas *Casing*.

Di sisi lain, aluminium dan material komposit semakin populer dalam desain *Casing speedometer* karena kekuatan dan ketahanannya terhadap kondisi ekstrem. Aluminium, yang dikenal karena sifatnya yang ringan dan kuat, memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap komponen internal dari benturan dan cuaca. Penelitian oleh Prasetyo (2022) menunjukkan bahwa *Casing speedometer* yang terbuat dari aluminium dapat meningkatkan daya tahan dan umur pakai perangkat, terutama dalam aplikasi militer yang memerlukan ketahanan tinggi. Material komposit, yang menggabungkan sifat-sifat terbaik dari berbagai bahan, juga menawarkan keunggulan dalam hal kekuatan dan bobot, serta dapat dirancang untuk memenuhi spesifikasi teknis yang ketat. Dengan demikian, pemilihan material yang tepat sangat penting dalam merancang *Casing speedometer* yang efektif dan efisien.

2.2.10. Standarisasi Nasional & Internasional

Speedometer pada kendaraan militer harus memenuhi standar ketat untuk menjamin akurasi, keandalan, dan interoperabilitas, baik dalam operasional

nasional maupun misi multinasional. Secara internasional, NATO mengatur persyaratan teknis speedometer kendaraan militer melalui STANAG 2021, yang mencakup toleransi kesalahan, ketahanan terhadap lingkungan operasional (seperti gempuran atau medan ekstrem), dan integrasi dengan sistem navigasi (NATO Standardization Office, 2017). Sementara itu, ISO 6726:2016 menjadi acuan umum untuk kalibrasi speedometer kendaraan darat, termasuk adaptasi versi militernya yang sering melibatkan peningkatan ketahanan (International Organization for Standardization, 2016).

Di tingkat nasional, Indonesia menerapkan Peraturan Dirjen Perhubungan Darat No. KP. 1325 Tahun 2018 yang mengatur spesifikasi teknis speedometer kendaraan militer, termasuk kalibrasi berkala dan kompatibilitas dengan sistem digital (Kementerian Perhubungan RI, 2018). Produsen seperti PT Pindad juga mengacu pada standar internasional seperti MIL-STD-810 dari AS untuk menguji ketahanan speedometer pada kendaraan tempur buatan lokal, misalnya pada kendaraan Anoa dan Komodo (Defense Standardization Program, 2020).

Penelitian oleh Smith et al. (2020) dalam *International Journal of Defense Engineering* menekankan perlunya standarisasi yang ketat untuk menghindari kesalahan navigasi taktis akibat pembacaan speedometer yang tidak akurat. Studi komparatif oleh Rahman (2019) juga menunjukkan bahwa standar militer cenderung 20-30% lebih ketat dibanding standar kendaraan sipil, terutama dalam hal ketahanan mekanik dan elektromagnetik.

2.2.11. Ukuran *Speedometer*



Gambar 2. 20 Ukuran *Speedometer*
(Sumber: spdSpeedometer.com, 2024)

Standarisasi ukuran *speedometer* ergonomi untuk kendaraan militer sangat penting untuk memastikan bahwa pengemudi dapat mengakses informasi kecepatan dengan mudah dan cepat, tanpa mengalihkan perhatian dari tugas mengemudi. Berikut adalah beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam standarisasi ukuran *speedometer* untuk kendaraan militer:

1. Ukuran dan Diameter:

- Diameter: *Speedometer* harus memiliki diameter yang cukup besar, umumnya antara 100 mm hingga 150 mm, untuk memastikan angka dan indikator dapat dibaca dengan jelas dalam berbagai kondisi pencahayaan. Ukuran ini membantu pengemudi untuk melihat informasi dengan cepat tanpa harus mendekatkan mata, yang dapat mengganggu fokus pada jalan (Suharno, 2020).
- Tinggi dan Lebar: Dimensi keseluruhan *speedometer* harus dirancang agar tidak mengganggu ruang dashboard dan tetap mudah diakses oleh pengemudi. Penempatan yang tepat juga penting untuk memastikan bahwa *speedometer* tidak terhalang oleh elemen lain di dashboard.

2. Jarak Pandang:

- *Speedometer* harus ditempatkan pada jarak pandang yang optimal, yaitu antara 30 hingga 50 cm dari mata pengemudi. Ini memungkinkan pengemudi untuk membaca informasi tanpa harus mengalihkan pandangan terlalu jauh dari jalan, yang dapat meningkatkan keselamatan saat berkendara (Hendrawan, 2019).

3. Kontras dan Pencahayaan:

- Warna latar belakang dan angka harus memiliki kontras yang tinggi untuk meningkatkan keterbacaan. Misalnya, angka putih pada latar belakang hitam atau kuning cerah dapat membantu pengemudi melihat informasi dengan lebih jelas, terutama dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi (Prasetyo, 2021).
- Pencahayaan latar belakang yang memadai sangat penting, terutama untuk penggunaan malam hari. *Speedometer* harus dilengkapi

dengan pencahayaan yang tidak menyilaukan agar pengemudi tetap dapat melihat informasi tanpa gangguan.

4. *Tipe Display:*

- *Speedometer* dapat menggunakan display analog atau digital. Display analog dengan jarum memberikan visualisasi yang cepat dan intuitif, sementara display digital dapat memberikan informasi yang lebih tepat dan tambahan, seperti kecepatan rata-rata dan kecepatan maksimum (Sari, 2022).

5. **Indikator Tambahan:**

- *Speedometer* yang baik sering dilengkapi dengan indikator tambahan seperti *tachometer*, indikator bahan bakar, dan indikator suhu mesin. Ini memberikan informasi lebih lengkap kepada pengemudi dan membantu dalam pengambilan keputusan saat berkendara.

6. *Feedback Sensori:*

- *Speedometer* harus memberikan *feedback* sensori yang jelas, seperti getaran atau suara, ketika kecepatan melebihi batas yang ditentukan. Ini membantu pengemudi untuk tetap fokus pada jalan dan menghindari pelanggaran kecepatan (Wibowo, 2020).

2.2.12. Rangkuman Kajian Teoritis

Panser Anoa 2 adalah kendaraan tempur taktis yang dirancang oleh PT Pindad (Persero) untuk memenuhi kebutuhan operasional militer modern. Kendaraan ini memiliki bobot sekitar 13 ton dan mampu membawa hingga 10 personel, dilengkapi dengan senjata ringan dan berbagai fitur canggih seperti sistem suspensi yang baik dan armor pelindung. Dengan mesin diesel yang kuat, Anoa 2 dapat beroperasi di berbagai medan dengan kecepatan maksimum sekitar 100 km/jam. Penelitian menunjukkan bahwa Panser Anoa 2 juga dilengkapi dengan sistem instrumentasi canggih, termasuk *Speedometer* yang akurat, yang sangat penting untuk pengambilan keputusan di lapangan (Budi, 2019; Sari, 2021; Prasetyo, 2023).

Speedometer berfungsi untuk memberikan informasi kecepatan kendaraan secara real-time, yang penting untuk keselamatan dan kepatuhan hukum. Terdapat

dua jenis *Speedometer*, yaitu analog dan digital, dengan digital menawarkan akurasi yang lebih tinggi berkat penggunaan sensor dan teknologi GPS. Inovasi dalam *Speedometer* modern juga mencakup fitur tambahan yang meningkatkan pengalaman berkendara (Citra, 2022; Ahmad, 2020; Fajar, 2023). Desain *Casing speedometer* yang baik, yang mempertimbangkan ergonomi dan visibilitas, sangat penting untuk meningkatkan keterbacaan informasi dalam situasi operasional yang dinamis. Pemilihan warna yang tepat dan material yang sesuai juga berkontribusi pada efektivitas visual dan daya tahan *Casing speedometer* (Kwon & Kim, 2019; Cahyono, 2021; Prasetyo, 2022). Dengan demikian, kombinasi antara teknologi, desain ergonomis, dan material yang tepat menjadi kunci dalam meningkatkan kinerja *Speedometer* Panser Anoa 2, mendukung misi-misi militer Indonesia secara efektif.

2.3. Kajian Empiris

2.3.1. PT Pindad (Persero)



Gambar 2. 21 Logo PT Pindad
(Sumber: pindad.com, 2024)

PT Pindad adalah perusahaan milik negara Indonesia yang bergerak di bidang industri pertahanan dan keamanan. Didirikan pada tahun 1808, PT Pindad awalnya berfokus pada produksi senjata dan amunisi, namun seiring berjalannya waktu, perusahaan ini telah berkembang menjadi produsen berbagai jenis peralatan militer dan non-militer. Produk yang dihasilkan oleh PT Pindad mencakup kendaraan tempur, senjata api, amunisi, serta peralatan pendukung lainnya yang digunakan oleh Angkatan Darat, Angkatan Laut, dan Angkatan Udara Indonesia. Dengan komitmen untuk mendukung kemandirian pertahanan nasional, PT

Pindad terus berinovasi dan mengembangkan teknologi baru untuk memenuhi kebutuhan militer dan keamanan dalam negeri.

Sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan daya saing di pasar global, PT Pindad juga aktif dalam menjalin kerjasama dengan berbagai institusi dan perusahaan internasional. Perusahaan ini berfokus pada penelitian dan pengembangan (R&D) untuk menciptakan produk yang lebih canggih dan efisien. Selain itu, PT Pindad berkomitmen untuk menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam operasionalnya, termasuk dalam hal pengelolaan sumber daya dan dampak lingkungan. Dengan pengalaman lebih dari dua abad, PT Pindad telah menjadi salah satu pilar utama dalam industri pertahanan Indonesia, berkontribusi pada keamanan dan stabilitas nasional serta pengembangan industri strategis di tanah air.

2.3.2. Produk PT pindad

Tabel 2. 6 Produk PT Pindad
(Sumber: pindad.com, 2024)

No	Kate- gori Produk	Deskripsi	Contoh Produk	Contoh gambar
1.	Senjata Ringan	Senjata yang dirancang untuk digunakan oleh individu atau kelompok kecil.	Senapan Serbu SS1, SS2	 Gambar 2. 22 Senjata Ringan (Sumber: pindad.com, 2024)
2.	Senjata Berat	Senjata yang memerlukan lebih dari satu orang untuk mengoperasikannya.	Senapan Mesin 7.62 mm, Mortir 81 mm	 Gambar 2. 23 Senjata Berat (Sumber: pindad.com, 2024)

No	Kategori Produk	Deskripsi	Contoh Produk	Contoh gambar
3.	Amunisi	Peluru dan bahan peledak yang digunakan dalam senjata.	Amunisi Kaliber 5.56 mm, 7.62 mm	 Gambar 2. 24 Amunisi (Sumber: pindad.com, 2024)
4.	Kendaraan Tempur	Kendaraan yang dirancang untuk pertempuran dan perlindungan personel.	Panser Anoa, Panser Badak	 Gambar 2. 25 Kendaraan Tempur (Sumber: pindad.com, 2024)
5.	Kendaraan Taktis	Kendaraan yang digunakan untuk misi taktis dan pengangkutan pasukan.	Kendaraan Pengangkut Personel (KPP) Maung	 Gambar 2. 26 Kendaraan Taktis (Sumber: pindad.com, 2024)

No	Kategori Produk	Deskripsi	Contoh Produk	Contoh gambar
6.	Alat Berat	Peralatan yang digunakan dalam konstruksi dan industri.	Alat berat untuk konstruksi	 Gambar 2. 27 Alat Berat (Sumber: pindad.com)

PT Pindad merupakan salah satu perusahaan BUMN yang berperan penting dalam industri pertahanan dan keamanan di Indonesia. Dengan berbagai kategori produk yang mencakup senjata ringan, senjata berat, amunisi, kendaraan tempur, dan sistem pertahanan, PT Pindad telah berhasil memenuhi kebutuhan TNI dan Polri dalam menjaga keamanan nasional. Produk-produk yang dihasilkan tidak hanya berfokus pada kualitas dan efektivitas, tetapi juga pada inovasi dan teknologi terbaru untuk meningkatkan daya saing di pasar global.

Dalam kajian empiris ini, terlihat bahwa PT Pindad tidak hanya memproduksi alutsista, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan industri pertahanan nasional melalui diversifikasi produk. Kendaraan tempur seperti Panser Anoa dan alat berat yang diproduksi menunjukkan komitmen perusahaan untuk mendukung operasional militer dan pembangunan infrastruktur. Selain itu, produk-produk seperti sistem radar dan peralatan komunikasi menunjukkan bahwa PT Pindad juga berupaya untuk memenuhi kebutuhan teknologi modern dalam konteks pertahanan.

2.3.3. Observasi Lapangan



Gambar 2. 28 Foto Observasi Lapangan
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Observasi lapangan merupakan metode yang efektif untuk mengumpulkan data langsung mengenai kinerja dan penggunaan *Speedometer* pada Panzer Anoa 2. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi nyata dari *Speedometer*, termasuk desain *Casing*, akurasi, dan responsivitas dalam situasi operasional. Dengan melakukan observasi langsung, peneliti dapat mengidentifikasi masalah yang dihadapi pengguna dan mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk perancangan ulang *Casing speedometer*.

Observasi lapangan dilakukan di beberapa lokasi yang berbeda, termasuk:

1. Medan Latihan Militer: Tempat di mana Panzer Anoa 2 digunakan dalam latihan taktis
2. Jalan Umum: Pengujian kecepatan dan responsivitas *Speedometer* dalam kondisi lalu lintas yang bervariasi.
3. Medan Berat: Pengujian di area berbatu dan berbukit untuk mengevaluasi ketahanan *Speedometer* terhadap guncangan dan getaran.

Selama observasi, peneliti mencatat berbagai aspek, termasuk:

1. Responsivitas: Mengamati seberapa nyaman driver mampu menggunakan beberapa tombol penting dalam menoperasikan kendaraan tersebut.
2. Desain *Casing*: Menilai kemudahan pembacaan dan ergonomi *Casing* dalam berbagai kondisi pencahayaan dan medan.

Hasil observasi menunjukkan beberapa temuan penting:

1. Responsivitas: Responsivitas *driver* kurang optimal dalam menggunakan beberapa tombol penting, terutama saat akselerasi cepat. Peneliti mencatat bahwa driver perlu mengalihkan pandangan berkendara untuk menyentuh tombol-tombol tersebut
2. Desain *Casing*: *Casing speedometer* sulit dibaca dalam kondisi pencahayaan yang rendah, dan beberapa responden mengeluhkan bahwa desainnya tidak ergonomis, sehingga menyulitkan pengemudi untuk melihat pembacaan dengan cepat saat berkendara.

Observasi lapangan memberikan wawasan yang berharga mengenai kinerja *Speedometer* Panzer Anoa 2 dalam situasi nyata. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun *Speedometer* berfungsi dengan baik dalam kondisi tertentu, ada tantangan yang harus diatasi untuk meningkatkan akurasi dan responsivitas. Desain *Casing* yang kurang ergonomis dan sulit dibaca dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi juga menjadi perhatian utama. Oleh karena itu, perancangan ulang *Casing speedometer* harus mempertimbangkan masukan dari pengguna dan hasil observasi untuk menciptakan alat yang lebih efektif dan efisien.

Kajian empiris melalui observasi lapangan ini menegaskan pentingnya evaluasi kinerja *Speedometer* dalam konteks operasional Panzer Anoa 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada kebutuhan mendesak untuk meningkatkan akurasi, responsivitas, dan desain *Casing Speedometer* agar lebih sesuai dengan kondisi lapangan. Dengan melakukan perancangan ulang yang berbasis pada data empiris, diharapkan *Speedometer* yang baru dapat meningkatkan keselamatan dan efektivitas operasional kendaraan militer. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam desain alat ukur yang lebih inovatif dan responsif terhadap kebutuhan pengguna di lapangan.

2.3.4. Wawancara



Gambar 2. 29 Wawancara dengan *driver* Panser ANOA
(Sumber, Data Penulis, 2024)

Wawancara merupakan metode penting dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data kualitatif mengenai pengalaman dan kebutuhan pengguna terkait *Casing speedometer* Panser Anoa 2. Melalui wawancara, peneliti dapat menggali informasi mendalam dari para pengemudi dan teknisi yang berpengalaman dalam menggunakan kendaraan ini. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk memahami tantangan yang dihadapi pengguna, serta mendapatkan masukan yang konstruktif untuk perancangan ulang *Casing speedometer*.

Wawancara dilakukan kepada pengemudi yang memiliki pengalaman langsung dengan Panser Anoa 2. Pertanyaan wawancara dirancang untuk mengeksplorasi beberapa aspek, termasuk:

1. Pengalaman Penggunaan: Menanyakan tentang pengalaman sehari-hari dalam menggunakan *Speedometer*, termasuk akurasi dan responsivitas.
2. Kelemahan *Casing* Saat Ini: Mengidentifikasi masalah yang dihadapi dengan desain *Casing* yang ada seperti ketahanan dan ergonomi.
3. Saran untuk Perbaikan: Mengumpulkan ide dan saran dari pengguna mengenai fitur atau desain yang diinginkan dalam *Casing speedometer* yang baru.

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur, memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi jawaban lebih dalam dan mendapatkan wawasan yang lebih kaya. Setiap wawancara direkam dan dicatat untuk analisis lebih lanjut.

2.3.5. Rangkuman Kajian Empiris

PT Pindad, sebagai perusahaan BUMN yang berperan penting dalam industri pertahanan Indonesia, telah menunjukkan komitmen yang kuat dalam memenuhi kebutuhan TNI dan Polri melalui produk-produk berkualitas tinggi, termasuk senjata, amunisi, dan kendaraan tempur. Kajian empiris ini menyoroti diversifikasi produk PT Pindad, yang tidak hanya berfokus pada alutsista, tetapi juga pada pengembangan teknologi modern seperti sistem radar dan peralatan komunikasi. Dengan dukungan pemerintah dan kerja sama internasional, PT Pindad diharapkan dapat terus berinovasi dan meningkatkan kapasitas produksinya untuk menjadi pemain utama di industri pertahanan Asia Tenggara.

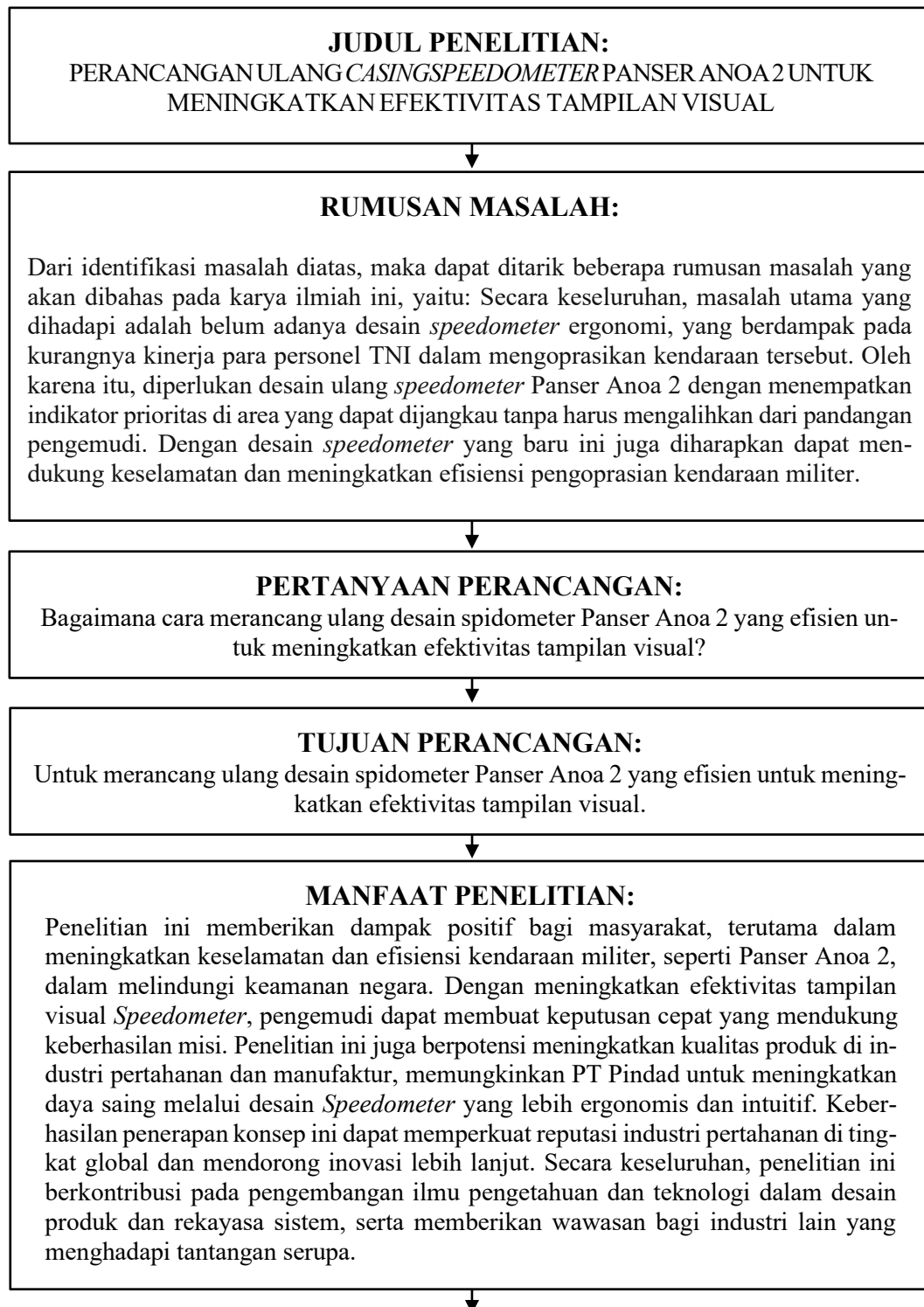
Observasi lapangan yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja *Speedometer* pada Panser Anoa 2 menunjukkan beberapa tantangan yang dihadapi pengguna. Penelitian ini mencakup pengujian di berbagai medan, termasuk medan latihan militer dan jalan umum, untuk menilai responsivitas dan desain *casing speedometer*. Hasil observasi mengungkapkan bahwa responsivitas tombol kurang optimal, terutama saat akselerasi cepat, dan desain *casing* sulit dibaca dalam kondisi pencahayaan rendah. Temuan ini menekankan perlunya perancangan ulang *casing speedometer* agar lebih ergonomis dan efektif dalam situasi operasional.

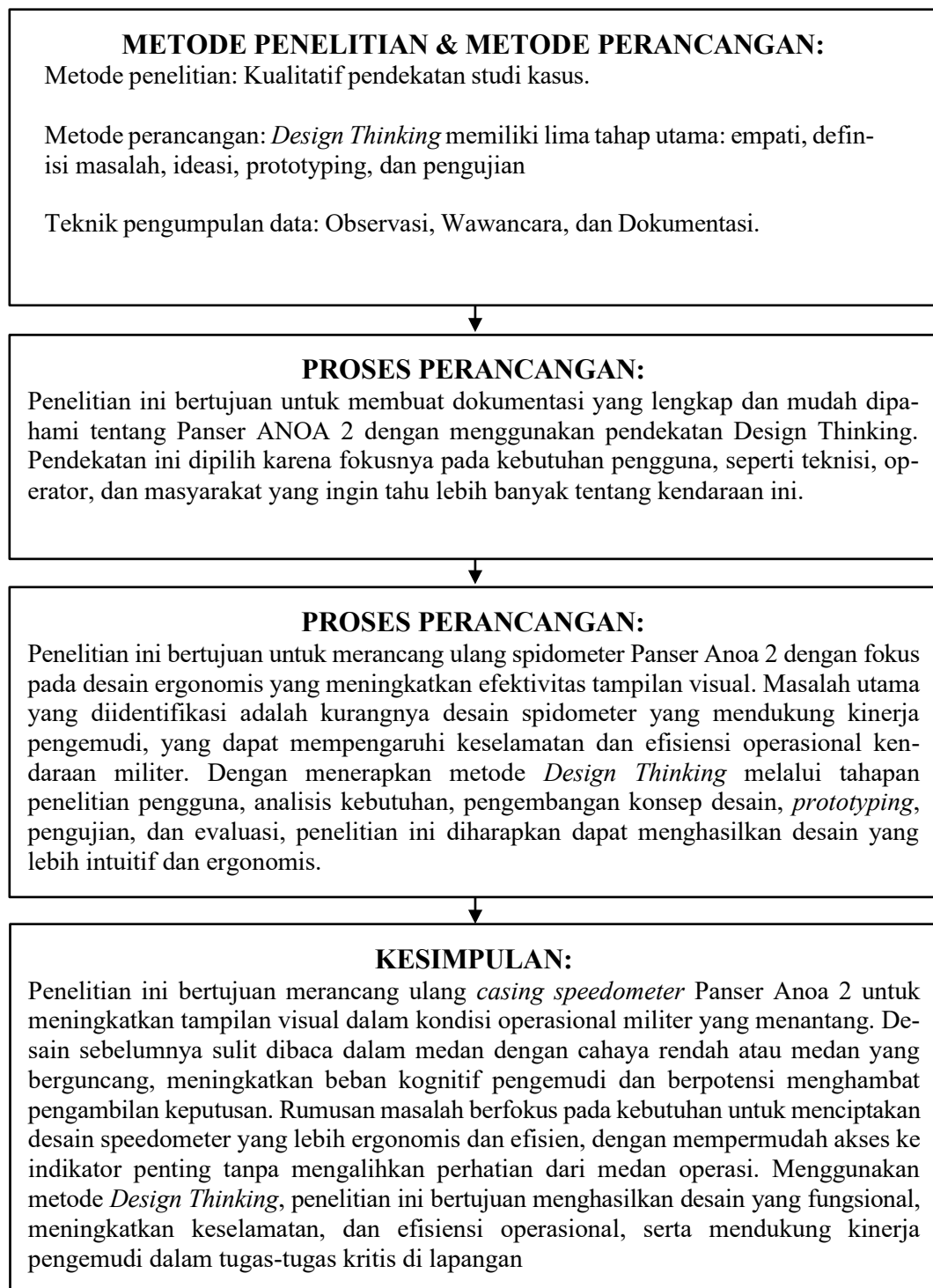
Wawancara dengan pengemudi Panser Anoa 2 memberikan wawasan mendalam mengenai pengalaman dan kebutuhan pengguna terkait *Speedometer*. Masalah utama yang dihadapi termasuk minimnya pencahayaan pada *Speedometer* di malam hari dan kesulitan dalam menjangkau tombol kontrol. Pengemudi juga mengungkapkan kurangnya saluran untuk memberikan umpan balik mengenai pengalaman mereka. Untuk mengatasi masalah ini, disarankan peningkatan pencahayaan, desain ulang antarmuka kontrol, dan penciptaan saluran komunikasi untuk umpan balik pengguna. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan pengalaman berkendara dengan Panser Anoa 2 dapat ditingkatkan secara signifikan, mendukung keselamatan dan efisiensi operasional.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian





Gambar 3. 1 Alur Perancangan Penelitian
(Sumber: Data Penulis, 2024)

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian kualitatif dipilih untuk studi tentang perancangan ulang *Casing speedometer* Panser ANOA 2 karena pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menggali pemahaman yang mendalam tentang pengalaman pengguna, kebutuhan, dan preferensi terkait desain *Speedometer*. Penelitian kualitatif berfokus pada pengumpulan data non-numerik, seperti wawancara, observasi, dan analisis dokumen, yang dapat memberikan wawasan yang lebih kaya dan kontekstual mengenai bagaimana pengguna berinteraksi dengan *speedometer* dalam situasi nyata. Dengan menggunakan metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi masalah yang mungkin tidak terdeteksi melalui pendekatan kuantitatif, seperti ketidaknyamanan dalam penggunaan, kesulitan dalam membaca informasi, atau kebutuhan ergonomis yang spesifik (Creswell, 2014).

Metode kualitatif sangat cocok untuk judul penelitian ini karena perancangan ulang *casing speedometer* tidak hanya melibatkan aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan faktor-faktor manusia dan interaksi pengguna. Dengan memahami perspektif pengguna melalui wawancara mendalam dan diskusi kelompok, peneliti dapat mengumpulkan informasi yang relevan untuk menciptakan desain yang lebih baik dan lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, penelitian kualitatif memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi berbagai ide dan konsep desain yang mungkin muncul dari umpan balik pengguna, sehingga menghasilkan solusi yang lebih inovatif dan efektif (Patton, 2015). Dengan demikian, pendekatan kualitatif memberikan landasan yang kuat untuk perancangan ulang *casing speedometer* yang tidak hanya fungsional tetapi juga ergonomis dan *user-friendly*.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian mengenai perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2, beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi wawancara, observasi, dan dokumentasi. Masing-masing teknik ini memiliki peran penting dalam mendapatkan informasi yang komprehensif dan mendalam mengenai kebutuhan dan preferensi pengguna.

3.3.1. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan responden untuk menggali informasi yang lebih dalam mengenai pengalaman dan pandangan mereka. Dalam konteks penelitian ini, wawancara dilakukan dengan pengemudi dan pengguna *speedometer* untuk memahami tantangan yang mereka hadapi saat menggunakan alat tersebut. Pertanyaan yang diajukan dapat bersifat terbuka, memungkinkan responden untuk memberikan jawaban yang lebih luas dan mendetail. Menurut Kvale (2007), wawancara adalah metode yang efektif untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang perspektif individu, sehingga peneliti dapat mengidentifikasi kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi dalam perancangan ulang *casing speedometer*.

3.3.2. Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan pengamatan langsung terhadap perilaku dan interaksi pengguna dengan *speedometer* dalam situasi nyata. Dalam penelitian ini, peneliti dapat mengamati bagaimana pengguna berinteraksi dengan *speedometer* saat mengemudikan Panser ANOA 2, mencatat kesulitan atau ketidaknyamanan yang mungkin tidak diungkapkan dalam wawancara atau kuesioner. Observasi memberikan data kontekstual yang berharga dan dapat membantu peneliti memahami dinamika penggunaan *speedometer* dalam lingkungan operasional. Angrosino (2007) menekankan bahwa observasi adalah metode yang efektif untuk mengumpulkan data tentang perilaku dan interaksi dalam konteks alami, sehingga peneliti dapat mengidentifikasi aspek-aspek desain yang perlu diperbaiki.

3.3.3. Dokumentasi

Dokumentasi mencakup pengumpulan dan analisis dokumen yang relevan, seperti manual pengguna, laporan teknis, dan data historis mengenai penggunaan *speedometer*. Teknik ini membantu peneliti memahami konteks dan latar belakang yang mempengaruhi desain *speedometer* saat ini. Dokumentasi juga dapat memberikan informasi tentang standar dan regulasi yang harus dipatuhi dalam

perancangan ulang. Bowen (2009) menyatakan bahwa dokumentasi adalah sumber data yang penting untuk memberikan konteks dan mendukung temuan penelitian, sehingga peneliti dapat merancang *casing speedometer* yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan standar yang berlaku.

3.4. Proses Pengumpulan Data

Berikut adalah tabel yang menggambarkan proses pengumpulan data yang berkaitan dengan laporan dan penelitian tentang *speedometer* Panser ANOA 2, menggunakan teknik wawancara, observasi, dan dokumentasi.

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Proses Pengumpulan Data
(Sumber: Data Penulis, 2024)

No	Tahapan	Tujuan	Peralatan
1.	Studi lapangan: Wawancara <i>driver</i> Panser ANOA 2.	Memperoleh informasi mengenai peranan <i>speedometer</i> bagi para <i>driver</i> Panser ANOA 2 untuk menunjang kinerja mereka ketika berkendara di segala medan operasional.	A. Handphone B. Kertas C. Alat Tulis
2.	Studi lapangan: Observasi terhadap <i>driver</i> Panser ANOA 2 ketika berkendara.	Memperoleh informasi terkait bagaimana interaksi <i>driver</i> Panser ANOA 2 terhadap <i>speedometer</i> ketika berkendara.	A. Handphone B. Kertas C. Alat Tulis
3.	Studi lapangan: Observasi terhadap <i>casing speedometer</i> dalam menunjang kinerja <i>driver</i> Panser ANOA 2.	Memperoleh informasi bagaimana cara kerja <i>speedometer</i> dan beberapa tombol penting seperti tombol pembuangan angin, tombol klakson, dan beberapa tombol lainnya yang berpengaruh terhadap kinerja <i>driver</i> Panser ANOA 2.	A. Handphone B. Kertas C. Alat Tulis
4.	Studi lapangan: Dokumentasi terkait Panser ANOA 2.	Mendokumentasikan secara menyeluruh terkait Panser ANOA 2, meliputi desain dan fitur teknologinya, performa di medan perang, serta proses produksi dan perakitanannya.	A. Handphone

Hasil tabel menunjukkan bahwa setiap teknik pengumpulan data memiliki tahapan, tujuan, dan peralatan yang spesifik. Penggunaan kombinasi teknik ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan data yang komprehensif dan mendalam

mengenai *speedometer* Panser ANOA 2, yang sangat penting untuk perancangan ulang yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat menghasilkan solusi yang lebih inovatif dan responsif terhadap tantangan yang dihadapi dalam penggunaan *speedometer*.

3.5. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh pada proses penelitian perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2 ini diolah dengan menggunakan metode kualitatif. Metode kualitatif adalah pendekatan penelitian yang berfokus pada pemahaman mendalam tentang fenomena sosial melalui pengumpulan data non-numerik. Dalam konteks penelitian perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2, metode ini digunakan untuk menggali pengalaman, persepsi, dan kebutuhan pengguna secara langsung. Metode kualitatif memungkinkan peneliti untuk mendapatkan wawasan yang lebih kaya dan kontekstual, yang tidak dapat dicapai melalui metode kuantitatif yang lebih terstruktur. Menurut Creswell (2014), metode kualitatif sangat berguna ketika peneliti ingin memahami makna di balik perilaku dan interaksi individu dalam konteks tertentu.

Cara kerja metode kualitatif melibatkan beberapa langkah, mulai dari pengumpulan data hingga analisis dan interpretasi. Pertama, peneliti mengumpulkan data melalui teknik seperti wawancara, observasi, dan dokumentasi. Setelah data terkumpul, peneliti melakukan pengorganisasian dan pengkodean data untuk mengidentifikasi tema dan pola yang muncul. Proses ini memungkinkan peneliti untuk mengelompokkan informasi yang relevan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang ada. Saldaña (2016) menekankan bahwa pengkodean adalah langkah penting dalam analisis kualitatif, karena membantu peneliti mengorganisir data dan menemukan hubungan yang signifikan antara berbagai elemen.

Penggunaan metode kualitatif dalam penelitian ini sangat penting karena fokusnya pada pengalaman pengguna dan konteks operasional yang kompleks. Dalam perancangan ulang *casing speedometer*, pemahaman mendalam tentang bagaimana pengguna berinteraksi dengan alat tersebut sangat krusial untuk menciptakan desain yang efektif dan ergonomis. Metode kualitatif memungkinkan

peneliti untuk mengeksplorasi nuansa dan detail yang mungkin terlewatkan dalam pendekatan kuantitatif. Braun dan Clarke (2006) menyatakan bahwa analisis tematik dalam penelitian kualitatif memberikan fleksibilitas untuk menyesuaikan analisis dengan konteks dan tujuan penelitian, sehingga menghasilkan temuan yang lebih relevan dan aplikatif.

Dengan demikian, metode kualitatif tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang kebutuhan pengguna, tetapi juga memungkinkan peneliti untuk merancang solusi yang lebih inovatif dan responsif terhadap tantangan yang dihadapi dalam penggunaan *speedometer* Panser ANOA 2.

Berikut penjelasan tahapan pengolahan data yang dilakukan penulis pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Tabel Analisis Data
(Sumber: Data Penulis, 2024)

Teknik Analisis Data			
No.	Tahapan	Tujuan	Peralatan
1.	Analisis data awalan: Wawancara <i>driver</i> Panser ANOA 2, serta studi literatur mengenai perancangan ulang <i>casing speedometer</i> yang efektif demi menunjang keterbacaan dan efektivitas visual.	peneliti dapat mengembangkan dasar yang kuat untuk perancangan ulang <i>casing speedometer</i> , memastikan bahwa desain yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna, tetapi juga mengikuti standar dan praktik terbaik dalam industri, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi-operasional Panser Anoa 2.	A. Handphone B. Laptop C. Kertas D. Alat tulis
2.	Analisis data perancangan: Wawancara vendor, serta studi literatur mengenai material yang digunakan untuk merancang <i>speedometer</i> .	peneliti dapat membuat keputusan yang lebih informasional dan strategis dalam pemilihan material, sehingga menghasilkan <i>casing speedometer</i> yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional Panser Anoa 2.	A. Handphone B. Laptop C. Kertas D. Alat tulis
3.	Analisis data akhir: Hasil uji validasi produk di Pussenkav, berupa instrumen penilaian dalam bentuk angket dan kuesioner.	mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan produk, serta untuk memastikan bahwa desain akhir memenuhi standar yang diharapkan oleh pengguna. Hasil dari analisis ini akan memberikan dasar yang kuat untuk melakukan perbaikan lebih lanjut jika diperlukan, serta untuk memastikan bahwa <i>Casing speedometer</i> yang baru dapat	A. Handphone B. Laptop C. Kertas D. Alat tulis

3.6. Metode Perancangan

Metode perancangan *Design Thinking* digunakan dalam tugas akhir ini untuk merancang ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2 dengan tujuan meningkatkan efektivitas tampilan visual. *Design Thinking* memiliki lima tahap utama: empati, definisi masalah, ideasi, *prototyping*, dan pengujian. Tujuan utama penggunaan metode ini adalah untuk memahami kebutuhan pengguna (operator Panser ANOA 2), menganalisis masalah yang ada pada *casing speedometer* yang lama, dan menciptakan solusi desain yang lebih efektif dalam menyampaikan informasi. Dalam konteks ini, *design thinking* memungkinkan pendekatan yang berpusat pada pengguna, dengan fokus pada peningkatan pengalaman visual dan fungsionalitas *speedometer* di medan operasional yang keras. Hal ini sejalan dengan prinsip-prinsip desain yang menempatkan pengguna sebagai pusat dari proses inovasi dan perbaikan (Brown, 2009).

Alasan memilih metode ini adalah karena *Design Thinking* menawarkan pendekatan iteratif dan fleksibel yang mendorong kolaborasi multidisipliner dalam menemukan solusi. Dalam perancangan *casing speedometer* Panser ANOA 2, pendekatan ini memfasilitasi pengumpulan umpan balik langsung dari pengguna akhir untuk menciptakan desain yang responsif terhadap kebutuhan mereka. Manfaat utama dari penerapan *Design Thinking* dalam perancangan ini adalah tercapainya hasil desain yang lebih *user-friendly*, dengan mempertimbangkan aspek ergonomis dan visual yang dapat meningkatkan keselamatan serta kinerja operator selama operasi. Dengan demikian, *Design Thinking* tidak hanya meningkatkan kualitas desain secara teknis, tetapi juga memaksimalkan efektivitas dalam penggunaan alat tersebut di medan tugas (Brown, 2009).

Metode perancangan *Design Thinking* terdiri dari lima tahap yang berfokus pada pemahaman masalah, eksplorasi solusi kreatif, dan pengujian ide untuk menghasilkan inovasi yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Berikut adalah tahapan dalam :

1. *Empathize*: Tahap pertama ini bertujuan untuk memahami kebutuhan pengguna dengan cara yang mendalam. Ini melibatkan observasi, wawancara, dan interaksi langsung dengan pengguna untuk memperoleh wawasan mengenai pengalaman mereka, tantangan yang dihadapi, dan kebutuhan yang belum terpenuhi.
2. *Define*: Setelah memahami pengguna, tahap selanjutnya adalah mendefinisikan masalah dengan jelas. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari tahap empati, tim merumuskan masalah inti yang perlu dipecahkan. Definisi masalah ini akan menjadi dasar untuk menemukan solusi yang efektif dan inovatif.
3. *Ideate*: Tahap ini berfokus pada eksplorasi ide-ide kreatif untuk menyelesaikan masalah yang telah didefinisikan. Melalui sesi brainstorming, tim dapat menghasilkan berbagai alternatif solusi yang inovatif. Proses ini melibatkan berpikir terbuka tanpa batasan, menghasilkan berbagai pilihan solusi yang mungkin.
4. *Prototype*: Pada tahap ini, tim mulai mengembangkan prototipe atau model kasar dari solusi yang telah dipilih. Prototipe ini bisa berupa mockup, desain visual, atau model fungsional yang memungkinkan tim untuk menguji ide dan konsep secara lebih konkret. Prototipe ini tidak perlu sempurna, melainkan berfokus pada eksperimen dan iterasi cepat.
5. *Test*: Setelah prototipe selesai, tahap pengujian dilakukan dengan melibatkan pengguna untuk menguji solusi yang telah dikembangkan. Pengujian ini memberikan umpan balik langsung mengenai kekuatan dan kelemahan ide yang telah diterapkan. Berdasarkan hasil pengujian, tim dapat melakukan perbaikan dan iterasi lebih lanjut hingga solusi akhir ditemukan.

3.7. Proses Perancangan

Tabel 3. 3 Tabel Proses Perancangan
(Sumber: Data Penulis, 2024)

No	Tahapan	Tujuan	Peralatan
1.	<i>Empathize</i>	Tujuan dari tahap Empathize dalam Design	

No	Tahapan	Tujuan	Peralatan
		Thinking adalah untuk memahami secara mendalam kebutuhan, keinginan, dan tantangan yang dihadapi oleh pengguna. Dengan melakukan observasi langsung, wawancara, dan interaksi dengan pengguna, tim dapat menggali wawasan yang lebih manusiawi tentang pengalaman mereka. Tahap ini bertujuan untuk membangun empati dengan pengguna, sehingga solusi yang dikembangkan dapat lebih relevan dan tepat sasaran, serta mampu menjawab masalah yang sesungguhnya mereka hadapi.	A. Handphone B. Kertas C. Alat tulis D. Laptop
2.	<i>Define</i>	Merumuskan permasalahan utama secara jelas dan terfokus berdasarkan temuan yang diperoleh pada tahap empati. Pada tahap ini, informasi yang telah dikumpulkan dari pengguna diolah dan disintesis menjadi pernyataan masalah (problem statement) yang menggambarkan kebutuhan, hambatan, atau tantangan pengguna secara spesifik. Dengan definisi masalah yang tepat, tim perancang dapat memastikan bahwa solusi yang dikembangkan nantinya benar-benar relevan, terarah, dan berorientasi pada pengguna, serta membuka peluang untuk inovasi yang efektif.	A. Handphone B. Kertas C. Alat tulis D. Laptop
3.	<i>Ideate</i>	Menghasilkan sebanyak mungkin ide kreatif sebagai solusi atas permasalahan yang telah didefinisikan sebelumnya. Pada tahap ini, tim didorong untuk berpikir terbuka dan bebas tanpa membatasi gagasan, agar dapat mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi yang inovatif. Dengan menggabungkan perspektif yang berbeda, tahap ini bertujuan untuk menemukan pendekatan-pendekatan baru yang potensial dan belum pernah dipertimbangkan sebelumnya, yang nantinya akan dipilih, dikembangkan, dan diuji lebih lanjut pada tahap prototipe dan pengujian.	A. Handphone B. Kertas C. Alat tulis D. Laptop
4.	<i>Prototype</i>	Menciptakan model awal dari sebuah produk atau solusi yang memungkinkan tim untuk menguji ide secara langsung dan mendapatkan umpan balik dari pengguna atau stakeholder. Dengan membuat prototipe, tim dapat melihat bagaimana konsep atau desain berfungsi dalam praktik, mengidentifikasi potensi masalah atau kekurangan, serta mengeksplorasi kemungkinan perbaikan sebelum melanjutkan ke tahap pengembangan lebih lanjut. Prototyping juga membantu memvisualisasikan ide yang masih abstrak, memungkinkan iterasi cepat, dan mempercepat proses inovasi.	A. Handphone B. Kertas C. Alat tulis D. Laptop

No	Tahapan	Tujuan	Peralatan
5.	Test	Mendapatkan umpan balik nyata dari pengguna terhadap prototipe yang telah dibuat, agar kita bisa melihat apakah solusi yang dirancang benar-benar menjawab kebutuhan mereka. Melalui proses ini, kita bisa memahami apa yang berhasil, apa yang memb-ingungkan, dan apa yang perlu diperbaiki. Dengan begitu, kita tidak hanya menebak-ne-bak solusi, tapi benar-benar memastikan bahwa hasil akhirnya relevan, bermanfaat, dan sesuai dengan harapan pengguna.	A. Handphone B. Kertas C. Alat tulis D. Laptop

3.8. Instrumen Validasi Perancangan

Tabel 3. 4 Tabel Validasi Perancangan
(Sumber: Data Penulis, 2024)

No.	Tahapan	Tujuan
1.	Kesesuaian dengan Kebutuhan Pengguna	Aspek ini menekankan pentingnya memahami dan memenuhi kebutuhan serta harapan pengguna. Validasi harus memastikan bahwa produk yang dirancang benar-benar sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pengguna.
2.	Fungsionalitas	Produk harus berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Validasi fungsionalitas mencakup pengujian untuk memastikan bahwa semua fitur dan fungsi produk bekerja se-bagaimana mestinya.
3.	Kualitas dan Keandalan	Kualitas produk sangat penting untuk kepuasan pengguna. Aspek ini mencakup pengujian untuk memastikan bahwa produk tidak hanya memenuhi standar kualitas tetapi juga dapat diandalkan dalam penggunaan sehari-hari.
4.	Estetika dan De-sain Visual	Desain visual yang menarik dapat meningkatkan daya tarik produk. Validasi estetika melibatkan penilaian terhadap elemen desain, warna, dan bentuk untuk memastikan bahwa produk menarik bagi pengguna.

Tahapan pertama dalam proses validasi perancangan produk adalah kesesuaian dengan kebutuhan pengguna. Aspek ini sangat penting karena produk yang dirancang harus mampu memenuhi harapan dan kebutuhan nyata dari pengguna. Untuk mencapai hal ini, tim perancang perlu melakukan riset mendalam dan ber-interaksi langsung dengan pengguna untuk memahami preferensi mereka. Validasi di tahap ini memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya sekadar

memenuhi spesifikasi teknis, tetapi juga relevan dan bermanfaat bagi pengguna dalam konteks penggunaannya sehari-hari.

Selanjutnya, fungsionalitas menjadi fokus utama dalam tahapan kedua. Produk yang dirancang harus berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Validasi fungsionalitas melibatkan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa semua fitur dan fungsi produk bekerja secara optimal. Hal ini penting untuk menjamin bahwa pengguna dapat memanfaatkan produk dengan efisien tanpa mengalami kendala. Dengan memastikan fungsionalitas yang baik, produk tidak hanya akan memenuhi ekspektasi pengguna, tetapi juga meningkatkan kepercayaan mereka terhadap kualitas produk tersebut.

Tahapan terakhir yang tidak kalah penting adalah kualitas dan keandalan, serta estetika dan desain visual. Kualitas produk berperan besar dalam kepuasan pengguna, sehingga pengujian untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar kualitas yang ditetapkan sangat diperlukan. Selain itu, aspek estetika dan desain visual juga harus diperhatikan, karena desain yang menarik dapat meningkatkan daya tarik produk di pasar. Validasi estetika melibatkan penilaian terhadap elemen desain, warna, dan bentuk untuk memastikan bahwa produk tidak hanya fungsional tetapi juga menarik bagi pengguna. Dengan mengintegrasikan semua tahapan ini, produk yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi harapan pengguna secara menyeluruh.

BAB IV

KONSEP PERANCANGAN

Proses perancangan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Speedometer* Panser ANOA 2 untuk meningkatkan efektivitas tampilan visual. Oleh karena itu, perancangan ini melibatkan berbagai aspek desain, termasuk analisis kebutuhan, analisis pengguna, serta penerapan metode *Design Thinking* dengan beberapa tahap yaitu: *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan, *Test* (Teo et al., 2017)

Tahapan perancangan yang dilakukan meliputi Mind Mapping, TOR (Terms of Reference), *Mood Board*, sketsa, pembuatan model 3D, hingga pembuatan prototipe yang akan diuji validasinya oleh para ahli di bidangnya serta oleh pengguna. Hasil dari pengujian ini akan digunakan sebagai umpan balik untuk menyempurnakan prototipe agar lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan ergonomis.



Gambar 4. 1 Metode *Design Thinking*
(Sumber: personifycorp.com, 2025)

4.1. Analisis Komparasi Produk Sejenis



Gambar 4. 2 *Speedometer* produk sejenis (PT Pindad)
(Sumber: Data Penulis, 2025)



Gambar 4. 3 *Speedometer* Kendaraan sejenis (Kendaraan militer asing)
(Sumber: Data Penulis, 2025)



Gambar 4. 4 *Speedometer* Panser ANOA 2
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Tabel 4. 1 Tabel Analisis Produk Sejenis
(Sumber: Data Pribadi, 2025)

Aspek	Produk Sejenis (PT Pindad)	Panser ANOA 2 (Desain lama)	Produk Sejenis (Kendaraan Militer Asing)
Material Casing	Plastik ABS	Plastik/ logam campuran	Komposit tahan benturan
Keterbacaan	Rendah (pencahayaan kurang)	Sedang	Tinggi (LED <i>back-light</i>)
Ergonomi	Kurang (tombol sulit dijangkau)	Sedang	Baik (desain intuitif)
Aspek	Produk Sejenis (PT Pindad)	Panser ANOA 2 (Desain lama)	Produk Sejenis (Kendaraan Militer Asing)
Warna Kontras	Rendah (warna loreng)	Sedang	Tinggi (hitam-putih/kuning)
Ketahanan	Cukup (rentan gores)	Baik	Sangat Baik (tahan cuaca ekstrem)

A. Kelemahan Produk Sejenis:

- 1) Desain *casing* yang kurang ergonomis dan tidak fokus pada keterbacaan visual.
- 2) Material yang digunakan belum optimal untuk kondisi operasional militer.
- 3) Kurangnya integrasi teknologi modern (seperti pencahayaan LED) pada *speedometer* analog.

B. Peluang Perbaikan:

- 4) Mengadopsi material komposit yang lebih tahan lama dari produk sejenis asing.
- 5) Meningkatkan kontras warna dan pencahayaan seperti pada kendaraan komersial.
- 6) Merancang tombol dan antarmuka yang lebih intuitif berdasarkan masukan pengguna.

C. Rekomendasi:

- 7) Kombinasikan keunggulan *speedometer* analog (keandalan) dengan fitur digital (keterbacaan).
- 8) Gunakan material seperti polikarbonat untuk *casing* agar tahan benturan dan ringan.
- 9) Lakukan uji coba dengan pengguna untuk memvalidasi desain baru.

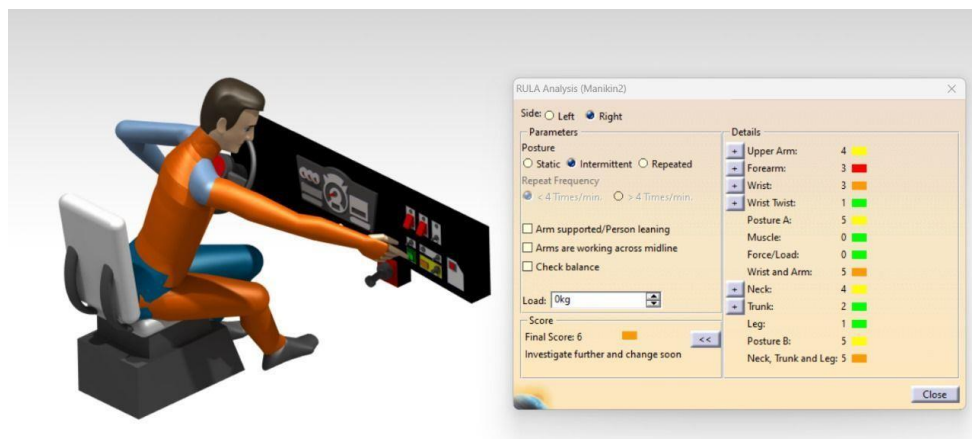
Produk sejenis yang ada di pasaran saat ini memiliki beberapa kelemahan signifikan, seperti desain *casing* yang kurang ergonomis dan tidak memprioritaskan keterbacaan visual, sehingga menyulitkan pengemudi dalam membaca informasi penting secara cepat. Selain itu, material yang digunakan belum optimal untuk kondisi operasional militer, seperti ketahanan terhadap benturan atau lingkungan ekstrem. Kelemahan lain adalah kurangnya integrasi teknologi modern, misalnya pencahayaan LED pada *speedometer* analog, yang dapat meningkatkan visibilitas dalam berbagai kondisi.

Peluang perbaikan dapat dilakukan dengan mengadopsi material komposit yang lebih tahan lama, seperti yang digunakan pada produk asing, serta meningkatkan kontras warna dan pencahayaan layar untuk memastikan keterbacaan optimal, mirip dengan kendaraan komersial terbaru. Selain itu, tombol dan antarmuka dapat dirancang lebih intuitif berdasarkan masukan pengguna, sehingga mengurangi beban kognitif saat operasional.

Rekomendasi untuk pengembangan produk meliputi kombinasi keunggulan *speedometer* analog (seperti keandalan) dengan fitur digital (seperti keterbacaan tinggi), penggunaan material polikarbonat untuk *casing* yang tahan benturan dan ringan, serta pelaksanaan uji coba dengan pengguna untuk memvalidasi desain

baru. Langkah-langkah ini diharapkan dapat menghasilkan kompartemen pengemudi yang lebih ergonomis, tahan lama, dan sesuai dengan kebutuhan operasional militer.

4.2. Analisis *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)



Gambar 4. 5 Hasil Analisis RULA Produk *Existing*
(Sumber: Data Pribadi, 2025)

Gambar di atas menunjukkan sebuah analisis menggunakan metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment) untuk menilai postur tubuh dalam konteks pekerjaan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi risiko cedera yang dapat terjadi akibat postur tubuh yang tidak tepat saat melakukan pekerjaan. Dalam gambar ini, seorang figur manusia digambarkan sedang duduk di kursi dan menggunakan alat kontrol yang ada di depannya, dengan tangan terentang ke depan dan beroperasi menggunakan alat tersebut. Analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak yang memberikan skor untuk berbagai bagian tubuh yang terlibat dalam posisi tersebut, termasuk lengan atas, pergelangan tangan, tubuh bagian atas, leher, dan kaki. Dari analisis ini, terlihat bahwa beberapa bagian tubuh mendapatkan skor yang menunjukkan bahwa postur ini perlu dievaluasi lebih lanjut karena dapat meningkatkan risiko cedera. Misalnya, lengan atas dan pergelangan tangan diberikan skor 4 dan 3, yang menunjukkan adanya potensi ketegangan atau tekanan pada area tersebut.

Skor akhir yang diberikan dalam analisis ini adalah 6, yang menunjukkan bahwa postur tersebut memerlukan perhatian lebih lanjut dan perubahan untuk mengurangi potensi risiko cedera. Dalam analisis RULA, skor ini menunjukkan bahwa postur tubuh yang diamati tidak ideal dan dapat menyebabkan ketegangan otot, kelelahan, atau bahkan cedera jangka panjang jika dilakukan dalam waktu yang lama. Beberapa faktor yang mempengaruhi skor ini termasuk posisi tubuh yang tidak seimbang, ketegangan pada lengan dan pergelangan tangan, serta kurangnya dukungan untuk tubuh saat beraktivitas. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan perubahan pada cara bekerja dan postur tubuh untuk mencegah potensi masalah kesehatan di masa depan.

Tabel 4. 2 Penilaian Skor RULA Produk *Existing*
(Sumber: Data Pribadi, 2025)

Parameter	Skor	Keterangan
Posisi Lengan Atas	4	Posisi kurang baik
Posisi Lengan Bawah	3	Posisi kurang nyaman
Posisi Pergelangan Tangan	3	Posisi melentur
Posisi Putaran Pergelangan	3	Posisi sedikit memutar
Postur A (Badan)	5	Posisi tubuh sangat buruk
Otot	0	Tidak ada ketegangan otot
Beban	0	Beban ringan
Wrist and Arm	5	Posisi lengan sangat buruk
Leher	2	Posisi leher buruk
Punggung (Trunk)	2	Posisi tubuh buruk
Kaki	5	Posisi kaki buruk
Postur B	5	Posisi tubuh sangat buruk
Neck, Trunk and Leg	5	Posisi tubuh sangat buruk
Final Score	6	Posisi perlu diselidiki lebih lanjut

4.3. Konsep Umum

Dalam proses perancangan ulang *casing speedometer* Panser Anoa 2, penting untuk memahami konsep umum yang menjadi landasan bagi desain yang akan dihasilkan. *Casing speedometer* tidak hanya berfungsi sebagai pelindung komponen internal, tetapi juga sebagai elemen yang mempengaruhi keterbacaan dan efektivitas visual informasi yang disajikan kepada pengemudi. Oleh karena itu, analisis

ini akan membahas prinsip dasar yang mendasari perancangan ulang *casing speedometer* dengan fokus pada peningkatan keterbacaan dan efektivitas visual.

A. Prinsip Dasar Perancangan

1. Fungsi

Casing speedometer harus dirancang sedemikian rupa agar informasi yang ditampilkan dapat dibaca dengan jelas dalam berbagai kondisi pencahayaan. Ini mencakup pemilihan jenis huruf, ukuran, dan kontras warna antara latar belakang dan angka yang ditampilkan. Desain yang baik harus memudahkan pengemudi untuk mendapatkan informasi penting dengan cepat tanpa mengalihkan perhatian dari jalan.

2. Estetika Visual

Selain fungsi, aspek estetika juga menjadi pertimbangan penting dalam perancangan *casing*. Desain yang menarik dapat meningkatkan pengalaman pengguna dan memberikan kesan modern pada kendaraan. Penggunaan bentuk, warna, dan tekstur yang sesuai dapat menciptakan daya tarik visual yang kuat.

3. Ergonomi

Desain *casing speedometer* harus mempertimbangkan aspek ergonomi, yaitu bagaimana pengguna berinteraksi dengan alat tersebut. Penempatan tombol, indikator, dan elemen lainnya harus mudah dijangkau dan dioperasikan oleh pengemudi. Hal ini juga mencakup pengaturan sudut pandang yang optimal agar informasi dapat dilihat dengan nyaman.

4. Material dan Teknologi

Pemilihan material yang tepat sangat penting dalam perancangan *casing*. Material harus tahan lama, ringan, dan mampu melindungi komponen internal dari berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, teknologi pencahayaan seperti LED dapat digunakan untuk meningkatkan visibilitas informasi pada *speedometer*, terutama dalam kondisi gelap.

B. Metode Perancangan

Dalam penelitian ini, metode perancangan yang digunakan adalah pendekatan desain iteratif. Proses ini melibatkan beberapa tahap, mulai dari pengumpulan data, analisis kebutuhan pengguna, pembuatan sketsa awal, hingga prototyping dan pengujian. Setiap tahap akan dievaluasi dan diperbaiki berdasarkan umpan balik yang diterima, sehingga menghasilkan desain akhir yang optimal.

1. Pengumpulan Data

Melakukan survei dan wawancara dengan pengguna *speedometer* Panser Anoa 2 untuk memahami kebutuhan dan masalah yang dihadapi dalam keterbacaan dan efektivitas visual.

2. Analisis Kebutuhan

Mengidentifikasi elemen-elemen desain yang perlu diperbaiki berdasarkan data yang dikumpulkan, serta menentukan prioritas dalam perancangan ulang

3. Pembuatan Sketsa dan Prototyping

Menghasilkan beberapa sketsa desain awal dan membuat prototipe untuk menguji konsep yang telah dikembangkan. Prototipe ini akan digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna.

4. Pengujian dan Evaluasi

Melakukan pengujian terhadap prototipe yang telah dibuat untuk mengevaluasi keterbacaan dan efektivitas visual. Umpan balik dari pengguna akan digunakan untuk melakukan perbaikan lebih lanjut.

Konsep umum dalam perancangan ulang *casing speedometer* Panser Anoa 2 berfokus pada peningkatan keterbacaan dan efektivitas visual melalui penerapan prinsip dasar desain yang komprehensif. Dengan menggunakan metode perancangan yang iteratif, diharapkan dapat dihasilkan desain yang tidak hanya fungsional tetapi juga estetis dan ergonomis, serta mempertimbangkan aspek keberlanjutan. Desain yang baik akan meningkatkan pengalaman pengguna dan memberikan nilai tambah bagi produk.

4.4. Konsep Perancangan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dokumentasi yang lengkap dan mudah dipahami tentang Panser ANOA 2 dengan menggunakan pendekatan Design Thinking. Pendekatan ini dipilih karena fokusnya pada kebutuhan pengguna, seperti teknisi, operator, dan masyarakat yang ingin tahu lebih banyak tentang kendaraan ini. Langkah pertama adalah memahami kebutuhan informasi dari pengguna melalui wawancara langsung, observasi, dan studi dokumen yang ada. Dari sini, kita bisa tahu tantangan yang dihadapi dalam mengoperasikan atau merawat Panser ANOA 2.

Setelah mengetahui kebutuhan pengguna, langkah selanjutnya adalah mendefinisikan masalah utama, yaitu kurangnya dokumentasi yang jelas dan mudah diakses tentang Panser ANOA 2. Berdasarkan masalah tersebut, berbagai ide untuk solusi dokumentasi dikembangkan, seperti membuat buku panduan visual, infografis, atau video yang menjelaskan fungsi dan perawatan kendaraan. Kemudian, ide-ide ini diwujudkan dalam bentuk prototipe, yaitu contoh awal dari dokumentasi yang menggambarkan informasi teknis dan operasional Panser ANOA 2.

Setelah prototipe selesai, tahap terakhir adalah pengujian. Dokumentasi yang telah dibuat diuji coba dengan meminta masukan dari pengguna yang relevan untuk mengetahui apakah informasi yang disampaikan sudah sesuai dan mudah dipahami. Umpan balik yang diterima akan digunakan untuk memperbaiki dokumentasi tersebut agar lebih efektif dan berguna. Dengan cara ini, dokumentasi Panser ANOA 2 dapat memberikan informasi yang bermanfaat dan mudah dipahami oleh berbagai pihak yang membutuhkan.

4.4.1. *Empathize*

Tahap *design thinking* pertama adalah *empathize*. Dalam perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2 ini akan melakukan pengumpulan data dengan teknik wawancara dan observasi untuk memahami secara mendalam aktivitas dan kebutuhan pengguna. Berikut tahapannya:

1. Hasil wawancara

Tabel 4. 3 Tabel Pertanyaan
(Sumber: Data Pribadi, 2025)

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa yang menjadi masalah utama dengan penggunaan speedometer dalam operasi lapangan?	Masalah utama adalah tampilan speedometer yang kurang terang dan kontras, terutama pada kondisi malam 2hari atau saat berada dalam situasi darurat, yang membuat pembacaan kecepatan menjadi sulit.
2	Dalam situasi seperti apa speedometer masih dapat berfungsi dengan cukup baik?	Speedometer masih dapat berfungsi dengan cukup baik pada kondisi ideal, seperti siang hari dengan cuaca cerah dan medan yang relatif datar.
3	Apa yang menjadi masalah saat menggunakan speedometer dalam kondisi cuaca ekstrem atau medan berat?	Masalahnya adalah tampilan yang silau saat terkena pantulan cahaya atau terlalu redup di malam hari, sehingga harus mengalihkan fokus dari lingkungan sekitar. Selain itu, di medan berat dengan guncangan keras, jarum speedometer bisa menjadi kurang stabil dan sulit dibaca dengan tepat.
4	Apa masalah utama yang ditemukan dalam ketahanan fisik speedometer saat digunakan dalam operasi militer?	Masalah utama adalah ketahanan fisik yang buruk karena getaran terus-menerus, guncangan hebat, atau paparan air dan debu sering menyebabkan kerusakan pada komponen speedometer.
5	Mengapa sistem pencahayaan speedometer menjadi masalah saat operasi dilakukan pada malam hari?	Sistem pencahayaan yang tidak memadai menjadi masalah karena banyak operasi dilakukan pada malam hari, dan pencahayaan yang baik sangat dibutuhkan untuk pembacaan speedometer yang jelas.
6	Apa saja informasi yang Anda perhatikan pada speedometer saat mengemudi Panser ANOA 2?	Saya selalu melihat kecepatan kendaraan pada speedometer. Kecepatan adalah hal utama yang saya perhatikan agar tetap dalam batas yang aman. Selain itu, saya juga memantau indikator temperatur mesin, karena itu penting untuk mencegah overheating. Terkadang, saya juga melihat indikator bahan bakar untuk memastikan kendaraan tidak kehabisan bahan bakar.
7	Seberapa sering Anda melihat ke arah speedometer saat mengemudi?	Saya melihat speedometer secara rutin setiap beberapa detik, terutama saat mengemudi di jalan raya atau medan yang bervariasi. Kecepatan harus selalu terjaga, jadi saya sering mengecek untuk memastikan tidak

No	Pertanyaan	Jawaban
		melampaui batas. Saat melaju di jalan yang lebih stabil, saya bisa melihatnya sekitar setiap 5-10 detik.
8	Apakah ada kondisi tertentu yang membuat Anda lebih sering memeriksa speedometer?	Tentu, saat melintasi medan yang berat atau curam, saya lebih sering memantau speedometer untuk menjaga kecepatan tetap stabil. Pada saat lalu lintas padat atau saat ada ancaman ancaman di sekitar kendaraan, saya cenderung melihat speedometer lebih sering untuk memastikan semua sistem bekerja dengan baik.
9	Adakah informasi lain selain kecepatan yang Anda lihat di speedometer?	Selain kecepatan, saya juga memperhatikan indikator tekanan oli dan suhu mesin. Jika ada indikator yang menunjukkan masalah, saya bisa segera mengantisipasi dan mengambil langkah-langkah pencegahan. Itu sangat penting untuk menjaga kendaraan tetap dalam kondisi optimal.
10	Seberapa pentingkah peran speedometer dalam kenyamanan dan keselamatan berkendara?	Speedometer sangat penting untuk keselamatan dan kenyamanan. Kecepatan yang tidak terkontrol bisa membahayakan, terutama di medan berat. Dengan selalu memantau kecepatan, saya bisa menghindari kecelakaan atau kerusakan kendaraan akibat kecepatan berlebih.

Sebagai personel TNI yang rutin melaksanakan operasi lapangan, *speedometer* menjadi salah satu komponen vital yang harus selalu dipantau. Dalam berbagai misi, mulai dari patroli rutin hingga operasi khusus, informasi kecepatan kendaraan sangat menentukan keselamatan tim dan keberhasilan misi. Namun sayangnya, pengalaman menggunakan *speedometer* saat ini masih meninggalkan banyak catatan penting.

Berdasarkan hasil wawancara bersama Pak Toto Widiyanto (40) dengan pangkat Sersan Kepala, dapat disimpulkan bahwa penggunaan speedometer dalam operasi lapangan memiliki berbagai tantangan yang berhubungan dengan kondisi lingkungan yang seringkali tidak ideal. Masalah utama yang ditemukan adalah tampilan speedometer yang kurang terang dan kontras, terutama pada malam hari atau dalam situasi darurat, yang menyulitkan pembacaan kecepatan. Kondisi cuaca ekstrem dan medan berat

juga memperburuk masalah ini, di mana tampilan speedometer menjadi sia-sia saat terkena pantulan cahaya atau terlalu redup di malam hari. Selain itu, getaran dan guncangan yang terjadi di medan berat menyebabkan jarum speedometer menjadi kurang stabil dan sulit dibaca dengan akurat.



Gambar 4. 6 Foto Wawancara
(Sumber: Data Pribadi, 2025)

Ketahanan fisik speedometer juga menjadi masalah besar, karena sering terpapar oleh getaran, air, dan debu yang menyebabkan kerusakan pada komponen. Pencahayaan yang tidak memadai pada malam hari juga menjadi kendala besar, mengingat banyak operasi yang dilakukan dalam kondisi gelap. Untuk itu, perlu adanya peningkatan pada desain dan fungsionalitas speedometer agar lebih tahan terhadap kondisi operasional yang keras dan mampu memberikan pembacaan yang jelas dan stabil, terutama dalam situasi genting dan medan yang sulit.

2. Hasil Observasi

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang dilakukan pada Panzer Anoa 2, dapat disimpulkan bahwa meskipun speedometer berfungsi dengan baik dalam kondisi tertentu, terdapat beberapa masalah yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan kinerjanya dalam situasi operasional. Responsivitas tombol pada speedometer kurang optimal, terutama saat

akselerasi cepat, di mana pengemudi harus mengalihkan pandangan dari jalan untuk menyentuh tombol-tombol penting. Selain itu, desain casing speedometer juga menjadi perhatian, karena sulit dibaca dalam kondisi pencahayaan yang rendah dan tidak ergonomis, menyulitkan pengemudi untuk melihat pembacaan dengan cepat saat berkendara.



Gambar 4. 7 Foto Observasi
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Hasil observasi ini menunjukkan bahwa perancangan ulang casing speedometer sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah responsivitas dan keterbacaan. Desain baru harus mempertimbangkan kondisi operasional lapangan yang beragam, termasuk pencahayaan yang bervariasi dan medan yang sulit. Dengan melakukan perancangan ulang berbasis data empiris, diharapkan speedometer yang baru dapat meningkatkan keselamatan, efektivitas, dan kenyamanan pengemudi, serta mendukung keberhasilan operasional kendaraan militer. Penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam desain alat ukur yang lebih responsif dan inovatif sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

Desain casing speedometer pada Panzer ANOA 2 dapat dikatakan ergonomis dan intuitif berdasarkan beberapa indikator berikut:

1. **Penempatan Elemen yang Strategis:** Desain casing menempatkan indikator prioritas seperti kecepatan dan takometer di area yang dapat dengan mudah dijangkau tanpa harus mengalihkan perhatian dari medan

operasional. Ini membantu pengemudi untuk mengakses informasi penting dengan cepat, mengurangi beban kognitif, dan meningkatkan keselamatan.

2. **Pengurangan Beban Kognitif:** Desain casing ini dirancang untuk mengurangi beban kognitif pengemudi, dengan penggunaan warna kontras tinggi dan font yang lebih terbaca. Hal ini memungkinkan pengemudi untuk fokus pada medan sekitar tanpa terganggu oleh kesulitan dalam membaca informasi.
3. **Teknologi Pencahayaan LED:** Penggunaan teknologi pencahayaan LED pada casing speedometer juga menambah visibilitas dalam kondisi pencahayaan rendah, seperti saat berkendara di malam hari atau dalam cuaca buruk, menjadikannya lebih responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.
4. **Tata Letak Intuitif:** Pengaturan tata letak elemen pada speedometer disesuaikan dengan kebiasaan pengemudi, meminimalkan gerakan repetitif dan memberikan informasi yang mudah diakses dan dimengerti, terutama dalam situasi stres tinggi atau medan yang berguncang.
5. **Material yang Tahan Benturan:** Penggunaan material yang kuat dan tahan terhadap benturan menjamin keawetan casing, bahkan dalam kondisi operasional yang ekstrem, yang sering dihadapi oleh kendaraan militer.
6. **Evaluasi Menggunakan RULA:** Analisis postur pengemudi menggunakan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) menunjukkan bahwa desain baru memungkinkan pengemudi untuk menghindari posisi tubuh yang dapat menyebabkan ketegangan otot atau cedera. Desain ini meminimalkan sudut fleksi leher dan lengan, yang pada gilirannya mengurangi kelelahan otot.

Dengan indikator-indikator tersebut, desain casing speedometer Panser ANOA 2 dioptimalkan untuk meningkatkan ergonomi dan intuitivitas, sangat mendukung kinerja pengemudi dalam situasi dinamis dan ekstrem.

4.4.2. *Define*

Tahap kedua dari *design thinking* adalah *define* yang akan dikerjakan dengan cara merumuskan permasalahan. Seluruh data yang telah dikumpulkan melalui observasi dan wawancara selanjutnya dianalisis dan diidentifikasi sehingga menghasilkan temuan mengenai kebutuhan perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2. Berikut beberapa rumusan masalah yang telah dikumpulkan:

1. Diperlukannya desain *casing speedometer* ergonomi yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan demi menunjang keselamatan kerja para personel TNI.
2. Desain *casing speedometer* memiliki tampilan visual yang kurang sehingga menambah beban kognitif pengemudi Panser ANOA 2.
3. Diperlukannya *casing speedometer* dengan material yang kuat dan tahan akan benturan.
4. Penempatan tombol yang sulit dijangkau oleh pengemudi sehingga dapat mengurangi fokus Ketika berkendara.

4.4.3. *Ideate*

Setelah merumuskan permasalahan untuk mengetahui kebutuhan perancangan ditahap *define*, tahap selanjutnya yaitu *ideate*. Pada tahap ini perancang menghasilkan sebanyak mungkin ide kreatif untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasikan. Berikut beberapa tahap *ideate* yang dilakukan:

A. *Terms of Reference (TOR)*

1. Deskripsi Produk

Perancangan ulang *casing speedometer* pada Panser Anoa 2 bertujuan untuk meningkatkan keterbacaan dan efektivitas visual dalam kondisi operasional yang beragam. Desain ini berfokus pada pengemudi yang menghadapi tantangan saat mengemudi di medan yang sulit atau dalam kondisi pencahayaan rendah. Saat ini, *casing speedometer* yang ada menyulitkan pengemudi untuk membaca informasi penting seperti kecepatan kendaraan, terutama pada malam hari atau saat cuaca buruk. Oleh karena itu,

desain baru ini akan menyertakan fitur pencahayaan tambahan dan penataan elemen-elemen informasi agar lebih mudah diakses, serta memperhatikan aspek ergonomi untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi pengemudi. Desain baru ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat, serta meningkatkan keselamatan operasional.

2. Pertimbangan Desain

- a. Desain casing speedometer akan memperhatikan posisi pengemudi dan kemudahan akses ke informasi. Penempatan elemen seperti indikator kecepatan dan takometer akan disesuaikan untuk memudahkan pembacaan tanpa mengalihkan perhatian dari jalan.
- b. Casing speedometer akan terbuat dari material yang tahan lama namun ringan, untuk memudahkan pemasangan dan pemeliharaan, serta memiliki ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem.
- c. Desain casing akan mempertimbangkan elemen warna yang kontras dan kuat, seperti warna hijau atau kuning yang sering digunakan dalam desain alat-alat militer untuk meningkatkan keterbacaan dan menambah kesan profesional.

3. Batasan Desain

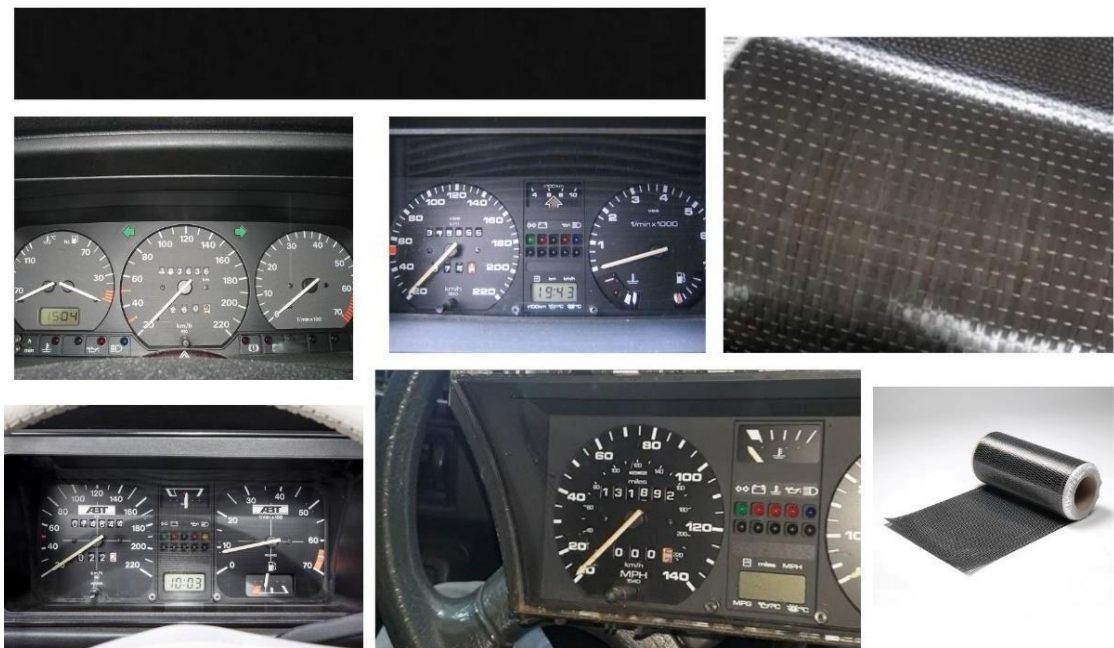
- a. Perancangan ini hanya berfokus pada casing speedometer dan tidak mencakup perubahan atau perbaikan sistem mekanis atau elektronik lain dalam kendaraan Panzer Anoa 2.
- b. Pengguna utama dari desain ini adalah pengemudi Panzer Anoa 2 dan teknisi yang bertanggung jawab untuk pemeliharaan kendaraan, dengan mempertimbangkan ergonomi bagi mereka yang menggunakan speedometer dalam kondisi fisik yang berbeda.
- c. Dimensi casing speedometer akan disesuaikan agar tidak mengganggu ruang pengemudi dan mudah dijangkau dalam kondisi berkendara. Ukuran casing tidak boleh melebihi ukuran yang sudah ditentukan agar tidak mengganggu pengoperasian kendaraan.

- d. Material yang digunakan dalam desain casing speedometer harus kokoh namun ringan, dengan ketahanan terhadap cuaca buruk dan guncangan. Selain itu, material harus dapat diproduksi secara massal dengan biaya yang efisien.

B. Mood Board

Berikut adalah *Mood Board* yang digunakan dalam perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2. Dari segi *speedometer* yang menjadi acuan perancang yaitu *speedometer* truk atau kendaraan berat, karena kendaraan tersebut menggunakan *speedometer* analog.

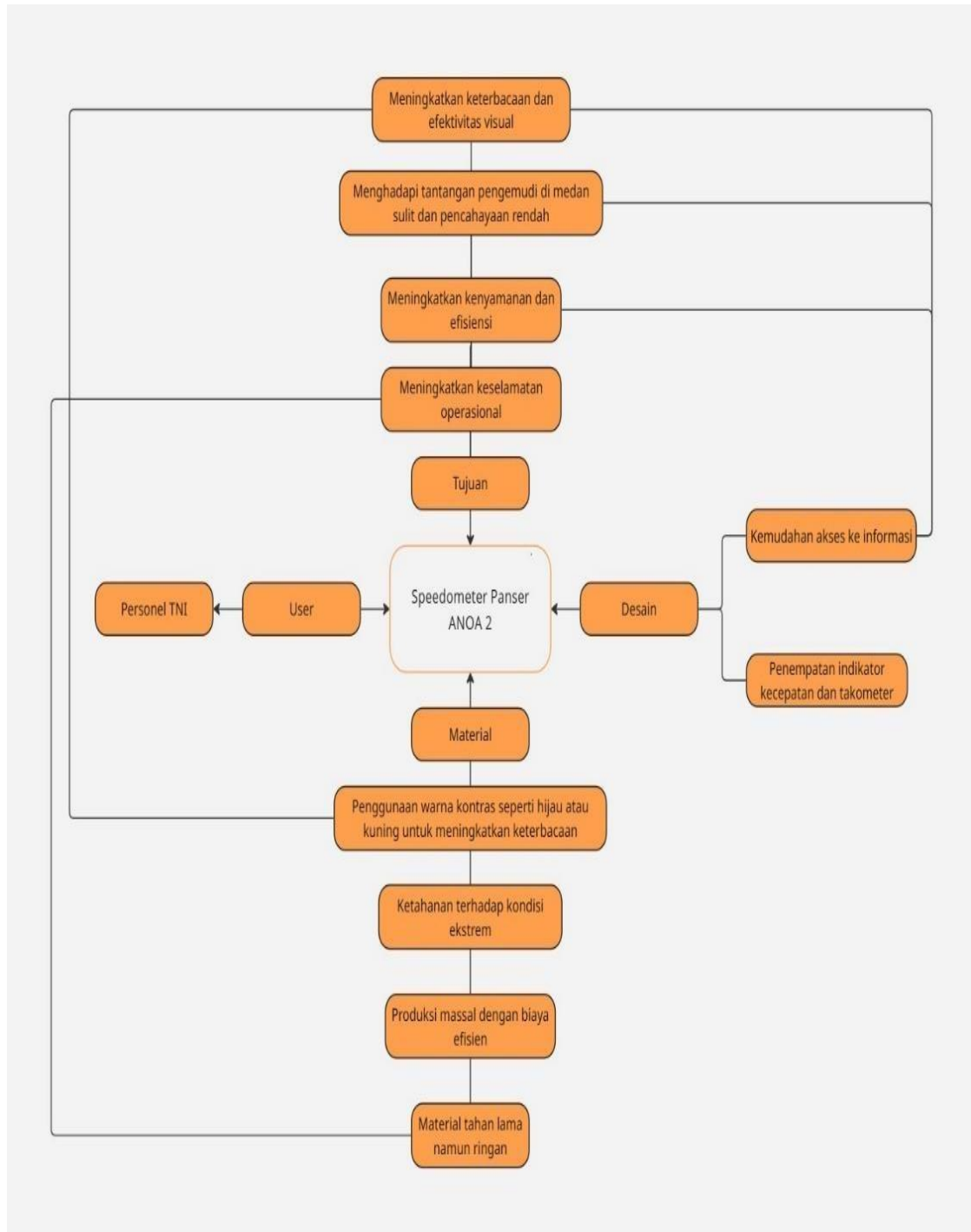
Material yang akan digunakan yaitu material komposit yang memiliki ketahanan yang kuat sehingga *casing speedometer* tahan akan kondisi cuaca yang ekstrim.



Gambar 4. 8 *Mood Board*
(Sumber: Data Penulis, 2025)

C. Mind Mapping

Berikut merupakan *Mind Mapping* dari proses perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2.



Gambar 4. 9 *Mind Mapping* Perancangan Ulang *Casing Speedometer* Panser ANOA 2
(Sumber: Data Penulis, 2025)

D. Product Positioning/Image Cart

Speedometer dengan desain baru menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan produk sebelumnya maupun produk sejenis dari kendaraan militer lain. Dari segi efektivitas visual, desain baru ini lebih ergonomis dan terorganisir, sehingga memudahkan pengguna dalam membaca informasi. Hal ini berbeda dengan desain lama yang tata letaknya kurang intuitif, atau produk sejenis yang lebih berfokus pada fungsionalitas dasar tanpa pengaturan informasi yang optimal.

Aspek keterbacaan pada speedometer baru juga lebih unggul berkat penggunaan kontras warna, pencahayaan LED, dan ukuran font yang besar. Sementara itu, produk sebelumnya dinilai rendah dalam hal ini karena minim kontras dan pencahayaan yang terbatas, sedangkan produk sejenis memiliki keterbacaan yang bervariasi tergantung modelnya.

Material yang digunakan pada desain baru merupakan komposit ringan dan tahan benturan, memberikan kekuatan tanpa menambah berat. Berbeda dengan desain lama yang masih menggunakan plastik konvensional atau produk sejenis yang umumnya memakai logam atau plastik standar. Daya tahan speedometer baru juga lebih baik karena mampu bertahan dalam cuaca ekstrem dan getaran, sementara desain lama lebih rentan aus, dan produk sejenis memang dirancang untuk ketahanan tinggi sesuai kebutuhan militer.

Dari sisi estetika, speedometer baru memiliki tampilan modern dengan identitas militer seperti warna loreng dan bentuk aerodinamis. Desain lama terlihat sederhana dan kurang menarik, sedangkan produk sejenis cenderung fungsional dan minimalis.

Harga speedometer baru tergolong kompetitif karena menggunakan material lokal yang dioptimalkan, sementara desain lama lebih murah dengan kualitas lebih rendah, dan produk sejenis memiliki harga yang bervariasi tergantung teknologi yang digunakan. Dengan demikian, speedometer desain baru ini tidak hanya meningkatkan performa dan daya tahan, tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik melalui desain yang inovatif dan estetis.

Tabel 4. 4 Tabel Peoduct *Positioning*
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Aspek	Produk ini (Desain Baru)	Produk Sebelumnya (Desain Lama)	Produk Sejenis (Kendaraan Militer Lain)
Efektivitas visual	Optimal (desain ergonomis, informasi terorganisir)	Kurang optimal (tata letak tidak intuitif)	Standar (fokus pada fungsionalitas dasar)
Keterbacaan	Tinggi (kontras warna, ukuran font besar)	Rendah (kurang kontras, pencahayaan terbatas)	Sedang (varian tergantung model)
Material	Komposit ringan + tahan benturan	Plastik konvensional	Logam/plastik standar
Daya Tahan	Tinggi (tahan cuaca ekstrem & getaran)	Sedang (rentan aus)	Tinggi (fokus militer)
Estetika	Modern, sesuai identitas militer (warna loreng, bentuk aerodinamis)	Sederhana, kurang menarik	Fungsional, minimalis
Harga	Kompetitif (optimasi material lokal)	Lebih murah	Variatif (tergantung teknologi)

E. *User Image*

1. Profil Demografis

- Usia: 25–45 tahun (usia produktif personel militer).
- Jenis Kelamin: Mayoritas laki-laki (mencerminkan dominasi gender di korps pengemudi kendaraan tempur).
- Pekerjaan:
 - Anggota TNI (khususnya Korps Kavaleri atau unit operasional lapangan).
 - Teknisi pemeliharaan kendaraan militer.
- Lokasi: Pusat Kesenjataan Kavaleri (Pussenkav) Jl. Gatot Subroto, Lkr. Sel., Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat

2. Profil Psikografis

- Gaya Hidup:
 - Terbiasa dengan disiplin tinggi dan prosedur operasional standar militer.

- Hidup dalam lingkungan dengan risiko fisik tinggi (getaran kendaraan, suara mesin keras, kondisi cuaca ekstrem).
- Sering bekerja dalam tim dengan hierarki komando yang ketat.
- Minat & Prioritas:
 - Efisiensi dan kecepatan respons dalam situasi kritis.
 - Keandalan peralatan (anti-gagal dalam misi).
 - Keselamatan diri dan rekan tim.

3. Kebutuhan & Referensi Produk

- Kebutuhan Utama:
 - Keterbacaan instan: Informasi kecepatan harus terbaca dalam <1 detik, bahkan dalam kondisi:
 - Pencahayaan minim (malam hari/kabin tertutup).
 - Getaran ekstrem (medan off-road).
 - Ketahanan: Tahan terhadap guncangan.
 - Ergonomi: Desain tombol/interface yang bisa dioperasikan tanpa perlu mengalihkan pandangan mengemudi.

4. Perilaku Pengguna

- Skenario Penggunaan:
 - Saat berkendara di medan berat (kecepatan rendah, fokus pada navigasi).
 - Dalam situasi tempur (butuh pembacaan cepat tanpa alih pandang dari jalan).
 - Pelatihan malam hari (pentingnya pencahayaan adaptif).



Gambar 4. 10 *User Image*
(Sumber: Data Penulis, 2025)

F. *Blocking*

Berikut alternatif *blocking* pada perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2.

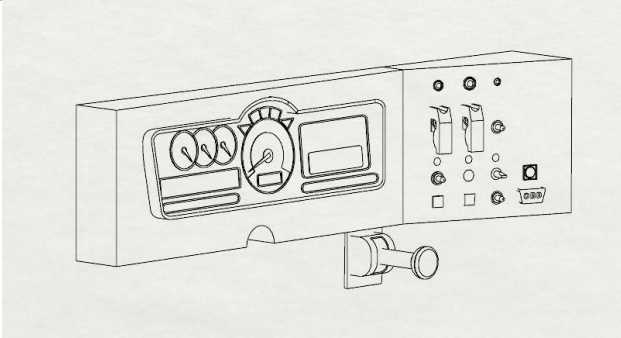
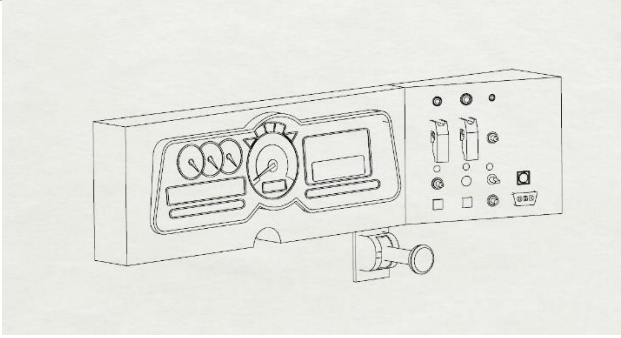
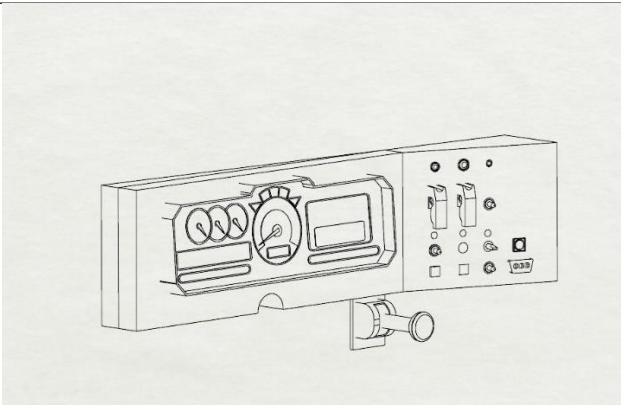
Tabel 4. 5 Alternatif *Blocking*
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Alternatif	Keterangan
	1) <i>Casing Speedometer.</i>
	2) <i>Speedometer.</i>
	3) RPM Meter.
	4) Indikator Bahan Bakar, Indikator Suhu Air Pendingin, Indikator, Pengukur Tekanan Angin Kompresor.
	5) Rem Tangan.
	6) <i>Control Panel.</i>
	7) Tombol-tombol Panel.

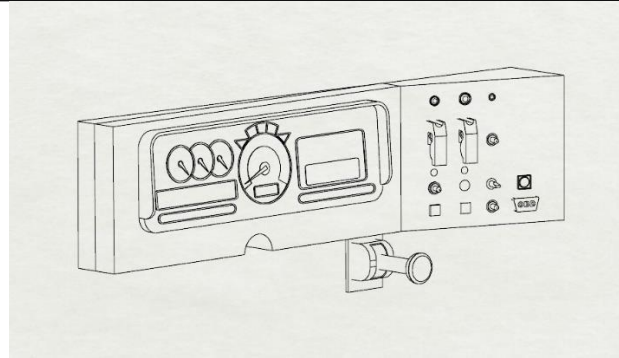
Gambar 4. 11 Gambar *Blocking*
(Sumber: Data Penulis, 2025)

G. Sketsa Alternatif

Tabel 4. 6 Tabel Sketsa Alternatif
(Sumber: Data Penulis, 2025)

No	Sketsa Alternatif	Keterangan
1	 Gambar 4. 12 Sketsa Alternatif 1 (Sumber: Data Penulis, 2025)	Sketsa ini memiliki desain <i>casing</i> yang simple dengan menaruh <i>speedometer</i> sedikit kedepan dengan kemiringan 35°.
2	 Gambar 4. 13 Sketsa Alternatif 2 (Sumber: Data Penulis, 2025)	Sketsa ini memiliki desain <i>casing</i> yang simple dengan menambahkan atap penutup pada bagian atas <i>speedometer</i> hingga bagian sudut bawah <i>speedometer</i> .
3	 Gambar 4. 14 Sketsa Alternatif 3 (Sumber: Data Penulis, 2025)	Sketsa ini didesain dengan menambahkan <i>cover</i> pada setiap sudut dari <i>speedometer</i> .

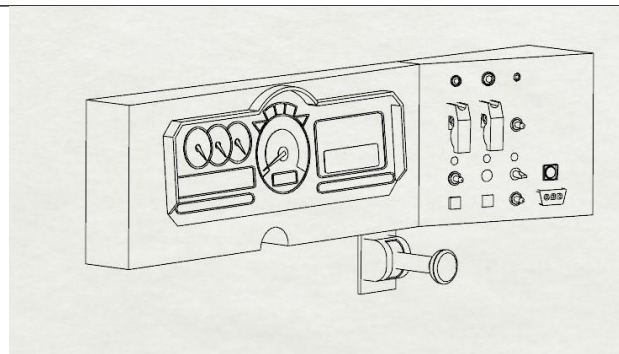
4



Gambar 4. 15 Sketsa Alternatif 4
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Sketsa ini memiliki *cover* penutup pada bagian atas dengan bentuk melengkung pada setiap sudut dari *cover* tersebut.

5



Gambar 4. 16 Sketsa Alternatif 5
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Sketsa disamping memiliki *cover* penutup pada setiap sudutnya yang berbentuk lancip dengan mengikuti pola dari *speedometer* tersebut.

Setelah membuat beberapa sketsa terpilih perancang melakukan skoring terhadap sketsa-sketsa tersebut untuk memilih sketsa mana yang akan dibuat menjadi prototipe.

Tabel 4. 7 Tabel Skoring Sketsa
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Sketsa Alternatif	Indikator (skor 1-5)				Skor Akhir
	Kenyamanan	Desain	Tampilan	Fitur	
Sketsa 1	5	4	5	5	19
Sketsa 2	3	4	4	4	15
Sketsa 3	3	3	3	4	13
Sketsa 4	4	5	4	4	17
Sketsa 5	4	4	3	4	15

Hasil dari skoring beberapa sketsa diatas perancang memilih sketsa pertama dengan skor akhir 19 yang akan dipakai untuk membuat prototipe.

4.4.4. *Prototyping*

A. *Material Prototyping*

Pada tahap *prototyping* perancang membuat prototipe *casing speedometer* yang akan diuji pada tahap selanjutnya. Berikut beberapa material yang digunakan dalam perancangan *casing speedometer* Panser ANOA 2:

Tabel 4. 8 Tabel Material
(Sumber: Data Penulis, 2025)

No	Material	Gambar
1	PVC Board	
Gambar 4. 19 PVC Board (Sumber: Data Pribadi, 2025)		
2	Pylox	
Gambar 4. 20 pylox (Sumber: Data Pribadi, 2025)		

No	Material	Gambar
3	Filament	 Gambar 4. 21 Filament (Sumber: Data Pribadi, 2025)
4	Tombol-tombol Panel	 Gambar 4. 22 Saklar Toggle (Sumber: Data Pribadi, 2025)
5	Stiker	 Gambar 4. 23 Stiker (Sumber: Data Pribadi, 2025)

B. Proses Produksi

Proses produksi *casing speedometer* Panzer ANOA 2 dilakukan di bengkel FIK yang berada di belakang Gedung Sebatik. Yang pertama perancang lakukan yaitu membuat *part* pendukung seperti *body* atau kerangka dari Panzer ANOA 2 yang kemudian dilanjut ke bagian dalam dari kerangka tersebut dengan menambahkan kursi disertai dengan penopang yang kuat supaya mampu menahan beban Ketika di uji coba. Setelah *part* pendukung selesai, perancang kemudian membuat prototipe *casing speedometer* yang terbuat dari PVC Board.



Gambar 4. 24 Proses Produksi
(Sumber: Data Penulis, 2025)

C. Hasil *Prototyping*



Gambar 4. 25 Hasil *Prototyping*
(Sumber: Data Penulis, 2025)

4.4.5. *Test*

Tahap terakhir dari *design thinking* yaitu tahap *test*, pada tahap ini perancang melakukan uji coba terhadap prototipe yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Pengujian ini melibatkan para ahli dalam bidang tersebut. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui seberapa layak prototipe yang telah perancang buat.

A. Hasil Validasi

Dalam perancangan ulang *casing speedometer* Panser ANOA 2 ini ada 4 indikator penilaian yang menentukan seberapa layak hasil prototipe yang dihasilkan. Berikut aspek yang harus dinilai dari sebuah prototipe yang sudah dibuat, antara lain sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Tabel Kategori Indikator Skor
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Kategori	Keterangan	Skor
SB	Sangat Baik	5
B	Baik	4
C	Cukup	3
CK	Cukup Kurang	2

Kategori	Keterangan	Skor
SK	Sangat Kurang	1

Tabel 4. 10 Tabel Indikator Hasil Skor
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Kategori	Skor
Layak	16-20
Cukup Layak	11-15
Kurang Layak	6-10
Tidak Layak	1-5

Tabel 4. 11 Tabel Indikator Validasi
(Sumber: Data Penulis, 2025)

No	Indikator	SB	B	C	CK	SK
1	Apakah desain terbaru dari <i>casing speedometer</i> ini sesuai dengan kebutuhan pengguna?					
2	Apakah <i>casing speedometer</i> terbaru berfungsi dengan baik?					
3	Apakah <i>casing speedometer</i> nyaman ketika digunakan?					
4	Apakah <i>layout</i> dari <i>casing speedometer</i> ini cukup baik?					
5	Apakah tampilan visual dari <i>casing speedometer</i> cukup baik?					

Berikut hasil validasi yang dilakukan dengan Bapak Toto Widiyanto selaku personel TNI yang bertugas di Pussenkav dengan jabatan Bintara Montir Kendaraan Tempur.

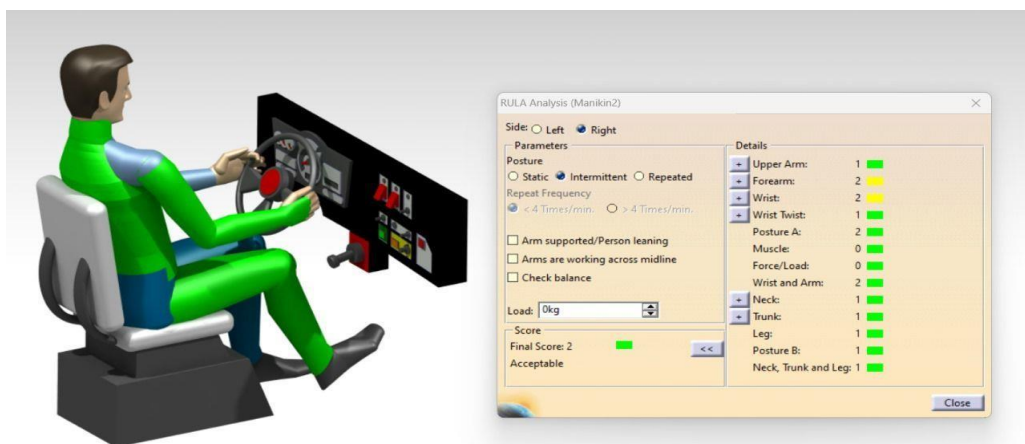


Gambar 4. 26 Foto Validasi
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Tabel 4. 12 Tabel Indikator Validasi Pengguna
(Sumber: Data Penulis, 2025)

No	Indikator	SB	B	C	CK	SK
1	Apakah desain terbaru dari <i>casing speedometer</i> ini sesuai dengan kebutuhan pengguna?	5				
2	Apakah <i>casing speedometer</i> terbaru berfungsi dengan baik?	5				
3	Apakah <i>casing speedometer</i> nyaman ketika digunakan?	5				
4	Apakah <i>layout</i> dari <i>casing speedometer</i> ini cukup baik?		4			
5	Apakah tampilan visual dari <i>casing speedometer</i> cukup baik?	5				
TOTAL		19				

B. Validasi Analisis RULA



Gambar 4. 27 Hasil Analisis RULA Prototipe
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Gambar yang dianalisis menggunakan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) menunjukkan bahwa postur tubuh yang diambil oleh manikin 3D dalam posisi duduk mengoperasikan setir atau panel kontrol dapat diterima dengan kondisi kerja saat ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar bagian tubuh berada dalam posisi yang baik, dengan skor rendah yang menunjukkan ketegangan otot yang minim dan beban yang ringan. Posisi lengan atas mendapatkan skor 1 (hijau), menandakan bahwa posisi ini sangat baik dan tidak menyebabkan ketegangan otot. Sementara itu, posisi lengan bawah dan pergelangan tangan masing-masing mendapatkan skor 2 (kuning), yang mengindikasikan bahwa meskipun posisi ini sedikit menekuk dan melentur, hal ini masih dapat diterima dan tidak menyebabkan masalah signifikan pada tubuh. Posisi tubuh (Posture A) juga memperoleh skor 2 (kuning), yang menunjukkan bahwa tubuh berada dalam posisi tegak, meskipun ada sedikit ketegangan yang masih dapat diterima.

Aspek lainnya, seperti posisi leher, punggung, dan kaki, semuanya mendapatkan skor 1 (hijau), yang berarti posisi tersebut sangat baik dan nyaman, tanpa adanya ketegangan otot. Skor akhir untuk seluruh postur ini adalah 2, yang menunjukkan bahwa posisi ini masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk bekerja dengan risiko cedera yang rendah. Meskipun demikian, ada ruang untuk perbaikan pada posisi lengan bawah dan pergelangan tangan untuk meningkatkan kenyamanan lebih lanjut dan mengurangi potensi cedera dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, postur yang dianalisis sudah cukup optimal, namun beberapa penyesuaian kecil dapat dilakukan untuk meningkatkan kesejahteraan pekerja.

Tabel 4. 13 Tabel Hasil Analisis RULA Prototipe
(Sumber: Data Penulis, 2025)

Parameter	Penilaian	Keterangan
Posisi Lengan Atas	1	Posisi cukup baik
Posisi Lengan Bawah	2	Posisi sedikit menekuk
Posisi Pergelangan Tangan	2	Posisi agak melentur
Posisi Putaran Pergelangan	2	Posisi sedikit memutar
Postur A (Badan)	2	Posisi tubuh tegak

Parameter	Penilaian	Keterangan
Otot	0	Tidak ada ketegangan otot
Beban	0	Beban ringan
Wrist and Arm	2	Posisi lengan sesuai
Leher	1	Posisi leher cukup baik
Punggung (Trunk)	1	Posisi tubuh lurus
Kaki	1	Posisi kaki normal
Postur B	1	Posisi tubuh normal
Neck, Trunk and Leg	1	Posisi tubuh baik
Final Score	2	Posisi dapat diterima

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini difokuskan pada perancangan ulang casing speedometer Panser Anoa 2 dengan tujuan meningkatkan efektivitas tampilan visual dalam kondisi operasional yang menantang. Identifikasi masalah yang terungkap mencakup ketidakmampuan desain speedometer sebelumnya untuk memberikan tampilan yang jelas dan mudah dibaca dalam situasi dinamis, seperti medan militer dengan cahaya rendah atau medan yang berguncang. Hal ini mengarah pada peningkatan beban kognitif pengemudi dan potensi keterlambatan pengambilan keputusan yang dapat membahayakan keselamatan.

Rumusan masalah yang diajukan berkisar pada kebutuhan untuk merancang ulang speedometer agar lebih ergonomis dan efisien. Desain baru diharapkan dapat meningkatkan kinerja pengemudi dengan memudahkan akses ke indikator penting tanpa harus mengalihkan perhatian dari medan operasi. Penggunaan metode Design Thinking dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan benar-benar berfokus pada kebutuhan pengguna di lapangan, yang mencakup kemudahan membaca indikator dan penempatan elemen informasi secara strategis.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi desain yang tidak hanya fungsional, tetapi juga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional, yang sangat penting dalam konteks penggunaan kendaraan militer. Hasil yang diharapkan adalah terciptanya desain speedometer yang lebih responsif terhadap kebutuhan pengemudi, sehingga mendukung kinerja mereka dalam menjalankan tugas-tugas operasional yang kritis.

5.2. Saran

1. Pengembangan Lebih Lanjut

Perlu dilakukan pengujian lebih mendalam dalam berbagai skenario operasional, termasuk medan ekstrem dan kondisi cuaca buruk, untuk memastikan keandalan desain dalam jangka panjang.

2. Integrasi Teknologi

Pertimbangkan penggunaan layar digital atau proyeksi Head-Up Display (HUD) untuk menampilkan informasi tambahan tanpa mengalihkan fokus pengemudi.

3. Pelatihan Pengguna

Sediakan panduan atau pelatihan singkat bagi pengemudi dan teknisi agar mereka dapat memanfaatkan fitur baru secara optimal.

4. Kolaborasi dengan Industri

Tingkatkan kerja sama dengan PT Pindad dan pihak terkait untuk memastikan desain ini dapat diproduksi secara efisien tanpa mengorbankan kualitas.

5. Umpan Balik Berkala

Buat sistem umpan balik dari pengguna untuk terus menyempurnakan desain berdasarkan pengalaman lapangan.

Dengan langkah-langkah ini, desain casing speedometer Panser Anoa 2 dapat terus ditingkatkan, memberikan manfaat jangka panjang bagi operasional kendaraan militer Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiluhung, H., Abdulhakim, F., & Chalik, D. C. (2023). *Perancangan Desain Dashboard pada Pindad Cruiser Sebagai Kendaraan Pertama dari PT Pindad untuk Pasar Sipil*. 10(1), 140–158. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/19561>
- Adiluhung, H., Budianto, J. A., & Herlambang, Y. (2020). Perancangan Oven Pelebur Sampah Plastik (Pet) dengan Pendekatan Ergonomi untuk Pengolahan Sampah di Puntang Coffee Desa Campakamulya. *E-Proceeding of Art & Design*, 7, 5274–5281. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/12337/12115>
- Adiluhung, H., Herlambang, Y., & Pambudiningtyas, H. (2020). Perancangan Papan Permainan Tradisional pada Kafe 372 Kopi dengan Pendekatan Aspek Material. *E-Proceeding of Art & Design*, 7, 5289–5296. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/12344/12122>
- Ahmad, R. (2020). Analisis Kinerja *Speedometer* pada Kendaraan Militer. Eksperimen dan Analisis Data. *Journal of Military Vehicle Technology*, 9(1), 45- 58.
- Angrosino, M. (2007). *Doing Cultural Anthropology: Projects for Ethnographic Data Collection*. Wadsworth Publishing.
- Arfansyah, T., Supriono, & Rasyid, M. (2023). Analisa Kinerja Ac (Air Conditioner) Terhadap Perubahan Tekanan Dan Kecepatan Putaran Kompresor Pada Mobil Xenia Type R Tahun 2018. *SINOV Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang*, 5(2), 214–220. <https://doi.org/0.55606/sinov.v5i2.696>
- Baxter, M. (1995). *Product Design: A Practical Guide to Systematic*

- Methods of Product Development. Chapman & Hall.
- Bowen, G. A. (2009). Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Brown, L., Green, M., & Black, S. (2019). Cognitive Load and Interface Design in Military Vehicles. *International Journal of Ergonomics*, 22(4), 78-92.
- Budi Sulisty, A., Widiangga Gautama, N., Dwifa, M. B., & Dewa Punia Asa, I. P. (2022). Perancangan Alat Uji Speedometer Portable Berbasis Arduino Guna Menunjang Pengujian Kendaraan Bermotor Keliling. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 9(1), 1–10.
<https://doi.org/10.46447/ktj.v9i1.428>
- Budi, A. (2019). *Panser ANOA 2: Kendaraan Tempur Taktis Modern Indonesia*. Jakarta: Penerbit Militer.
- Cahyono, B. (2022). *Design Iteration and Visibility in Military Vehicle Interfaces*. *Journal of Ergonomic Design*, 14(3), 101-115.
- Cai, M., & Kagawa, T. (2001). Design and Application of Air Power Meter in Compressed Air Systems. *Proceedings Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 208–2012.
<https://doi.org/10.1109/ECODIM.2001.992347>
- Chen, Y., Liang, X., & Zuo, M. J. (2019). Sparse time series modeling of the baseline vibration from a gearbox under time-varying speed condition. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 134, 1–25.
<https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2019.106342>
- Citra, D. (2022). Rancang Bangun *Speedometer* Digital untuk Kendaraan. *Desain dan Pengujian Prototipe*. *Journal of Automotive Engineering*, 15(4), 134- 147.

- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Das, B., & Sengupta, A. K. (2018). RULA-Based Ergonomic Assessment of Steering Wheel and Dashboard Layouts in Heavy Vehicles. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 28(4), 207–220. DOI:10.1002/hfm.20712.
- Defense Standardization Program. (2020). **MIL-STD-810: Environmental Engineering Considerations for Military Vehicles**. U.S. Department of Defense.
- Fajar, M. (2023). Implementasi Teknologi GPS pada *Speedometer* Kendaraan. *Penelitian Tindakan*. *International Journal of Vehicle Technology*, 18(1), 56-70.
- Grandi, F., Peruzzini, M., Campanella, C. E., & Pellicciari, M. (2020). Application of innovative tools to design ergonomic control dashboards. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 12, 193–200. <https://doi.org/10.3233/ATDE200077>
- Hałacz, J., & Neugebauer, M. (2023). Artificial Neural Networks as a tool for ergonomic evaluations of vehicle control panels. *Technical Sciences*, 26, 77–96. <https://doi.org/10.31648/ts.8588>
- Hendrawan, B. (2019). Analisis Jarak Pandang dan Keterbacaan *Speedometer* pada Kendaraan Militer. *Jurnal Teknik*, 12(1), 23-30.
- Herlambang, Y., Bagus, I., Tyagi Natha, O., Bagus, I., & Adiluhung, H. (2020). Perancangan Conveyor Feses Sapi untuk Meningkatkan Efektivitas Kerja Peternak Sapi Perah Tradisional di Pangalengan. *E-Proceeding of Art & Design*, 2, 4915–4924. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/12185/11985>
- Herlambang, Y., Simatupang, I. K., & Adiluhung, H. (2020). Perancangan Meja Permainan Tradisional untuk Remaja dengan Aspek Ergonomi Dan Sistem. *E-Proceeding of Art & Design*, 7, 5232–5239.

- <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/12328/12106>
- International Organization for Standardization. (2016). *ISO 6726:2016: Road vehicles — Speedometer equipment*. ISO.
- Kee, D., et al. (2020). Ergonomic Evaluation of Military Vehicle Drivers Using RULA and REBA. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 76, 102987. DOI:10.1016/j.ergon.2020.102987.
- Kementerian Perhubungan RI. (2018). *Peraturan Dirjen Perhubungan Darat No. KP. 1325 Tahun 2018 tentang Persyaratan Teknis Kendaraan Bermotor Bidang Pertahanan*. Jakarta.
- Kraft, R., Birk, F., Reichert, M., Deshpande, A., Schlee, W., Langguth, B., Baumeister, H., Probst, T., Spiliopoulou, M., & Pryss, R. (2020). Efficient processing of geospatial mhealth data using a scalable crowdsensing platform. *Sensors (Switzerland)*, 20(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s20123456>
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews*. Sage Publications.
- Lee, H., & Kim, J. (2021). Visual Accessibility in Extreme Conditions: A Study on Military Vehicle Displays. *Defense Technology Review*, 10(2), 112-130.
- Lee, W., Yang, X., Jung, H., Bok, I., Kim, C., Kwon, O., & You, H. (2018). Anthropometric analysis of 3D ear scans of Koreans and Caucasians for ear product design. *Ergonomics*, 61(11), 1480–1495. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1493150>
- Liang, N., Yang, J., Yu, D., Prakah-Asante, K. O., Curry, R., Blommer, M., Swaminathan, R., & Pitts, B. J. (2021). Using eye-tracking to investigate the effects of pre-takeover visual engagement on situation awareness during automated driving. *Accident Analysis and Prevention*, 157, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106143>
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. DOI:10.1016/0003-6870(93)90080-S.

- NATO Standardization Office. (2017). *STANAG 2021: Speedometer and Odometer Requirements for Military Vehicles*. NATO.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic Books.
- Nugraha, A. A., Rosadi, A., & Sutama, Y. C. (2023). Pembuatan Komponen Modul untuk Indikator Level Bensin Menjadi Level Baterai pada Display Sepeda Motor Listrik Konversi Tanpa Merubah Fungsi dan Tampilan Orisinal Display Sepeda Motor. *Technologic*, 14, 74–79. <https://doi.org/10.52453/t.v14i2.351>
- Ondruš, J., Gogola, M., Čulík, K., Kampf, R., & Bartuška, L. (2021). Speedometer reliability in regard to road traffic sustainability. *Open Engineering*, 11(1), 1059–1068. <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0101>
- Parkinson, M. B., & Reed, M. P. (2019). Digital Human Modeling and RULA for Virtual Ergonomics Assessment of Vehicle Control Panels. SAE Technical Papers, 2019-01-1197. DOI:10.4271/2019-01-1197.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. Sage Publications.
- Prasetyo, H. (2023). Optimalisasi Desain *Speedometer* untuk Panser Anoa 2. Si Roozenburg, N. F. M., & Eckels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and*
- Prasetyo, R. (2021). Pencerahan dan Kontras pada *Speedometer* Kendaraan. *Jurnal Desain dan Teknologi*, 8(3), 67-75.
- Rachana, P., Krishna, B. M., Chand, A. G., Jagadeesh, P. S. S. S., & Student, U. G. (2019). Digital Fuel Volume Indicator in Motorbike. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 7, 1175–1178. <https://doi.org/10.2221/ijraset.2019.5195>

- Rahman, A. (2019). *Comparative Analysis of Speedometer Standards for Civilian vs. Military Vehicles*. Journal of Transportation Security, 12(3), 45-60.
- Robertson, M., et al. (2021). Improving Ergonomics in Armored Vehicle Design: A Case Study Using RULA. Military Psychology, 33(5), 1–15. DOI:10.1080/08995605.2021.1962184.
- Saldaña, J. (2016). The Coding Manual for Qualitative Researchers. Sage Publications.
- Sari, D. (2022). Perbandingan Tipe Display *Speedometer*: Analog vs Digital. Jurnal Otomotif, 10(4), 112-119.
- Sari, L. (2021). Pengembangan Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan. Studi Kasus dan Simulasi. Transportation Systems Journal, 11(2), 102-115.
- Schön, D. A. (1983). The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. Basic Books.
- Smith, J., & Jones, A. (2020). The Impact of Interface Design on Military Vehicle Operations. Journal of Military Technology, 15(3), 45-60.
- Smith, J., et al. (2020). *Calibration and Standardization of Military Vehicle Speedometers for Tactical Operations*. International Journal of Defense Engineering, 8(2), 112-130.
- Suharno, A. (2020). Ergonomi dalam Desain Alat Transportasi. Jurnal Ergonomi, 5(2), 45-58.
- Teo, T. W., Badron, M. F. Bin, & Tan, A. L. (2017). Enabling classroom change by infusing cogen and coteaching in participatory action research. *Asia-Pacific Science Education*, 3(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s41029-017-0019-7>
- Wibowo, J. (2020). *Feedback Sensori dalam Desain Speedometer untuk Kendaraan Militer*. Jurnal Teknologi dan Keamanan, 6(2), 89-95.