

BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Komparasi Anoa 6x6 APC dan Pionierpanzer 2 Dachs



Gambar 3. 1 Pionierpanzer 2 Dachs

Sumber: <https://en.defence-ua.com/>



Gambar 3. 2 Anoa 6x6 APC

Sumber: <https://pindad.com/>

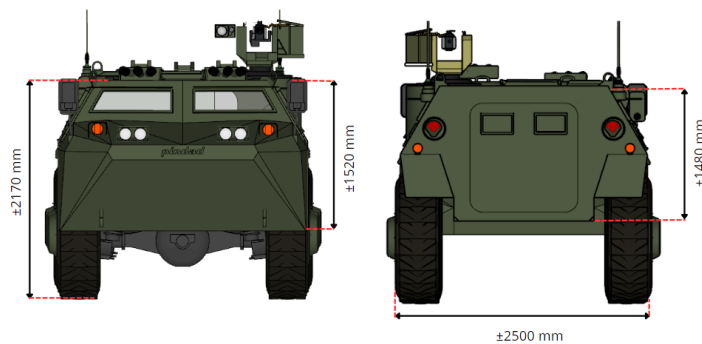
Tabel 3. 1 Komparasi Pionierpanzer 2 Dachs dan Anoa 6x6 APC

Sumber: Analisis Pribadi

Aspek	Pionierpanzer 2 Dachs	Anoa 6x6 APC
Basis kendaraan	MBT Leopard 1	APC 6X6
Berat kosong	±39 ton	±13 ton
Kemampuan manuver	Besar dan berat	Lebih ringan dan lincah
Sistem engineering	Lengan ekskavator + <i>blade</i> bulldozer	Tidak ada
Sumber & produksi	Impor dari Jerman	Lokal oleh PT. Pindad
Jumlah unit	3 unit	500 unit dan terus bertambah (masih diproduksi)
Biaya perbaikan	Sangat tinggi	Lebih ekonomis
Personil operasional	3 orang	2 orang
Suku cadang & perawatan	Bergantung pada impor	Difasilitasi oleh PT. Pindad
Potensi modularitas desain	Terbatas	Tinggi

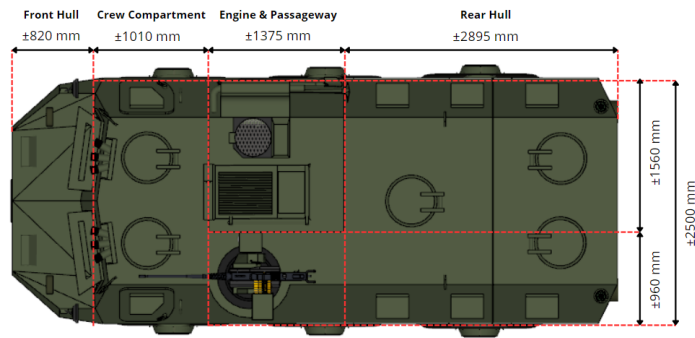
Berdasarkan komparasi yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa Pionierpanzer 2 Dachs lebih unggul dalam kapasitasnya sebagai kendaraan militer berjenis *engineering vehicle* karena dari awal kendaraan ini sudah dirancang sebagai *engineering vehicle* dengan segala fiturnya yang mumpuni. Namun Pionierpanzer 2 Dachs memiliki banyak keterbatasan baik dari sisi operasional, logistik, dan biaya jika digunakan secara masif di Indonesia. Sebaliknya, Panzer Anoa 6x6 merupakan produk dalam negeri yang memiliki berbagai keunggulan untuk digunakan di Indonesia baik dalam hal mobilitas, potensi pengembangan, hingga efisiensi biaya perawatan. Panzer Anoa 6x6 merupakan bentuk tindakan nyata dalam mendukung kemandirian alutsista dan sebagai solusi yang realistis untuk dikembangkan menjadi kendaraan *engineering vehicle* untuk mendukung OMSP bagi TNI di medan hutan tropis Indonesia.

3.2 Dimensi Panzer Anoa 6x6 APC



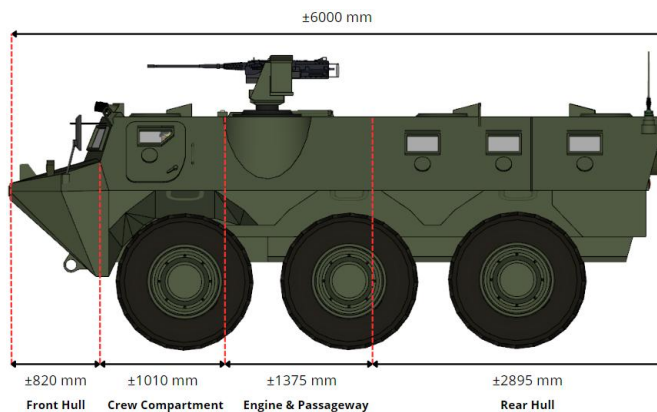
Gambar 3. 3 Dimensi Anoa 6x6 Tampak Depan dan Belakang

Sumber: Analisis Pribadi



Gambar 3. 4 Dimensi Anoa 6x6 Tampak Atas

Sumber: Analisis Pribadi



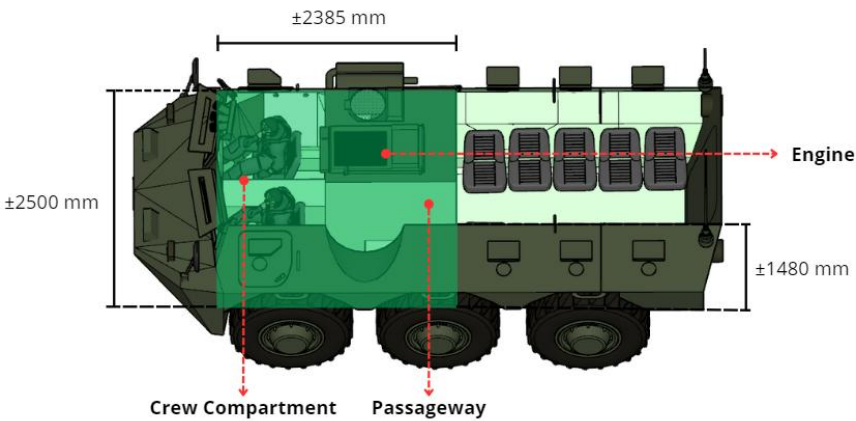
Gambar 3. 5 Dimensi Anoa 6x6 Tampak Samping

Sumber: Analisis Pribadi

3.3 Bagian Vital Kendaraan yang Tidak Boleh Diubah

Dalam proses perancangan kali ini, Anoa 6x6 APC yang sudah ada akan dilakukan perubahan pada bagian-bagian tertentu dari kendaraan dengan tujuan menyesuaikan dengan spesifikasi *engineering vehicle* seperti penambahan sistem *blade* dan lengan ekskavator. Dengan redesain Anoa 6x6 menjadi spesifikasi *engineering vehicle*, tentunya akan ada bagian-bagian tertentu dari kendaraan yang tidak diubah karena memiliki dampak

yang fatal dan dapat mengganggu fungsi operasional kendaraan. Berikut ini merupakan bagian-bagian dari Anoa 6x6 yang tidak boleh diubah :

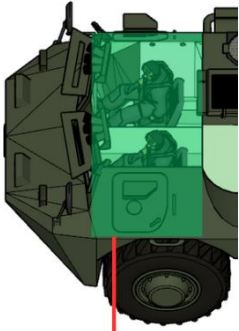


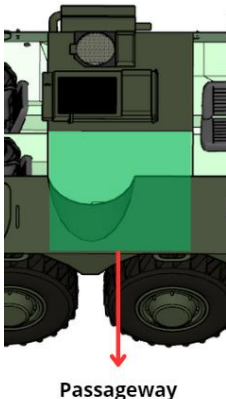
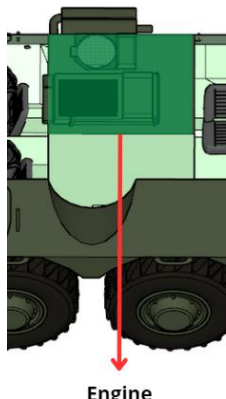
Gambar 3. 6 Bagian kendaraan yang Tidak Boleh Diubah

Sumber: Analisis pribadi

Tabel 3. 2 Bagian Kendaraan yang Tidak Boleh Diubah

Sumber: Analisis Pribadi

No.	Bagian kendaraan	Deskripsi
1.	 Crew Compartment	Bagian kendaraan ini, merupakan tempat dari <i>driver</i> untuk mengendarai kendaraan sekaligus tempat dari <i>commander</i> untuk memantau keadaan sekitar. Sehingga berbagai panel-panel kemudi hingga kontrol sudah dirancang dan disesuaikan dengan sedemikian rupa untuk <i>driver</i> dan <i>commander</i> dalam menjalankan tugasnya masing-masing dalam kendaraan. sehingga bagian ini

		harus tetap ada, tidak boleh dihilangkan ataupun diubah.
2.		Merupakan suatu lorong yang berfungsi untuk kru agar dapat bergerak sekaligus sebagai akses cepat teknisi untuk menuju bagian komponen kendaraan seperti mesin, transmisi dan komponen lainnya serta sebagai jalur evakuasi untuk keluar melalui pintu belakang. Jika terdapat ubahan maka akan mempengaruhi operasional kru ataupun teknisi untuk mengakses mesin dan jalur evakuasi.
3.		Bagian ini memiliki peran yang sangat vital terkait dengan performa kendaraan, mesin sudah dirancang sedemikian rupa agar terintegrasi dengan berbagai sistem lain seperti transmisi, sistem pendinginan, hingga sistem penggerak lainnya. Jika terdapat ubahan akan mengganggu keselarasan dengan

		komponen lain seperti pipa bahan bakar hingga sistem elektronik.
--	--	--

3.4 Analisa Topografi

3.4.1 Kondisi tanah



Gambar 3. 7 Kondisi Kanah di Medan Hutan Tropis

Sumber : Okezone.com

Karena daerah hutan tropis memiliki karakteristik curah hujan tinggi sehingga menyebabkan air hujan menyerap ke dalam tanah dan membuat karakteristik tanah menjadi lebih basah ataupun lembab. Tanah basah yang terlalu banyak menyerap air akan merubah karakteristik tanah menjadi lumpur yang licin dan lembek sehingga dapat mengakibatkan kendaraan tergelincir dan terjebak. Untuk mengatasi hal kondisi tanah yang berlumpur diperlukan suatu jenis bucket dan blade yang sesuai untuk digunakan pada medan yang berlumpur serta memiliki kapasitas mendorong material yang besar.

3.4.2 Vegetasi Alam



Gambar 3. 8 Vegetasi Alam

Sumber : Detik.com

Hutan tropis merupakan jenis hutan yang menerima sinar matahari serta curah hujan yang tinggi sepanjang tahun sehingga membuat jenis hutan ini memiliki kondisi yang lembab dan ditumbuhi dengan berbagai macam tumbuhan. Hutan tropis memiliki ciri khas vegetasi tumbuhan yang berdaun lebar dan pohon-pohon yang cenderung tinggi dan rapat sehingga menciptakan atap hutan atau biasanya disebut dengan kanopi. Sehingga sering kali akses jalan yang dilalui pada hutan tropis memiliki lebar yang sempit karena dihapit dengan berbagai pepohonan dan memiliki batasan tinggi yang sesuai dengan tinggi dahan-dahan pohon di sekitar, sehingga agar kendaraan bisa tetap lincah untuk bermanuver di jalan yang sempit harus memiliki dimensi lebar dan panjang yang tidak melebihi lebar kendaraan pada umumnya yang berkisar 2-2,5 meter dan dimensi yang tidak terlalu tinggi agar tidak tersangkut dengan dahan-dahan pepohonan.

3.5 Analisa Data *Scenario Based Requirement Analysis Method* (SCRAM)

Pada tahap ini, data yang telah diperoleh sebelumnya dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi akar permasalahan guna merumuskan solusi yang tepat. Proses analisis kebutuhan sistem dilakukan

dengan menggunakan metode SCRAM. Dari hasil analisis tersebut, diperoleh solusi yang ditawarkan, beserta kebutuhan dan persyaratan yang diperlukan untuk mewujudkan solusi tersebut. Dalam analisa SCRAM, terdapat 4 langkah sebagai berikut;

3.5.1 *Initial Requirement Capture and Domain Familiarization*

Pada tahap ini, dilakukan wawancara terhadap pihak terkait yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dengan Panzer Anoa 6x6 untuk mengidentifikasi kebutuhan redesain Panzer Anoa 6x6 varian *engineering vehicle*. Narasumber berasal dari kalangan pengguna panzer Anoa 6x6 yaitu personel TNI AD dan kalangan ahli/expert yaitu insinyur/engineer dari Divisi Kendaraan Khusus PT Pindad. Berikut merupakan daftar pertanyaan pada wawancara yang diajukan kepada narasumber:

Tabel 3. 3 Daftar Pertanyaan

Sumber: Analisis Pribadi

No.	Pertanyaan
1.	Fitur / alat apa saja yang harus ada pada Anoa varian <i>engineering vehicle</i> ?
2.	Dimanakah seharusnya posisi penempatan lengan ekskavator?
3.	Dimanakah seharusnya posisi penempatan <i>blade</i> bulldozer?
4.	Dimana sebaiknya letak posisi operator?

Adapun narasumber dari kalangan pengguna dan ahli yang diwawancarai untuk mengetahui kebutuhan Panser Anoa 6x6 *engineering vehicle* adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Daftar *Stakeholder*

Sumber: Analisis Pribadi

Sumber	Nama	Peran/Posisi
1	Muhammad Diaz Perdana Putra	<i>Expert Improvement System</i>
2	Asep Rahayu	<i>Expert Vehicle Design</i>
3	Arif Wijayanta	<i>Senior Officer Vehicle System</i>
4	Muhammad Bimantara Arianto	<i>Driver/Pengemudi</i>
5	Restu Agung Wibowo	<i>Driver/Pengemudi</i>
6	Muhammad Rizky Pratama	<i>Passanger/Penumpang</i>
7	Deden Siswanto	<i>Passanger/Penumpang</i>

Berdasarkan hasil wawancara kepada tujuh narasumber dengan empat pertanyaan seperti pada tabel 3.3 Daftar pertanyaan. Dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 3.5 Daftar Jawaban dari Pertanyaan ke-1

Sumber: Analisis Pribadi

Sumber	Pertanyaan ke-1 Fitur / alat apa saja yang harus ada pada Anoa varian <i>engineering vehicle</i> ?
1	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>
2	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>
3	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>
4	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>
5	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>
6	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>
7	Harus dilengkapi bilah bulldozer dan lengan <i>excavator</i>

Tabel 3.6 Daftar Jawaban dari Pertanyaan ke-2

Sumber: Analisis Pribadi

Sumber	Pertanyaan ke-2 Dimanakah seharusnya posisi penempatan lengan ekskavator?
1	Penempatan lengan ekskavator di bagian depan.
2	Penempatan lengan ekskavator di bagian belakang.
3	Penempatan lengan ekskavator di bagian center (tengah).

4	Penempatan lengan ekskavator di bagian center (tengah).
5	Penempatan lengan ekskavator di bagian belakang.
6	Penempatan lengan ekskavator di bagian belakang.
7	Penempatan lengan ekskavator di bagian depan.

Tabel 3.7 Daftar Jawaban dari Pertanyaan ke-3

Sumber: Analisis Pribadi

Sumber	Pertanyaan ke-3 Dimanakah seharusnya posisi penempatan <i>blade</i> bulldozer?
1	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.
2	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.
3	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.
4	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.
5	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.
6	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.
7	Penempatan bilah bulldozer di bagian depan.

Tabel 3. 8 Daftar Jawaban dari Pertanyaan ke-4

Sumber: Analisis Pribadi

Sumber	Pertanyaan ke-4 Dimana sebaiknya letak posisi operator?
1	Berada di dalam kendaraan.
2	Berada di dalam kendaraan.
3	Berada di dalam kendaraan.
4	Berada di dalam kendaraan.
5	Berada di dalam kendaraan.
6	Berada di dalam kendaraan.
7	Berada di dalam kendaraan.

Berdasarkan hasil wawancara kepada tujuh narasumber dengan empat pertanyaan, didapat temuan utama berupa rangkuman jawaban sebagai berikut:

Tabel 3.9 Rangkuman Jawaban

Sumber: Analisis Pribadi

Temuan Utama (Rangkuman Jawaban)	
Pertanyaan	Hasil / Mayoritas Jawaban
Pertanyaan ke-1	(100%) setuju

Pertanyaan ke-2	(28,57%) setuju di depan (28,57%) setuju di tengah (42,86%) setuju di belakang
Pertanyaan ke-3	(100%) setuju
Pertanyaan ke-4	(100%) setuju

Berdasarkan hasil wawancara, dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan redesain atau pengembangan panser Anoa 6x6 varian *engineering vehicle* memiliki beberapa kebutuhan yaitu harus memiliki sistem lengan ekskavator serta sistem bulldozer agar dapat melakukan fungsi dari *engineering vehicle* itu sendiri. Selain itu posisi sistem bulldozer sudah seharusnya dipasang dibagian depan kendaraan, hal ini sesuai dengan arah maju kendaraan dan prinsip mendorong atau menggusur. Penempatan posisi lengan ekskavator terbagi menjadi tiga pendapat atau alternatif yaitu di depan, tengah, dan belakang. Tiga alternatif tersebut selanjutnya akan dianalisis menggunakan PMI untuk memilih satu alternatif yang paling memungkinkan untuk diterapkan. Dan yang terakhir adalah terkait dengan posisi operator ekskavator yang idealnya berada di dalam kendaraan dengan pertimbangan keamanan dan keselamatan operator itu sendiri dari ancaman di luar kendaraan yang tidak dapat diperiksa seperti serangan mendadak atau tumpahan material yang jatuh dari *bucket* saat sedang melakukan pemindahan material.

3.5.2 Storyboarding and Design Visioning

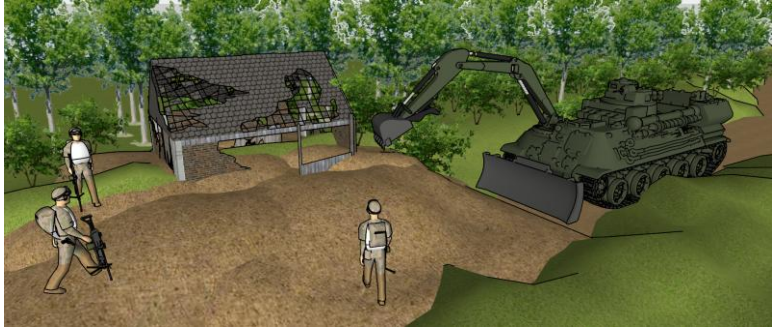
Pada tahap ini, disusun suatu narasi terkait gambaran operasional kendaraan yang dilakukan oleh TNI AD saat melaksanakan OMSP di medan hutan tropis berdasarkan kondisi

nyata dari hasil analisa topografi. Narasi ini menjadi dasar awal untuk menentukan arah perancangan kendaraan. Berikut merupakan gambaran berupa skenario operasional penggunaan kendaraan *engineering vehicle* dalam melaksanakan OMSP di medan hutan tropis Indonesia:

Tabel 3. 10 Skenario Operasional Penggunaan *Engineering Vehicle*

Sumber: Analisis Pribadi

No .	Skenario Operasional Penggunaan
1.	 Kendaraan <i>engineering vehicle</i> beserta konvoi TNI AD sedang diperjalanan menuju lokasi bencana longsor di daerah hutan tropis dengan karakteristik curah hujan tinggi dengan tumbuh-tumbuhan seperti pepohonan dan vegetasi yang lebat untuk melakukan evakuasi.
2.	

	Saat konvoi tiba di lokasi bencana, jalan utama tertutup oleh longsor tanah, lumpur dan tumbuh-tumbuhan menyebabkan akses jalan yang terkadang cukup sempit untuk dilewati kendaraan berukuran besar sehingga konvoi tidak dapat lewat.
3.	 Dalam kondisi yang genting, <i>Driver</i> mengaktifkan dan mengoperasikan sistem blade bulldozer untuk mendorong material tanah yang menghalangi jalan dengan cepat agar konvoi dapat segera sampai di lokasi bencana.
4.	 Setelah jalan utama sudah dapat dilewati dan sampai di lokasi bencana, operator mulai mengoperasikan lengan ekskavator untuk memindahkan tanah longsor dan lumpur yang menimbun rumah warga. Sehingga korban yang tertimbun tanah dapat ditemukan dan segera di evakuasi.

5.	
	Setelah OMSP berhasil dilaksanakan, konvoi kendaraan kembali ke markas melalui jalur yang sama saat menuju lokasi tujuan dengan lancar yang sebelumnya sudah dibersihkan oleh bantuan <i>engineering vehicle</i>.

Berdasarkan skenario yang dibuat, daerah hutan tropis memiliki karakteristik curah hujan tinggi sehingga tanah menjadi lebih basah ataupun lembab beresiko mengakibatkan kendaraan tergelincir dan terjebak, selain itu hutan tropis yang lebat dengan tumbuh-tumbuhan seperti pepohonan dan vegetasi lainnya menyebabkan akses jalan yang terkadang cukup sempit untuk dilewati kendaraan ukuran besar. Berdasarkan hasil dari lima skenario penggunaan operasional kendaraan militer bejernis *engineering vehicle* saat melaksanakan OMSP di medan hutan tropis Indonesia di atas, dapat diambil suatu kesimpulan untuk dijadikan sebagai dasar perancangan.

Adapun kesimpulan yang dapat dijadikan dasar perancangan sebagai berikut:

- 1) Dibutuhkan suatu *blade bulldozer* yang bertujuan untuk membuka dan membersihkan jalur dari halangan/rintangan seperti lumpur di permukaan jalan yang datar

- 2) Memiliki ukuran yang tidak melebihi lebar kendaraan agar tidak tersangkut pepohonan di akses jalan yang sempit Dapat melakukan penggusuran material yang cepat.
- 3) Dibutuhkan suatu jenis *bucket* ekskavator yang sesuai untuk mengangkut, menggali, dan memindahkan material tanah dengan karakteristik tanah basah.
- 4) Memiliki volume atau kapasitas angkut yang besar sehingga agar proses penggalian atau pemindahan material dapat dilakukan dengan cepat.

3.5.3 Requirement Exploration

Pada tahap ini bertujuan untuk mengeksplorasi, memperhitungkan, dan mengevaluasi beberapa alternatif desain yang ada berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber ahli dan pengguna untuk menghasilkan desain yang menjadi solusi berdasarkan kebutuhan yang ada. Untuk melakukan pengambilan keputusan yang objektif dan logis, pada tahapan ini dilakukan dengan metode PMI (*Plus, Minus, Interesting*) terhadap beberapa alternatif posisi penempatan sistem dan pemilihan jenis *blade* dan *bucket*.

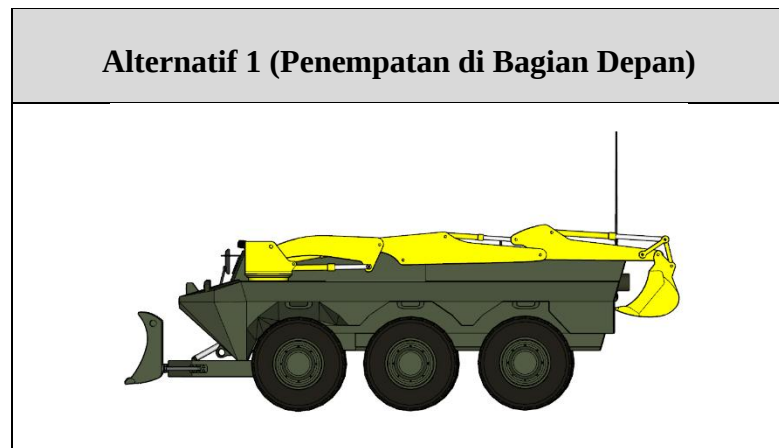
3.5.3.1 Alternatif Penempatan Posisi Lengan Ekskavator

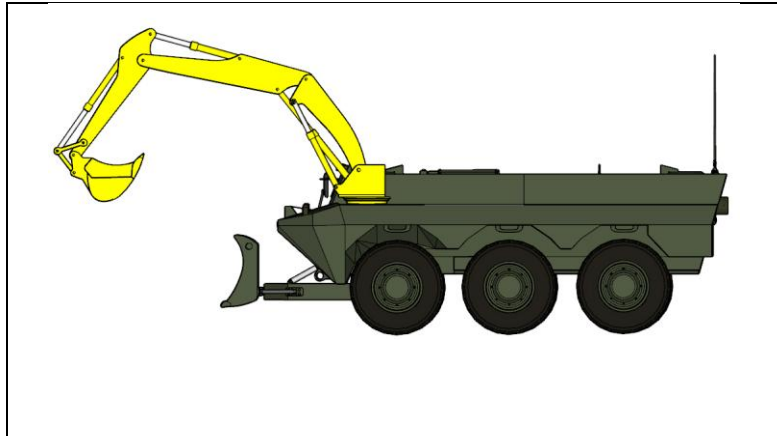
Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber ahli dan, didapatkan beberapa alternatif. Untuk penempatan posisi *blade* bulldozer sebanyak 100% narasumber setuju bahwa penempatan sistemnya berada di depan kendaraan karena sesuai dengan arah maju kendaraan serta sesuai prinsipnya yaitu mendorong material, sehingga untuk penempatan sistem *blade* tidak ada alternatif lain selain diposisikan di depan kendaraan. Untuk penempatan sistem

lengan ekskavator berdasarkan hasil wawancara terdapat 3 alternatif yaitu diposisikan di depan sebanyak 28,57%, di tengah sebanyak 28,57%, dan di belakang sebanyak 42,86%. Dari tiga alternatif tersebut akan dianalisis menggunakan PMI untuk diambil satu alternatif yang sesuai dan memungkinkan untuk diterapkan. Berikut merupakan analisis PMI terkait dengan posisi sistem lengan ekskavator:

Tabel 3. 11 PMI Penempatan Sistem Lengan Eskavator
(Alternatif 1)

Sumber: Analisis Pribadi



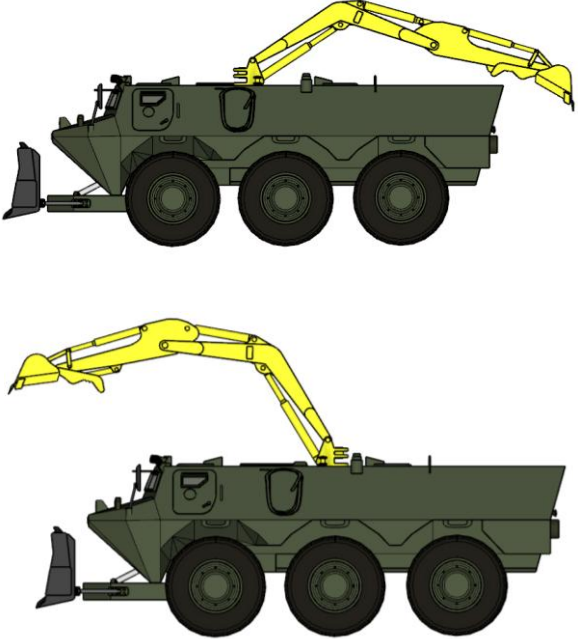


<i>Plus (+)</i>
1. Pengoperasian sistem ekskavator dapat searah dengan posisi menghadap kendaraan, sehingga tidak perlu menyesuaikan posisi kendaraan. (+5) 2. <i>driver</i> dapat melihat langsung dan lebih mudah untuk memposisikan kendaraan saat sistem ekskavator dioperasikan. (+5) 3. Posisi lengan ekskavator dapat dilipat ke belakang sesuai panjang kendaraan sehingga tidak terlalu menambah dimensi kendaraan. (+5) 4. Posisi lengan ekskavator saat dilipat ke belakang menjadi terlihat lebih rapih. (+4)
<i>Minus (-)</i>

1. Beban sistem ekskavator dan sistem bulldozer berpusat di bagian roda dan suspensi depan kendaraan sehingga berpotensi terdapat kerusakan akibat beban yang berlebih. (-5) 2. Posisi <i>commander</i> menjadi harus berubah dan menyulitkan visibilitas <i>commander</i> dalam memantau keadaan sekitar kendaraan. (-4) 3. Berkurangnya visibilitas <i>driver</i> untuk melihat situasi ke samping kendaraan karena terhalang lengan ekskavator. (-4) 4. Hilangnya passageway karena menjadi tempat untuk sistem lengan ekskavator. (-5)
<i>Interesting</i>
Posisi yang bagus untuk pengoperasian ekskavator karena berada di depan kendaraan sehingga tidak perlu repot memposisikan kendaraan saat mengoperasikan ekskavator namun dapat berakibat fatal terhadap bagian suspensi dan roda depan kendaraan. (0)
Hasil = 5+5+5+4-5-4-4-5+0= 1

Tabel 3. 12 PMI Penempatan Sistem Lengan Eskavator
(Alternatif 2)

Sumber: Analisis Pribadi

Alternatif 2 (Penempatan di Bagian Tengah)

Plus (+)
1. Posisi eskavator di tengah membuat beban sistem ekskavator terpusat di tengah kendaraan yang memungkinkan kendaraan tetap stabil saat bermanuver. (+5) 2. <i>Crew compartment</i> di bagian depan dan belakang masih ada dan tidak hilang, memungkinkan kendaraan masih dapat mengangkut lebih banyak personel. (+3)

3. Jangkauan lengan ekskavator memiliki jangkauan yang simetris ke kiri dan ke kanan kendaraan. (+5)
4. Penempatan sistem dipusatkan di tengah, sehingga mempermudah membuat mounting yang tersambung dengan hull atau rangka kendaraan. (+3)

Minus (-)

1. Penempatan di bagian tengah akan memakan ruang dan menghilangkan *passageway* sehingga menghilangkan akses penghubung dari depan ke belakang. (-5)
2. Karena *passageway* menghilang, maka akses untuk melakukan perawatan ke mesin kendaraan menjadi tidak dapat diakses. (-5)
3. Penempatan di bagian tengah menimbulkan konflik ruang dengan komponen vital, yaitu mesin utama kendaraan yang posisinya terletak di area tengah kendaraan. (-5)
4. Posisi lengan ekskavator saat posisi tidak digunakan menambah dimensi kendaraan secara signifikan. (-4)

Interesting

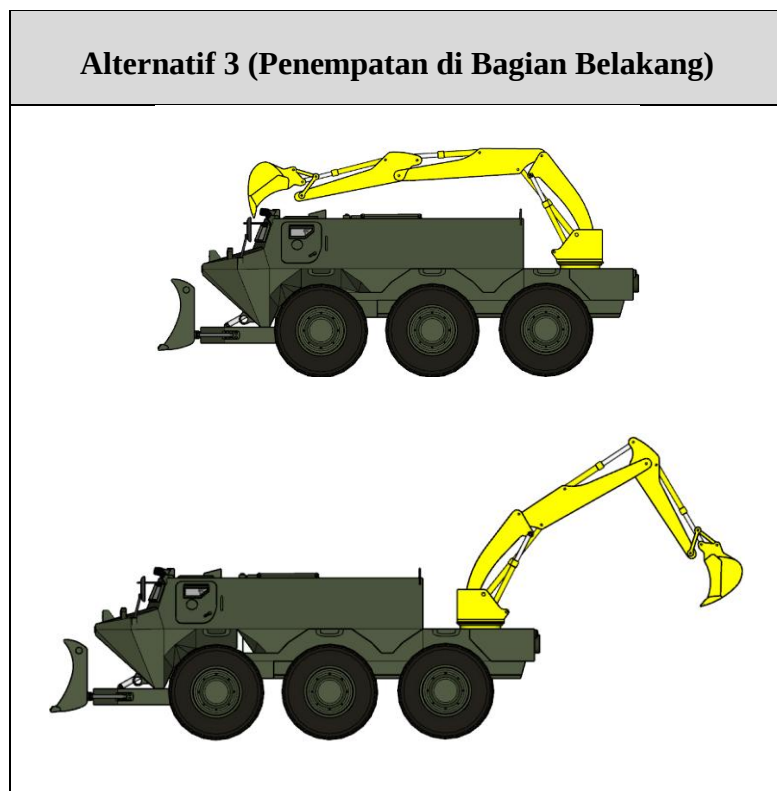
Penempatan sistem ekskavator di tengah memiliki keunggulan pada distribusi bobot yang stabil karena bobot kendaraan berpusat di tengah dan pergerakan lengan

ekskavator yang simetris untuk menjangkau dua sisi (kanan-kiri) secara simetris. Namun penempatan di sini memiliki risiko konflik dengan ruang mesin yang dapat mengganggu mesin. (0)

$$\text{Hasil} = 5+3+5+3-5-5-5-4+0 = -3$$

Tabel 3. 13 PMI Penempatan Sistem Lengan Eskavator (Alternatif 3)

Sumber: Analisis Pribadi



<i>Plus (+)</i>
1. Penempatan di bagian belakang kendaraan tidak mengganggu bagian vital kendaraan sehingga memiliki risiko yang lebih kecil. (+5) 2. Posisi driver dan commander masih tetap sama sehingga tidak mengganggu operasional dan juga visibilitas yang sudah sesuai. (+5) 3. Penempatan di bagian belakang memiliki banyak ruang untuk penempatan sistem berserta ruang bagi operatornya. (+5) 4. Jangkauan lengan ekskavator ke belakang cukup jauh. (+3)
<i>Minus (-)</i>
1. Lengan ekskavator tidak dapat menjangkau bagian depan kendaraan. Hanya dapat menjangkau area samping dan belakang kendaraan. (-4) 2. Kendaraan perlu diposisikan mundur atau membelakangi arah (-4) 3. Tidak praktis saat harus bekerja sambil bergerak maju. (-4) 4. Posisi lengan ekskavator saat tidak dipakai diluruskan ke depan dan berada di atas kendaraan sehingga menambah tinggi kendaraan walaupun tidak signifikan. (-4)

<i>Interesting</i>
Penempatan sistem ekskavator di belakang menjadikan penambahan sistem bebas dari gangguan komponen vital seperti mesin beserta bagian belakang yang cukup luas memungkinkan operator ditempatkan secara terpisah sehingga dapat lebih leluasa. Namun posisi ekskavator dibelakang kurang efektif jika kendaraan dalam keadaan bergerak maju. Tapi secara umum opsi ini paling aman karena tidak mengganggu bagian vital kendaraan. (+3)
Hasil =5+5+5+3-4-4-4-4+3= 5

Tabel 3. 14 Hasil PMI Penempatan Sistem Lengan
Ekskavator

Sumber: Analisis Pribadi

Hasil PMI Penempatan Sistem Lengan Ekskavator	
Alternatif	Skor
Ke-1 (Di depan)	1
Ke-2 (Di tengah)	-3
Ke-3 (Di belakang)	5

Berdasarkan hasil dari analisis PMI terkait posisi penempatan sistem lengan ekskavator dari tiga alternatif yang ada dapat diketahui skor atau poin dari masing-masing alternatif. Setelah mempertimbangan kelebihan, kekurangan, dan poin menarik dari masing-masing alternatif, terdapat satu alternatif yang mendapatkan poin paling tinggi yaitu alternatif ke-3 dengan skor 5. Sehingga alternatif ke-3 dipilih untuk diterapkan pada Panser Anoa 6x6 *engineering vehicle*.

3.5.3.2 Alternatif Pemilihan *Bucket* dan *Blade*

Berdasarkan landasan teori yang sebelumnya sudah dipilih dua alternatif *blade* yaitu *digging bucket* dan *rock bucket*. Keduanya memiliki kelebihan masing-masing seperti *digging bucket* dengan kemampuannya dalam menggali, menembus permukaan keras hingga pemindahan material dan *rock bucket* dengan kekuatannya dan gigi yang tajam dapat menghancurkan berbagai material yang keras seperti batu. Berserta dua alternatif *blade* yang sesuai yaitu *angle blade* dan *semi universal blade*. Keduanya memiliki kelebihan masing-masing seperti *angle blade* dengan fleksibilitasnya karena kemiringan *blade* yang dapat diatur dan *semi universal blade* dengan efektifitasnya karena kapasitas volume *blade* yang besar. Sehingga dengan karakteristik tersebut kedua jenis *blade* ini dapat diterapkan di medan hutan tropis Indonesia. Berikut merupakan analisis PMI dari empat kombinasi alternatif yang ada:

Tabel 3. 15 PMI Alternatif 1 *Blade* dan *Bucket*

Sumber: Analisis Pribadi

Alternatif 1	
Jenis blade  <i>Semi-Universal Blade</i>	Jenis bucket  <i>Digging Bucket</i>
Plus (+)	
1. <i>Digging bucket</i> merupakan jenis bucket yang paling umum digunakan pada ekskavator dalam penggalian berbagai jenis material seperti pasir dan tanah. (+4) 2. <i>Digging bucket</i> tersedia dengan berbagai ukuran sehingga dapat disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan. (+3) 3. <i>Semi-Universal blade</i> memiliki kombinasi antara kepresisian dan kapasitas angkut yang besar saat mendorong material. (+5) 4. <i>Semi-Universal blade</i> dibuat dengan material baja yang tahan aus sehingga masa penggunaannya panjang. (+5)	
Minus (-)	
1. <i>Digging bucket</i> tidak ideal untuk penggunaan menggali material yang sangat keras seperti batu besar. (-3)	

2. <i>Digging bucket</i> akan cepat aus terhadap penggunaan secara terus menerus di lingkungan yang abrasif. (-3) 3. <i>Semi-Universal blade</i> tidak dipergunakan untuk material yang keras. (-4) 4. <i>Semi-Universal blade</i> memiliki konstruksi yang kompleks sehingga biaya perawatan lebih tinggi. (-4)
Interesting
1. Kombinasi dari semi-universal blade dan digging bucket merupakan gabungan yang sesuai untuk kondisi tanggap darurat terutama dalam membuka maupun membersihkan akses jalan untuk aksesibilitas pasukan. (+5)
Hasil = 4+3+5+5-3-3-3-4+5 = 9

Tabel 3. 16 PMI Alternatif 2 *Blade* dan *Bucket*

Sumber: Analisis Pribadi

Alternatif 2	
Jenis <i>blade</i>	Jenis <i>bucket</i>
 <i>Semi-Universal Blade</i>	 <i>Rock Bucket</i>

<i>Plus (+)</i>
1. <i>Rock bucket</i> memiliki gigi tajam yang memudahkan untuk melakukan penetrasi terhadap material yang sangat keras. (+4) 2. <i>Rock bucket</i> dirancang khusus untuk penggunaan terhadap material yang keras serta abrasif. (+4) 3. <i>Semi-Universal blade</i> memiliki kombinasi antara kepresisian dan kapasitas angkut yang besar saat mendorong material. (+5) 4. <i>Semi-Universal blade</i> dibuat dengan material baja yang tahan aus sehingga masa penggunaannya panjang. (+5)
<i>Minus (-)</i>
1. <i>Rock bucket</i> memiliki bobot yang berat sehingga berdampak pada hidraulik yang cepat aus. (-3) 2. <i>Rock bucket</i> membutuhkan perawatan dan inspeksi yang lebih rutin. (-3) 3. <i>Semi-Universal blade</i> tidak dipergunakan untuk material yang keras. (-4) 4. <i>Semi-Universal blade</i> memiliki konstruksi yang kompleks sehingga biaya perawatan lebih tinggi. (-4)

<i>Interesting</i>
1. Kombinasi dari <i>semi-universal blade</i> dan <i>Rock bucket</i> merupakan gabungan yang sesuai pada penggunaan yang melibatkan banyak material yang keras seperti bebatuan yang keras dan berat. (+4)
Hasil = 4+4+5+5-3-3-4-4+4= 8

Tabel 3. 17 PMI Alternatif 3 *Blade* dan *Bucket*

Sumber: Analisis Pribadi

Alternatif 3	
Jenis <i>blade</i>  <i>Angle Blade</i>	Jenis <i>bucket</i>  <i>Digging Bucket</i>
<i>Plus (+)</i>	
1. <i>Digging bucket</i> merupakan jenis bucket yang paling umum digunakan pada ekskavator dalam penggalian berbagai jenis material seperti pasir dan tanah. (+4)	

2. <i>Digging bucket</i> tersedia dengan berbagai ukuran sehingga dapat disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan. (+3) 3. <i>Angle blade</i> dapat diatur kemiringannya untuk mendorong material ke arah samping. (+4) 4. <i>Angle blade</i> cocok digunakan dalam pekerjaan seperti perataan dan pembersihan jalan. (+4)
<i>Minus (-)</i>
1. <i>Digging bucket</i> tidak dipergunakan untuk penggunaan menggali material yang sangat keras seperti batu besar. (-3) 2. <i>Digging bucket</i> akan cepat aus terhadap penggunaan secara terus menerus di lingkungan yang abrasif. (-3) 3. <i>Angle blade</i> tidak dipergunakan untuk menampung material dengan volume yang besar. (-4) 4. <i>Angle blade</i> memiliki desain tanpa sayap sehingga material yang didorong akan mudah tumpah ke samping. (-4)
<i>Interesting</i>
1. Kombinasi dari <i>Angle blade</i> dan <i>Digging bucket</i> merupakan gabungan yang sesuai dalam kecepatan bermanuver bagi kendaraan serta fleksibilitasnya untuk beroperasi di medan jalur yang sempit. (+4)
Hasil = 4+3+4+4-3-3-4-4+4= 5

Tabel 3. 18 PMI Alternatif 4 *Blade* dan *Bucket*

Sumber: Analisis Pribadi

Alternatif 4	
Jenis <i>blade</i>  <i>Angle Blade</i>	Jenis <i>bucket</i>  <i>Rock Bucket</i>
Plus (+)	
1. <i>Rock bucket</i> memiliki gigi tajam yang memudahkan untuk melakukan penetrasi terhadap material yang sangat keras. (+4) 2. <i>Rock bucket</i> dirancang khusus untuk penggunaan terhadap material yang keras serta abrasif. (+4) 3. <i>Angle blade</i> dapat diatur kemiringannya untuk mendorong material ke arah samping. (+4) 4. <i>Angle blade</i> cocok digunakan dalam pekerjaan seperti perataan dan pembersihan jalan. (+4)	

<i>Minus (-)</i>
1. <i>Rock bucket</i> memiliki bobot yang berat sehingga berdampak pada hidrolik yang cepat aus. (-3) 2. <i>Rock bucket</i> membutuhkan perawatan dan inspeksi yang lebih rutin. (-3) 3. <i>Angle blade</i> tidak dipergunakan untuk menampung material dengan volume yang besar. (-4) 4. <i>Angle blade</i> memiliki desain tanpa sayap sehingga material yang didorong akan mudah tumpah ke samping. (-4)
<i>Interesting</i>
1. Kombinasi dari <i>Angle blade</i> dan <i>Rock bucket</i> merupakan gabungan yang sesuai dalam melakukan aktivitas pembersihan secara besar-besaran pasca bencana alam yang kerusakan lingkungannya cukup parah. (+4)
Hasil = 4+4+4+4-3-3-4-4+4= 6

Tabel 3. 19 Hasil PMI Pemilihan *Blade* dan *Bucket*

Sumber: Analisis Pribadi

Hasil PMI Pemilihan Kombinasi <i>Bucket</i> dan <i>Blade</i>	
Alternatif	Skor
Ke-1	9
Ke-2	8
Ke-3	5
Ke-4	6

Berdasarkan hasil dari analisis PMI terkait kombinasi dalam pemilihan bucket dan blade dari empat alternatif yang ada dapat diketahui skor atau poin dari masing-masing alternatif. Setelah mempertimbangan kelebihan, kekurangan, dan poin menarik dari masing-masing alternatif, terdapat satu alternatif yang mendapatkan poin paling tinggi yaitu alternatif ke-1 dengan skor 9. Sehingga alternatif ke-1 dipilih untuk diterapkan pada Panser Anoa 6x6 *Engineering Vehicle*.

3.5.3.2 Perhitungan Bobot Sistem Ekskavator dan Bulldozer

Agar Panser Anoa 6x6 *Engineering Vehicle* dapat dilakukan penambahan sistem pada kendaraan, perlu adanya perhitungan untuk memastikan bahwa sistem *engineering vehicle* yang mencakup sistem lengan ekskavator dan blade bulldozer dapat dipasang pada kendaraan sesuai dengan kemampuan daya angkutnya, oleh karena hal tersebut agar mempermudah dalam melakukan estimasi bobot sistem yang ada, maka sistem menggunakan dari sistem ekskavator dan bulldozer yang sudah ada di pasaran. Dalam hal ini menggunakan Bobcat E50 untuk sistem ekskavator dan

Caterpillar D5 untuk sistem bulldozer. Kedua alat berat tersebut dipilih berdasarkan ukuran dan bobotnya yang menyesuaikan dengan kemampuan dari Panser Pindad Anoa 6x6. berikut merupakan perhitungan dari bobot sistem yang akan ditambahkan:

Tabel 3. 20 Perhitungan Bobot Sitem Ekskavator dan Bulldozer

Sumber: Analisis Pribadi

Diketahui bahwa:

- *Curb Weight* (Kondisi standar) : 13.000 kg
- *Gross Combination Weight* : 14.500 kg
- *Curb Weight* (Kondisi *hull* dipotong) : 9.000 kg

Sehingga:

- $14.500 - 9.000 = 5.500$ kg
(Tersedia untuk penambahan sistem)

Estimasi bobot sistem lengan ekskavator (Bobcat E50):

- *Boom, stick, arm* : 1.250 kg
- *Bucket* kondisi terisi penuh : 320 kg

Estimasi total sistem lengan ekskavator : 1.570 kg

Estimasi bobot sistem bulldozer (Caterpillar D5):

- *Blade, push arm, dll*: 1.640 kg

Estimasi berat sistem ekskavator dan bulldozer:

- $1570 + 1640 = 3.210 \text{ kg}$

Curb Weight Anoa Engineering Vehicle setelah ditambahkan sistem:

- $9.000 + 3.200 = 12.200 \text{ kg}$

Berdasarkan hasil perhitungan bobot sistem ekskavator dan sistem bulldozer, dapat diketahui bahwa *curb weight* dari Panzer Anoa 6x6 *engineering vehicle* yang sudah ditambahkan sistem ekskavator dan bulldozer seberat 12.200 kg. Sehingga berat tersebut dapat dan memungkinkan untuk dipasang karena masih dalam kemampuan daya angkut kendaraan atau *gross combination weight* yaitu seberat 14.500 kg.

3.5.4 *Prototyping and Requirements Validation*

Pada tahap ini, merupakan awal dari realisasi desain dalam bentuk visual yang pada penelitian ini dibatasi pada pembuatan 3D visual digital hingga mockup fisik skala 1:15 yang akan dibahas lebih lanjut di bab IV. Pada tahap ini dilakukan validasi oleh stakeholder untuk memastikan jika *requirement* yang dianalisis sudah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh *stakeholder*. Berikut merupakan 5 komponen inti dari validasi desain oleh *stakeholder*/narasumber:

Tabel 3. 21 Daftar Aspek yang Divalidasi

Sumber: Analisis Pribadi

No.	Aspek yang Divalidasi
1	Kesesuaian dengan kebutuhan OMSP
2	Penempatan sistem bulldozer dan lengan eskavator
3	Kenyamanan dan keamanan kabin operator
4	Kemungkinan realisasi teknis di Panser Anoa 6x6

Tabel 3. 22 Indeks Skala Likert

Sumber: Analisis Pribadi

Skor Rata-rata	Interpretasi
4.21 – 5.00	Sangat Sesuai
3.41 – 4.20	Sesuai
2.61 – 3.40	Perlu Perbaikan ringan
1.81 – 2.60	Tidak Sesuai / Perlu Revisi
1.00 – 1.80	Sangat Tidak Sesuai

Tabel 3. 23 Hasil Validasi

Sumber: Analisis Pribadi

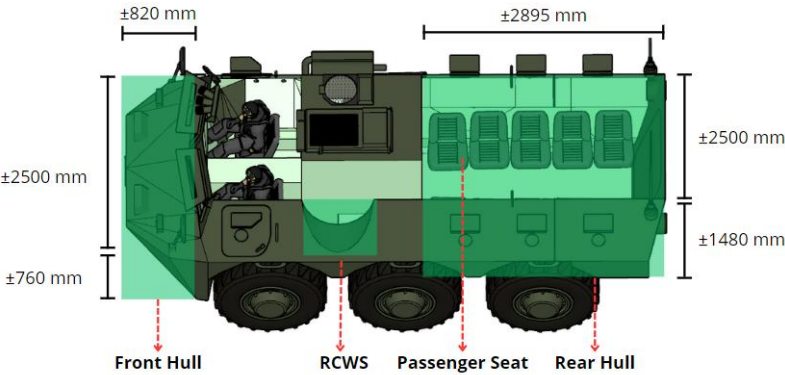
Aspek yang divalidasi	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Rata-rata

1.) Kesesuaian dengan kebutuhan OMSP	5	5	4	4	5	4	5	4.57
2.) Penempatan sistem bulldozer dan lengan eskavator	5	4	4	5	4	4	5	4.43
3.) Kenyamanan dan keamanan kabin operator	4	4	4	4	4	4	5	4.14
4.) Kemungkinan realisasi teknis di Panser Anoa 6x6	4	5	4	4	4	4	5	4.29

Berdasarkan hasil *requirement validation* dari ketujuh *stakeholder/narasumber* dengan empat aspek yang divalidasi menggunakan skala Likert 1.00-5.00, didapatkan kesimpulan bahwa semua aspek memiliki rata-rata skor di atas 4.0. dengan dua aspek di atas 4.2, sehingga desain Panser Pindad Anoa 6x6 *Engineering Vehicle* dinilai layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya

3.5.5 Bagian Kendaraan yang Berubah

Berikut ini merupakan bagian-bagian dari Anoa 6x6 yang diubah untuk menjadi varian *engineering vehicle* :



Gambar 3. 9 Bagian Kendaraan yang Diubah

Sumber: Analisis Pribadi

Tabel 3. 24 Bagian Kendaraan yang Diubah

Sumber: Analisis Pribadi

No.	Komparasi Kendaraan Sebelum dan Sesudah Diubah
1.	Rear Hull The image shows a comparison of the rear hull modification. It consists of two rows of illustrations. The top row shows a side view of the vehicle's rear, with a red arrow pointing from the original design to the modified design where the rear hull is extended. The bottom row shows a top-down view of the vehicle, with a red arrow pointing from the original design to the modified design where the rear hull is extended.

	Merupakan bagian dari <i>body</i>/badan kendaraan yang pada bagian dalamnya terdapat ruang yang dapat digunakan berbagai kegunaan seperti membawa amunisi, perbekalan, hingga tempat duduk para kru dalam kendaraan. Jika terjadi perubahan pada bagian ini tidak akan mengganggu operasional, mekanisme ataupun performa dari kendaraan itu sendiri sehingga jika bagian <i>hull</i> belakang dihilangkan atau diubah, kendaraan akan tetap dapat berfungsi seperti semestinya.
--	---

3.5.6 Bagian Kendaraan yang Hilang

Berikut ini merupakan bagian-bagian dari Anoa 6x6 yang dihilangkan untuk menjadi varian *engineering vehicle* :

Tabel 3. 25 Komparasi Bagian Kendaraan yang Hilang

Sumber: Analisis Pribadi

No	Komparasi Bagian Kendaraan yang Hilang
1.	Passanger Seat

	Terjadinya ubahan pada bagian <i>rear hull</i> dengan menghilangkan sebagian <i>rear hull</i> meliputi dinding dan atap kendaraan untuk ditempatkannya sistem lengan <i>excavator</i> memiliki konsekuensi mengorbankan ataupun menghilangkan ruang untuk tempat duduk atau <i>passanger seat</i> bagi penumpang belakang atau personil, yang semula ada 10 kursi untuk masing-masing perosonel berkurang menjadi 1 kursi untuk operator ekskavator. Sehingga beberapa komponen yang ada pada bagian <i>rear hull</i> seperti jendela belakang dan pintu belakang juga ikut hilang.

2.	Dengan adanya lengan ekskavator yang bergerak memutar di sekitar <i>hull</i> kendaraan mengharuskan <i>Remote Controlled Weapon Station</i> harus dihilangkan, karena dapat mengganggu pergerakan lengan ekskavator dan berisiko berbenturan ataupun bertabrakan dengan RCWS sehingga menyebabkan kerusakan. Oleh sebab itu dengan adanya lengan ekskavator agar dapat beroperasi tanpa gangguan, RCWS harus dihilangkan.
----	---

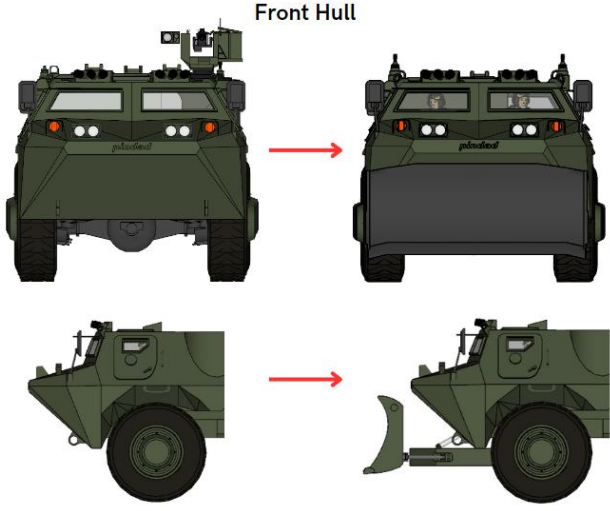
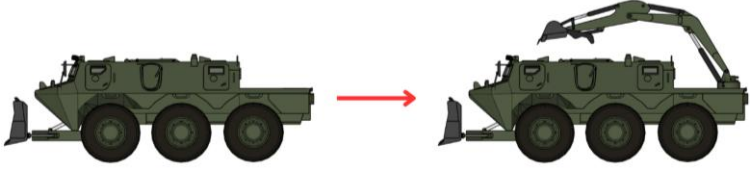
3.5.7 Bagian Kendaraan yang Bertambah

Berikut ini merupakan bagian-bagian dari Anoa 6x6 yang bertambah untuk menjadi varian *engineering vehicle* :

Tabel 3. 26 Bagian Kendaraan yang Terdapat Penambahan

Sumber: Analisis Pribadi

No	Komparasi Bagian Kendaraan yang Terdapat Penambahan
.	

1.	Front Hull 
	Merupakan bagian terdepan dari kendaraan sekaligus bagian dengan lapisan baja anti peluru yang paling tebal dan kuat. Pada bagian ini, jika terdapat suatu perubahan dan penambahan sistem, tidak akan mengganggu atau berdampak fatal pada aspek operasional, mekanisme maupun performa kendaraan. Pada bagian terdepan kendaraan ini memungkinkan untuk penambahan sistem <i>blade</i> bulldozer yang lebih luas karena posisinya di paling depan kendaraan maka tidak akan mengganggu bagian lain yang vital serta penempatan sistem <i>blade</i> bulldozer yang berada di depan dapat searah dengan pandangan <i>driver</i> dan arah maju kendaraan.
2.	 Pada bagian ini merupakan area yang sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai ruang bagi

	operator ekskavator serta tempat penempatan sitem lengan ekskavator, karena bagian ini memiliki area yang sangat luas untuk digunakan atau dimanfaatkan dengan lebih leluasa tanpa mengganggu operasional kendaraan.
--	--

3.6 Ringkasan Perancangan (*design brief*)

Berdasarkan hasil dari analisa menggunakan metode SCRAM dengan pengambilan keputusan menggunakan PMI, didapatkan bahwa posisi sistem bulldozer yang digunakan berada di bagian depan kendaraan dan sistem eskavator yang di pasang di bagian belakang kendaraan dengan pertimbangan utama pemasangan sistem tidak mengganggu bagian vital kendaraan. Untuk jenis *blade* yang digunakan adalah *semi universal blade* yang dikombinasikan dengan *bucket* berjenis *digging bucket* dengan keunggulan yang paling utama terletak pada kesesuaian bentuk, karakteristik hingga kebutuhan untuk mendukung OMSP yang sesuai dengan hasil analisis topografi dan skenario penggunaan.

Oleh sebab itu *blade* berjenis *Semi-Universal* memiliki keuntungan dengan kemampuannya yang memiliki kapasitas yang besar dalam menggusur tanah basah yang banyak di dataran yang datar sehingga efisien dalam hal waktu dan tenaga karena pengerjaan dapat dilakukan dengan singkat. Dikombinasikan dengan *digging bucket* dengan kapasitas angkut materialnya yang besar juga dapat mempercepat waktu pengerjaan dalam memindahkan atau menggali tanah basah dan dengan bobotnya yang ringan memungkinkan kendaraan tetap lincah dalam bermanuver di hutan. Sehingga setelah terdapat beberapa perubahan pada beberapa bagian kendaraan meliputi *front hull* hingga *rear hull* yang di kombinasikan dengan alternatif 1 yang terdiri dari blade *Semi-Universal* beserta sistemnya dengan pertimbangan memiliki kombinasi antara kepresisian dan kapasitas angkut yang besar saat mendorong material dan dibuat dengan material baja yang tahan aus yang ditempatkan di bagian depan dengan. Dikombinasikan

dengan *digging bucket* beserta sistem lengan ekskavator di belakang dengan pertimbangan jenis bucket yang paling umum digunakan pada ekskavator dalam penggalian berbagai jenis material seperti pasir hingga tanah dan tersedia dengan berbagai ukuran sehingga dapat disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan. Sehingga alternatif desain yang dipilih merupakan kombinasi yang sesuai untuk digunakan dalam OMSP.