

BAB III METODE PERANCANGAN

3.1 Data Perancangan

Dalam proses perancangan diperlukan data – data yang sesuai. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, *deep interview*, *storytelling* dan studi literatur. Dari data yang telah diambil, penulis dapat menentukan kebutuhan pengguna. Proses perancangan ini sangat bergantung dengan pengguna dan ahli perancangan.

3.1.1. Metode Pengumpulan Data

Perancangan ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, metode yang digunakan adalah:

a. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan teknik mengamati langsung objek perancangan. Observasi dilakukan guna mengetahui kondisi di lapangan. Mulai dari mengetahui kondisi hingga dimensi kendaraan tempur panser pindad secara langsung.

- Lokasi Observasi

Kegiatan observasi dilakukan di dua tempat yang berbeda. Lokasi pertama yaitu area Departemen Perakitan PT Pindad, Kec. Kiaracandong Kota Bandung dan lokasi kedua yaitu di KIKAV 4 THC Kec. Lengkong Kota Bandung.

- Hasil Observasi

Hasil dari proses observasi yang telah dilakukan, penulis dapat mengetahui kondisi panser pindad yang digunakan oleh TNI AD secara langsung. Data yang telah didapat pada saat observasi akan dianalisis sehingga sesuai dengan kebutuhan pengguna.

b. *Story telling*

Story telling merupakan metode yang dilakukan guna mengetahui kegiatan pengguna di lapangan dengan cara menceritakan kegiatannya. Metode ini dilakukan kepada pengguna (TNI AD) dan ahli perancangan.

- Hasil *Story telling*

Hasil dari *story telling* yang telah dilakukan, penulis dapat mengetahui perancangan panser pindad versi pertama dan kondisi di lapangan saat operasi militer. Selain itu, penulis juga dapat mengetahui kegiatan pengguna (TNI AD) ketika bertugas maupun *off-duty*.

c. *Deep Interview*

Deep interview metode yang dilakukan kepada pengguna dan ahli perancangan guna mendapatkan informasi secara terperinci.

- Hasil *Deep Interview*

Melalui metode ini, penulis dapat mengetahui kondisi panser pindad secara detail dan penulis juga dapat mengetahui permasalahan yang ada pada panser pindad. Hasil dari proses *deep interview* akan disertakan dalam lampiran berupa transkrip.

d. Literatur

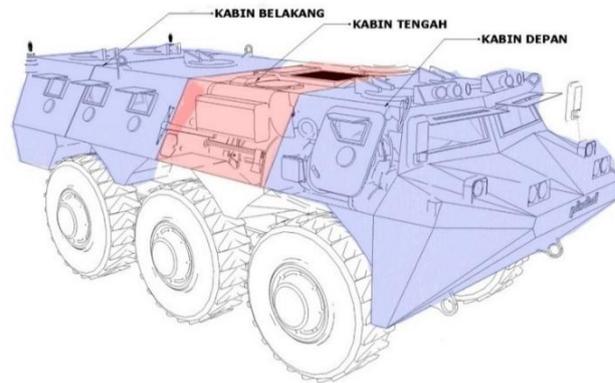
Literatur dilakukan dengan cara mengulas informasi yang berasal dari artikel, jurnal, buku, e-book, dan tugas akhir yang relevan dengan perancangan ini guna dijadikan referensi. Studi literatur juga digunakan untuk mengetahui perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan.

3.1.2. Data Platform

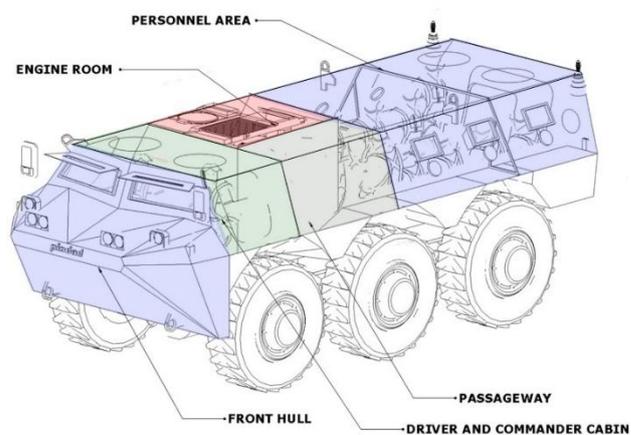
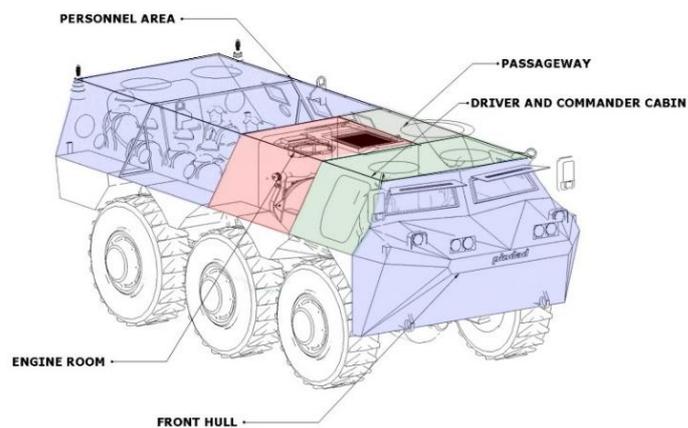
a. Analisis Kabin Panser Pindad

Analisis kabin merupakan suatu proses untuk mengetahui dimensi, fungsi setiap *part* dan komponen pada *platform* yang digunakan. Dari data spesifikasi (bab 2.2.2) dalam perancangan ini,

panser pindad digunakan sebagai *platform* utama. Selain itu, analisis dilakukan untuk mengetahui bagian yang dapat dimodifikasi dan yang tidak dapat dimodifikasi.



Gambar 3.1 Panser pindad Tampak Isometri
(Dok. Pribadi)



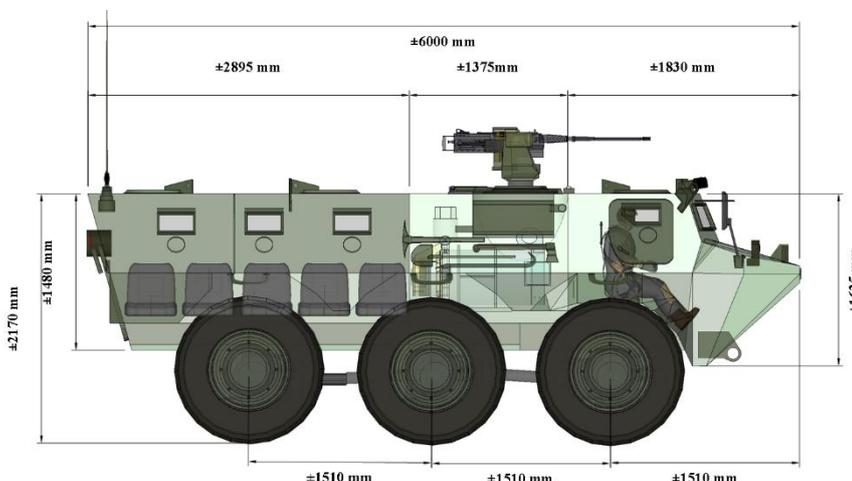
Gambar 3.2 Part Panser pindad
(Dok. Pribadi)

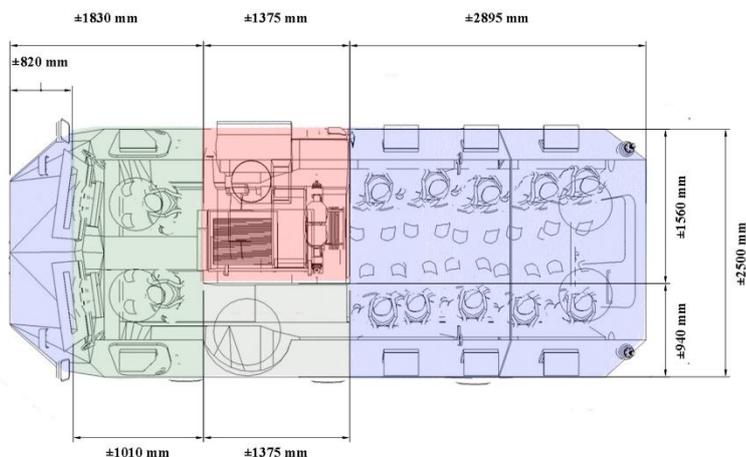
Panser pindad merupakan salah satu produk PT Pindad yang unggulan. Kendaraan ini mampu membawa personel dalam jumlah yang banyak. Panser pindad memiliki 3 kabin yang mana pada setiap kabin memiliki fungsi, *part* dan komponennya.

- Kabin depan adalah kabin yang didalamnya terdapat part-part penting yang berfungsi agar pengoperasian panser pindad berjalan dengan baik. *Part* yang ada pada kabin depan yaitu: *front hull, control area, transmission, dan crew area*.
- Pada kabin tengah terdapat sebuah *part engine room* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan mesin. Selain itu, pada bagian ini terdapat *passageway* untuk akses personel. Kabin tengah tidak memungkinkan untuk dilakukan modifikasi.
- Kabin belakang adalah bagian yang memiliki ruang paling luas diantara kabin lainnya. *Personnel area* sebagai area personel dan tempat penyimpanan perlengkapan personel. Dengan area ruang yang luas, bagian ini memungkinkan dapat dimodifikasi untuk mendukung varian jembatan.

b. Analisis Dimensi *platform*

Analisis dimensi merupakan proses komprehensif guna mengetahui ukuran setiap kabin dan *part* pada *platform* yang digunakan.





Gambar 3.3 Dimensi Part Panser pindad Tampak Samping dan Tampak Atas (Dok. Pribadi)

Analisis dimensi dilakukan terhadap *platform*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui secara rinci terkait *platform* yang digunakan. Pada pada setiap kabin terdapat beberapa *part* utama yang berfungsi untuk mengoperasikan panser pindad. *Part-part* yang saling mengikat membuat panser pindad dapat beroperasi dengan baik.

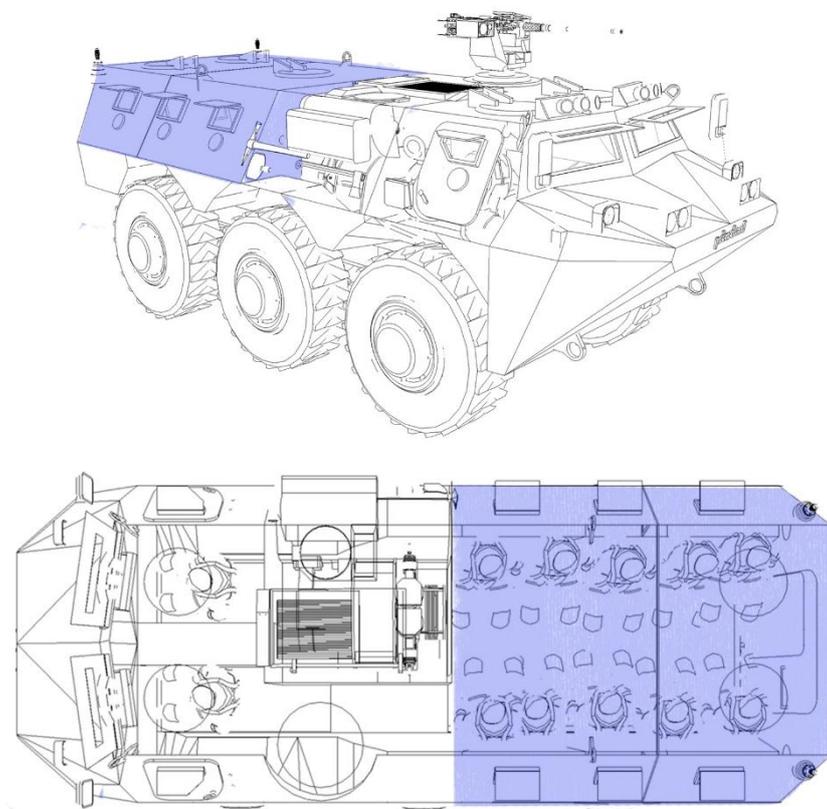
Tabel 3.1 Tabel Dimensi Panser pindad

Bagian	Panjang	Lebar	Tinggi	Satuan
Kabin depan	±1830	±2500	±1480	mm
<i>Front hull</i>	±820	±2500	±1625	mm
<i>Driver and commander cabin</i>	±1010	±2500	±1480	mm
Kabin tengah	±1375	±2500	±1480	mm
<i>Engine room</i>	±1375	±1560	±1480	mm
<i>Passageway</i>	±1375	±940	±1480	mm
Kabin belakang	±2895	±2500	±1480	mm
<i>Personnel area</i>	±2895	±2500	±1480	mm

c. Analisis Area yang Diubah

Berdasarkan data kajian dan analisis terhadap *platform* yang digunakan, terdapat pertimbangan dalam memodifikasi panser pindad. Modifikasi dilakukan guna dapat mengoptimalkan ruang dengan memperhatikan aspek perancangan yang mempengaruhi kinerja panser pindad.

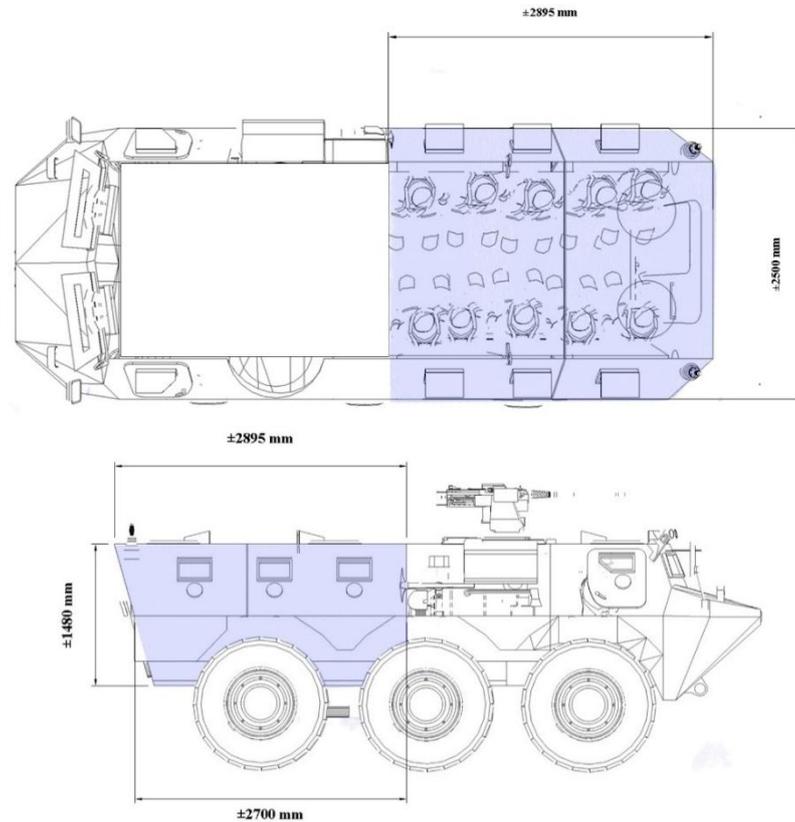
Kabin belakang merupakan bagian dari panser yang sangat memungkinkan untuk dimodifikasi. Memiliki area yang luas yang berfungsi sebagai tempat personel, menyimpan logistik dan amunisi. Tidak ada komponen yang vital, sehingga jika terdapat modifikasi tidak akan mengganggu operasional kendaraan. Area ini dapat dioptimalkan untuk menempatkan sistem hidrolik dan komponen pendukung peluncuran jembatan.



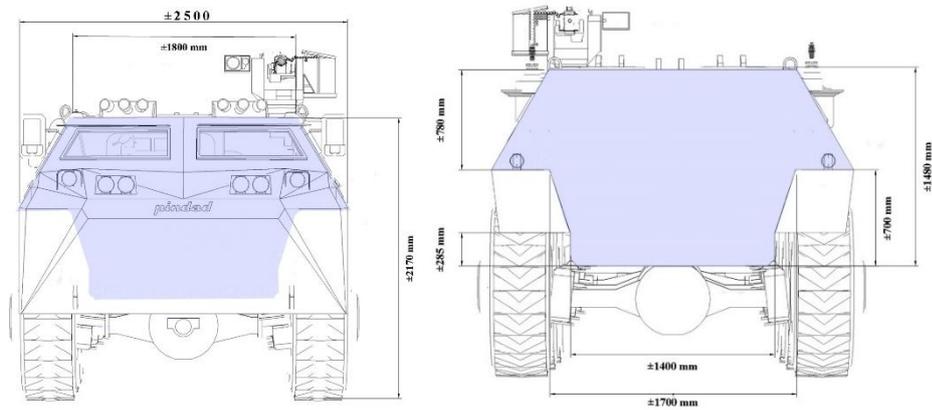
Gambar 3.4 Kabin yang Diubah Tampak Isometri dan Tampak Atas
(Dok. Pribadi)

d. Analisis Dimensi Kabin yang Diubah

Hilangnya kabin belakang sekaligus *personnel area*, maka tidak ada lagi tempat untuk area personel dan penyimpanan logistik. Bagian ini dapat dialihkan sebagai tempat penyimpanan sistem hidrolik, *laying arm* dan *support beam*.



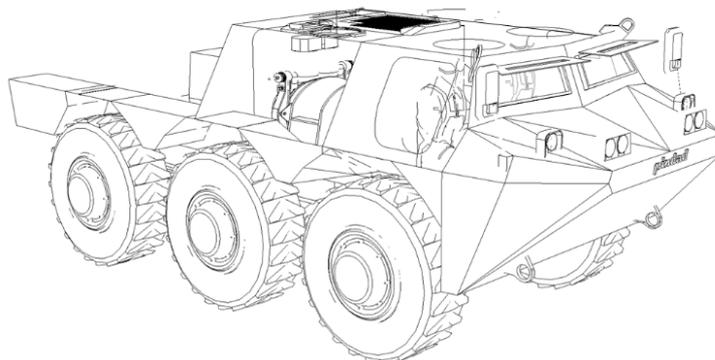
Gambar 3.5 Dimensi Kabin yang Diubah Tampak Atas dan Tampak Samping (Dok. Pribadi)



Gambar 3.6 Dimensi Kabin yang Diubah Tampak Depan, Tampak Belakang dan Tampak Isometri (Dok. Pribadi)

e. Analisis *Part* yang Hilang

Berdasarkan analisis, modifikasi yang dilakukan pada kabin belakang membuat beberapa *part* panzer pindad hilang. Berikut merupakan *part* yang hilang.



Gambar 3.7 Panzer pindad Hasil Modifikasi Tampak Isometri
(Dok. Pribadi)

Tabel 3.2 Komponen yang Hilang Pada Panzer pindad Launch Bridge

Komponen yang Hilang		
No	Nama	Deskripsi
1	<i>Roof Hatch</i>	Komponen di bagian atap yang dapat dibuka tutup.
2	<i>Remote Controlled Weapon Station (RCWS)</i>	Merupakan sebuah sistem persenjataan yang dikendalikan menggunakan remote.
3	<i>Ramp Door</i>	Pintu besar pada bagian belakang sebagai akses masuk dan keluar, dengan menggunakan hidrolis.
4	<i>Personnel Hatch</i>	Pintu kecil pada bagian belakang sebagai akses masuk dan keluar personel.
5	<i>Personnel Area</i>	Merupakan area tempat para personel dan tempat untuk menyimpan logistic.

3.2 Analisis User

3.2.1 Satuan Bantuan Tempur (Satbanpur)

Korps Zeni merupakan satuan di bawah Pusat Zeni Angkatan Darat (Pusziad) yang termasuk kedalam satbanpur. Memiliki tugas memberi dukungan mobilitas, kontruksi militer dan pertahanan nuklir, biologi, dan kimia (Nubika). Seperti yang ditunjukkan pada tabel terkait satuan yang berada dibawah naungan zeni,

Tabel 3.3 Satuan dalam Korps Zeni

Satuan	Tugas
Batalyon Zeni Tempur (Yonzipur)	Bertugas untuk mendukung operasi tempur dengan membangun infrastruktur.
Batalyon Zeni Kontruksi (Yonzikon)	Bertugas membangun infrastruktur militer dan sipil.
Batalyon Zeni Bangunan (Yonzibag)	Bertugas membangun fasilitas strategis.
Detasemen Zeni Bangunan (Denzibang)	Satuan yang bertugas dalam pembangunan di daerah operasi.
Detasemen Zeni Tempur (Denzipur)	Bertugas dalam operasi mobilitas dalam skala kecil.

Pada perancangan ini, Korps Zeni adalah sebagai pengguna dari produk yang akan dirancang.

3.2.2 Analisis Geografis dan Topografi

Berdasarkan landasan teori pada (bab 2.2.6) perancangan ini, kondisi geografis dan topografi yang menjadi acuan perancangan ini adalah daerah dengan tingkat bencana alam yang tinggi dan daerah yang sulit diakses. Frekuensi bencana alam yang tinggi di berbagai wilayah Indonesia menyebabkan kondisi medan beragam. Dalam melakukan operasi militer selain perang tugas personel TNI adalah menanggulangi bencana alam, penyelamatan, memberikan bantuan kepada korban dan mengamankan daerah vital strategis. Akses jalan tentunya menjadi pertimbangan, karena jika akses rusak maka mobilitas personel TNI akan terhambat. Pada perancangan ini, kondisi medan yang menjadi fokus utama adalah medan alam seperti: jalan rusak, parit yang dalam, sungai dan rawa.

a. Jalan rusak



*Gambar 3.8 Kondisi Jalan Pasca Pergeseran Tanah di Papua
(Sumber: <https://www.detik.com/>)*

Kondisi topografi dan letak geografis mempengaruhi frekuensi bencana alam di Indonesia. Curah hujan yang tinggi dan seringnya terjadi gempa bumi membuat kondisi dan bentuk muka bumi pada setiap daerah berbeda. Jalan rusak akibat hujan dan gempa bumi membuat mobilitas pasukan dalam melaksanakan operasi militer menjadi terganggu. Dalam kondisi tersebut pasukan TNI harus mencari cara alternatif atau rute agar tetap menjalankan operasi militer.

b. Sungai Kecil



*Gambar 3.9 Personel TNI Sedang Patroli di Perbatasan
(Sumber: Puspen TNI dalam news.republika.co.id)*

Berdasarkan dari landasan teori, sungai kecil merupakan salah satu alasan perancangan ini dilakukan. Ketika pemetaan rute operasi yang dilakukan oleh tim intai dan terdapat sungai kecil, hal tersebut merupakan sebuah hambatan bagi personel untuk melakukan mobilitas. Adanya sungai mengharuskan personel untuk mencari jalan alternatif.

c. Rawa



Gambar 3.10 Operasi Militer Penjagaan Wilayah Perbatasan Indonesia dengan Papua New Guinea (Sumber: Puspen TNI dalam <https://www.merdeka.com/>)

Pada saat menjaga wilayah negara, rawa merupakan medan yang sulit dilewati oleh kendaraan tempur. Hal tersebut membuat mobilitas pasukan TNI menjadi terhambat. Tentunya dalam membuat sebuah desain jembatan perlu memperhatikan persyaratan perancangan.

3.2.3 Batasan Desain dan Manufaktur

Batasan ini merupakan ketentuan yang telah ditetapkan oleh industri agar desain yang dibuat lebih sesuai. Hal ini juga tentunya akan mempengaruhi spesifikasi jembatan dan penempatan komponen-komponen pada kendaraan. Berdasarkan beban maksimal panzer pindad, batasan desain dan manufaktur pada perancangan ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Batasan Desain dan Manufaktur

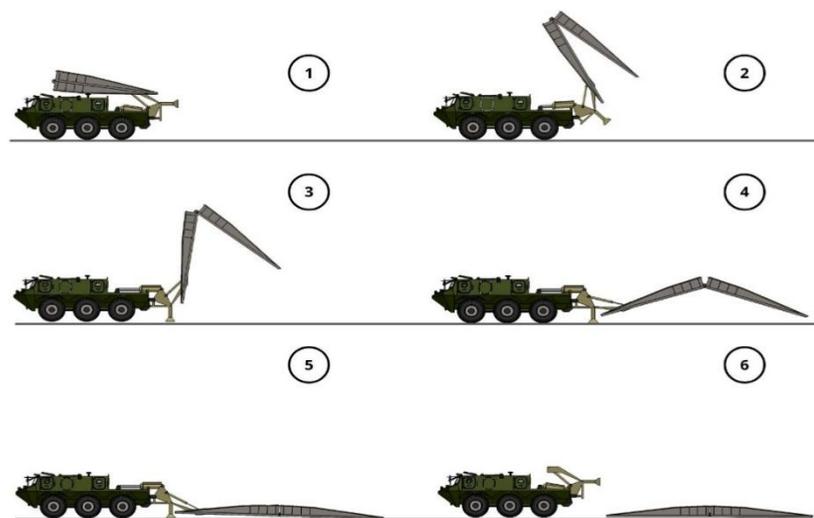
No	Batasan Desain	Batasan Manufaktur
1	Bobot maksimal jembatan 5 ton.	Proses welding merupakan teknik utama dalam produksi.
2	Lebar lintasan atau rintangan maksimal 8 meter.	Bentuk utama kendaraan terbuat dari plat baja datar.
3	Minimal panjang jembatan 8,5 meter dan maksimal 10 meter.	-
4	Tidak menghilangkan karakteristik panzer pindad.	-

3.3 Analisis Data

3.3.1. Analisis Sistem Peluncuran

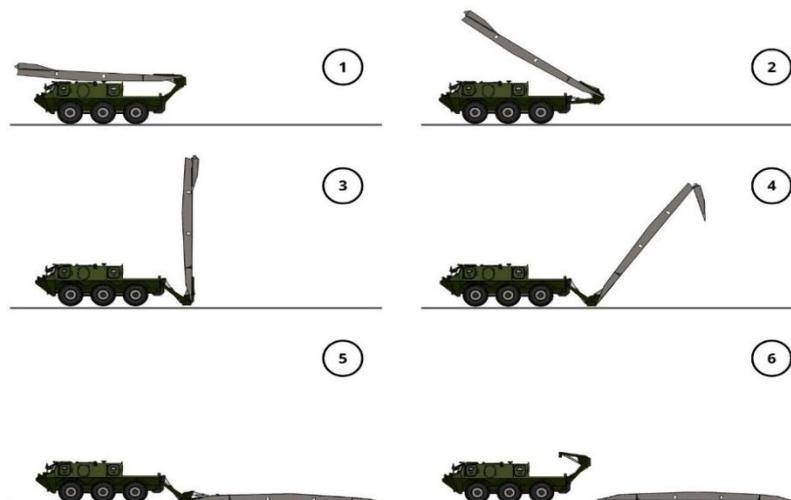
Berdasarkan landasan teori pada sebelumnya, terdapat mekanisme peluncuran jembatan yang memungkinkan untuk diterapkan pada *platform* yang digunakan. Berikut merupakan operasional dari setiap mekanisme:

a. *Scissors Bridge*



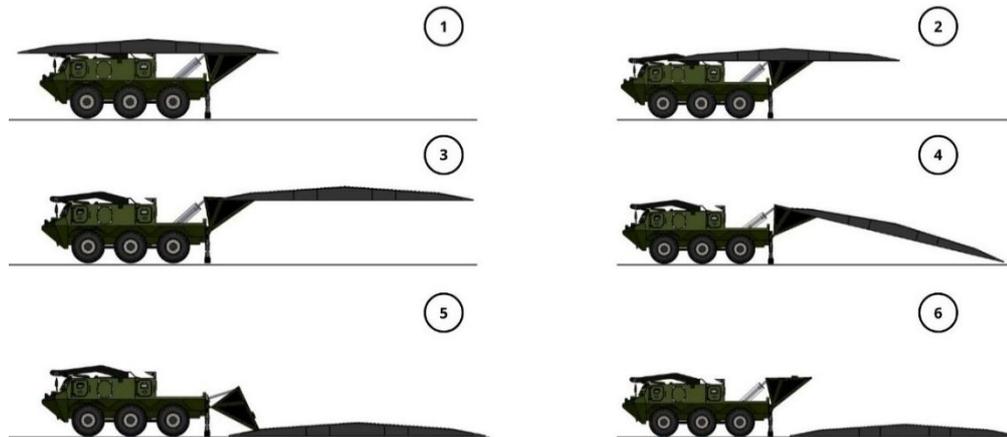
Gambar 3.11 Operasional Mekanisme Scissors Bridge
(Dok. Pribadi)

b. *Folding Bridge*



Gambar 3.12 Operasional Mekanisme Folding Bridge
(Dok. Pribadi)

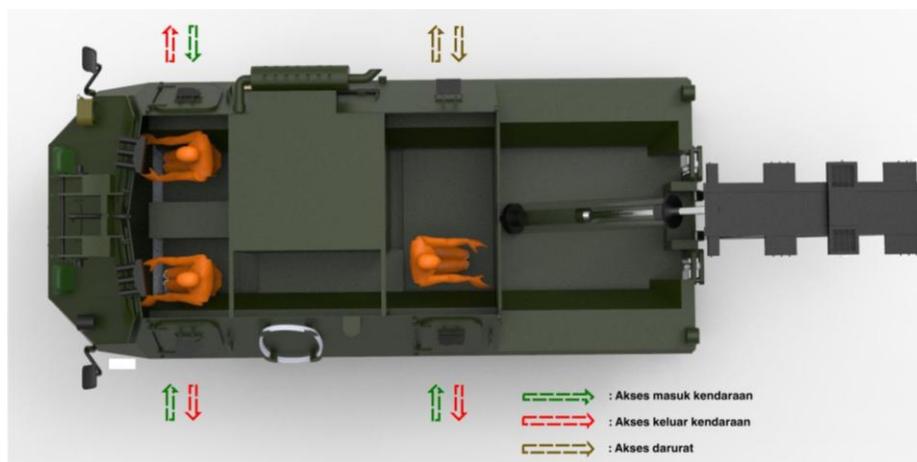
c. Sliding Bridge



Gambar 3.13 Operasional Mekanisme Sliding Bridge
(Dok. Pribadi)

Ketiga mekanisme ini memiliki sistem yang sama yaitu membawa dan meletakkan jembatan pada lintasan atau medan yang telah ditentukan. Setelah peletakan pada lintasan awal, selanjutnya diambil kembali untuk dipasang pada lintasan berikutnya. Pada perancangan ini perlu memperhatikan aspek keamanan, waktu peluncuran dan keringkasan operasional. Penerapan mekanisme *sliding* atau *leguan bridge* pada panser pindad memiliki peluang untuk peluncuran jembatan pada rintangan yang lebih pendek dan waktu peluncuran lebih singkat.

d. Analisis Aksesibilitas



Gambar 3.14 Aksesibilitas
(Dok. Pribadi)

Analisis aksesibilitas merupakan proses untuk mengetahui akses personel untuk masuk dan keluar kendaraan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.14 terkait aksesibilitas. Pada gambar tersebut terdapat akses personel dan terdapat akses darurat. Akses darurat hanya digunakan ketika personel dalam kondisi darurat.

3.3.2. Analisis Mesin

Berdasarkan dari data spesifikasi *platform* (bab 2.2.2), mesin yang digunakan pada kendaraan tempur panser pindad adalah mesin renauld dxi 7. Mesin ini dirancang oleh perusahaan Renault Truck tahun 2013. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.5, merupakan spesifikasi mesin renauld dxi 7.

Tabel 3.5 Spesifikasi Mesin Renault dxi 7 (Sumber: <https://www.truck1.eu/spare-parts/engines/renault-dxi-7-320-e3-renault-premium-a8183124.html>)

<i>Title</i>	Renault Dxi 7
<i>Type Part</i>	Truck Part
<i>Component</i>	Engine
<i>Make Part/Spare</i>	Renault
<i>Engine</i>	In-line, Turbo
<i>Fuel</i>	Diesel
<i>Power Output</i>	320 Hp
<i>Engine Cylinder</i>	6 Cylinder
<i>Emission Class</i>	Euro 3



Gambar 3.15 Mesin Renault dxi 7
(Sumber: <https://www.truck1.eu/spare-parts/engines/renault-dxi-7-320-e3-renault-premium-a8183124.html>)

Dengan menggunakan mesin *renault dxi 7 diesel engine inline 6 cylinder 320 HP at 2.300 rpm*, 20 hp/ton panser pindad dapat beroperasi

dengan beban maksimal 16 ton. Mesin ini juga dapat dihubungkan menjadi *powerpack* atau *power take off* ke sistem hidrolik. Analisis ini dilakukan guna mengetahui beban maksimal kendaraan agar operasional kendaraan tetap optimal dan dapat menyesuaikan dimensi jembatan. Berikut rumus mencari kwatt dan Hp setelah mengetahui spesifikasi jembatan:

$$F = m \cdot a$$

$m = \text{Massa}$
 $F = \text{Gaya (N)}$
 $a = \text{percepatan}$

Kg m/s^2

$$W = F \cdot S$$

$W = \text{Joule}$
 $S = \text{Jarak}$
 $t = \text{detik}$

N x m

$$P = \frac{W}{t}$$

Hasil dari penerapan rumus di atas adalah sebagai berikut:

Berat kosong panser 11 ton, hasil modifikasi menjadi 9 ton.

Bobot kendaraan 9 ton + massa jembatan 3,83 ton = 12,83 ton.

$$F = 12.830 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$$

$$= 12.830 \text{ newton}$$

$$W = 12.830 \times 1 \text{ meter}$$

$$= 12.830 \text{ joule}$$

$$1 \text{ Hp} = 745 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ watt} = 0,00134 \text{ Hp}$$

$$P = \frac{12.830 \text{ J}}{1 \text{ detik}}$$

$$320 \text{ Hp} = 23870 \text{ Watt}$$

$$= 23,870 \text{ kwatt}$$

$$= 12.830 \text{ Watt}$$

$$= 17,205 \text{ Hp}$$

Sehingga dari hasil tersebut menunjukkan bahwa panser pindad dapat membawa jembatan dengan bobot di bawah 5 ton. Ketika panser membawa jembatan dengan bobot lebih dari 5 ton, maka akan terjadi kegagalan operasional kendaraan.

3.3.3. Analisis Material dan Dimensi Jembatan

Pada perancangan ini, material yang digunakan untuk membuat jembatan adalah baja ASTM A36. Memiliki tingkat kerapatan mencapai 7850 kg/m^3 .

Spesifikasi dimensi jembatan:

- Panjang (p) = 9,4 meter
- Lebar (l) = 2,6 meter
- Tinggi (T) = 0,5 meter
- Tebal plat (t) = 0,02 meter
- Kerapatan (ρ) = 7850 kg/m^3

Berikut merupakan rumus mencari volume dan massa dari material yang digunakan:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

ρ = massa jenis
 m = massa benda
 v = volume

$$\text{Volume } (v) = p \times l \times t$$

$$\text{Massa } (m) = \rho \cdot v$$

Ketika diterapkan kedalam rumus maka hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\text{Volume } (v) = 9,4 \text{ meter} \times 2,6 \text{ meter} \times 0,02 \text{ meter} = 0,4888 \text{ m}^3.$$

$$\text{Massa } (m) = 7850 \times 0,4888 = 3.837,08 \text{ kg konversi ke ton} = 3,83 \text{ ton}.$$

Dengan perhitungan tersebut hasil yang didapat bobot massa benda jembatan ini adalah 3,83 ton. Namun, hasil tersebut belum termasuk perhitungan banyaknya sambungan dan banyaknya plat penyangga.

3.3.4. Analisis Dimensi Silinder Hidrolik

Merujuk pada landasan teori pada bab sebelumnya, terdapat spesifikasi hidrolik yang dapat digunakan untuk mendukung pergerakan

jembatan. Analisis dimensi silinder hidrolik ini dilakukan agar dapat mengetahui secara presisi kebutuhan silinder hidrolik yang digunakan.

Berikut merupakan rumus untuk menentukan silinder hidrolik:

$$p = \frac{F}{A}$$

P = Tekanan ($\frac{N}{M^2}$ = pascal) \rightarrow 1 bar = $10^5 \frac{N}{M^2}$
 F = Gaya (N)
 A = Luas penampang piston (m^2)

$$\begin{aligned} F &= 3,83 \text{ ton} = 3,83 \times 10^3 \times 10 & F &= P \times A \\ &= 3,83 \times 10^4 \text{ N} \\ &= 37559.47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 100 \text{ bar. } 1 \text{ bar} = 100.000 \text{ pa} \\ &= 100 \times 10^5 \frac{N}{M^2} = 10.000.000 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Rumus mencari luas penampang piston:

$$\begin{aligned} A &= \frac{F}{P} & D^2 &= \frac{A}{0,785} \\ &= \frac{3,83 \times 10^4}{100 \times 10^5} & &= \frac{0,0038}{0,785} \\ &= \frac{3,83}{100 \times 10} & &= 0,0048 \\ &= \frac{3,83}{1000} & D &= \sqrt{0,0048} \\ &= 0,0038 \text{ M}^2 & &= 0,0695 \text{ m} \\ & & &= 6,95 \text{ cm} \\ A &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 & \text{Luas penampang (A)} &= 69,5 \text{ mm} \\ A &= 0,785 \cdot D^2 \end{aligned}$$

Rumus mencari bore (diameter bagian dalam silinder hidrolik):

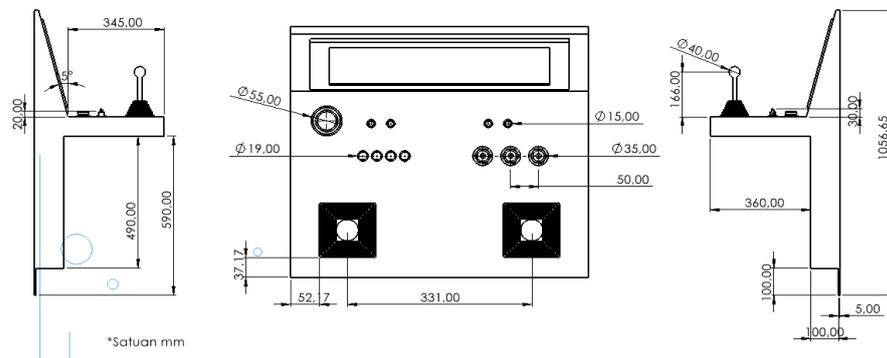
$$\begin{aligned} D &= \frac{\sqrt{4f}}{\pi p} \\ D &= \frac{\sqrt{4 \times 37559.47}}{\pi \times 10.000.000} = \frac{\sqrt{150.237.88}}{31.400.000} = \sqrt{0,004784} = 0,06917 \text{ m} = 69,17 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa untuk mengangkat jembatan dengan bobot 3,83 ton dengan jarak 2264.68mm membutuhkan spesifikasi silinder hidrolik sebagai berikut:

- Diameter bore 69,17mm.
- Dimensi luas penampang piston hidrolik sekitar 69,5 mm.
- Diameter rod ± 50 mm.
- Panjang rod ± 1893 mm.
- Panjang stroke ± 802 mm.

3.3.5. Analisis Antropometri Tombol Kontrol

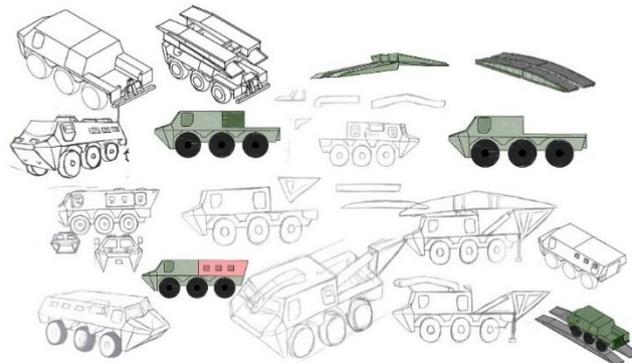
Berdasarkan pada landasan teori, tombol kontrol mengacu pada ukuran standar militer (MILD-STD 1472H) dengan persentil 95.



Gambar 3.16 Control Panel
(Dok. Pribadi)

3.3.6. Alternatif Desain

Tahap ini dilakukan dengan cara ideasi sketsa, yang mana proses tersebut berdasarkan analisis *platform*, gambaran dimensi, komponen dan proporsi *body* sudah ada. Berikut adalah sketsa ideasi yang dilakukan.



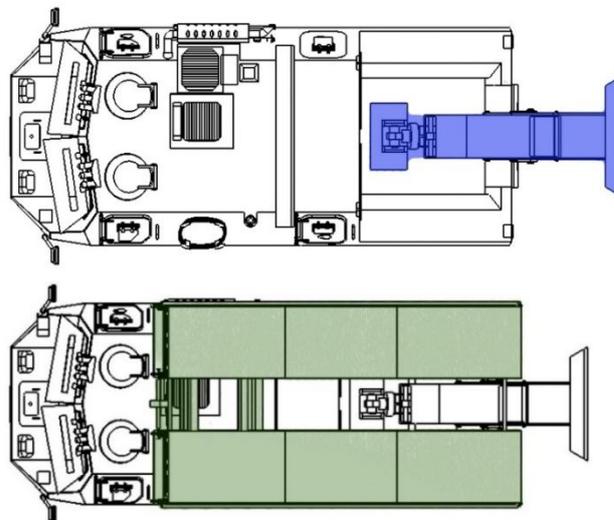
Gambar 3.17 Ideasi Sketsa
(Dok. Pribadi)

Perancangan ini menghasilkan 3 alternatif desain. Alternatif desain dirancang sesuai dengan analisa-analisa yang telah dilakukan.

a. Alternatif Desain 1

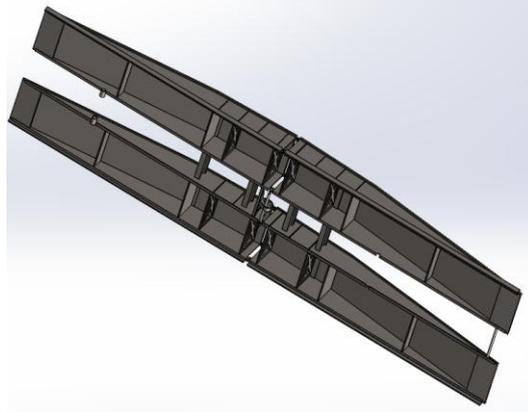
Alternatif desain 1 menggunakan mekanisme *scissors bridge*.

- Konfigurasi



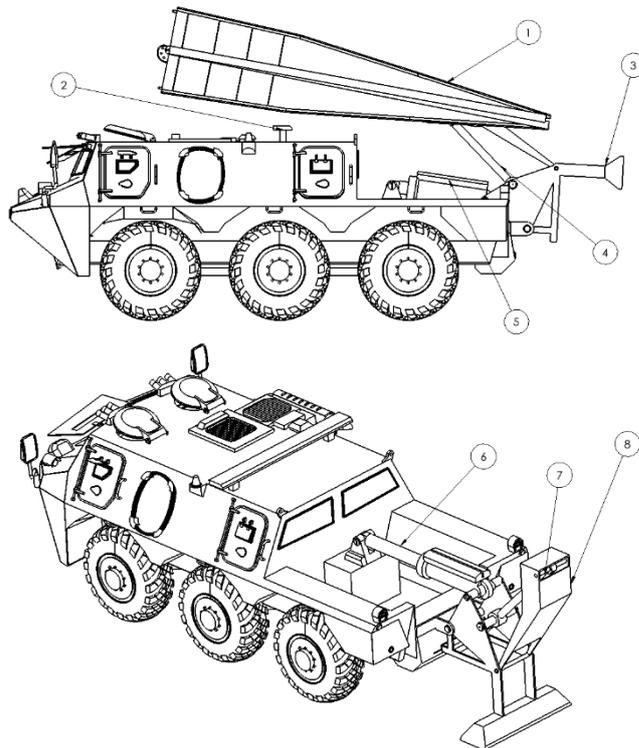
Gambar 3.18 Konfigurasi Alternatif 1 Tampak Atas
(Dok. Pribadi)

Pada konfigurasi alternatif 1 terdapat beberapa komponen, posisi komponen peluncuran jembatan tersebut berada pada tengah kabin belakang. Dimensi jembatan ketika dibentangkan yaitu panjang 9,4 meter, tinggi 0,5 meter dan lebar 2,6 meter. Ketika dilipat panjang jembatan 4,7 meter, tinggi 1 meter dan lebar 2,6 meter.



Gambar 3.19 Kontruksi Scissors Bridge (Dok. Pribadi)

Dengan analisis yang telah dilakukan, baja ASTM A36 memiliki massa 3,83 ton. Namun, pada desain jembatan ini dengan memperhatikan kontruksi dan tipe sambungan jembatan membuat bobot jembatan menjadi 8,15 ton.



Gambar 3.20 Komponen Scissors Bridge Tampak Samping dan Isometri (Dok. Pribadi)

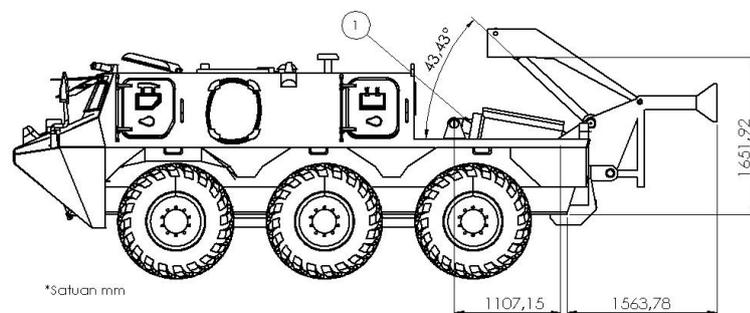
Penjelasan setiap komponen pada alternatif 1 ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Komponen Scissors Bridge (Dok. Pribadi)

Komponen Scissors Bridge		
No	Nama	Deskripsi
1	Bridge	Komponen utama yang berfungsi sebagai penghubung antara dua area yang terpisah.
2	Bridge Support	Berfungsi sebagai penahan jembatan pada bagian atap kendaraan.
3	Bearing Pad	Komponen yang berfungsi sebagai penyeimbang kendaraan pada saat pengoperasian.
4	Long Cylinder Hydraulic Bridge	Sebuah silinder hidrolik yang terhubung dengan piston dan terhubung dengan <i>bridge laying</i>
5	Big Cylinder Hydraulic Bridge	Hidrolik utama yang menggerakkan jembatan.
6	Big Piston Bridge	Piston berukuran besar yang terintegrasi dan menggerakkan <i>bridge laying</i> .
7	Long Piston Hydraulic Bridge	Sebuah piston berukuran panjang yang terintegrasi dan menggerakkan <i>coupler laying</i> .
8	Bridge Coupler Laying	Komponen yang berfungsi untuk melepaskan dan mengambil jembatan.

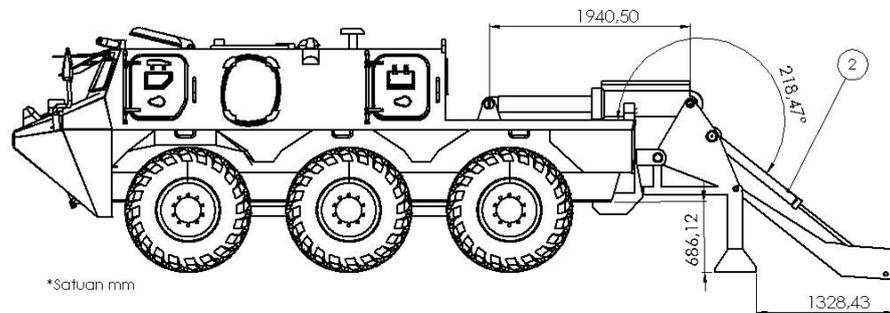
- Radius Hidrolik

Radius hidrolik dibagi menjadi 2 segmen yang mana ketika menyimpan jembatan dan ketika melepaskan jembatan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Radius Hidrolik Scissors Bridge Ketika Melipat (Dok. Pribadi)

Untuk radius ketika jembatan diluncurkan dan diletakan pada lintasan ditunjukkan pada gambar 3.22.

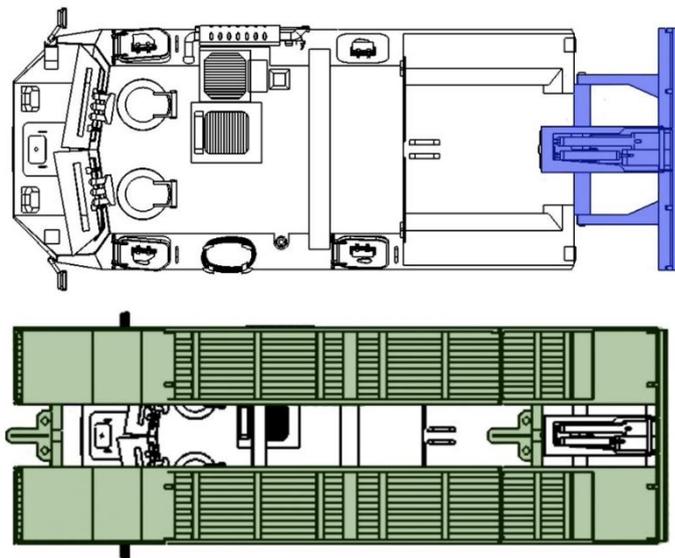


Gambar 3.22 Radius Hidrolik Scissors Bridge Ketika Meluncurkan Jembatan
(Dok. Pribadi)

b. Alternatif Desain 2

Alternatif 2 merupakan perancangan dengan mekanisme *folding bridge*.

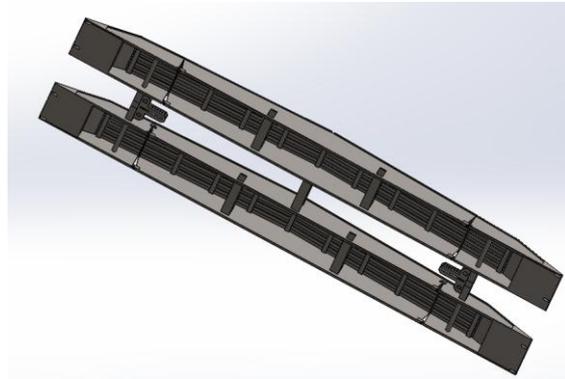
- Konfigurasi



Gambar 3.23 Konfigurasi Alternatif 2
(Dok. Pribadi)

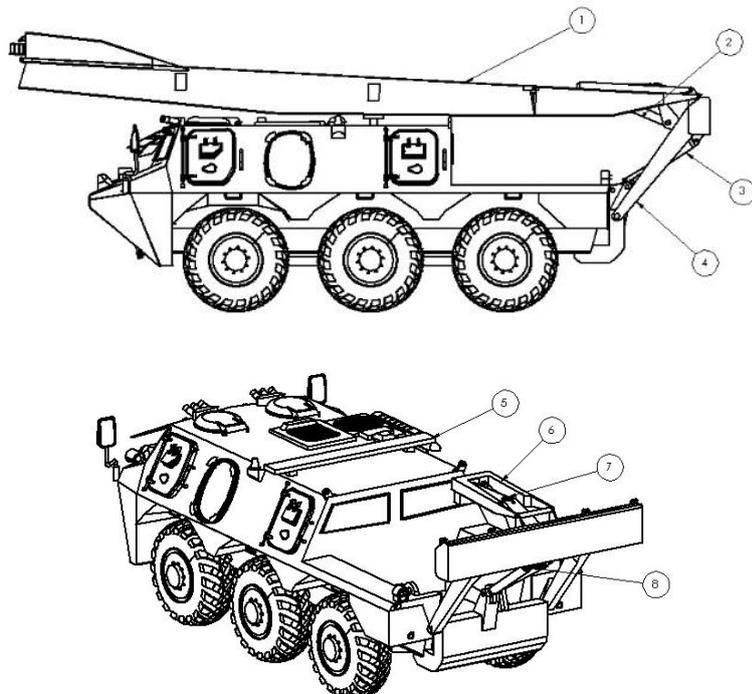
Pada alternatif 2, komponen pendukung peluncuran jembatan terletak pada bagian belakang kendaraan yang diubah. Dimensi ketika jembatan dibentangkan yaitu panjang 9,4 meter, tinggi 0,5

meter dan lebar 2,6 meter. Panjang jembatan ketika dilipat 7,5 meter, tinggi 0,8 meter dan lebar 2,6 meter.



Gambar 3.24 Kontruksi Folding Bridge
(Dok. Pribadi)

Menggunakan baja ASTM A36 sebagai material utama yang memiliki massa sekitar 3,83 ton. Pada desain jembatan ini berubah menjadi 9 ton dikarenakan tipe sambungan dan desain kontruksi jembatan.



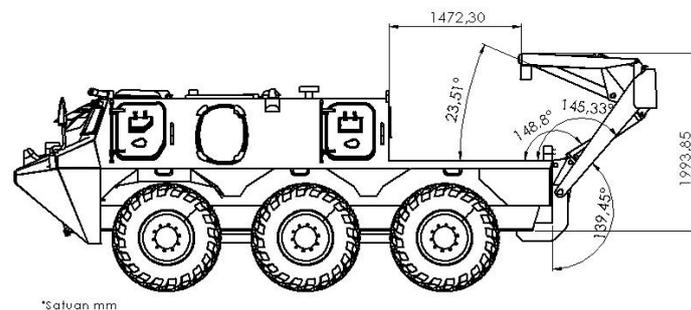
Gambar 3.25 Komponen Folding Bridge Tampak Samping dan Isometri
(Dok. Pribadi)

Tabel 3.7 Komponen Folding Bridge

Komponen <i>Folding Bridge</i>		
No	Nama	Deskripsi
1	<i>Bridge</i>	Komponen utama pada kendaraan yang berfungsi sebagai penghubung antara dua area yang terpisah dan dapat dilipat.
2	<i>Hydraulic Cylinder Launch</i>	Sebuah silinder hidrolis yang terintegrasi dengan piston dan <i>launch component</i> .
3	<i>Hydraulic Cylinder Laying</i>	Sebuah silinder hidrolis yang terintegrasi dengan piston dan <i>laying pad</i> .
4	<i>Laying Pad</i>	Komponen yang berfungsi untuk menggerakkan jembatan dan menahan kendaraan agar tetap stabil.
5	<i>Bridge Support</i>	Berfungsi sebagai penahan jembatan pada bagian atap kendaraan.
6	<i>Launch Component</i>	Komponen yang berfungsi untuk meluncurkan, melepaskan dan mengambil jembatan.
7	<i>Piston Launch Bridge</i>	Sebuah piston yang berfungsi untuk menggerakkan komponen peluncuran.
8	<i>Piston Laying Bridge</i>	Sebuah piston yang berfungsi untuk menggerakkan <i>laying pad</i> .

- Radius Hidrolik

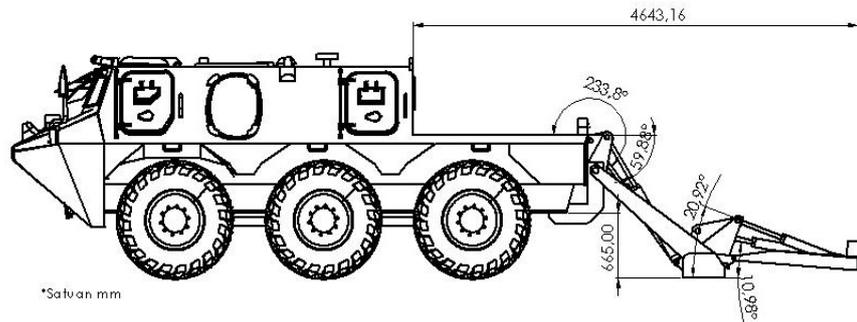
Pada saat pengoperasian *folding bridge* terdapat batas peluncuran jembatan. Berikut radius hidrolis ketika menyimpan dan meluncurkan jembatan.



*satuan mm

Gambar 3.26 Radius Hidrolik Folding Bridge Ketika Jembatan dilipat (Dok. Pribadi)

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.26 merupakan radius ketika jembatan tipe *folding* dilipat dan disimpan di atas kendaraan.

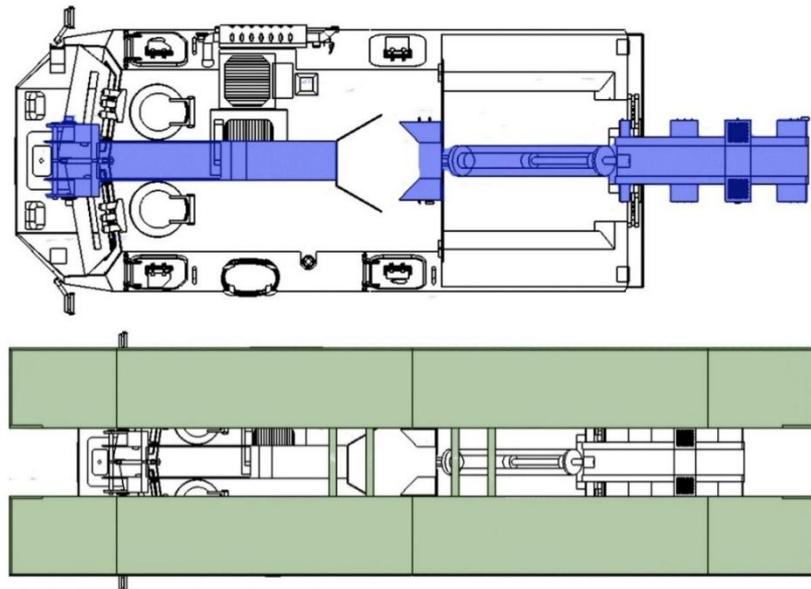


Gambar 3.27 Radius Hidrolik Folding Bridge Ketika Melepaskan Jembatan
(Dok. Pribadi)

c. Alternatif Desain 3

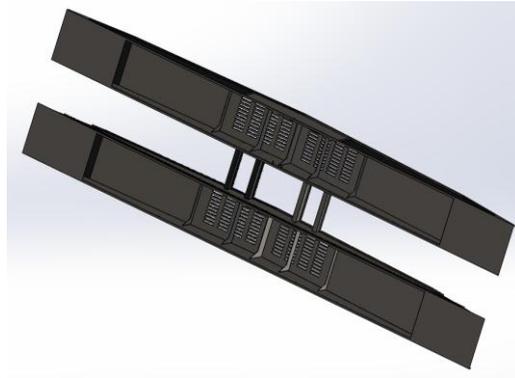
Alternatif terakhir yaitu merupakan perancangan dengan mekanisme *sliding bridge/leguan bridge*.

- Konfigurasi



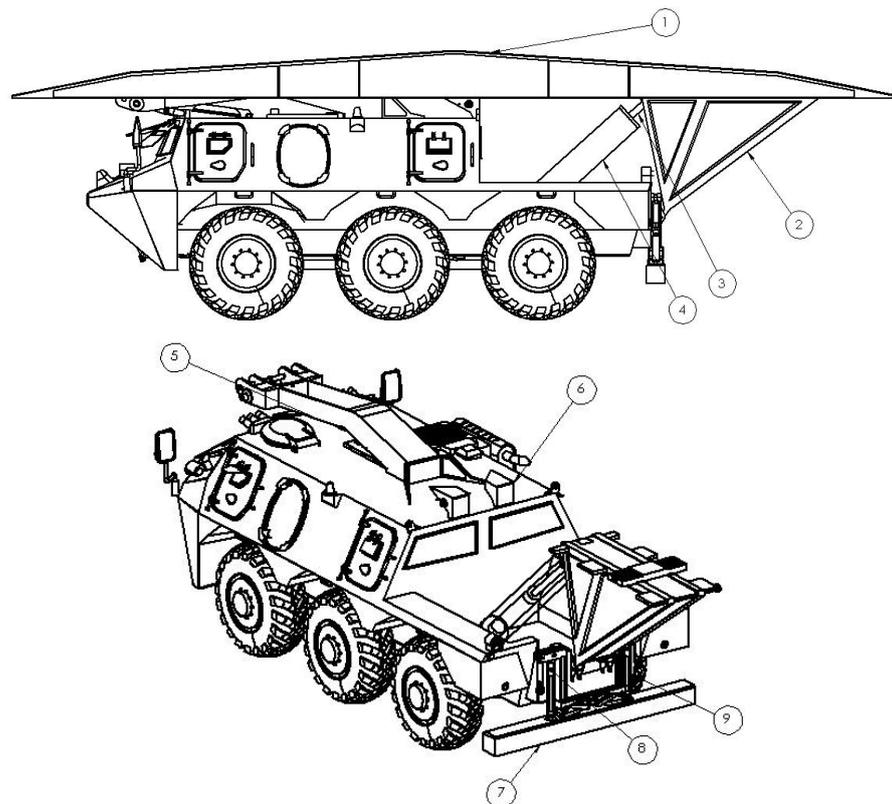
Gambar 3.28 Konfigurasi alternatif 3
(Dok. Pribadi)

Pada alternatif 3, komponen untuk meluncurkan jembatan terletak di bagian belakang kendaraan dan komponen tambahan pada bagian atas tengah kendaraan. Jembatan ini memiliki panjang 9,4 meter, tinggi 0,5 meter dan lebar 2,6 meter.



Gambar 3.29 Kontruksi Sliding Bridge
(Dok. Pribadi)

Dengan menggunakan baja ASTM A36 sebagai material utama massa jembatan ini adalah 3,83 ton. Namun, dengan memperhatikan kontruksi penyangga dan sambungan jembatan. bobot jembatan ini menjadi 4 ton.



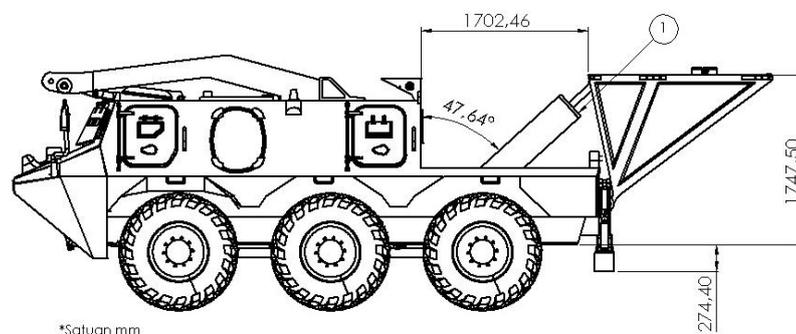
Gambar 3.30 Komponen Sliding Bridge Tampak Samping dan Isometri
(Dok. Pribadi)

Tabel 3.8 Komponen Sliding Bridge

Komponen <i>Sliding Bridge</i>		
No	Nama	Deskripsi
1	Bridge	Komponen utama pada kendaraan yang berfungsi sebagai penghubung antara dua area yang terpisah.
2	Laying Arm	Sebuah komponen yang berfungsi untuk menggerakkan, meluncurkan dan mengambil jembatan.
3	Piston Laying Arm	Piston yang berfungsi untuk menggerakkan <i>laying arm</i> .
4	Cylinder Hydraulic Laying Arm	Silinder hidrolik besar yang menjadi penggerak utama dan saling terhubung dengan piston.
5	Front Arm	Lengan pada bagian depan yang berfungsi untuk menahan jembatan.
6	Bearing Rel	Komponen yang berfungsi agar jembatan meluncur pada jalurnya.
7	Support Beam	Baja berbentuk balok yang berfungsi untuk menahan kendaraan agar tetap stabil.
8	Piston Support Beam	Sebuah piston yang berfungsi untuk menggerakkan <i>support beam</i> .
9	Cylinder Hydraulic Support Beam	Silinder hidrolik <i>support beam</i> yang terintegrasi dengan piston.

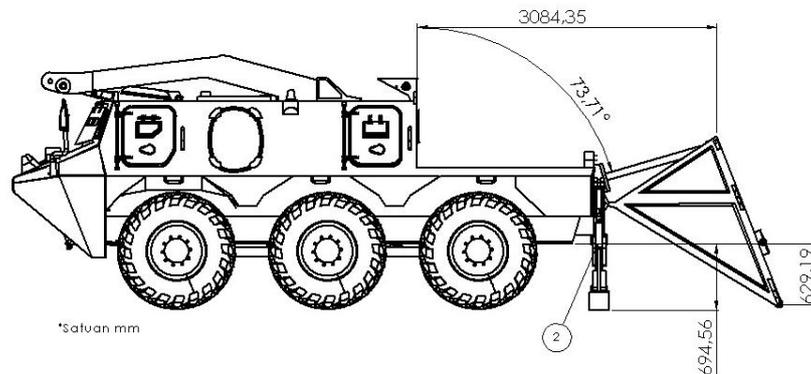
- Radius Hidrolik

Pada mekanisme *sliding bridge* terdapat batas peluncuran *laying arm*. Berikut radius hidrolik ketika menyimpan dan meluncurkan jembatan.



*Saluan mm

Gambar 3.31 Radius Hidrolik Laying Arm Ketika Menyimpan Jembatan
(Dok. Pribadi)



Gambar 3. 32 Radius Hidrolik Laying Arm Ketika Meluncurkan Jembatan
(Dok. Pribadi)

Dari ketiga alternatif yang telah dibuat nantinya akan dipilih menggunakan metode QFD. Pemilihan alternatif desain tentunya berdasarkan dengan kebutuhan pengguna. Guna dapat melihat perbandingan antar mekanisme, penulis membuat perbandingan dalam bentuk tabel.

Tabel 3.9 Perbandingan Mekanisme Peluncuran Jembatan

Atribut	<i>Scissors Bridge</i>	<i>Folding Bridge</i>	<i>Sliding Bridge</i>
Waktu peluncuran	±10 menit	±8 menit	±5 menit
Dimensi ketika disimpan (Tinggi keseleruhan)	5,1 meter	7,5 meter	2,9 meter
Bobot jembatan	8,15 ton	9 ton	4 ton
Operator	3	3	3
Penggunaan hidrolik	2	4	3
Stabilitas	Stabil	Stabil	Sangat stabil
Keunggulan	Kuat menahan beban berat	Kuat untuk medium tank	Cepat, kuat dan ringan
Kelemahan	Bobot jembatan terlalu berat.	Sistem yang rumit	Dimensi panjang menjadi bertambah

Perbandingan ini dilakukan guna mengetahui keunggulan dari setiap alternatif yang telah dibuat. Perbandingan ini juga menjadi acuan untuk menilai mekanisme mana yang cocok diterapkan pada panser pindad.

3.3.7. *Quality Function Deployment*

Quality function deployment merupakan metode yang dapat membantu untuk menentukan keputusan. Berfokus pada pendekatan langsung dengan pengguna agar dapat memahami produk yang akan dikembangkan.

Quality function deployment memiliki tahapan seperti identifikasi kebutuhan, perhitungan *importance rating* hingga perhitungan posisi produk. Hal tersebut nantinya digunakan untuk membangun *house of quality* (HOQ) dan digunakan sebagai pemilihan mekanisme yang sesuai untuk diterapkan pada panser pindad. Pada perancangan ini data diambil melalui *deep interview* kemudian diolah dan ditentukan pada sesi *focus grup discussion* dengan para ahli perancangan. Para ahli perancangan yang terlibat pada sesi *focus grup discussion* merupakan ahli dari PT Pindad, yaitu Arif Wijayanta, Asep Rahayu, dan Muhammad Diaz Perdana.

3.3.5.1. **Identifikasi Kebutuhan Pengguna (*Voice of Customer*)**

Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan wawancara kepada pengguna dan ahli kendaraan tempur panser pindad. Wawancara dilakukan guna mendapatkan kebutuhan terkait panser pindad. Penulis melakukan wawancara kepada 7 narasumber yang mana merupakan pengguna dari panser pindad yaitu TNI AD (3 orang), lalu penulis mewawancarai ahli perancangan dari PT Pindad (4 orang). Dalam wawancara didapatkan pernyataan, pernyataan itu kemudian dianalisis dan diubah menjadi *voice of customer*. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.10 terkait pernyataan pengguna.

Tabel 3.10 Interpretasi Kebutuhan Pengguna

Pernyataan Pengguna	Interpretasi Kebutuhan
Jembatan mudah dioperasikan	Mekanisme yang sederhana
Pemeliharaan tidak sulit	Sistem mudah di <i>maintenance</i>
Jembatan harus kuat	Konstruksi jembatan
Memperhatikan dimensi jembatan	Dimensi jembatan tidak melebihi kendaraan secara ekstrim
Beban maksimal panser pindad 16 ton	Jembatan yang ringan
Berat kosong panser pindad 11 ton	Optimalisasi ruang kosong.
Kestabilan panser pindad pada saat pengoperasian	Komponen tambahan agar panser pindad tetap stabil
Posisi operator dapat menjangkau area	Posisi operator fleksibel
Posisi operator tidak rawan serangan	Posisi operator harus aman
Waktu peluncuran	Reabilitas sistem
Penggunaan material baja	Optimalisasi material yang tersedia

Hasil dari interpretasi kebutuhan digunakan untuk menentukan atribut. Atribut yang didapat dari hasil interpretasi adalah sebagai berikut:

1. Keringkasan operasional jembatan
2. Mekanisme peluncuran
3. Waktu peluncuran
4. Keamanan pengguna
5. Dimensi ketika disimpan
6. Kesederhanaan sistem hidrolik

3.3.5.2. Menentukan *Importance Rating*

Setelah mendapatkan atribut, selanjutnya adalah mencari bobot per atribut yang ditentukan secara langsung melalui *focus grup discussion* bersama para ahli.

Tabel 3.11 Pembobotan Nilai Kepentingan

No	Atribut	Bobot
1	Keringkasan operasional Jembatan	25%
2	Mekanisme peluncuran	15%
3	Waktu peluncuran	15%

4	Keamanan pengguna	30%
5	Dimensi ketika disimpan	5%
6	Kesederhanaan sistem hidrolik	10%
Total		100%

Proses selanjutnya yaitu menentukan *importance rating* dari atribut tersebut.

$$\text{Importance rating} = \text{bobot} \times \text{jumlah atribut}$$

Nilai kepentingan berfungsi untuk mengetahui seberapa penting kebutuhan pengguna. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.12 yang berisikan *importance rating*.

Tabel 3.12 Importance Rating

No	Atribut	Bobot	IR
1	Keringkasan operasional Jembatan	25%	1,5
2	Mekanisme peluncuran	15%	0,9
3	Waktu peluncuran	15%	0,9
4	Keamanan pengguna	30%	1,8
5	Dimensi ketika disimpan	5%	0,3
6	Kesederhanaan sistem hidrolik	10%	0,6

Langkah selanjutnya ketika *importance rating* didapatkan adalah membangun *house of quality*. Dengan menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam karakteristik teknis.

3.3.5.3. Menentukan *Technical Requirement*

Technical requirement merupakan kebutuhan teknis dari produk. Proses ini menerjemahkan kebutuhan pengguna kedalam respon teknis.

Tabel 3.13 Technical Requirement

Atribut	Respon Teknis
Keringkasan operasional jembatan	Efisiensi ruang
Mekanisme peluncuran	Kesederhanaan mekanisme
Waktu peluncuran	Kecepatan peluncuran
Keamanan pengguna	Kekuatan jembatan
	Operator berada di dalam kabin

	Penambahan <i>outrigger</i>
Dimensi ketika disimpan	Dimensi yang ringkas
Kesederhanaan sistem hidrolik	Kemudahan pengoperasian
	Kemudahan pemeliharaan sistem

Hasil dari penjabaran *technical requirement* untuk kendaraan tempur spesifikasi jembatan ditunjukkan pada tabel 3.14.

Tabel 3.14 *Technical Requirement Panser pindad Spesifikasi Jembatan*

No	<i>Technical Requirement</i>
1	Efisiensi ruang
2	Kesederhanaan mekanisme
3	Kecepatan peluncuran
4	Kekuatan jembatan
5	Operator berada di dalam kabin
6	Penambahan <i>outrigger</i>
7	Dimensi yang ringkas
8	Kemudahan pengoperasian
9	Kemudahan pemeliharaan sistem

3.3.5.4. Hubungan Kebutuhan Pengguna dengan *Technical Requirement*

Pada tahap ini merupakan proses analisis terhadap hubungan antara kebutuhan pengguna dengan respon teknis, hal ini dilakukan agar mengetahui tingkat hubungan dengan respon teknis. Penilaian dilakukan dengan pemberian tanda yang berdasarkan tingkat hubungan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.15. Nilai dari hubungan kebutuhan pengguna dengan respon teknis didapatkan melalui perkalian skor tanda hubungan dengan *importance rating*.

Tabel 3.15 *Matriks Tanda Hubungan*

Tanda	Tanda Hubungan	Skor
●	Kuat	9
□	Sedang	3
△	Lemah	1

Relationship matrix menunjukkan keterikatan antara atribut dengan respon teknis. Terdapat hubungan yang kuat, sedang, lemah dan tidak berhubungan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.33.

Atribut	Importance rating	Efisiensi ruang	Kesederhanaan mekanisme	Kecepatan peluncuran	Kekuatan jembatan	Kemudahan pengoperasian	Dimensi yang ringkas	Operator di dalam kabin	Kemudahan pemeliharaan sistem
Keringasan Operasional Jembatan	1,5	•	•	□		•	•		□
Mekanisme Peluncuran	0,9		•	•	Δ	•	Δ		•
Waktu Peluncuran	0,9		•	•	•	□		□	
Keamanan Pengguna	1,8	□	Δ	□	•	•	•	•	
Dimensi Ketika Disimpan	0,3	•	Δ				•		•
Kesederhanaan Sistem Hidrolik	0,6	Δ	•	•		□			•

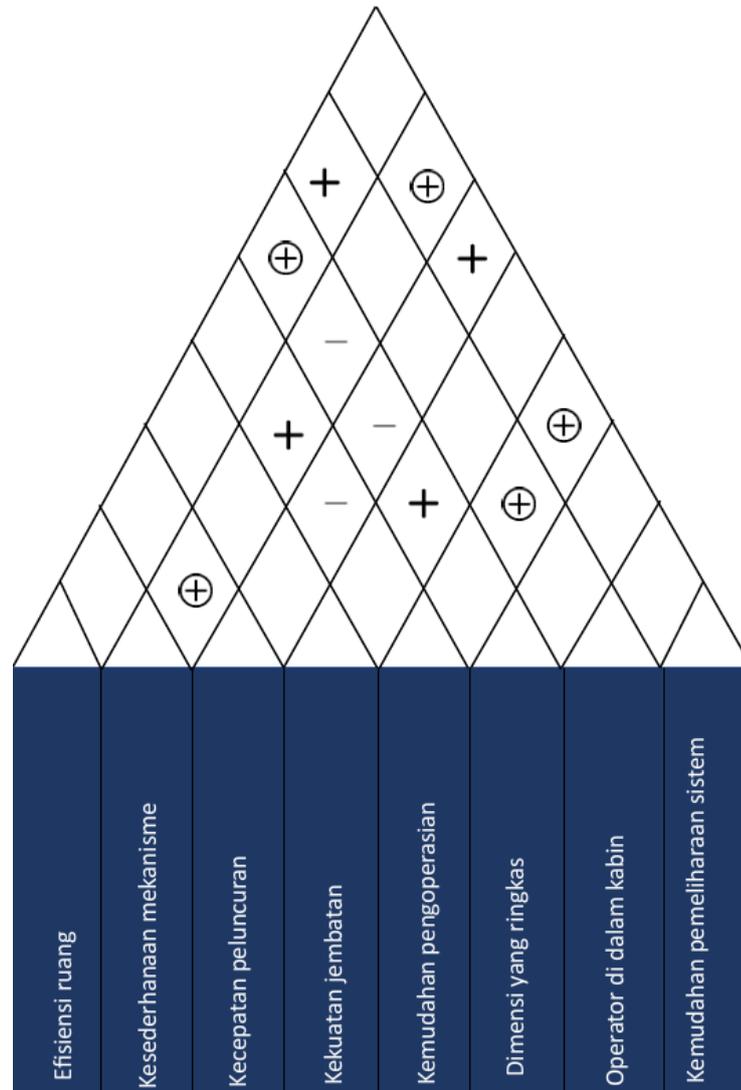
Gambar 3.33 Relationship Matrix (Dok. Pribadi)

3.3.5.1. Menentukan *Technical Correlation*

Technical correlation merupakan sebuah atap korelasi antar respon teknis. Berikut merupakan simbol korelasi:

Tabel 3.16 Simbol Korelasi Atap

Korelasi Atap	
⊕	Hubungan sangat positif
+	Hubungan positif
⊖	Hubungan sangat negatif
—	Hubungan negatif



Gambar 3.34 Matriks Atap Korelasi

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.34 terkait matriks atap korelasi, terdapat hubungan antara respon teknis satu dengan yang lainnya. Berdasarkan korelasi tersebut, hubungan antara kesederhanaan mekanisme dengan kecepatan peluncuran memiliki hubungan sangat positif. Kesederhanaan mekanisme dengan kemudahan pengoperasian memiliki hubungan positif dan seterusnya. Untuk respon yang tidak memiliki hubungan tidak diberi tanda.

3.3.5.2. Menentukan Prioritas dan *Target Value*

Absolute importance merupakan jumlah dari masing-masing respon teknis, nilai yang didapat dari *relationship matriks*. *Organization difficult* merupakan kesanggupan perusahaan. Target merupakan sasaran yang ingin diraih dari masing-masing respon teknis.

<i>Absolute Importance</i>		22,2	37,2	31,5	25,2	34,3	23,3	18,9	20,7	185,1
<i>Organization difficult</i>	1-5	5	4	1	4	3	4	5	3	
Target Value		Pemanfaatan kabin	Perancangan sistem tidak sulit	Maksimal 7 menit	Material baja	Tombol kontrol portable	Maksimal panjang 10 meter dan lebar 2.6 meter	Perlindungan terhadap pengguna	Mengurangi biaya pemeliharaan	

Gambar 3.35 Matriks Prioritas dan *Target Value* (Dok. Pribadi)

3.3.5.3. Nilai Posisi Produk

Nilai posisi produk didapatkan dari hasil dikusi bersama para ahli tentang pengembangan kendaraan tempur spesifikasi *launch bridge*. Pemilihan berdasarkan ranking, ranking pertama merupakan desain terpilih. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.17 berikut terkait nilai posisi produk.

Tabel 3.17 Nilai Posisi Produk

No	Atribut	Bobot	<i>Scissors Bridge</i>		<i>Folding Bridge</i>		<i>Sliding Bridge</i>	
			Skor	Total	Skor	Total	Skor	Total
1	Keringkasan operasional Jembatan	25%	4	1	5	1,25	9	2,25
2	Mekanisme peluncuran	15%	6	0,9	4	0,6	9	1,35
3	Waktu peluncuran	15%	4	0,6	6	0,9	9	1,35
4	Keamanan pengguna	30%	4	1,2	6	1,8	9	2,7

5	Dimensi ketika disimpan	5%	9	0,45	5	0,25	5	0,25
6	Kesederhanaan sistem hidrolik	10%	5	0,5	5	0,5	9	0,9
Nilai Absolut				4,65		5,3		8,8
Ranking			3		2		1	

Berikut merupakan rubrik penilaian posisi produk:

Kategori skor:

Tabel 3.18 Kategori Skor

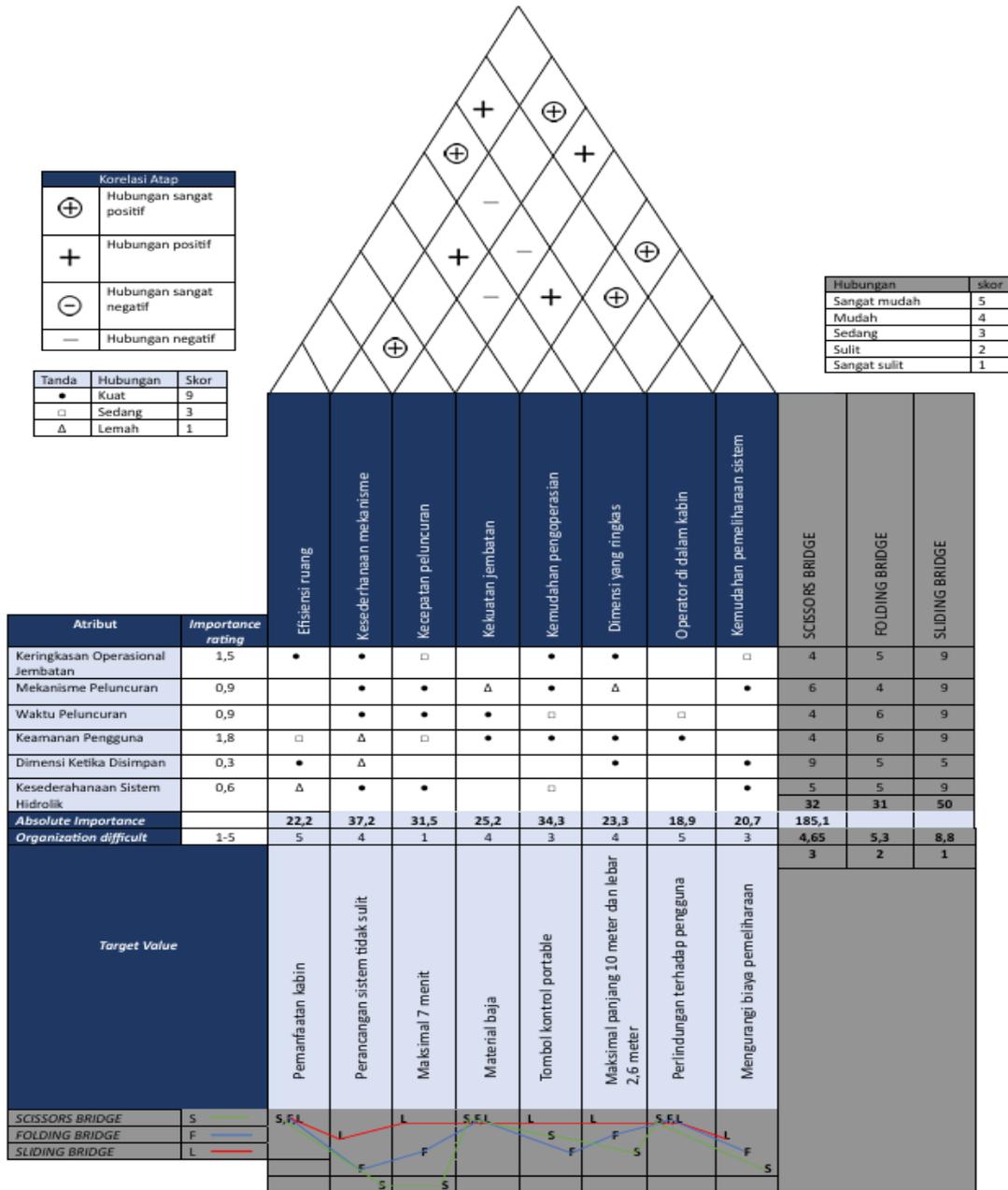
Skor	Keterangan
8-9	Sangat baik
6-7	Baik
4-5	Cukup
2-3	Kurang
1	Kurang baik

Total = *bobot* × *skor*

Nilai absolut = *total per atribut dijumlahkan*

Dengan melakukan diskusi bersama para ahli perancangan dari PT Pindad, bahwa penilaian terhadap posisi produk penting dilakukan guna mengetahui mekanisme mana yang akan diterapkan pada panser pindad. Seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas dapat dilihat hasil ditunjukkan dengan peringkat ranking. Pada tabel nilai posisi produk, *sliding bridge* memiliki nilai tertinggi atau peringkat 1. Dengan demikian, mekanisme tersebut merupakan mekanisme yang dapat diterapkan pada panser pindad.

3.3.8. House of Quality



Gambar 3.36 House of Quality (Dok. Pribadi)

Dari hasil analisis data dan informasi house of quality mekanisme yang terpilih adalah sliding bridge.

3.4 Spesifikasi Teknis

Tujuan dari perancangan ini adalah untuk membuat desain kendaraan tempur panzer pindad spesifikasi launch bridge untuk memudahkan mobilitas

Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat dalam melaksanakan operasi militer ini dan menggunakan mekanisme *sliding* untuk diterapkan pada panser pindad. Pengambilan data dilakukan guna mengetahui kebutuhan pengguna. Pengambilan data langsung menemui pengguna panser pindad dan ahli perancangan. Dari hasil tersebut didapat atribut dan dilakukan analisis awal, pada perancangan desain jembatan ini perlu melakukan modifikasi bagian kabin panser pindad. Modifikasi dilakukan guna mengoptimalkan ruang agar perancangan jembatan sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya, dari analisis data yang telah dilakukan terdapat 3 alternatif desain dalam perancangan kendaraan tempur panser pindad ini.

Pemilihan alternatif desain dilakukan dengan menggunakan *quality function deployment*. Tahap atau proses yang digunakan adalah *house of quality*. Setelah mendapatkan *voice of customer*, *user needs*, *importance rating*, *relationship matrix*, *technical requirement* dan *target value* selanjutnya adalah membangun *house of quality*. Setelah *house of quality* dibangun maka dapat terlihat hasil dari kebutuhan pengguna. Dari hasil *house of quality* menunjukkan mekanisme *sliding bridge* mendapatkan nilai tertinggi. Pada perancangan ini, mekanisme yang digunakan adalah mekanisme *sliding bridge*.

Kemudahan pengoperasian, keamanan dan keringkasan jembatan menjadi prioritas utama dalam perancangan kendaraan tempur panser pindad spesifikasi *launch bridge*. Sehingga dari hasil tersebut konsep desain yang didapat yaitu tangguh dan mudah.

Spesifikasi teknis panser pindad spesifikasi *launch bridge* mekanisme *sliding*:

1. Bobot total jembatan 4 ton.
2. Panjang 9,4 meter, lebar 2,6 meter dan tinggi 0,5 meter.
3. Lebar rintangan maksimal 8 meter.
4. Waktu peluncuran ± 5 menit.
5. Jumlah personel untuk pengoperasian 3 orang.
6. Jumlah daya yang digunakan $320 \text{ Hp} = 23870 \text{ Watt} = 23,870 \text{ kwatt}$
7. Beban maksimal jembatan 16 ton.