



UNIVERSITAS PERTAHANAN

**MODEL SISTEM ALAT BANTU PELEPAS *PAD SHOE*
RODA RANTAI *TANK LEOPARD*
GUNA Mendukung OPERASI PERTAHANAN DARAT**

ASRIL ARIFIN

NIM: 120170404001

Tesis yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
dalam Mendapatkan Gelar Magister

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAYA GERAK**

BOGOR

FEBRUARI 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Asril Arifin
NIM : 120170404001
Program Studi : Teknologi Daya Gerak
Judul Tesis : Model Sistem Alat Bantu Pelepas *Pad Shoe* Roda Rantai *Tank Leopard* Guna Mendukung Operasi Pertahanan Darat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains dalam Ilmu Pertahanan pada Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Kol Kes Dr. Sovian Aritonang, S.Si.,M.Si ()

Pembimbing II : Brigjen TNI Lasmono,M.Si ()

Penguji I : Kol. Laut Dr. I Nengah P.A, S.T, M.Si ()

Penguji II : Kol.Dr. R. Djoko Andreas N, S.IP.,M.AB. ()

Penguji III : Dr. Jupriyanto, S.T., M.T ()

Ditetapkan di : Bogor

Tanggal : Februari 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, sub bab, atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam tesis ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan peraturan dan undang-undang yang berlaku.

Bogor, Februari 2019

Asril Arifin

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Asril Arifin
NIM : 120170404001
Program Studi : Teknologi Daya Gerak
Fakultas : Teknologi Pertahanan
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul

“ Model Sistem Alat Bantu Pelepas *Pad Shoe* Roda Rantai Tank Leopard
Guna Mendukung Operasi Pertahanan Darat”

Beserta perangkat yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pertahanan Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta/Karya intelektual dari tesis ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan kesadaran penuh tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bogor, Februari 2019

Asril Arifin

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas limpahan karunia yang tidak ternilai yang Allah berikan. Tidak ada kata lain yang dapat penulis ucapkan kecuali “Alhamdulillahirabbil’alamin”, serta puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan ridha-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul model sistem alat bantu pelepas *pad shoe* roda rantai *tank Leopard* guna mendukung operasi Pertahanan Darat.

Penyusunan tesis ini ditujukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan kuliah di program Magister Sains Ilmu Pertahanan Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan Indonesia.

Penyusunan tesis ini dapat diselesaikan. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Letjen TNI Dr. Tri Legionosuko, S.IP., M.AP. selaku Rektor Universitas Pertahanan Indonesia
2. Romie Oktovianus Bura, B.Eng., (Hons)., MRAeS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Strategi Pertahanan Universitas Pertahanan Indonesia
3. Kolonel Kes Dr. Sovian Aritonang, S.Si.,M.Si selaku pembimbing I dan Brigjen TNI Lasmono, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan waktu dan tenaga dalam mengarahkan serta memberikan semangat kepada penulis hingga akhirnya tesis ini selesai disusun.
4. Kolonel Kes Dr. Sovian Aritonang, S.Si.,M.Si selaku Kepala Program Studi Teknologi Persenjataan.
5. Para teman-teman Prodi Teknologi Daya Gerak Cohort 9 yang terus memberikan semangat serta dukungan kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
6. Seluruh staf pengajar dan karyawan Program Studi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan yang telah banyak membantu penulis selama proses belajar dan penulisan tesis ini.

7. Berbagai pihak yang tidak penulis sebut satu per satu, yang telah memberikan bantuan, masukan, serta dukungan bagi penulis sejak dimulainya perkuliahan sampai dengan selesainya penyusunan tesis ini.

Terlepas dari kekurangan-kekurangan di dalam tesis ini, penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat yang positif bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Februari 2019

Asril Arifin

ABSTRAK

MODEL SISTEM ALAT BANTU PELEPAS *PAD SHOE* RODA RANTAI TANK *LEOPARD* GUNA Mendukung OPERASI PERTAHANAN DARAT

ASRIL ARIFIN

Salah satu Alutsista yang sudah dimiliki satuan Kavaleri TNI AD adalah tank Leopard. Proses pemeliharaan tank Leopard yang sering diganti adalah pada bagian *pad shoe* karena memiliki *life time* lebih cepat dibandingkan perangkat lainnya. *Pad shoe* adalah bantalan rantai tank yang terbuat dari *rubber/karet* yang berfungsi sebagai pelapis rantai agar tidak terjadi *friction* dengan jalan yang dilintasinya. Dari aspek ke stabilan berkendara *pad shoe* mempunyai peran penting dalam keseimbangan manuver pada saat di medan tempur, saat latihan dan demonstrasi. Melepas *pad shoe* Ranpur tank Leopard dengan sistem manual awalnya adalah untuk standar postur Negara asal (*German*) yang bertubuh besar, apabila digunakan untuk standar personil militer Indonesia tidak efektif karena butuh tenaga besar dan waktu yang lebih lama. Dampak yang timbul adalah resiko terjadinya kecelakaan kerja cukup tinggi bagi prajurit diakibatkan kelelahan. Sistem alat pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard dirancang menggunakan sistem hidrolik untuk menggandakan tenaga supaya pekerjaan lebih cepat dan ringan. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana menganalisa kebutuhan alat sistem pelepas *pad shoe* dan bagaimana membuat model alat pelepas *pad shoe* tank Leopard. Penelitian ini dilakukan dengan metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara, observasi dan melakukan eksperimen. Teknik pengolahan data yang digunakan adalah pengolahan data kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan model alat bantu pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard yang efisiensi dari segi waktu, tenaga dan personil sesuai *requirement* dan spesifikasi adalah menggunakan sistem hidrolik yang terdiri dari; silinder hidrolik, pisau pendorong dan pengukuh, *manual power*, selang hidrolik dan *pressure gauge*.

Kata Kunci: model alat bantu, pelepas *pad shoe*, tank Leopard.

ABSTRAK

MODEL SISTEM ALAT BANTU PELEPAS PAD SHOE RODA RANTAI TANK LEOPARD GUNA MENDUKUNG OPERASI PERTAHANAN DARAT

ASRIL ARIFIN

One of the defense equipment owned by the TNI AD cavalry unit is a Leopard tank. The process of maintaining Leopard tanks that are often replaced is on the pad shoe because it has a faster life time than other devices. The shoe pad is a tank chain bearing made of rubber / rubber that functions as a chain coating to prevent friction from the road it passes. From the stability aspect the pad shoe drive has an important role in the balance of maneuvering on the battlefield, during training and demonstrations. Releasing the Ranpur tank Leopard shoe with its initial manual system is for the large posture of the country of origin (German), when used for the standards of Indonesian military personnel it is not effective because it requires great power and a longer time. The impact that arises is the risk of a work accident is quite high for soldiers due to fatigue. The release system of the Leopard tank chain wheel pad is designed using a hydraulic system to double the power so that the work is faster and lighter. The purpose of this study is to analyze the needs of pad shoe release system tools and how to model a release tool on Leopard shoe tanks. This research was conducted with qualitative methods with data collection techniques through interviews, observation and conducting experiments. The data processing technique used is the processing of quantitative data. The results of the study show that the need for a model of relief equipment on the Leopard tank chain wheel shoe that is efficient in terms of time, personnel and personnel according to the requirements and specifications is to use a hydraulic system consisting of; hydraulic cylinders, push and reinforcement knives, manual power, hydraulic hose and pressure gauge.

Keywords: model tools, release pad shoe, Leopard tank.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
PERNYATAAN ORISIONALITAS.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Fokus dan Sub Fokus Penelitian.....	6
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Hasil Penelitian.....	7
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	7
1.5.2 Manfaat Praktis.....	8
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	9
2.1 Konsep Model.....	9
2.2 Konsep Model yang Dikembangkan.....	10
2.3 Kerangka Teoritik.....	10
2.4 Tank Leopard.....	13
2.4.1 Perkembangan Tank TNI AD.....	13
2.4.2 Perkembangan <i>Pad Shoe</i>	14
2.4.3 Konsep Kebijakan Negara.....	16
2.4.4 Pembinaan Pertahanan Negara.....	17
2.5 Teori dan Perhitungan.....	18

2.5.1 Teori Tentang Gaya.....	18	
2.5.2 Teori Dasar Hidrolik.....	20	
2.5.3 Silinder Kerja (Aktuator) Hidrolik.....	21	
2.5.4 Pompa Hidrolik.....	23	
2.5.5 Pipa/Selang Hidrolik.....	25	
2.5.6 Fluida Hidrolik.....	29	
2.5.7 Kopling Hidrolik.....	30	
2.5.8 <i>Reservoir</i> Hidrolik.....	30	
2.5.9 Manometer (<i>Pressure Gauge</i>).....	31	
2.6 Penelitian Terdahulu.....	32	
2.7 Kerangka Pemikiran.....	36	
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.1.1	Tempat Penelitian	39
3.1.2	Waktu Penelitian.....	39
3.2	Karakteristik Model yang Dikembangkan.....	39
3.2.1	Kriteria.....	39
3.2.2	Alternatif.....	40
3.3	Langkah-Langkah Pengembangan Model.....	41
3.3.1	Penelitian Pendahuluan.....	41
3.3.2	Perencanaan Pengembangan Model.....	41
3.4	Alat dan Bahan.....	45
3.5	Penyesuaian dan Kalibrasi.....	46
3.6	Sumber Data/Subjek/Objek Penelitian	47
3.6.1	Sumber Data	47
3.6.2	Subjek Penelitian	47
3.6.3	Objek Penelitian	48
3.7	Teknik Pengumpulan Data	48
3.8	Teknik Analisa Data	49
3.9	Pengujian Keabsahan dan Keterandalan data	50
3.10	Variabel yang Direncanakan	50

3.11	Definisi Operasional	51
3.12	Pelaksanaan Jadwal Penelitian	52
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
4.1	Hasil Penelitian	53
4.1.1	Kebijakan Pemeliharaan Ranpur TNI AD	53
4.1.2	Kebijakan Pemeliharaan Ranpur Satuan Kavaleri	55
4.1.3	Kebijakan Pemeliharaan <i>pad shoe</i> saat ini	57
4.1.4	Analisa Perolehan Data Model Alat	59
4.1.5	Analisa Pemilihan Bahan	65
4.2	Pembahasan	72
4.2.1	Kebutuhan Sistem Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Tank Leopard	72
4.2.1.1	Requerement Alat <i>Pad Shoe</i> Tank Leopard	72
4.2.1.2	Spesifikasi Alat Pelepas <i>Pad shoe</i> Roda Rantai <i>Tank Leopard</i>	74
4.2.2	Model Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Roda Rantai Tank Leopard	75
4.2.2.1	Model Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Sistem Hidrolik	75
4.2.2.2	Pembahasan Kualitas Alat	80
4.2.2.3	Pembahasan Hasil dan Evaluasi	83
BAB V	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Rekomendasi	87
	DAFTAR PUSTAKA	88
	LAMPIRAN	91
	LAMPIRAN 1. SURAT IJIN PENELITIAN	91
	LAMPIRAN 1. DOKUMEN PENDUKUNG	94
	RIWAYAT HIDUP PENELITI	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peforma MBT Leopard 2 RI Milik TNI AD.....	3
Gambar 1.2	Tampak Depan, Samping dan Atas MBT Leopard	3
Gambar 1.3	Bagian Komponen MBT	4
Gambar 1.4	Pelepasan Rantai Menggunakan Alat Mekantorik	5
Gambar 2.1	<i>Global Fire Power GFP</i> , 2018	14
Gambar 2.2	Kesetimbangan Gaya	18
Gambar 2.3	Resultan Gaya	19
Gambar 2.4	Azas Penekan Hidrolik.....	21
Gambar 2.5	Silinder Hidrolik Kerja Ganda	22
Gambar 2.6	Pompa Roda Gigi Luar	24
Gambar 2.7	Lapisan Pipa Hidrolik	26
Gambar 2.8	Pemasangan Pipa Fleksibel.....	27
Gambar 2.9	Penyambung Paping dan Piping	28
Gambar 2.10	<i>Reservoir</i>	31
Gambar 2.11	<i>Pressure Gauge</i>	32
Gambar 2.12	Kerangka Pikiran	37
Gambar 3.1	Gambar Diagram <i>engineering process</i>	42
Gambar 4.1	Struktur Organisasi Batalyon Kavaleri.....	55
Gambar 4.2	Pelepasan <i>Pad Shoe</i> dengan Memasang Alat Ukur Torsimeter pada Tuas	61
Gambar 4.3	Mengukur Pergeseran <i>Pad Shoe</i> Menggunakan Tuas Sampai Terlepas dari Kedudukan Track	62
Gambar 4.4	Vektor Gaya pada lengan tuas	63
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Torsi dengan Jarak Geser dan Gaya yang Dihasilkan pada <i>Pad Shoe-1</i>	64
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Torsi dengan Jarak Geser dan Gaya yang Dihasilkan pada <i>Pad Shoe-2</i>	65
Gambar 4.7	Mata Pisau Pendorong <i>Pad Shoe</i>	67
Gambar 4.8	Mata Pisau Pengukuh <i>Pad Shoe</i>	67
Gambar 4.9	Pegangan/Handle dan Kaki-Kaki Hidrolik	66
Gambar 4.10	<i>Rod Pulling Force For Hydraulic Cylinders</i>	67
Gambar 4.11	Rangkaian Sistem Hidrolik Pelepas <i>Pad Shoe</i>	68

Gambar 4.12 Alternatif 1, Rencana Penyimpanan Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Sistem Hidrolik Pada <i>Body Tank Leopard</i>	70
Gambar 4.13 Alternatif 2, Rencana Penyimpanan Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Sistem Hidrolik Pada <i>Body Tank Leopard</i>	71
Gambar 4.14 Disain Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Sistem Hidrolik	73
Gambar 4.15 Disain Pompa Hidrolik Sebagai Sumber Tenaga Menggunakan Kaki	73
Gambar 4.16 Rangkain Pompa Hidrolik Sebagai Sumber Tenaga Manual	74
Gambar 4.17 Posisi Hidrolik Sudah Terpasang Dan Siap Digerakkan	76
Gambar 4.18 Pompa Hidrolik Ditekan Manual Menggunakan Kaki	76
Gambar 4.19 Pisau Pendorong Bergerak Menekan <i>Pad Shoe</i>	77
Gambar 4.20 Pisau Pendorong Menekan <i>Pad Shoe</i> Keluar	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kekuatan dan kendala alat bantu <i>pad shoe</i>	12
Tabel 2.2	Jumlah MBT Leopard yang Dimiliki TNI AD	13
Tabel 2.3	Penelitian Terdahulu	33
Tabel 3.1	Alternatif Elemen Model Alat	40
Tabel 3.2	Pelaksanaan Jadwal Penelitian	51
Tabel 4.1	Dislokasi Satuan Batalyon Kavaleri TNI AD Dan Senjatanya.....	56
Tabel 4.2	Jumlah Personil Peleton Pemeliharaan (Tonhar)	57
Tabel 4.3	Data Antropometri.....	60
Tabel 4.4	Data <i>Pad Shoe-1</i> Pengukuran Besarnya Torsi dengan Kondisi Rantai Berkarat	63
Tabel 4.5	Data <i>Pad Shoe-2</i> Pengukuran Besarnya Torsi dengan Kondisi Rantai Sangat Berkarat	64
Tabel 4.6	Komposisi Kimia Baja K100	66
Tabel 4.7	Komposisi Kimia Baja S45C	68
Tabel 4.8	<i>Requirement</i> Sistem Alat Pelepas <i>Pad Shoe</i> Roda Rantai Tank Leopard	72
Tabel 4.9	Spesifikasi Sistem Alat Yang Digunakan.....	74
Tabel 4.10	Perbandingan Tenaga/Daya Antara Sistem Manual Dengan Sistem Hidrolik	80
Tabel 4.11	Perbandingan Waktu Antara Sistem Manual Dengan Sistem Hidrolik.....	81
Tabel 4.12	Perbandingan Sistem Kerja Antara Metode Lama Dengan Metode Baru	82

DAFTAR SINGKATAN

AEV	<i>Armoured Engineer Vehicle</i>
ARV 2 RI	<i>Armoured Recovery Vehicle in Configuration Republic of Indonesia.</i>
AVLB BEAVER	<i>Armoured Vehicle Launched Bridge Beaver</i>
BALITBANGAD	Badan Penelitian dan Pengembangan Angkatan Darat
BENGPUSPAL	Bengkel Pusat Peralatan
DANTONHAR	Komandan Pleton Pemeliharaan
DANTONKAV	Komandan Pleton Kavaleri
DITPALAD	Direktorat Peralatan Angkatan Darat
GFP	<i>Global Fire Power</i>
HARBANG	Pemeliharaan dan Pengembangan
HARMAT	Pemeliharaan Material
HARCEGAH	Pemeliharaan dan Pencegahan
ORGAS	Organisasi dan Tugas
PUSENKAV	Pusat Kesenjataan Kavaleri
PUSDIKAV	Pusat Pendidikan Kavaleri
MBT	<i>Main Battle Tank</i>
MEF	<i>Minimum Essential Force</i>
RANPUR	Kendaraan Tempur
RANTIS	Kendaraan Taktis
SATBANPUR	Satuan Bantuan Tempur
SATPUR	Satuan Tempur
SOP	<i>Standard Operating Procedure</i>
TONHAR	Pleton Pemeliharaan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tugas pokok TNI adalah menegakkan kedaulatan negara, mempertahankan keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, serta melindungi segenap bangsa dan seluruh tumpah darah Indonesia¹. Ancaman menjadi faktor utama dalam penyusunan desain suatu sistem pertahanan negara, baik dalam bentuk aktual maupun potensial. Salah satu menghadapi ancaman tersebut adalah dengan menyiapkan Alutsista yang baik dan handal.

Untuk mendapatkan Alutsista yang baik dan handal dengan cara modernisasi Alutsista masih memungkinkan terhambat embargo oleh beberapa negara. Pembangunan Alutsista TNI sebagian besar masih ketergantungan pada produk dari luar negeri. Kondisi itu belum sepenuhnya dapat didukung oleh kemampuan industri pertahanan nasional. Ketidakseimbangan antara kemampuan industri nasional dan kemampuan teknis dengan Alutsista yang dibutuhkan menyebabkan peralatan pertahanan Negara Indonesia tergantung pada negara lain (negara pengimpor). Suku cadang dari Alutsista masih didatangkan dari luar, dengan demikian untuk mewujudkan alat pertahanan yang handal dibutuhkan juga upaya pemeliharaan Alutsista yang ada ²

Sesuai yang tercantum dalam UU no.16 tahun 2016 tentang industri pertahanan, bahwa pemeliharaan dan perbaikan alat peralatan pertahanan

¹ Undang Undang RI Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia pasal 7 ayat 1.

² Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2015 Tentang Postur pertahanan negara Indonesia, hal 39.

harus dilakukan di dalam negeri.³ Untuk pemeliharaan dan perbaikan alat utama sistem senjata menjadi kegiatan penting dalam upaya meningkatkan kesiapan operasional, oleh karena itu satuan diberi tanggung jawab dalam pemeliharaan ringan sampai dengan perawatan Alutsista tingkat satu.

Pembinaan kemampuan pertahanan negara dilakukan melalui pembinaan sumber daya nasional berupa SDM, SDA/B, nilai-nilai teknologi dan dana untuk didayagunakan dalam meningkatkan kemampuan pertahanan negara.⁴ Penguasaan teknologi yang inovatif merupakan kekuatan apabila dapat memanfaatkannya untuk pertahanan. Apabila kemajuan teknologi dapat dikembangkan disatuan Kavaleri dalam pemeliharaan maka kendaraan tempur disatuan Kavaleri dapat terpelihara dengan baik. Dibidang penggunaan personil juga memberi pengaruh baik karena dapat mengefisiensikan penggunaan personil.

Postur pertahanan Indonesia semakin meningkat setelah kedatangan Tank Leopard guna mendukung operasi pertahanan darat TNI AD. Sebagai tank terbaik didunia tank Leopard memiliki kemampuan yang telah teruji di medan pertempuran seperti mengarungi sungai, medan berlumpur dan medan berpasir. Karakteristik geografis wilayah Indonesia yang berbeda dengan negara Jerman telah dilakukan penyesuaian seperti melakukan *upgrade* dengan penambahan sistem pendingin. Secara taktis dan strategis tank Leopard memberikan *deterrent effect* kepada negara-negara di Asia, khususnya negara yang berbatasan langsung dengan Indonesia seperti Malaysia dan Singapura. Hal ini merupakan bentuk perwujudan dari pertahanan negara untuk menegakkan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).⁵

³ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2012 Tentang Industri Pertahanan, Pasal 43, ayat 1.

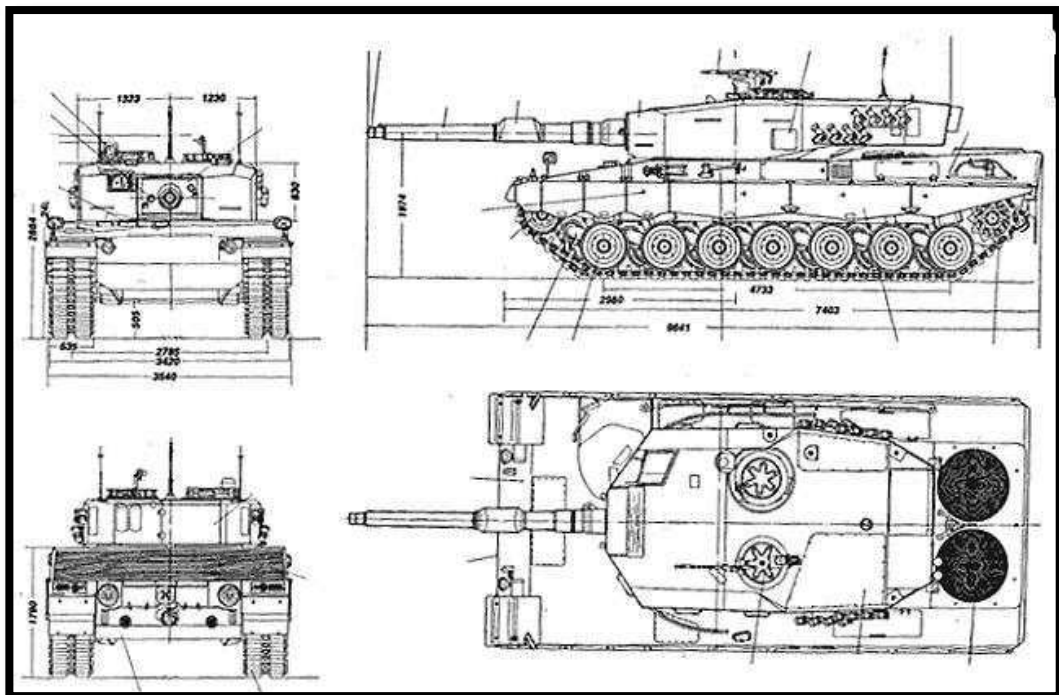
⁴ Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2015 Tentang Strategi Pertahanan Negara, hal 111

⁵ Asni Ovier, "Tank Leopard Sesuai dengan Kondisi Geografis Indonesia, 2014 *Online*; <http://www.beritasatu.com/nasional/192407-tankleopard-sesuai-kondisi-geografis-indonesia.html> (diakses tanggal 9 Agustus 2018)

Secara visual profil MBT Leopard dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan 1.2 di bawah ini.



Gambar 1.1 Peforma MBT Leopard 2 RI milik TNI AD
 Sumber: Operation Manual Vol.1 MBT Leopard,2015



Gambar 1.2 Tampak depan, samping dan atas MBT Leopard
 Sumber: Operation Manual Vol.1 MBT Leopard,2015.

Setelah MBT Leopard 2A4 diupgrade menjadi Leopard 2 SG maka tank ini sangat strategis untuk pertempuran kota dengan intensitas rendah.

Tank ini dilengkapi dengan paket baja komposit baru Advanced Modular Armour Protection (AMAP), yaitu paduan modern bahan nano-keramik, titanium dan baja. Komposisi Armour ini memberikan perlindungan tingkat tinggi terhadap berbagai ancaman termasuk serangan Anti Tank, Ranjau, RPG dan IED (Improvised Explosive Device / bom rakitan). Senjata utama menggunakan Kanon L44 kaliber 120 mm Smoothbore Rheinmetall dan mesin MTU MB-837 Ka501 diesel 1500 Horse Power.

Menurut buku panduan teknis, Ranpur Leopard dilengkapi dengan teknologi modern yang berfungsi secara optimal bila dioperasikan dan dipelihara oleh personel yang memiliki keterampilan dibidang teknologi Kendaraan Tempur (Ranpur). Secara visual bagian perbagian dari *Main Battle Tank* dapat terlihat pada Gambar 1.3 di bawah ini.



Gambar 1.3 Bagian komponen dari Main Battle Tank

Sumber: Cookie," Gambaran umum tank tempur utama", *online*;

https://id.wikipedia.org/wiki/Tank_tempur_utama , diakses 9 Agustus 2018.

Keterangan:

- | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Periskop | 6. Optik Pengemudi | 11. Senapan Mesin | 16. Intake udara |
| 2. Mantel Meriam | 7. Palka Pengemudi | 12. Kupola/ Palka | 17. Kompartemen |
| 3. Senapan Koaksial | 8. Plat Glasis | 13. Turret Meriam | 18. Skirt Lapis Baja |
| 4. Bore Evacuator | 9. Rantai Tank | 14. Cincin Turret | 19. Drive Sprocket |
| 5. Meriam Utama | 10. Amunisi Senapan | 15. Hull | 20. Pertautan Rantai |
| | | | 21. Roda Tank |

Menurut salah satu dosen di Pusenkav pada observasi awal upaya pemeliharaan dan perawatan yang sering dilakukan adalah perbaikan rantai dan khususnya pada penggantian karet/*pad shoe* karena memiliki *life*

time lebih cepat dibandingkan perangkat lainnya. Dari aspek kestabilan berkendara *pad shoe* juga mempunyai peran penting dalam keseimbangan manuver tank pada saat di medan tempur, saat latihan dan demonstrasi, sehingga sering mengalami penggantian, kerusakan juga dikarenakan proses rutin pemakaian yang membuat terkelupas karet dari besi *pad shoe* karena medan jalan yang tidak rata dan berbatu ditambah gerakan putaran 360° di tempat yang membuat karet *pad shoe* cepat menipis dan habis.

Pendekatan teknologi dibidang pemeliharaan secara bertahap sudah dilakukan seperti pembuatan alat bantu pelepas rantai menggunakan sistem hidrolik. Alat ini digunakan untuk pelepasan roda rantai tank AMX 13 atau dikenal dengan nama alat mekatronik Dongpit. Alat tersebut sudah dioperasikan di satuan Kavaleri sebagai pengganti sistem manual menggunakan tenaga personel. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.4 di bawah ini.



Gambar 1.4 Pelepasan rantai menggunakan alat mekatronik Dongpit

Sumber : Petrus. "Analisis Efisiensi Pemeliharaan Roda Rantai Tank AMX13 Yonkav 3/AC Malang", Tesis, Universitas Pertahanan, 2017, h.24

Pendekatan teknologi di bidang pemeliharaan perlu juga dikembangkan guna mengatasi kesulitan personil dalam melepas *pad shoe*. Penelitian ini bertujuan memberikan solusi dengan membuat model sistem alat bantu pelepas *pad shoe* tank Leopard menggunakan sistem

hidrolik sebagai pengganti sistem manual. Alat tersebut dapat digunakan untuk mendukung tugas pokok TNI AD khususnya pasukan Kavaleri dalam fase pemeliharaan kendaraan Tank Leopard.

1.2 Fokus dan Sub Fokus Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan model sistem alat bantu melepas *pad shoe* menggunakan hidrolik dalam fase pemeliharaan Ranpur. Lebih spesifiknya penelitian dilakukan terhadap permasalahan-permasalahan yang menjadi sub fokus sebagai berikut:

1. Peralatan melepas *pad shoe* yang digunakan pada fase pemeliharaan Ranpur di jajaran satuan Kavaleri TNI AD, masih memakai sistem manual dengan palu dan linggis.
2. Melepas *pad shoe* tank Leopard menggunakan sistem manual membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar bagi ukuran standar postur prajurit TNI.
3. Satuan Kavaleri TNI AD membutuhkan model disain alat bantu melepas *pad shoe* yang efisien dari segi waktu, tenaga, personil dan aman pada fase pemeliharaan Ranpur.

1.3 Rumusan Masalah

Melepas *pad shoe* Ranpur tank Leopard dengan sistem manual awalnya adalah untuk standar postur militer Eropah yang bertubuh besar, apabila digunakan untuk standar personil militer Indonesia tidak efektif karena butuh tenaga besar dan waktu yang lebih lama.

Menurut salah satu dari kepala gudang pemeliharaan Pusdikav bahwa proses pelepasan *pad shoe* tank memiliki beberapa kendala: (1) Belum adanya alat yang praktis untuk pergantian *pad shoe* tank, (2) Melepas *pad shoe* masih menggunakan sistem manual dengan palu dan linggis, (3) Risiko terjadinya kecelakaan kerja cukup tinggi bagi prajurit diakibatkan kelelahan, (4) Sistem manual akurasi kurang tepat sehingga berdampak kepada rusaknya wadah rantai dari tank.

Permasalahan di atas dapat dirumuskan dengan bagaimana membuat model sistem alat bantu yang dikaitkan dengan efisiensi dalam penggunaan personil, waktu dan tenaga serta faktor ergonomi sebagai berikut:

1. Bagaimana kebutuhan sistem alat pelepas *Pad shoe* tank Leopard?
2. Bagaimana membuat model alat pelepas *Pad shoe* tank Leopard?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menyelesaikan permasalahan untuk mendapatkan suatu alat yang mampu melepaskan *Pad shoe* tank Leopard sebagai pengganti sistem manual, sebagai berikut:

1. Menganalisis kebutuhan sistem alat pelepas *Pad shoe* tank Leopard.
2. Membuat model alat pelepas *Pad shoe* tank Leopard.

1.5 Manfaat Hasil Penelitian

Pentingnya penelitian ini dilakukan adalah untuk memberikan pemahaman mengenai penguasaan teknologi menjadi bagian dari tolak ukur keberhasilan mewujudkan suatu alat yang memudahkan melepas *pad shoe* tank Leopard, dengan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis keilmuan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan keilmuan studi teknologi daya gerak.
2. Menjadi referensi kajian perancangan pelepasan *Pad shoe* tank Leopard menggunakan sistem hidrolis.

1.5.2 Manfaat Praktis

Secara praktis atau gunalaksana penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi pemikiran bagi pengambil keputusan/ kebijakan, terkait pentingnya alat pelepas *Pad shoe* tank Leopard dengan sistem hidrolik.
2. Menjadi referensi bagi *stakeholder* satuan Kavaleri dalam mendukung kelancaran operasional satuan.

BAB II KAJIAN TEORITIK

Model sistem alat pelepasan *pad shoe* tank Leopard merupakan suatu rekayasa alat yang bertujuan untuk memudahkan kegiatan pelepasan *pad shoe* rantai tank Leopard oleh para teknisi prajurit Kavaleri. Pembuatan model ini membutuhkan perhitungan dan perencanaan yang sistematis dalam hal penggunaan komponen atau material. Adapun kajian teoritik yang berkaitan dalam pembuatan model alat bantu pelepas *pad shoe* yaitu:

2.1 Konsep Model

Menurut *Anatol Rapoport*, sistem merupakan kumpulan kesatuan dan perangkat hubungan antara satu dengan yang lain, sedangkan menurut *L.Ackof*, sistem merupakan satu kesatuan, secara konseptual atau fisik, terdiri dari bagian-bagian yang saling ketergantungan satu dengan yang lainnya. Dari konsep di atas, definisi yang lebih mendekati pada penelitian ini adalah Gordon B. Davis, menyatakan bahwa sistem terdiri dari bagian-bagian yang bersama-sama beroperasi untuk mencapai beberapa tujuan (dalam bukunya *Management Development*). Dengan kata lain sistem merupakan unsur-unsur yang dapat diartikan sebagai kebersamaan menjadi satu dikarenakan memiliki maksud dan tujuan yang sama.⁶

Menurut *Stephen W. Littlejohn* model adalah representatif (*representation*) simbolik dari suatu benda, proses sistem, atau gagasan. Model tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk gambar, verbal atau matematik. Sedangkan model juga sebagai rencana, representasi, atau deskripsi yang menjelaskan suatu objek, sistem, atau konsep, yang seringkali berupa penyederhanaan atau idealisasi. Bentuknya dapat berupa model fisik (maket, bentuk prototipe), model citra (gambar rancangan, citra

⁶ <http://m7apriandi.blogspot.com/2013/12/teori-sistem.html> diakses pada tanggal 20 Desember 2018

komputer), atau rumusan matematis.⁷ Dari beberapa definisi diatas maka dapat ditarik kesimpulan, Model sistem alat adalah suatu bentuk penyederhanaan dari sebuah elemen dan komponen dari beberapa sub komponen untuk memudahkan mencapai tujuan. Jadi model sistem alat pelepas *pad shoe* pada penelitian ini merupakan representasi dari sistem aktual yang digunakan untuk memudahkan melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard.

2.2 Konsep Model yang Dikembangkan

Menurut Sugiyono proses penelitian dan pengembangan dilakukan untuk menciptakan suatu model tertentu melalui pengujian keefektifan dari model yang diteliti.⁸

Dari penjelasan di atas, maka konsep model yang dikembangkan dimulai dari input data di lapangan terkait permasalahan melepas *pad shoe* pada fase pemeliharaan Ranpur tank Leopard. Pengembangan berikutnya dilakukan reduksi data atau memilih data yang pokok dan membuang data yang tidak perlu, selanjutnya membuat konsep model sistem alat. Model yang dihasilkan kemudian dianalisis dari segi efisiensi waktu, tenaga dan personil. Output yang dihasilkan adalah model sistem alat pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard guna mendukung operasi pertahanan darat dan terakhir adalah membuat kesimpulan.

2.3 Kerangka Teoritik

Menurut Sjachran Basah perbandingan adalah suatu metode pengkajian atau penyelidikan dengan cara membandingkan antara dua objek penelitian atau lebih dengan maksud menambah dan memperdalam pengetahuan tentang objek yang diteliti.⁹ Dengan kata lain membandingkan

⁷ <https://id.wikipedia.org/wiki/Mode>, diakses pada tanggal 20 Desember 2018

⁸ <https://noordyah.wordpress.com/tugas-kuliah/langkah-langkah-penelitian-dan-pengembangan/> diakses pada tanggal 24 Desember 2018

⁹ Basah, Sjachran, 1994, Hukum Tata Negara Perbandingan, Bina Aksara, Jakarta

suatu objek yang hendak diperbandingkan yang sebelumnya sudah diketahui, namun belum diidentifikasi.

Model yang sudah pernah dikembangkan terkait pembuat alat bantu pelepas *pad shoe* tank Leopard adalah menggunakan sistem mekanik yang digerakan oleh motor listrik. Beberapa kendala sistem ini adalah seperti gesekan yang terjadi pada rantai, roda gigi dan sabuk sehingga menimbulkan panas dan cepat rusak. Apabila sistem alat menggunakan tenaga motor listrik maka alat menjadi relatif lebih besar dan berat sehingga tidak portable untuk dioperasikan dimedan latihan ataupun medan tugas. Begitu juga dengan pengembangan alat menggunakan hidrolik tetapi alat penggerakannya masih menggunakan motor listrik, terkendala pada ukuran dan berat alat yang bertambah besar atau tidak *portable*.

Pada penelitian ini peneliti mengembangkan model alat menggunakan sistem hidrolik karena lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan sistem mekanik. Sumber tenaga menggunakan sistem manual berupa pompa hidrolik yang digerakkan oleh tenaga manusia. Kelebihan menggunakan sistem hidrolik adalah dengan tenaga yang sama motor listrik mempunyai ukuran kecil dan relatif ringan. Ukuran dan berat alat pelepas *pad shoe* sangat berpengaruh kepada mobilitas alat dari segi taktis maupun teknis. Dari segi taktis alat dapat dioperasikan dalam kondisi apapun baik di *homebase* maupun di lapangan sehingga dibutuhkan alat yang ringan dan minimalis. Dari segi teknis alat tersebut mampu untuk melepaskan karet *pad shoe* dengan cara melipat gandakan tenaga manusia tanpa menimbulkan kelelahan bagi operatornya.

Pada sistem hidrolik alat yang digunakan untuk pemindahan gaya adalah minyak pelumas atau oli. Manfaat lain dari minyak pelumas atau oli adalah sebagai pendingin sistem dan mencegah terjadinya pergesekan antara komponen yang terdapat dalam sistem hidrolik. Minyak pelumas untuk hidrolik juga dapat dengan mudah dilakukan pergantian ataupun penambahan apabila sudah lama digunakan ataupun kualitasnya sudah berkurang.

Pada Tabel 2.1 dibawah ini merupakan perbandingan kekuatan dan kendala pada sistem alat bantu pelepas pad shoe yang sebelumnya.

Tabel 2.1 Kekuatan dan kendala alat bantu pelepas pad shoe sebelumnya.

No	Sistem Mekanik	Sistem Hidrolik
1	Penempatan posisi tenaga transmisi memiliki kelemahan pada energi mekanik	Energi hidrolik lebih fleksibel dari segi penempatan transmisi tenaganya.
2	Dengan tenaga yang sama motor listrik mempunyai ukuran yang relatif lebih besar.	Dengan tenaga yang sama motor listrik mempunyai ukuran kecil dan relatif ringan.
3	Pada sistem menggunakan energi mekanik, terdapat gesekan meskipun sedikit. Pergesekan terjadi pada rantai, roda gigi, sabuk dan bagian-bagian yang terkait.	Pada sistem hidrolik menggunakan minyak pelumas (oli) sebagai media pemindah gaya, sehingga pergesekan antara komponen dapat dihindari.
4	Sistem mekanik untuk pengontrolan beban lebih sulit sehingga berpengaruh pada kerusakan komponen.	Energi hidrolik yang menghasilkan energi mekanik menggunakan katup sebagai kontrol arah tekanan, sehingga memudahkan untuk dikontrol.
5	Kecepatan putar sistem energi listrik konstan pada saat operasional.	Sistem hidrolik kecepatan dapat berubah dan konstan dengan cara merubah volume pengaliran/debit.
6	Bila diperlukan untuk mendadak berhenti dikarenakan kelebihan beban, secara otomatis sekering pengaman akan putus. Untuk menghidupkan kembali butuh persiapan memulainya.	Sistem hidrolik, apabila pompa tidak mampu mengangkat, maka beban berhenti dan dapat dikunci. Setelah beban dikurangi, dapat dioperasikan ulang tanpa butuh persiapan lagi.

Sumber: Peneliti, Desember 2018

2.4 Tank Leopard

Tank Leopard adalah termasuk *Main Battle Tank (MBT)* yang dikembangkan oleh Krauss-Maffei pada tahun 1970-an untuk militer Negara Jerman. Pada tahun 2013 Kementerian Pertahanan resmi menandatangani kontrak pengadaan tank Leopard dengan perusahaan asal Jerman, Rheinmettal.¹⁰

2.4.1 Perkembangan Tank Leopard TNI AD

Keberadaan Tank Leopard yang sudah dimiliki TNI AD memberikan dampak menguatnya postur pertahanan Indonesia (*Minimum Essential Force/MEF*) dan ditingkat Asia memberikan dampak detern effect terhadap negara tetangga. Pada Tabel 2.2 di bawah ini dapat terlihat data *Main Battle Tank (MBT)* yang sudah dimiliki negara Indonesia.

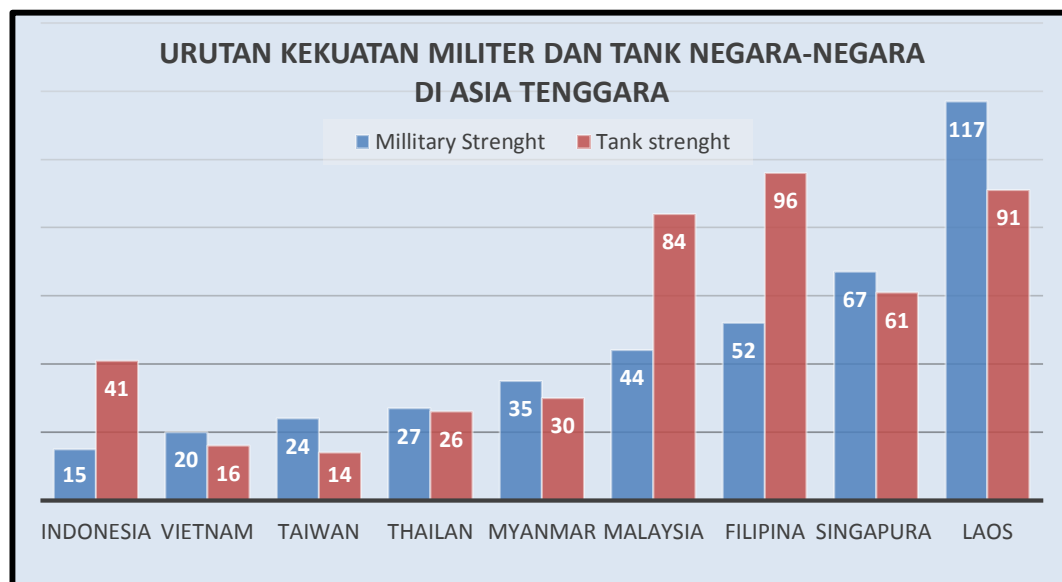
Tabel 2.2: Jumlah MBT Leopard yang dimiliki TNI AD

No	Jenis Alutsista	Jumlah	Keterangan
1	Leopard 2RI	61	
2	Leopard 2A4	42	
3	Marder Komando	10	
4	Marder Ambulance	-	Belum terealisasi
5	Marder Logistic	-	Belum terealisasi
6	AVLB	3	
7	ARV3	2	
8	ARV2	2	
9	AEV2	3	
10	DTV	1	
	Jumlah	124	

Sumber: Data Alutsista Pusenkav 2016.

¹⁰ Tempo.co. "TNI Akhirnya Resmi Beli Tank Leopard," dalam <https://nasional.tempo.co/read/453336/tni-akhirnya-resmi-beli-tank-leopard/full&view=ok>, diakses tanggal 20 Januari 2019.

Dengan penambahan Alutsista MBT Leopard maka kekuatan pertahanan Indonesia, pada akhir tahun 2018 disebutkan bahwa peringkat kekuatan militer Indonesia secara signifikan ada pada urutan ke 15, satu level di atas negara Israel, dan empat tingkat di atas Jerman. Negara-negara Asia Tenggara lain dalam daftar ini antara lain, Vietnam yang berada di posisi 20, Thailand di rangking 27, Myanmar di rangking 35, Malaysia di 44, Filipina di 52, dan Singapura di posisi 67, dan Laos di peringkat 117 (*Global Fire Power GFP*)¹¹. Pada Gambar 2.1 di bawah ini terlihat perbandingan *military strenght* dan *tank streng* di wilayah negara-negara Asia Tenggara.



Gambar 2.1 Global Fire Power, GFP 2018

Sumber: Global fire Power, "*Military Strenght*", dalam *online*; http://www.globalfirepower.com/countries_listing.asp_military_strenght_2018

2.4.2 Perkembangan *Pad shoe*.

Pad shoe adalah bantalan rantai tank yang terbuat dari *rubber*/karet yang berfungsi sebagai pelapis rantai agar tidak terjadi *friction* dengan jalan yang dilintasinya. Sebagian besar kendaraan militer roda rantai, seperti

¹¹ Global fire Power, "*Military Strenght*", *online*; http://www.globalfirepower.com/countries_listing.asp_military_strenght_2018 (diakses 9 Agustus 2018)

Main Battle Tank (MBT), sudah mulai menggunakan *pad shoe*, karena Trek baja memiliki beberapa kerugian dibandingkan menggunakan trek yang dilapisi karet komposit.

Dari segi personil getaran yang dihasilkan memiliki efek buruk pada kondisi kesehatan personil, ditinjau dari kendaraan dan peralatan elektroniknya juga menyebabkan kerusakan lebih sering. Trek logam juga buruk untuk jalan, karena mereka menyebabkan kerusakan yang cukup besar dan menghasilkan klaim kompensasi perbaikan yang besar pada pihak otoritas jalan.

Untuk membuktikannya, pada bulan Juli hingga November 2016, pengujian komparatif dilakukan di Kanada dengan kendaraan 2 Unit Ranpur Leopard 1 C2, masing-masing berbobot 42.000 kg, Ranpur yang pertama menggunakan *pad shoe Composite Rubber Track* (CRT) dan yang kedua menggunakan trek baja, laporan akhir menyatakan sebagai berikut:¹²

1. Track baja memiliki beberapa kerugian seperti misalnya Resistensi gelinding yang relatif tinggi, harga track relatif mahal, getaran yang dihasilkan lebih besar dan berdampak kepada beban getaran pada kru dan peralatan, Tingkat kebisingan yang tinggi, terutama pada kecepatan yang lebih tinggi.
2. *Pad shoe* CRT memiliki keunggulan dari track baja, antara lain CRT lebih ringan hingga 50% daripada trek baja atau dapat mengurangi berat kendaraan hingga 1.200 kg dan meningkatkan performa kendaraan, karena resistan rolling yang lebih rendah. Kebisingan internal berkurang 5-10 dBA, memiliki peningkatan kecepatan tertinggi, mengurangi getaran, memiliki daya tarik yang lebih baik, dan memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih rendah.

¹² Walter Christian Haland, "Power on Rubber track," 2018 *online*; <https://www.truppen dienst.com/themen/beitraege/artikel/power-on-rubber-tracks-1/> (diakses tanggal 1 Desember 2018)

Rata-rata, segmen jalur baja harus diperbaiki atau diganti hanya setelah 400 km (250 mil) dari penggunaan. CRT bertahan lebih dari 3.000 km (1.865 mil) sebelum mereka perlu diganti. Trek baja menyebabkan lebih berat, yang berarti diperlukan suspensi yang lebih besar dan kendaraan juga harus membawa trek pengganti.

Seperti kendaraan beroda, versi yang roda rantai dengan karet memiliki tekanan tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan Ranpur 8-roda dan tidak akan merusak jalan beraspal, yang berarti bahwa tidak akan ada perbaikan jalan yang mahal. Getaran berkurang akan meningkatkan harapan hidup elektronik, amunisi dan ketersediaan operasional, dan bersama-sama dengan pengurangan konsumsi bahan bakar, akan ada pengurangan nyata dalam *life time*.

2.4.3 Konsep Kebijakan Negara.

Pertahanan Negara bertujuan untuk menjaga dan melindungi kedaulatan negara, keutuhan wilayah NKRI, dan keselamatan segenap bangsa dari segala bentuk ancaman.¹³ Keamanan negara dan bangsa Indonesia harus didukung dengan keyakinan pada kekuatan sendiri tanpa menyandarkan kepada bangsa lain sebagaimana yang telah disusun pada kebijakan strategis pertahanan Indonesia. Di bidang Alutsista Indonesia secara berlahan harus melepaskan ketergantungan pemeliharaannya dari negara luar karena pada umumnya Alutsista TNI diperoleh melalui pengadaan luar negeri. Begitu juga dengan perolehan sukucadang, secara otomatis perolehan sukucadang disuplay dari negara asal pembelian, semestinya setelah alih teknologi negara Indonesia mampu membuat sukucadang dan mampu menciptakan alat peralatan pada fase pemeliharaan Alutsista.

Ketua Tim Pelaksana Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP) Soemardjono berharap Indonesia mampu melakukan pemeliharaan alat

¹³ Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2015 Tentang Buku Putih Pertahanan Indonesia, hal 51.

utama sistem pertahanan (Alutsista) 100% di dalam Negeri.¹⁴ Seiring dengan kebijakan itu, Kepala Staf Kepresidenan (KSP) bapak Jenderal TNI Moeldoko (Purnawirawan) juga menyampaikan bahwa proses tambal sulam atau dengan kata lain kanibal sudah tidak dibolehkan dalam pemeliharaan Alutsista.¹⁵

Dengan dasar pengertian di atas maka secara garis besar bahwa Indonesia sudah semestinya meninggalkan sistem tambal sulam atau kanibal dan beralih ke pengenalan dan pengembangan teknologi untuk mencapai kemandirian. Apabila dihubungkan dengan judul penelitian penulis, maka inovasi dibidang teknologi dapat memberikan kemudahan dalam fase pemeliharaan Alutsista sehingga *life time* Alutsista semakin panjang.

2.4.4 Pembinaan Pertahanan Negara.

Pembinaan pertahanan negara dilakukan melalui pembinaan sumber daya nasional berupa SDM, SDA/B, teknologi dan dana untuk didayagunakan dalam upaya meningkatkan pertahanan Negara.¹⁶ Penguasaan teknologi yang inovatif akan menjadi kekuatan apabila dapat memanfaatkan untuk pertahanan, dalam konsep organisasi militer dikenal dengan *Revolution in Military Affairs* (RMA). RMA merupakan sebuah teori tentang peperangan masa depan, dimana sering dikaitkan dengan kemampuan untuk siap melakukan perubahan terhadap teknologi dan organisasi yang ditujukan terhadap peperangan.

Menurut McNaugher, RMA adalah perubahan besar dalam sifat perang yang dibawa oleh penggunaan teknologi inovatif yang digabungkan

¹⁴ Dylan Aprialdo.R, "Indonesia Diharapkan Mampu Kuasai 100 Persen Teknologi Pemeliharaan" *Online*; [tps://nasional.kompas.com/read/2018/03/02/16364711/indonesia-diharapkan-mampu-kuasai-100-persen-teknologi-pemeliharaan](https://nasional.kompas.com/read/2018/03/02/16364711/indonesia-diharapkan-mampu-kuasai-100-persen-teknologi-pemeliharaan), (diakses 2 maret 2018)

¹⁵ Abraham Utama, "Pemeliharaan Alutsista Lima Tahun Butuh Rp 120,6 triliun" *Online*; <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20150707000254-20-64774/pemeliharaan-Alutsista-lima-tahun-butuh-rp-1206-triliun>, (diakses 7juli 2015).

¹⁶ Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2015 Tentang Strategi Pertahanan Negara, hal 111

dengan perubahan dramatis pada doktrin militer, konsep organisasi dan operasional, merubah secara mendasar merubah karakter dan bagaimana operasi militer dilakukan. Memanfaatkan inovasi teknologi Model akan berpengaruh terhadap peralatan Alutsista yang dimiliki TNI, disamping dapat mengembangkan alat peralatan juga dapat meningkatkan pemeliharaan peralatan sehingga *life time* dari Alutsista lebih lama. Apabila kemajuan teknologi dapat dikembangkan disatuan Kavaleri dalam pemeliharaan maka kendaraan tempur disatuan Kavaleri dapat terpelihara dengan baik. Dibidang penggunaan personil juga memberi pengaruh baik karena dapat mengefisiensikan penggunaan personil.¹⁷

2.5 Teori Dan Perhitungan

2.5.1 Teori Tentang Gaya.

Teori-teori yang terkait dengan Model alat pelepas *pad shoe* dalam penulisan thesis ini adalah sebagai berikut:

1. Keseimbangan Gaya.

Konsep keseimbangan diturunkan dari gaya-gaya yang seimbang, lebih khusus lagi keseimbangan adalah keadaan dari suatu benda dimana resultan dari semua gaya-gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol. Benda dalam keadaan setimbang bahwa gaya-gaya yang bekerja pada bidang tersebut bila dijumlahkan nilainya nol (0),

$$F_A = F_B \dots \dots \dots (1)$$

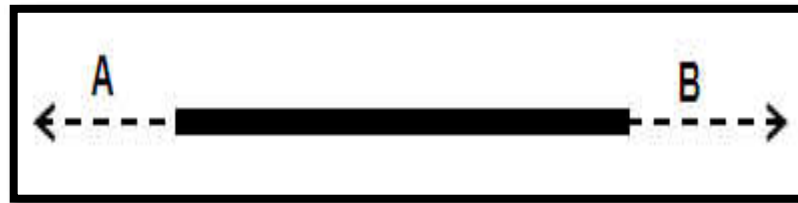
$$F_A - F_B = 0$$

Arah gaya selalu pada garis lurus yang merupakan garis kerja gaya. Titik kerja gaya dapat dipindahkan sepanjang garis kerja itu sendiri.

¹⁷ Bimasatria, "Apa yang dimaksud dengan *Revolution In Military of Affairs*", 2017 Online; <https://www.dictio.id/t/apa-yang-dimaksud-dengan-revolution-in-military-affairs/6302/2> (diakses tanggal 4 September 2018)

- Sistem gaya atau resultan gaya (R) dan resultan moment (M).
- Dikatakan dalam kondisi seimbang bila $R = 0$, dan $M = 0$.

Bila kedua syarat tersebut belum terpenuhi sistem gaya akan tidak seimbang, sehingga benda mengalami gerak translasi, rotasi atau kombinasi keduanya, seperti pada Gambar 2.2 dibawah ini.

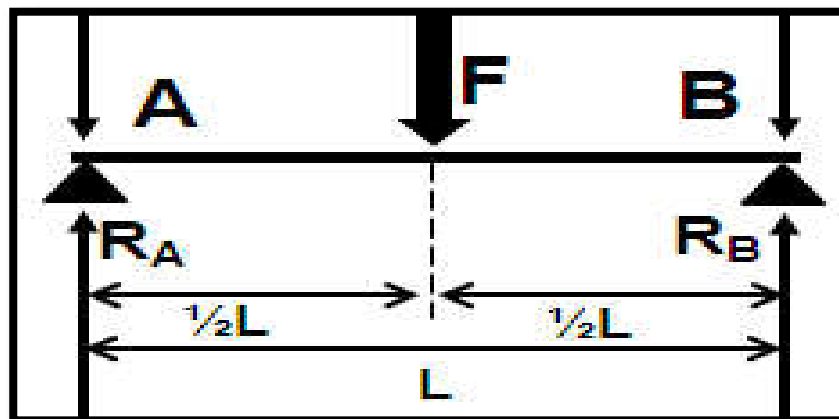


Gambar 2.2 Kesetimbangan gaya

Sumber: Statika, TEDC Bandung, hal 5

2. Resultan Gaya.

Resultan gaya merupakan penjumlahan dari beberapa gaya yang menuju ke sebuah titik dibenda, seperti terlihat pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Resultan gaya

Sumber: Statika, TEDC Bandung

Besarnya gaya pada titik A dan B dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\sum M_A = 0$$

$$R_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{L \cdot F}{L} \text{ (N)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$R_B = R_A$$

Dimana:

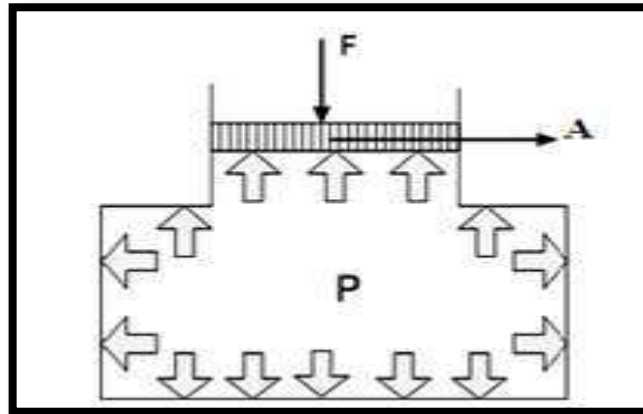
- $\sum M_A$: Jumlah momen (N.m)
- R_A : Resultan gaya bidang A (N)
- R_B : Resultan gaya bidang B (N)
- L : Panjang bidang (m)
- F : Gaya pada bidang datar (N)

2.5.2 Teori Dasar Hidrolik.

Hidrolik bekerja berdasarkan hukum pascal dengan menggunakan aliran fluida untuk menghasilkan energi mekanik dengan cara memindahkan tenaga. Pada sistem hidrolik fluida akan meneruskan tekanan yang berasal dari pompa hidrolik ke *piston* yang ada pada silinder hidrolik, dimana *piston* tersebut dihubungkan dengan suatu batang *piston*. Gaya yang dihasilkan akibat perubahan dari tekanan dimanfaatkan untuk mengangkat atau menekan suatu benda. Untuk dapat berfungsi dan bekerja secara efektif, sistem hidrolik mempunyai lima elemen dasar adalah sebagai berikut :

1. Pompa hidrolik, berfungsi untuk membangkitkan aliran/tekanan dari fluida dengan debit yang ditentukan.
2. Katup kontrol, berfungsi untuk mengontrol dan mengarahkan arah aliran fluida.
3. Katup pemulih, berfungsi untuk mengalirkan kembali fluida ke *reservoir* bila tekanan fluida terlalu tinggi.
4. *Reservoir*, berfungsi Untuk menampung fluida kerja dalam sistem.

Berdasarkan hukum pascal, jika sebuah gaya (F) bekerja pada fluida tertutup melalui suatu permukaan (A), maka akan terjadi tekanan (p) pada fluida. Tekanan tergantung dari gaya yang bekerja tegak lurus atas permukaan dan luas penampang. Azas penekanan hidrolik ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Asas penekanan hidrolik

Sumber: Sugi Hartono, 1988, Hal 27

$$p = \frac{F}{A} \quad (\text{N/mm}^2) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

P : Tekanan (N/mm^2)

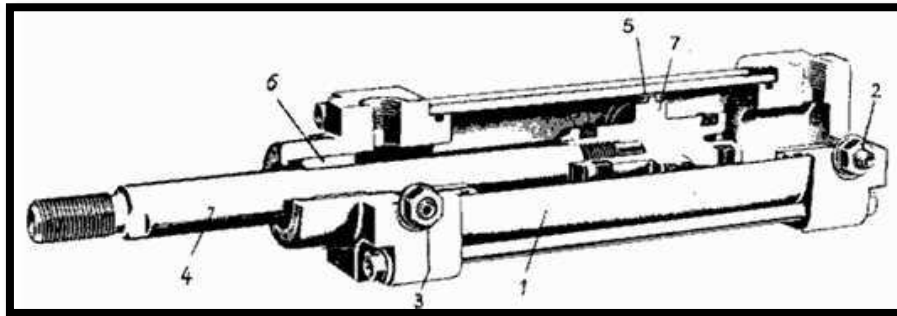
F : Gaya (N)

A_m : Luas saluran *input* dan *input* (mm^2)

2.5.3 Silinder Kerja (Aktuator) Hidrolik.

Silinder Kerja hidrolik merupakan tempat mengubah tekanan fluida menjadi tenaga mekanik. Silinder hidrolik dapat dipergunakan dalam segala posisi dengan cara menambahkan peralatan mekanis yang lain sesuai kemungkinan gerak yang diinginkan. Dengan menggunakan sistem tekanan fluida yang berada didalam silinder maka piston bergerak maju dan mundur sesuai dengan kebutuhan untuk mendorong karet *pad shoe* terlepas dari *track shoe* tau kedudukannya.

Pada Gambar 2.5 berikut terdapat silinder hidroltik dengan beberapa bagian komponen besarnya.



Gambar 2.5 Silinder hidroltik kerja ganda

Sumber: *Hydraulics and Pneumatics A technician's and engineer's guide* Second edition, Andrew Parr.2006

Keterangan :

- | | |
|----------------------------|------------|
| 1. Batang / rumah silinder | 5. Seal |
| 2. Saluran masuk | 6. Bearing |
| 3. Saluran keluar | 7. Piston |
| 4. Batang piston | |

Perhitungan yang berkaitan dengan hidroltik sebagai berikut:

1. Tekanan kerja. Besarnya tekanan kerja adalah:

$$P_d = \frac{F/\eta_h}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- P : Tekanan kerja (N/mm²)
- η_h : Efisiensi teori hidroltik (0,85 - 0,95)
- F : Beban yang bekerja (N)
- A : Luas penampang (mm²)

2. Tebal tabung silinder. Dalam perencanaan silinder kerja, setelah memilih bahan yang cocok untuk digunakan perlu juga diperhitungkan tebal silinder agar dapat diketahui ketersediaan material yang telah diproduksi dan tersedia dipasaran.

$$t_s = \frac{D_s}{2} \left[\sqrt{\frac{S_d + P}{S_d - P}} - 1 \right] \text{ (mm)} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

t_s = Tebal tabung silinder (mm)

D_s = Diameter silinder dalam (mm)

Σk = Tegangan kerja yang diijinkan (kgf/mm^2).

$$S_d = \frac{S}{K}$$

S : Batas mulur (Kg/mm^2)

K : Faktor keamanan (1,5 - 2)

P : Tekanan kerja (N/m^2)

3. Diameter luar silinder. Setelah diketahui diameter dalam silinder dan ketersediaan material yang telah diproduksi dan tersedia dipasaran, maka perlu diketahui diameter luar silinder agar dalam perencanaan didapatkan dimensi alat yang sesuai dengan yang diharapkan.

$$D_L = D_s + 2.t_s(\text{mm}) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

D_1 : Diameter silinder luar (mm)

D_s : Diameter silinder dalam (mm)

t_s : Tebal tabung silinder (mm)

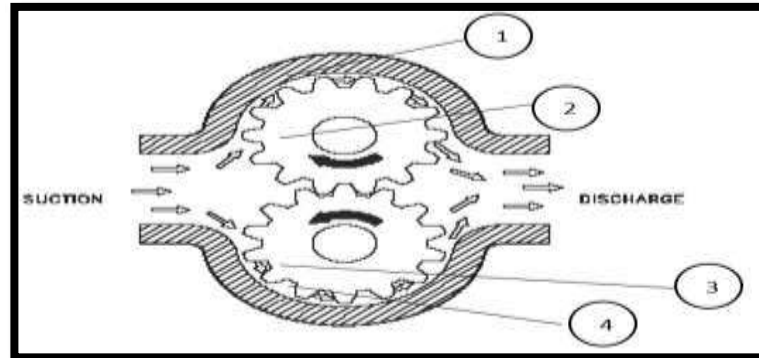
4. Volume silinder. Besarnya volume silinder sebagai berikut:
(Sistem kontrol dan pesawat tenaga hidrolik, Sugi Hartono,310)

$$V_s = A_s . S(\text{mm}^3) \dots\dots\dots(7)$$

2.5.4 Pompa Hidrolik.

Pompa hidrolik merupakan bagian dari sistem hidrolik yang digunakan untuk mengalirkan dan menaikkan tekanan fluida menuju *reservoir*. Pompa menghisap fluida dari tangki/*reservoir* dan

mengalirkannya ke sistem yang lainnya sesuai kebutuhan.¹⁸ Pada penelitian ini pompa hidrolik yang dipakai adalah jenis pompa roda gigi luar, bentuk roda giginya seperti pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Pompa roda gigi luar

Sumber: Taufiqullah, "Edukasi pintar berprestasi," *online*;
<https://www.tneutron.net/sipil/pompa-kerja-positif/>, diakses 11 september 2018.

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Rumah pompa. | 3. Roda gigi yang digerakkan. |
| 2. Roda gigi penggerak. | 4. Celah roda gigi. |

1. Prinsip Kerja.

Prinsip kerja roda gigi dimana putaran pergerakannya mengikuti arah jarum jam sehingga yang digerakkan akan ikut berputar berlawanan dengan arah jarum jam.¹⁹ Dengan demikian akan terjadi kevakuman pada celah-celah roda gigi, berakibat fluida yang berada pada saluran masuk akan terisap masuk ke celah-celah gigi dan akan terdorong menuju ke saluran keluar.

¹⁸ Andrew Parr, *Hydraulics and Pneumatics A technician's and engineer's guide* Second edition. (Great Britain:2006),hlm25.

¹⁹ Wirawan dan Pramono." Bahan ajar Pneumatik – hidrolis Teknik mesin Fakultas teknik Universitas Negeri Semarang," dalam <https://www.academia.edu/19858989/Bahan-ajar-tmd218-pneumatik-hidrolik>, diakses pada 28 Desember 2017.

2. Efisiensi.

Efisiensi ialah perbandingan antara *input* dan *input* dinyatakan dalam persen (%). Perbedaan antara *input* dan *input* dikarenakan adanya kerugian-kerugian, diantaranya terjadinya kebocoran didalam pompa sehingga akan mengurangi volume *input*.²⁰ Volume cairan hidrolik secara efisien, menghasilkan daya sebanding dengan penghasilan pompa disebut efisiensi volumetrik (η_v).

3. Debit pompa teoritis.

Debit pompa merupakan volume cairan yang dipindahkan oleh pompa persatuan waktu.

$$Q = n \cdot V \text{ (liter/min)} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

Q : Debit pompa teoritis (liter/min)

N : Putaran motor penggerak (rpm)

V : Volume cairan dipindahkan pada pompa (cc/rev)

4. Debit pompa.

Debit pompa tergantung pada besar tekanan kerja sistem hidrolik. Besarnya debit pompa yang dipakai untuk menyuplai sistem dapat dihitung dengan persamaan berikut:²¹

$$Q_{pm} = \frac{V_m \cdot n_m \cdot \eta_{vol}}{1000} \text{ (Liter/menit)} \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

Q_{pm} : Debit aliran fluida (L/menit)

V_m : Volume geometris pompa (cc/rev)

n_m : Kecepatan kerja pompa (rpm)

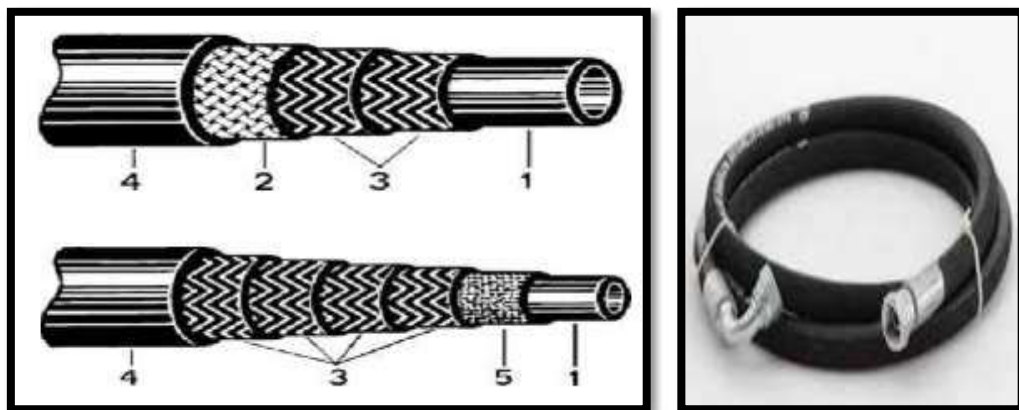
η_{vol} : *Input volumetrik* (0,9 – 0,95)

²⁰ *Ibid.*

²¹ *Ibid.*

2.5.5 Pipa/Selang Hidrolik.

Pada sistem hidrolik, fluida cair dihisap dari tangki oleh pompa hidrolik disalurkan menuju motor hidrolik melalui pipa hidrolik. Pipa hidrolik mempunyai beberapa lapisan bahan dalam kotruksinya seperti Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Lapisan pipa hidrolik

Sumber: "Selang Hidrolik,2017 ", dalam [http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com / 2017/09/selang-hidrolik.html](http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2017/09/selang-hidrolik.html) pada 28 Desember 2018

Keterangan:

1. Lapisan karet sintesis tahan oli dan hidrokarbon.
2. Lapisan jarring/kawat logam yang tahan aus.
3. Lapisan anyaman kawat baja yang bertegangan tinggi.
4. Lapisan sampul karet sintesis yang tahan aus.
5. Lapisan tekstil.

Yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pipa/selang hidrolik adalah:

1. Jenis pipa hidrolik.

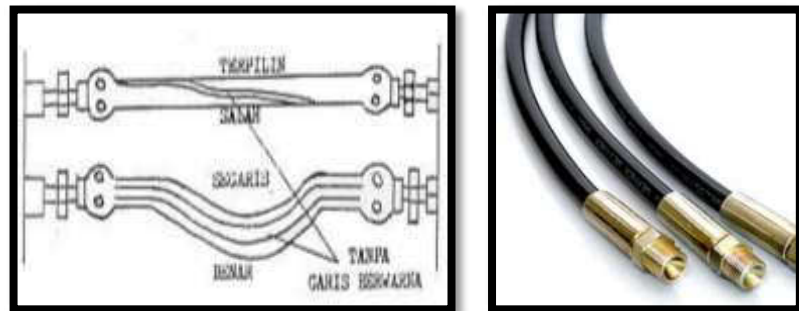
Sistem hidrolik mempunyai dua jenis pipa yang digunakan, pemilihan pipa hidrolik tergantung dari konstruksi dan tempat yang akan digunakan pada sistem hidrolik tersebut. Jenis pipa dalam sistem hidrolik yaitu:

a. Pipa kaku.

Pipa baja berlapis (*galvanis*) adalah paling banyak digunakan pada instalasi pipa hidrolik terutama pada sistem yang bertekanan tinggi dan statis.²²

b. Pipa fleksibel.

Pipa *fleksibel* yang digunakan pada sistem hidrolik terbuat dari bahan-bahan lapisan *elestomerik*, *fiber* dan anyaman atau tenunan kawat. Pada setiap jenis selang dibuat dalam dua versi dengan ketebalan yang berbeda pada lapisan luar *elastomeriknya*, seperti Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Pemasangan pipa fleksibel

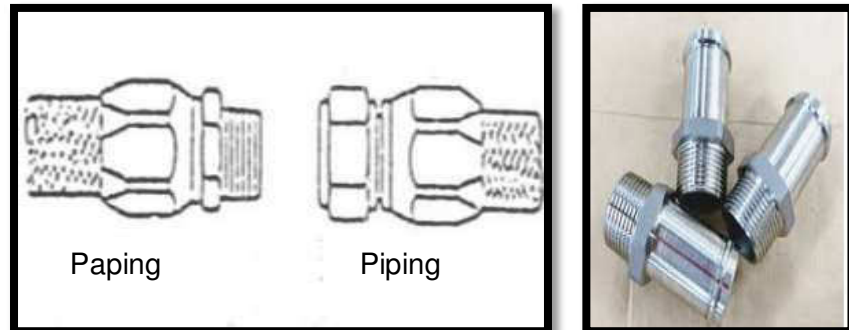
Sumber: *Hydraulics and Pneumatics A technician's and engineer's guide* Second edition, Andrew Parr.2006

2. Penyambungan pipa hidrolik.

Penyambungan pipa dalam sistem hidrolik ada dua jenis yaitu penyambung dan adaptor. Penyambung dan adaptor disebut penyambung betina dan jantan. Penyambung pipa terbuat dari baja, kuningan, baja tahan karat, atau dalam beberapa pemakaian terbuat dari plastik.

²² Andrew Parr, *Hydraulics and Pneumatics A technician's and engineer's guide* Second edition,2006.

Baja dipakai karena mampu melawan tekanan dan panas yang tinggi, seperti Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Penyambung paping dan piping

Sumber: *Hydraulics and Pneumatics A technician's and engineer's guide* Second edition, Andrew Parr.2006

3. Adaptor.

Adaptor sering diperlukan untuk pemasangan yang tepat, Kegunaan adaptor dalam penyambungan sebagai berikut:

- a. Menghubungkan suatu komponen kekomponen lain dengan cara menyambung.
- b. Menghubungkan dua atau beberapa saluran penyambung.
- c. Sebagai pengganti *busing* atau peredam.
- d. Menghubungkan saluran dan jangkar pada dinding pemisah.

Sebelum dihitung berapa besarnya kerugian tinggi tekan dan tekanan yang dialami oleh fluida, maka terlebih dahulu harus diperhitungkan sebagai berikut:

1. Kecepatan Aliran. Kecepatan aliran fluida didalam pipa hidrolik, adalah:

$$v_p = \frac{Q_{pm}}{A_p} \text{ (cm/detik) (10)}$$

Dimana:

v_p : Kecepatan aliran pada pipa (cm/detik)

Q_{pm} : Debit aliran pompa (liter/detik)

A_p : Luas penampang pipa hidrolik (m)

2. Luas Penampang Pipa. Luas penampang pipa bagian dalam pipa hidrolik dapat dihitung dengan rumus:

$$d_p = \sqrt{\frac{Q}{v \cdot 0,785}} \text{ (mm)} \dots \dots \dots (11)$$

Dimana:

d_p : Diameter pipa dalam (m)

v : Kecepatan aliran pada pipa (cm/detik)

Q_{pm} : Debit aliran pompa (liter/detik)

2.5.6 Fluida Hidrolik.

Fluida hidrolik yang digunakan pada penelitian ini harus memenuhi ketentuan sesuai dengan kebutuhan dan kandungan cairan yang terdapat didalamnya sehingga berfungsi dengan baik. Aliran Fluida Hidrolik mempunyai empat fungsi yaitu sebagai pemindah gaya, pendingin, pengisi dan pelumas. Masing-masing fungsi aliran fluida, sebagai berikut:

1. Fluida sebagai pemindah atau penerus gaya, yaitu fluida mengalir keseluruhan celah komponen-komponen yang dilewatinya.
2. Fluida sebagai pelumasan, yaitu pelumasan bagian dalam sistem hidrolik menggunakan fluida cair agar umur pemakaian komponen hidrolik lebih lama, kandungan oli harus terdiri dari bahan-bahan yang mempunyai karakteristik tahan terhadap keausan yang tinggi.

3. Fluida sebagai pendingin, yaitu sirkulasi fluida mengalir pada semua komponen dalam sistem hidrolis sehingga dapat menurunkan panas yang dihasilkan akibat gesekan selama proses bekerja.
4. Fluida sebagai pengisi (*sealing*), yaitu fluida sebagai pengisi tekanan di dalam komponen hidrolis, bergerak sesuai dengan yang diinginkan.

2.5.7 Kopling Hidrolis.

Kopling merupakan elemen mesin yang menghubungkan poros yang digerakkan dan poros penggerak, dengan putaran yang sama dalam meneruskan daya. Kopling yang digunakan yaitu kopling tidak tetap. Adapun macam – macam kopling tidak tetap yaitu kopling cakar, kopling plat dan kopling kerucut. Dalam penulisan ini kopling yang digunakan yaitu kopling cakar. Kopling cakar dapat meneruskan momen dengan kontak positif (tidak dengan perantaraan gesekan) hingga tidak dapat slip. Ada dua bentuk kopling cakar, yaitu kopling cakar persegi dan kopling cakar spiral.

2.5.8 Reservoir Hidrolis.

Reservoir berfungsi untuk menampung fluida dalam sistem. Sebuah *reservoir* dirancang agar dapat menjaga fluida tetap dingin dan mencegah terjadinya kontaminasi. Reservoir yang mampu mengalirkan aliran rata-rata dalam liter/menit sampai 3-5 kali. Volume fluida yang dibutuhkan dalam *reservoir* dapat ditentukan dengan menggunakan perbandingan terhadap debit yang dibutuhkan, dimana volume *reservoir* berbanding lurus dengan volume sirkulasi, seperti pada persamaan berikut.

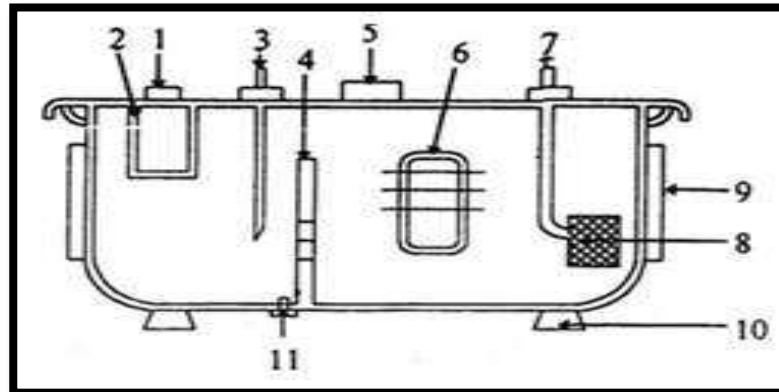
$$V_r = (5) \cdot V_s \text{ (Liter)} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana:

V_r : Volume *reservoir* (Liter)

V_s : Volume sirkulasi (Liter)

Tipe *reservoir* yang direkombinasi dibuat dari lembaran baja, dicetak sesuai bentuk dan dilas, dan ditempatkan di luar dengan maksud untuk dikencangkan pada bodi, seperti Gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Reservoir

Sumber: Taufiqullah, "Edukasi pintar berprestasi," *online*;
<https://www.tneutron.net/sipil/pompa-kerja-positif/>, diakses 11 september 2018

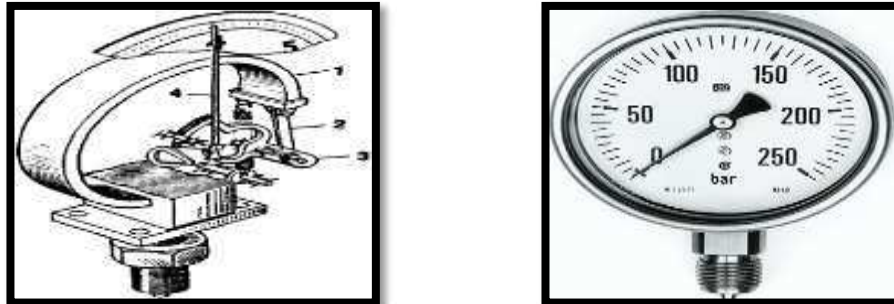
Keterangan:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. Tutup <i>filter</i> . | 7. Pipa saluran penyalur. |
| 2. Saringan halus. | 8. Saringan kasar. |
| 3. Pipa saluran pengembali. | 9. Plat penutup <i>reservoir</i> . |
| 4. Pipa saluran penyalur. | 10. Skrup pemutus. |
| 5. Ventilasi penyaring udara. | 11. Dudukan pengganjal. |
| 6. Indikator level minyak. | |

2.5.9 Manometer (*Pressure Gauge*).

Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui berapa besar tekanan yang bekerja pada tabung fluida peneliti menggunakan alat ukur manometer. Jumlah manometer yang digunakan 1 unit yang dipasang pada selang hidrolik.

Pada Gambar 2.11 berikut adalah jenis manometer/*presser gauge*.



Gambar 2.11. Pressure Gauge

Sumber: Branan, "thermometer and instrumentation" , *online*; <https://www.brannan.co.uk/63mm-pressure-gauge-bottom-entry>. Diakses 11 September 2018

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan 6 (enam) penelitian terdahulu yang menjadi referensi bagi peneliti untuk melakukan penelitian ini. Tabel 2.3 memperlihatkan daftar peneliti sebelumnya yang mempengaruhi penyusunan tesis ini. Keenam peneliti terdahulu memiliki persamaan dan perbedaan pembahasan, baik dalam metode penelitian maupun titik berat permasalahan penelitian.

Pada penelitian ini, ada beberapa yang dijadikan sebagai dasar atau *literature review* dalam penelitian ini. Petrus (2017) menggunakan perbandingan pelepas rantai tank AMX 13 Yonkav 3/AC Malang menggunakan alat mekantorik (menggunakan hidrolik), yaitu pelepas rantai dengan sistem manual (menggunakan linggis dan palu). Hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa penggunaan alat bantu pelepas rantai menggunakan alat mekantorik (menggunakan hidrolik) lebih efektif dibandingkan sistem manual (menggunakan linggis dan palu)

Beberapa penelitian lainnya yang berkaitan dengan penggunaan alat bantu hidrolik selama beberapa tahun terakhir, diantaranya Jainal (2016) membuat Model mesin pelepas lemak ikan menggunakan sistem hidrolik.

Hasil penelitian disimpulkan semakin banyak beban yang dimasukkan dalam tabung penampungan mesin maka semakin besar juga torsi yang dikeluarkan.

Dalam penelitian ini yang diteliti berkaitan dengan pembuatan alat pelepas *pad shoe* menggunakan sistem hidrolik untuk pemanfaatan dan penghematan penggunaan personil, waktu dan tenaga.

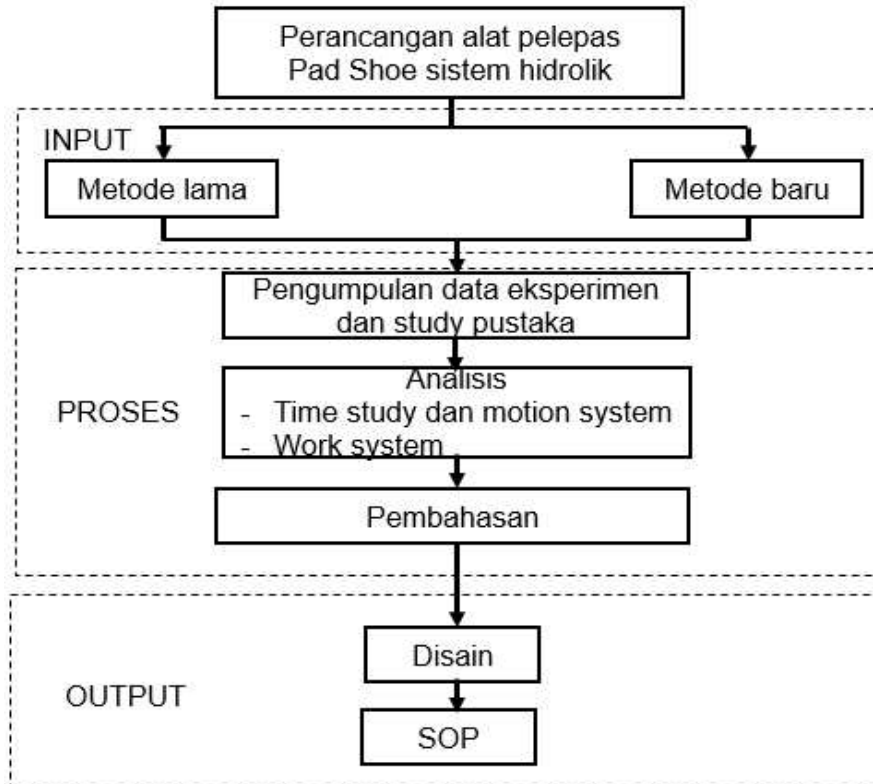
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metodologi	Permasalahan yang sedang diteliti	Hasil Penelitian	Perbedaan penelitian
1	Petrus	Analisis Efisiensi Pemeliharaan Roda Rantai Tank AMX 13 di Yonkav 3/AC Malang	Analisa perbandingan metode baru dan metode lama dalam pelepasan dan pemasangan roda rantai tank AMX 13 di Yonkav 3/AC	Sistem kerja pemeliharaan roda rantai tank AMX 13, pada kegiatan lepas pasang dikaitkan dengan personel, waktu dan tenaga serta faktor ergonomi menggunakan metode lama maupun metode baru	Tahapan pemeliharaan roda rantai tank AMX 13 dengan menggunakan metode baru yang dilengkapi dengan Alat mekatronik Dongpit lebih sederhana, lebih efisien, aman dan nyaman	Objek yang diteliti roda rantai tank AMX 13 di Yonkav 3/AC sedangkan penulis meneliti tentang <i>Pad shoe</i> roda rantai tank leopard
2	M. Al Tariq	Rancang bangun alat pembuka <i>pad shoe</i> Ranpur Tank IFV Marder 1 A3	Rancang bangun alat pembuka <i>pad shoe</i> Ranpur Tank IFV Marder 1 A3 dengan sistem mekanik menggunakan motor listrik	Rancang bangun alat pembuka <i>pad shoe</i> Ranpur Tank IFV Marder 1 A3 dikaitkan dengan tingkat kesulitan melepas <i>pad shoe</i> dan waktu yang lama.	Rancang bangun alat pembuka <i>pad shoe</i> Ranpur Tank IFV Marder 1 A3 sistem mekanik menggunakan motor listrik lebih mudah dan cepat.	Objek yang diteliti <i>pad shoe</i> Ranpur Tank IFV Marder 1 A3 sedangkan penulis meneliti <i>Pad shoe</i> tank leopard. Sistem menggunakan tenaga motor listrik sedangkan penulis menggunakan hidrolis.

3	Venkata Sampath Dangeti	<i>Identifying target properties for the design of meta-material tank track pads</i>	Analisa meta-material alternatif yang dapat memberikan beberapa sifat elastis yang diinginkan dari bantalan track menggunakan <i>soft ware</i>	Pada sistem kendaraan roda rantai, <i>track pads</i> memiliki masa pakai, kegagalan yang terjadi apabila sudah panas karena pemakaian berakibat Meledak/pecah.	metode terbaik untuk mengekstrak sifat elastis meta-material adalah dengan menentukan tensis elastisitas singgung untuk "murni stres" Tensor ini kemudian dapat digunakan sebagai persamaan konstitutif untuk menentukan metamaterial topologi sel satuan.	- Penulis lama Mengidentifikasi properti target untuk desain <i>track tank metamaterial</i> sedangkan penulis meneliti tentang alat pelepas <i>rubber tank</i> .
4	Paul Alen	<i>Models for the Dynamic Simulation of Tank Track Components</i>	Metode simulasi dari komponen tank	Tujuannya adalah untuk mendeskripsikan mekanisme input kekuatan getaran yang ditransmisikan dari tanah ke lambung kendaraan	untuk karet alam yang diisi karbon hitam komponen telah dikembangkan untuk implementasi di perangkat lunak simulasi dinamis sehingga dapat mengurangi getaran pada body tank	Penulis lama membahas aplikasi simulasi model dinamik untuk membuat model untuk mengurangi berat Ranpur tank dengan mengganti alluminium menjadi bahan komposit, serta mengurangi <i>noise</i> dan getaran menggunakan <i>the road wheel tyre, the suspensions rotary damper</i> dan <i>the track link bush</i> .
5	Indra Sumarwijaya Siagian	Analisis sistem kontrol servo hidrolik pada mesin semi solid <i>metal forging</i>	Menggunakan pendekatan matematik pada wawasan-S (laplace) untuk mendapatkan hasil simulasi. Dimana	Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai ketelitian pengaturan servo hidrolik dengan	Nilai KPos berpengaruh pada nilai Kesalahan tunak, waktu penetapan dan Fc. Nilai Ki berpengaruh terhadap kesalahan tunak tanpa merubah nilai Fc dan PM dan kesalahan transisinya,	Penulis lama membahas sistem kontrol servo hidrolik pada mesin semi solid <i>metal forging</i> rancangan bppt-meppo sedangkan penulis meneliti tentang alat

		rancangan bppt-meppo	pengujian simulasi ini menggunakan masukan satuan (step), waktu (ramp) dan frekuensi (bode) kemudian dibandingkan dengan hasil eksperimen	permodelan matematik sistem	dimana perubahan nilai kesalahan tunaknya akan berbanding terbalik dengan kesalahan transisinya	pelepas <i>Pad shoe</i> dengan hidrolik
6	Fitria Adhi Geha Nusa	Perancangan sistem hidrolik pada unit mobile <i>core sampler</i>	Merancang dan menghitung spesifikasi komponen yang akan dibuat digunakan pada silinder miring, ejektor, pompa hidrolik, dan <i>reservoir</i> (tangki hidrolik). Ini juga melakukan diskusi tentang perbedaan antara <i>Core Sampler Sugarcane</i> model <i>fixed</i> dan <i>mobile</i>	Teknologi untuk meningkatkan keakuratan rendemen dan dalam waktu yang singkat, yaitu menggunakan alat <i>Sugarcane Core Sampler</i>	Pompa yang digunakan adalah tipe pompa piston dengan perpindahan 41 cc / rev. Untuk kapasitas tangki hidrolik dibutuhkan pada semua sistem hidraulik adalah 177 liter	Penulis Lama membahas perhitungan untuk pemilihan komponen yang akan digunakan, terutama pada <i>cylinder hydraulic, hydraulic pump</i> , dan <i>reservoir</i> .

2.7 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.12 Kerangka pikiran

Sumber: Hasil pengolahan penulis dalam menyusun alur pikir

1. *Input.*

Dalam penelitian ini, sistem kerja pemeliharaan perencanaan alat pelepas *pad shoe* tank dilaksanakan dalam dua metode pelepasan yaitu metode lama dan metode baru. Metode lama atau metode konvensional yaitu metode pelepasan yang biasa dilakukan oleh personel pemeliharaan dalam melaksanakan lepas pasang *pad shoe* tank Leopard menggunakan peralatan bengkel sederhana personel lebih dari 1 orang, waktu dan tenaga yang cukup serta tingkat keamanan dan kenyamanan yang kurang. Metode baru adalah metode yang akan dirancang untuk melepas *pad shoe* tank dengan menggunakan sistem hidrolik.

2. *Process*

Pada bagian *process*, menjelaskan *input* yang terdapat dalam ruang lingkup pengumpulan baik data pustaka maupun data dari eksperimen selanjutnya dianalisis untuk mengetahui apakah model sistem alat dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.

3. *Output*

Output yang dihasilkan dari penelitian ini berupa Model alat pelepas *pad shoe* dengan menggunakan sistem hidrolik yang dapat menggantikan sistem manual. Tahapan dari metode yang paling efisien digunakan sebagai *Standard Operating Prosedure (SOP)* yang menjadi pedoman bagi personel pemeliharaan dalam melaksanakan pelepasan *pad shoe* tank Leopard.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.

3.1.1 Tempat Penelitian.

Tempat penelitian untuk mengumpulkan data dan informasi di wilayah Propinsi Bandung dilaksanakan disatuan Pusdikav Pusenkav TNI AD dan Bengpuspal TNI AD. Di wilayah Propinsi Jakarta dilaksanakan di satuan Batalyon Kavaleri 1 Kostrad.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini dilaksanakan semenajak diterbitkan surat penelitian atau dalam kurun waktu lebih kurang 3 (tiga) bulan. Terdiri dari pengumpulan data 1 bulan, pengolahan data 1 bulan yang meliputi penyajian dalam bentuk tesis dan 1 bulan terakhir digunakan untuk proses bimbingan tesis.

3.2 Karakteristik Model Yang Dikembangkan.

3.2.1 Kriteria.

Ukuran dasar karakteristik model yang akan dikembangkan memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Dapat mewujudkan transformasi TNI AD untuk mempersiapkan prajurit yang modern, efisien, efektif dalam fase pemeliharaan Ranpur dilingkungan satuan Kavaleri.²³
2. Meningkatkan Sumber Daya Manusia (SDM) personil pemeliharaan terkait pengenalan dan merampingkan organisasi setelah pemanfaatan teknologi.²⁴

²³ <https://tniad.mil.id/2014/01/transformasi-tni-ad-siapkan-prajurit-yang-modern-efisien-efektif-dan-militan/> diakses pada tanggal 20 Desember 2018

²⁴ Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2015 Tentang Strategi PertahananNegara, hal 111

3. Disain model sistem alat dapat mendukung fungsi pemeliharaan bagi seluruh komoditi logistik terkait Rantis tank Leopard baik ditingkat pusat, daerah dan satuan pengguna.

3.2.2 Alternatif

Alternatif model yang akan dikembangkan dapat memenuhi kriteria yang diuraikan diatas, antara lain:

1. Model sistem alat direncanakan dapat melipat gandakan tenaga manusia dari sistem manual (*manual system*) dikembangkan menjadi sistem yang memakai teknologi (*modern system*).
2. Dibutuhkan alat pelepas *pad shoe* yang yang dapat digunakan pada pemeliharaan tingkat 4 (Bengpuspal) sampai dengan tingkat 0 (satuan pemakai /Batalyon Kavaleri) sehingga alat direncanakan *portable*.
3. Alternatif Model alat yang dikembangkan ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel. 3.1 Alternatif elemen model alat

No	Elemen	Alternatif		
1	Alat Penggerak	Motor listrik	Hidrolik	Genset
2	Sumber tenaga	Listrik	Manusia	Bahan bakar
3	Sistem kerja alat	Press pneumatik	Press hidrolik	Press ulir
4	Model rangka	Besi kotak	Besi lingkaran	Besi siku
5	Material rangka	Stainless steel	Besi baja	Titanium

Sumber: Penulis, Januari 2019

Pada tabel diatas elemen yang dipilih sesuai kebutuhan melepas *pad shoe* roda rantai adalah sistem hidrolik dengan tenaga penggerak manusia. Sistem kerja alat dengan cara menekan/press untuk mendorong *pad shoe* keluar dari dudukannya. Supaya alat dapat kokoh dan kuat, struktur rangka menggunakan besi baja dengan model rangka besi siku.

3.3 Langkah-Langkah Pengembangan Model

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan pada tiga objek yang dihubungkan, dengan cara dilihat, diteliti dan dikunjungi sebagai sumber informasi. Ketiga objek tersebut ada yang berupa tulisan-tulisan dalam kertas (*paper*), manusia (*person*) dan tempat (*place*), yaitu:

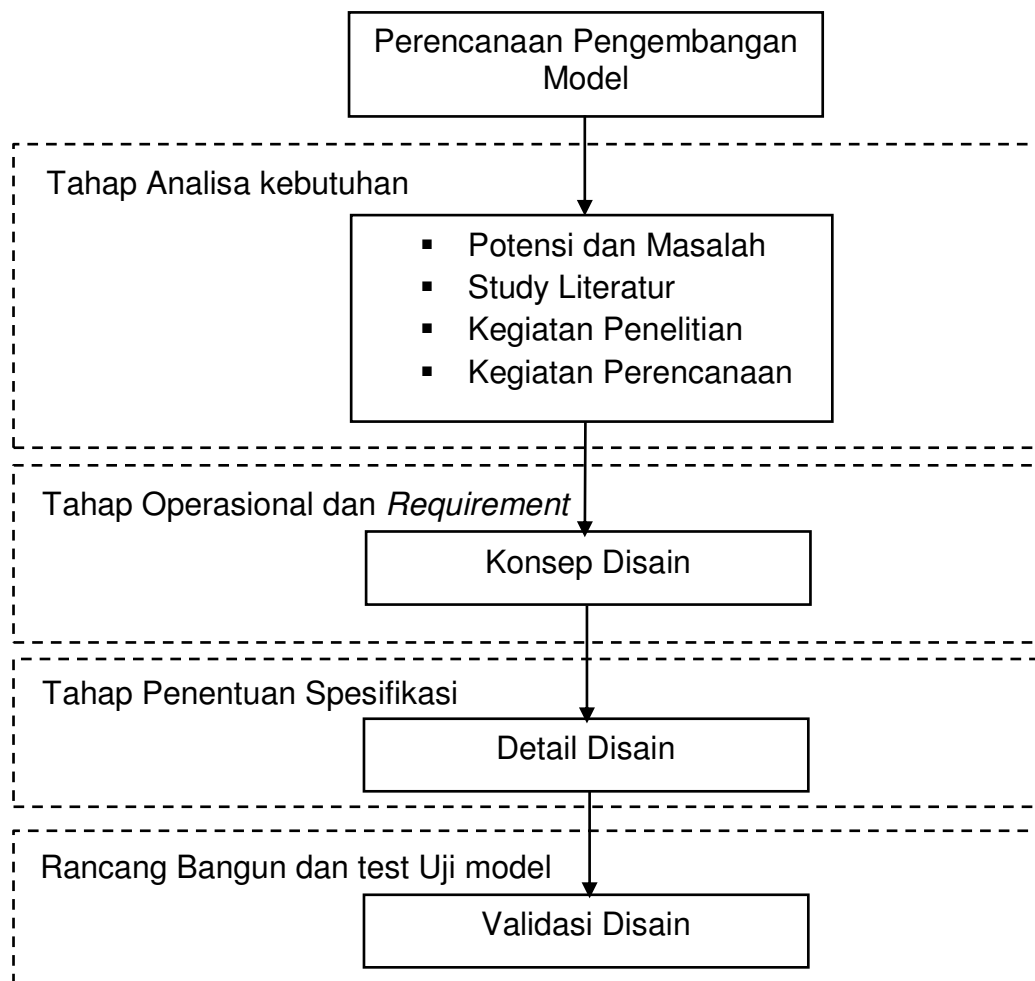
1. *Paper*. Yaitu mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya terkait pengembangan model disain alat pelepas *pad shoe* roda rantai tank, yang terdiri dari dokumen, buku-buku, majalah atau bahan tertulis lainnya, baik dalam bentuk teori, penemuan sebelumnya atau laporan penelitian.
2. *Person*. Melakukan pertemuan, bertanya, dan berkonsultasi dengan para ahli atau nara sumber.
3. *Place*. Mengunjungi *workshope* untuk mengadakan penelitian pendahuluan guna mengetahui permasalahan dilapangan untuk meyakinkan apakah penelitian yang di lakukan bermanfaat bagi satuan pemakai pada fase pemeliharaan Ranpur.

Alat ukur (instrumen) yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan mudah, yaitu:

1. Torsimeter, adalah adalah sebuah alat pengukur torsi yang biasa dipakai untuk mengukur besar daya/tenaga melepas *pad shoe* dari landasannya.
2. *Stopwatch*, adalah alat untuk mengukur waktu yang digunakan melepas *pad shoe*.
3. Komputer, adalah alat yang digunakan untuk pengolahan data dengan software *Microsoft Office Excel, autocad dan sketchup*.
4. Rekorder dan kamera adalah alat yang digunakan untuk merekam audio, video, dan pengambilan dokumentasi.

3.3.2 Perencanaan Pengembangan Model

Menurut Sugiyono langkah-langkah strategi penelitian dan pengembangan yang dilakukan adalah untuk menghasilkan produk model tertentu dan menguji keefektifan produk disain yang dimaksud.²⁵ Langkah-langkah model *engineering process* yang digunakan tergambar pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Gambar diagram *engineering process*

Sumber: Peneliti, Desember 2018.

²⁵<https://noordyah.wordpress.com/tugas-kuliah/langkah-langkah-penelitian-dan-pengembangan/> diakses pada tanggal 24 Desember 2018

Secara garis besar alur proses penelitian ini terbagi menjadi 7 (tujuh) tahap, sebagai berikut:

1. Potensi masalah.

Penelitian ini diawali dari adanya potensi atau masalah, bila didayagunakan akan memiliki suatu nilai tambah pada disain yang dihasilkan. Sebaliknya masalah juga bisa dijadikan sebagai potensi, apabila dapat mendayagunakannya. Masalah ini dapat diatasi melalui R&D dengan cara meneliti sehingga dapat ditemukan suatu model, pola atau sistem penanganan terpadu yang efektif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

2. *Study Literatur.*

Setelah potensi dan masalah ditunjukkan secara faktual, maka selanjutnya mengumpulkan informasi dan studi literatur yang digunakan untuk pembuatan produk disain yang memberikan solusi mengatasi permasalahan tersebut.

3. Kegiatan Penelitian.

Kegiatan penelitian merupakan kegiatan mengumpulkan data-data terkait pembuatan model sistem alat bantu pelepas *pad shoe* dengan cara mengunjungi lokus-lokus penelitian. Untuk perolehan data tenaga/daya yang dibutuhkan dalam pembuatan disai alat, maka dilakukan eksperimen melepaskan *pad shoe* dengan menggunakan alat ukur torsimeter dan mencatat hasil yang diperoleh.

4. Kegiatan Perencanaan.

Kegiatan perencanaan dilakukan dengan mempedomani teori, prinsip, hukum, pengalaman dan hasil observasi dan perhitungan matematis maka ditentukan parameter model yang bisa mengakomodir tujuan dari perencanaan.

5. Konsep Disain.

Konsep disain yang dihasilkan dalam produk penelitian *research and development* adalah orientasi teknologi yang dapat mengenalkan kepada personil pemeliharaan, bahwa alat yang direncanakan dapat memudahkan pekerjaan, hemat tenaga, menarik, lebih cepat dalam pengerjaan, bobot ringan, ergonomis, dan bermanfaat ganda. Desain produk diwujudkan dalam gambar sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya serta memudahkan pihak lain untuk memulainya. Desain sistem ini masih bersifat hipotetik karena efektivitasnya belum terbukti, dan akan dapat diketahui setelah melalui pengujian-pengujian.

6. Detail Disain.

Detail disain dibuat setelah dilakukan pengujian konsep disain dengan cara membandingkan beberapa alternatif disain, selanjutnya dievaluasi masing-masing kekurangan dan keunggulannya untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

7. Validasi Disain.

Validasi desain adalah proses kegiatan untuk menilai rancangan produk, dalam hal ini model alat bantu pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard secara penilaian dapat lebih efektif dari sistem yang lama. Validasi produk dapat dilakukan dengan cara konsultasi beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai model disain. Setiap pakar diminta untuk menilai desain tersebut, sehingga dapat memberikan masukan tentang kelemahan dan kekuatan model disain.

3.4 Alat dan Bahan.

Pemilihan bahan adalah suatu kegiatan penting yang diperlukan. Pada saat pemilihan alat dan bahan sedapat mungkin dipilih yang efektif dan efisien guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Adapun Bahan dan alat yang digunakan dalam pengambilan data meliputi sebagai berikut :

1. Bahan.
 - a. Plat besi sebagai bahan dasar konstruksi alat.
 - b. Silinder Hidrolik.
 - c. Komponen instalasi hidrolik.
 - d. Katub Kontrol.
 - e. Pompa Hidrolik 1 buah.
 - f. Pipa Hidrolik.

2. Alat.
 - a. Manometer. Manometer adalah salah satu komponen hidrolik yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar tekanan yang bekerja pada fluida.
 - b. *Tool Kit*. Adalah alat yang digunakan untuk membantu dalam pembuatan dan perbaikan alat pelepas *pad shoe* yang terdiri dari obeng, tang, kunci pas, kunci ring dan lain-lain.
 - c. Bor Listrik. Bor Listrik digunakan untuk membuat lubang pada, logam dan lain-lain.
 - d. Gerinda. Gergaji Besi digunakan untuk menghaluskan bekas las pada alat.
 - e. Las Listrik. Las listrik digunakan untuk menyambung logam saat pembuatan konstruksi alat pelepas *pad shoe tank Leopard*.

3.5 Penyesuaian dan Kalibrasi.

Kalibrasi, digunakan untuk mengetahui apakah proses keluaran atau indikasi dari suatu perangkat telah sesuai dengan standar yang digunakan dalam akurasi tertentu

Pengujian fungsi dari sub system dan pengujian seluruh sistem yang sudah terintegrasi, secara keseluruhan dapat dipastikan masing-masing sub sistem alat dapat bekerja untuk menghasilkan alat pelepas *pad shoe* tank Leopad dengan baik.

1. Sub Sistem.

Perangkat dari masing-masing sub sistem sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk meyakini alat tersebut sesuai dengan spek yang dibutuhkan dalam suatu sub sistem. Mengantisipasi agar tidak terjadi kesesuaian tersebut terlebih dahulu diperhatikan pada saat pengadaan item dari alat, karena masing-masing merek dagang memiliki kelebihan dan kekurangan. Pelaksanaan kalibrasi dilakukan di workshop.

2. Sistem.

Setelah meyakinkan sub sistem bekerja secara baik, tahap berikutnya adalah melakukan rangkaian masing-masing sub sistem. Untuk meyakinkan alat tersebut dapat berinteraksi dengan baik dilakukan kalibrasi terhadap sistem secara keseluruhan. Pelaksanaan kalibrasi dengan cara menguji langsung alat tersebut untuk melepaskan *pad shoe* tank Leopard, pelaksanaan uji coba dilakukan berulang kali sampai diyakini alat tersebut dapat beroperasi dengan baik. Pelaksanaan kalibrasi sistem langsung dipraktekkan di Pusdikav Pusenkav TNI AD.

3.6 Sumber Data/Subjek/Obyek Penelitian

3.6.1 Sumber Data

Sumber data yang dimaksud adalah subyek dari mana data yang dibutuhkan dapat diperoleh.²⁶ Pengumpulan sumber data terkait dalam penelitian ini meliputi dua sumber yaitu sumber data primer dan sekunder. Kedua sumber tersebut yaitu:

1. Sumber data primer yaitu data yang dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya.²⁷ Sumber yang dijadikan data primer dalam penelitian ini adalah Operator dan Teknisi Ranpur Tank Leopard di Pusdikav Pusenkav TNI AD, Batalyon Kavaleri 1 Kostrad dan Bengpuspal.
2. Sumber data sekunder yaitu data penunjang yang dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya.²⁸ Sumber yang dijadikan data skunder dalam penelitian ini adalah buku literature perpustakaan yang berkaitan dengan sistem kerja (*work Systems*) dan *manual book Tank Leopard* dari Pusenkav TNI AD.

3.6.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah Tank Leopard khususnya pada rantai tank dan sub sistemnya. Personil terkait yang dijadikan subyek penelitian adalah Individu yang dipandang kompeten sebagai narasumber meliputi personil Pleton Pemeliharaan (Tonhar) Ranpur di Pusdikav Pusenkav TNI AD, dan personil Bengkel Pusat Peralatan (Bengpuspal).

²⁶ Suharsimi Arikunto, *Preosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, h. 129.

²⁷ Sumadi Suryabrata, *Metode Penelitian* (Jakarta: Rajawali, 1987), h. 93

²⁸ *Ibid.*, 94.

3.6.3 Objek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah mengukur besarnya gaya/tenaga yang dibutuhkan untuk melepaskan *pad shoe* oleh personil Tonhar dengan menggunakan alat ukur torsimeter. Proses eksperimen ini dilakukan di workshope Bengpuspal dengan alat ukurnya menggunakan instansi Balai Besar Logam dan Mineral (BBLM).

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang dikehendaki sesuai dengan permasalahan yang diangkat dalam tesis ini, maka penulis menggunakan metode sebagai berikut:

1. Eksperimen.

Yaitu teknik pengumpulan data dengan melakukan pengukuran dimensi dilapangan seperti mengukur jumlah personil, waktu dan tenaga yang diperlukan untuk melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard. Pada pelaksanaannya dilakukan sistem bongkar pasang *pad shoe* menggunakan sistem manual selanjutnya didokumentasikan menggunakan perekam video. Hasi perekaman yang diperoleh dapat diambil data waktu dan tenaga yang diperlukan dalam kegiatan melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard.

2. Dokumentasi.

Dokumentasi sesuai dari asal katanya dokumen, artinya barang-barang tertulis.²⁹ Di dalam melaksanakan metode dokumentasi, peneliti mendapatkan data-data tertulis seperti *manual book* dan data personil pemeliharaan di satuan Batalyon Kavaleri.

²⁹ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, h. 134

3.8 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beberapa model analisa yaitu:

1. *Time study.*

Time Study atau studi waktu yang dikembangkan oleh F.W Taylor dengan teori pengukuran waktunya untuk menganalisa penggunaan waktu yang diperlukan dalam model sistem alat bantu pelepas roda rantai tank Leopard, baik dengan metode lama maupun metode baru. Data waktu yang didapat kemudian dibandingkan untuk menentukan metode pemeliharaan mana yang lebih efisien dengan melihat penggunaan waktu yang lebih sedikit.

2. *Motion study.*

Motion study atau studi gerakan yang dikembangkan oleh F.B Gilbert menghasilkan prinsip-prinsip untuk mendapatkan sistem kerja yang terancang baik, aman, nyaman dan efisien. Analisa dilakukan dengan menghitung berapa tenaga yang digunakan untuk melepas *pad shoe* dari rantainya. Alat yang digunakan adalah torsimeter. Data torsi yang diperoleh dianalisa untuk mencari besarnya tenaga/gaya yang sudah dikeluarkan

3. *Model Work Systems.*

Model Work Systems atau Sistem Kerja menurut Smith and carayon yang akan menganalisis hubungan organisasi, personil individu, tugas, tehnologi dan peralatan serta lingkungan yang mendukung model sistem alat bantu pelepas roda rantai tank Leopard.

3.9 Pengujian Keabsahan dan Keterandalan Data

Pengujian keabsahan data adalah bagaimana peneliti dapat meyakinkan pembaca mengenai kegiatan penelitian dilakukan dengan cara yang benar dan baik sehingga meningkatkan derajat kepercayaan terhadap kegiatan dan hasil penelitian tersebut.³⁰ Bentuk desain yang dihasilkan sangat tergantung kepada keabsahan dan keterandalan data yang dipilih dalam penelitian.

3.10 Variabel yang Direncanakan.

Guna mendukung kelancaran dalam penelitian, maka peneliti menggunakan variabel bebas dan terikat:

1. Variabel bebas. Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh penulis, diantaranya sebagai berikut :
 - a. Beban pada saat *pad shoe* di tarik sampai lepas dari rantai.
 - b. Dimensi *pad shoe* dan rantai.
 - c. Dimensi alat pelepas *pad shoe*.
 - d. Cepat tekan pada saat *pad shoe* di tarik sampai lepas dari rantai.

2. Variabel terikat. Variabel yang diperoleh dari hasil perhitungan dan perencanaan tergantung pada variabel bebasnya, variabel terikatnya adalah :
 - a. Tekanan kerja.
 - b. Debit pompa hidrolik.
 - c. Daya pompa hidrolik.
 - d. Debit aliran pompa hidrolik.

³⁰ Moleong, Lexy J. 2013. Metode Penelitian Kualitatif. Edisi Revisi. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya

3.11 Definisi Operasional

Berikut definisi operasional yang akan dipergunakan di dalam penelitian tesis ini:

1. Sistem hidrolik adalah suatu teknologi yang memanfaatkan fluida car/oli untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip tekanan dalam fluida, dimana jika suatu zat cair diberi tekanan maka tekanan itu akan menekan ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya.
2. Motor hidrolik adalah sebuah aktuator mekanik yang mengkonversi aliran dan tekanan hidrolik menjadi torsi atau tenaga putaran.
3. Katub/*valve* adalah salah satu komponen dari sistem hidrolik yang berfungsi mengarahkan tekanan dan aliran fluida ke silinder kerja.
4. Fluida adalah merupakan komponen yang berfungsi sebagai media penghantar energi dan berfungsi juga sebagai pelumas, peredam getaran dan penghilang kalor akibat tekanan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Merujuk kepada peraturan menteri pertahanan dalam mengembangkan program produksi yang berorientasi kepada perkembangan teknologi dan RMA, salahsatunya adalah produk sarana pertahanan kelas ringan dengan kemampuan kemandirian mendukung operasi taktis. Keberhasilan operasi taktis didukung oleh kemampuan dalam memelihara Alutsista yang sudah ada. Satuan Kavaleri merupakan Satbanpur yang dominan dalam pemakaian Alutsista dilingkungan TNI AD, terutama Ranpur *Maint Battle Tank (MBT) Leopard*. Guna mendukung daya gerak dalam mengefektifkan mobilisasi Ranpur Tank Leopard dibutuhkan teknologi pembuatan model alat bantu pelepas *pad shoe* yang dapat digunakan *portable* pada saat operasi maupun di *home base*.

4.1 Hasil Penelitian

Upaya dalam peolehan data dan fakta diperlukan penelitian sejauh mana kegunaan alat pelepas *Pad shoe* Tank Leopard yang dapat diakomodir menghasilkan satu unit alat yang memenuhi kriteria ergonomik, keamanan, *portable* serta terpenuhinya aspek taktis dan strategis.

4.1.1 Kebijakan Pemeliharaan Ranpur TNI AD.

Pemeliharaan merupakan salahsatu dari penyelenggaraan tugas pokok TNI AD dibidang logistik. Ranpur diupayakan selalu dalam kondisi siap gerak agar mampu memberikan dukungan secara berhasil dan berdaya guna sehingga tugas pokok TNI AD tetap dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien. Pelaksanaan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemeliharaan dan Pencegahan, yaitu melaksanakan kegiatan teknis yang harus dilakukan pada materiil dan fasilitas guna mencegah kerusakan sebelum menimbulkan kerusakan-kerusakan yang lebih berat.

2. Perbaikan, yaitu melaksanakan penggantian atau memperbaiki komponen/bagian tertentu yang mengalami kerusakan agar kondisinya menjadi baik sehingga siap operasional.
3. Modifikasi, yaitu melaksanakan kegiatan dan pekerjaan mengganti komponen lain agar berhasil dan berdaya guna dengan tidak merubah fungsi.
4. Uji fungsi, yaitu melaksanakan kegiatan ilmiah yang bersifat teknis di bidang materiil diantaranya pemeriksaan, perbandingan dan percobaan guna menentukan kualifikasi materiil sesuai dengan persyaratan Standar Oerasional Prosedur (SOP).

Keberhasilan operasi taktis didukung oleh kemampuan dalam memelihara Alutsista yang sudah ada pada waktu sebelum digunakan, selama penggunaan dan setelah penggunaan, yaitu:

1. Pemeliharaan sebelum penggunaan, yaitu: pemeliharaan yang harus dilaksanakan sebelum Ranpur dioperasikan untuk meyakinkan tidak ada bagian yang rusak atau gangguan yang harus ditindak lanjuti dan dilaporkan.
2. Pemeliharaan selama penggunaan, yaitu: pemeliharaan yang harus dilaksanakan pada saat istirahat ketika Ranpur sedang dalam penggunaan.
3. Pemeliharaan setelah penggunaan, yaitu Pemeliharaan yang harus dilakukan setelah Ranpur selesai digunakan

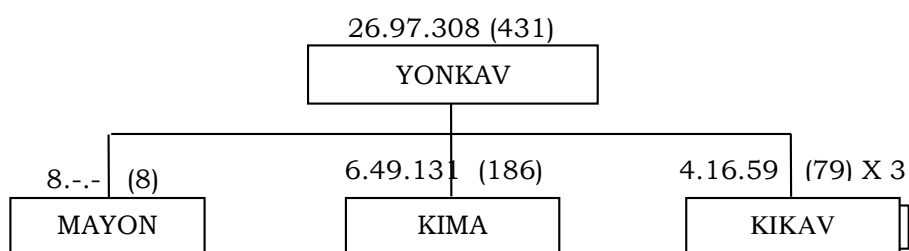
Penyelenggara fungsi pemeliharaan bagi seluruh komoditi logistik dilakukan secara bertingkat, pada tingkat pusat dilaksanakan oleh Bengpuspal, yaitu melaksanakan kegiatan pemeliharaan Tingkat IV (kerusakan berat) yang tidak dapat dilaksanakan oleh instalasi pemeliharaan daerah/satuan. Bengpuspal juga membuat komponen/suku

cadang secara terbatas sesuai kemampuannya dan memberikan bimbingan teknis.

1. Tingkat daerah dilaksanakan oleh Bengpusrah, yaitu menyelenggarakan pemeliharaan materiil sesuai areal servicenya mulai dari tingkat tingkat I sampai dengan tingkat III serta tingkat IV secara terbatas melalui asistensi teknis tingkat pusat. Kemampuan lainnya juga memberikan bimbingan teknis kepada satuan Kavaleri yang berada diarea servicenya.
2. Tingkat satuan dilaksanakan oleh satuan satuan yang menerima Ranpur, yaitu menyelenggarakan pemeliharaan Harcegah ditingkat satuannya mulai dari tingkat tingkat 0 sampai dengan tingkat II (ringan).

4.1.2 Kebijakan Pemeliharaan Ranpur Satuan Kavaleri.

Satuan Kavaleri merupakan salah satu Korps yang ada dalam jajaran TNI AD dengan tugas pokok menyelenggarakan pertempuran di darat menggunakan kendaraan tempur Berlapis Baja (Berba) sebagai alat utamanya untuk mendekati dan menghancurkan musuh. Fungsi utama satuan Kavaleri melakukan pertempuran di darat yang bersifat ofensif dengan daya gerak, daya tembak dan daya kejut untuk mendekati, menghancurkan, melumpuhkan, menghambat pasukan Berba lawan serta memperbesar atau menambah daya gempur satuan yang dibantu. Batalyon Kavaleri terdiri dari tiga Kompi pemukul dan 1 Kompi Markas. Pada Gambar 4.1 diperlihatkan struktur organisasi Batalyon Kavaleri TNI AD:



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Batalyon Kavaleri

Sumber: Peraturan Kasad Nomor Perkasad / 74 / VIII / 2011 Tanggal 8 Agustus 2011

Batalyon Kavaleri (Yonkav) ada yang berada di bawah komando Kodam dan ada yang di bawah komando Kostrad, tersebar di 13 wilayah Indonesia. Tabel Satuan Batalyon Kavaleri TNI AD dengan Senjata dan dislokasi diperlihatkan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Dislokasi Satuan Batalyon Kavaleri TNI AD dan Senjatanya.

No	Batalyon	Nama Satuan	Senjata	Dislokasi
1	Yonkav 1/Tank Badak Ceta Cakti	Divif 1/Kostrad	Tank	Jakarta Timur
2	Yonkav 2/Tank Turangga Ceta	Kodam IV/Diponegoro	Tank & Panser	Semarang
3	Yonkav 3/Tank Andhaka Cakti	Kodam V/Brawijaya	Tank	Malang
4	Yonkav 4/Tank Kijang Cakti	Kodam III/Siliwangi	Tank	Bandung
5	Yonkav 5/Serbu Dwi Pangga Ceta	Kodam II/Sriwijaya	Tank dan Panser	Sumatera Selatan
6	Yonkav 6/Serbu Naga Karimata	Kodam I/Bukit Barisan	Tank & Panser	Medan
7	Yonkav 7/Panser Khusus Pragosa Satya	Kodam Jaya	Panser	Jakarta Timur
8	Yonkav 8/Tank Narasinga Wiratama	Divif 2/Kostrad	Tank	Pasuruan
9	Yonkav 9/Serbu Cobra	Kodam Jaya	Tank dan Panser	Tangerang Selatan
10	Yonkav 10/Serbu Mendagiri	Kodam VII/Wirabuana	Tank dan Panser	Makasar
11	Yonkav 11/Serbu Macan Setia Cakti	Kodam Iskandar Muda	Tank dan Panser	Aceh Besar
12	Yonkav 12/Serbu Beruang Cakti	Kodam VI/Tanjungpura	Tank dan Panser	Kalbar
13	Yonkav 13/Satya Lembuswana	Kodam VI/Mulawarman	Tank dan Panser	Kaltim

Sumber: Pusdikav TNI AD, Agustus 2011

Pleton Pemeliharaan atau disingkat Tonhar adalah bagian dari kompi markas Batalyon Kavaleri. Pemeliharaan tank Leopard ditugaskan kepada Peleton Pemeliharaan (Tonhar). Anggota Peleton berjumlah 23 orang, terdiri dari 1 orang perwira, 9 orang Bintara dan 14 orang Tamtama seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Jumlah personil Pleton Pemeliharaan (Tonhar)

No	Jabatan	Pangkat	Jumlah
1	Komandan Peleton	Letnan satu	1 Orang
2	Bintara Peleton	Sersan Kepala	1 Orang
3	Bintara montir kendaraan Ranpur	Sersan Kepala	3 Orang
4	Tamtama Pengemudi Ranpur REC (Repair Carrier),	Kopral	3 Orang
5	Tamtama Penembak Senjata Ranpur REC	Prajurit Kepala	3 Orang
6	Bintara Komandan Ranpur AVLB (Armour Vehicle Launched Bridge),	Sersan	3 Orang
7	Pengemudi Ranpur AVLB	Kopral	3 Orang
8	Tamtama Pelayan Ranpur AVLB,	Prajurit Kepala	3 Orang
9	Bintara Montir kendaraan bermotor	Sersan	1 Orang
10	Tamtama montir kendaraan bermotor	Kopral	1 Orang
11	Bintara pengemudi truck $\frac{3}{4}$ ton	Bintara	1 Orang
12	Bintara pengemudi truck $\frac{3}{4}$ ton	Kopral	1 Orang
	Jumlah		23 Orang

Sumber: Peraturan Kasad Nomor Perkasad / 74 / VIII / 2011 Tanggal 8 Agustus 2011

4.1.3 Kebijakan Pemeliharaan *Pad shoe* Saat Ini.

Pad shoe adalah bantalan rantai tank yang terbuat dari rubber/karet komposit yang berfungsi sebagai pelapis rantai agar tidak terjadi *friction* dengan jalan yang dilintasinya. Bentuk disain dan ukuran dari *pad shoe* masing-masing tank berbeda sesuai jenis tank yang diproduksi.

Fokus pada pergantian *pad shoe* yang rusak selama ini dilakukan perbaikan oleh Pleton pemeliharaan, namun dimedan latihan dan medan

tugas pelaksanaan pergantian *pad shoe* juga dapat dilakukan oleh awak Ranpur tergantung pada situasi dan kondisi apabila diperlukan percepatan pergerakan tank.

Peralatan yang digunakan masih sederhana yaitu dengan menggunakan tuas/linggis, palu dan besi yang samasekali belum tersentuh dengan teknologi. Melepaskan *pad shoe* secara manual sudah tidak efektif digunakan karena membutuhkan tenaga prajurit yang cukup besar untuk melepaskan satu *pad shoe* sehingga berisiko bagi keselamatan prajurit yang sudah mengalami kelelahan dalam latihan maupun tugas operasi. Penggantian *pad shoe* selama ini dilakukan di satuan sendiri dan terkadang juga dilakukan di medan latihan sewaktu-waktu apabila mengalami kerusakan *pad shoe*. Tahapan pelepasan *pad shoe* saat ini disatuan-satuan Kavaleri:

1. Persiapan
 - a. Menyiapkan tank Leopard pada posisi datar dan cukup keras.
 - b. Menyiapkan personil yang terlibat melakukan pelepasan *pad shoe* sebanyak dua orang dari Bintara/Tamtama dari personil Pleton Pemeliharaan (Tonhar) yang ditunjuk oleh komandan Pleton.
 - c. Menyiapkan alat peralatan toolkit bawaan dari tank Leopard seperti: tuas, palu 5 kg, pahat pengungkit dan *pad shoe* yang baru sebanyak jumlah yang mau diganti.
2. Pelaksanaan
 - a. Melepaskan lidah pengait *pad shoe* dengan mendorong pahat pengait menggunakan palu.
 - b. Setelah lidah pengait terlepas dari track shoe, selanjutnya tuas/linggis dimasukkan kedalam bagian sisi dalam *pad shoe* dengan menggunakan tekanan palu.

- c. Setelah ujung dari tuas masuk dalam kedudukannya, dilakukan pendorongan *pad shoe* dengan cara diungkit berulang kali sampai *pad shoe* terbebas dari track shoonya. Proses pelepasan ini membutuhkan tenaga yang cukup besar karena biasanya *pad shoe* yang mau dilepas sudah berkarat dan lengket.
 - d. Proses diatas dilakukan berulang kali sesuai dengan jumlah *pad shoe* yang mau diganti.
 - e. Pemasangan *pad shoe* yang baru dilakukan cukup mudah karena posisi track shoe biasanya sudah dibersihkan sebelum dipasang, yaitu dengan mendorong *pad shoe* baru menggunakan palu.
3. Pegakhiran
- a. Mengecek *pad shoe* yang sudah terpasang dengan cara mengetok *pad shoe*, apabila mengeluarkan suara yang agak nyaring berarti posisinya sudah benar, tetapi apabila suaranya lembab berarti *pad shoe* belum berada pada posisi yang pas.
 - b. Melakukan pembersihan peralatan dan penyimpanan.

4.1.4 Analisa Perolehan Data Model Alat

Perolehan data antropometri terkait perancangan alat bantu pelepas *Pad shoe* dilakukan dengan cara kuantitatif yaitu pengukuran langsung tank Leopard dilapangan sesuai data yang dibutuhkan, data lainnya diperoleh dari *manual book maint battle tank Leopard*. Hasil pengukuran ini selanjutnya digunakan untuk mendisain model alat yang dapat meningkatkan kenyamanan prajurit dalam menjalankan tugasnya.

Data antropometri tank Leopard yang diukur dilapangan terkait kebutuhan model alat *pad shoe* diperlihatkan dalam Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Data antropometri

No	Item	Ukuran
1	Tinggi rantai terpasang pada tank	90 cm
2	Lebar rantai	64 cm
3	Ukuran <i>Pad shoe</i> (panjang, lebar, tinggi)	23 cm x 110 cm x 5 cm
4	Jarak antara <i>pad shoe</i>	7,2 cm
5	Jumlah <i>pad shoe</i> terpasang	324 unit
6	Cadangan <i>pad shoe</i> di setiap tank	18 unit karet dan 10 besi baja
7	Jumlah personil yang dibutuhkan	4 (Danran, Penembak, teknis dan Pengemudi)
8	Tempat penggantian <i>pad shoe</i>	Di satuan dan di lapangan
9	Kotak toolkit di setiap tank	3 Unit Sisi kiri, kanan dan depan)

Sumber: Pengukuran dilapangan dan hasil wawancara penulis

Untuk mengetahui seberapa besar daya yang direncanakan dalam pembuatan alat pelepas *pad shoe* tank Leopard maka penulis melakukan eksperimen pengukuran daya dengan menggunakan torsimeter. Proses pengukuran dilakukan di Bengpuspal pada Ranpur Leopard 2RI. Penulis mengambil data hitung pada saat melepaskan *Pad shoe* dari kedudukannya, sedangkan untuk melepas lidah *pad shoe* dan pemasangan *pad shoe* kembali tidak diperlukan karena selama ini tidak ada kendala dan juga tidak memerlukan tenaga yang besar. Secara garis besar tahapan yang dilalui dalam perolehan data ukur menggunakan torsimeter sebagai berikut:

1. Persiapan.
 - a. Menyiapkan torsimeter yang sudah dikalibrasi di dinas Balai Besar Logam dan Material (BBLM) Bandung, pada posisi sudah terpasang pada tuas dengan cara di las jarak 80 cm.
 - b. Menyiapkan Ratis MBT Leopard 2RI pada posisi datar dengan posisi rantai dan *pad shoe* masih terpasang di Ranpur.

- c. Menyiapkan tool pelepas (Palu, Tuas besar dan kecil), meteran dan alat tulis.
 - d. Menyiapkan tiga orang personil yang bertugas untuk melepas *pad shoe*, mencatat dan mengawasi kegiatan.
2. Pelaksanaan.
- a. Melepas lidah pengait *pad shoe* dengan cara mencungkil menggunakan tuas dan palu hingga lidah pengait *Pad shoe* terlepas dari track.
 - b. Setelah lidah pengait lepas selanjutnya tempatkan tuas yang sudah ditempel torsimeter diantara pelat track dengan *pad shoe*, selanjutnya melakukan pengungkitan paksa berulang kali sehingga *pad shoe* terlepas, seperti pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 di bawah ini:



Gambar 4.2 Pelepasan *pad shoe* dengan memasang alat ukur torsimeter pada tuas

Sumber: Dokumentasi penulis

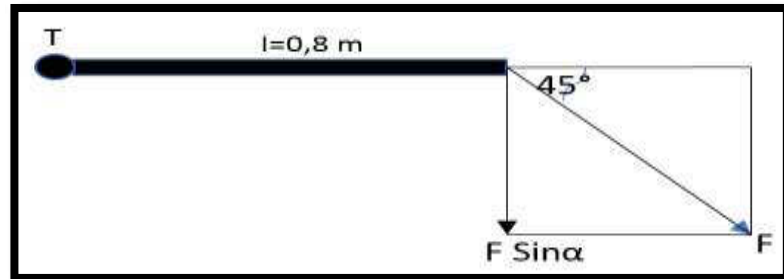


Gambar 4.3 Mengukur pergeseran *pad shoe* setiap diberikan gaya menggunakan tuas sampai terlepas dari kedudukan track.

Sumber: Dokumentasi penulis

- c. Melakukan pencatatan setiap kali tuas digerakan dengan mengamati hasil yang tertera pada torsimeter.
 - d. Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan sebanyak dua kali, dengan cara memilih kondisi *pad shoe* terpasang pada track yang berkarat dan yang sangat berkarat.
3. Pengakhiran.
- a. Menghimpun data dan pengecekan ulang data yang sudah diperoleh.
 - b. Melakukan pengolahan data untuk mencari hasil akhir gaya maksimal yang dibutuhkan untuk melepas *pad shoe*. Hasil pengukuran momen gaya dengan menggunakan alat torsimeter diimplementasikan kedalam besaran gaya dengan rumus dan Gambar 4.4 berikut:

$$T = l \times F \sin \alpha^\circ$$



Gambar 4.4 Vektor Gaya pada lengan tuas

Sumber: Dokumentasi penulis

Keterangan:

T = Momen gaya (torsi) (N.m)

F = Gaya (N)

l = Lengan gaya (m)

$\sin \alpha^\circ$ = Sudut apit antara gaya (F) dan lengan (l)

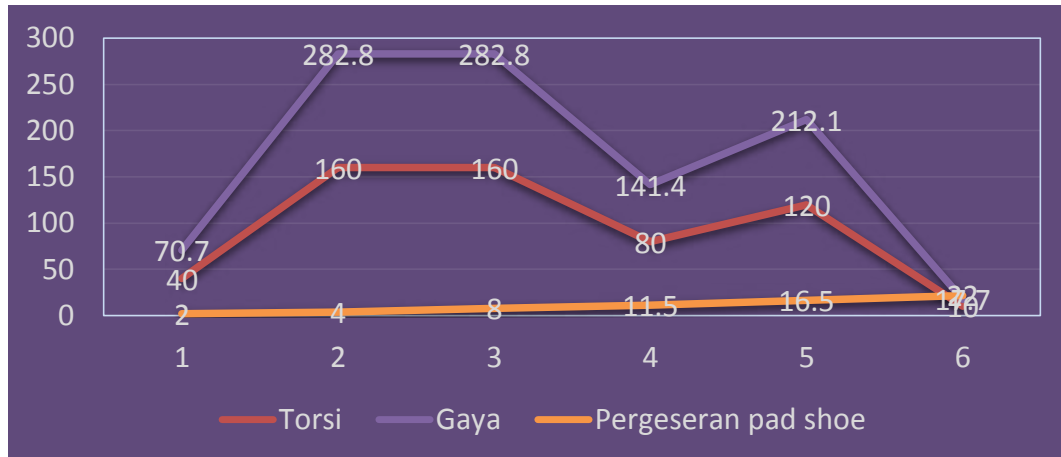
Setelah hasil perhitungan didapat menggunakan rumus torsi diatas, maka diperoleh data hitung *pad shoe-1* pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data *pad shoe-1* pengukuran besarnya torsi pada saat tuas digerakan dengan kondisi rantai berkarat

No	Momen	Torsi (T.m)	Lengan (m)	Sudut ($\sin \alpha^\circ$)	Jarak geser	Gaya (N)
1	Momen-1	40	0,8	45°	2	70,7
2	Momen-2	160	0,8	45°	3	282,8
3	Momen-3	160	0,8	45°	8	282,8
4	Momen-4	80	0,8	45°	11,5	141,4
5	Momen-5	120	0,8	45°	16,5	212,1
6	Momen-6	10	0,8	45°	22	17,7

Sumber: Pengukuran lapangan oleh penulis, November 2018

Dari Tabel tersebut diatas dapat dibuat grafik perbandingan antara torsi, jarak bergeser *pad shoe-1* dan gaya seperti pada Gambar 4.5 sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik pengukuran perbandingan antara torsi yang diberikan dengan jarak geser dan gaya yang dihasilkan *pad shoe-1*

Sumber: Penulis, November 2018

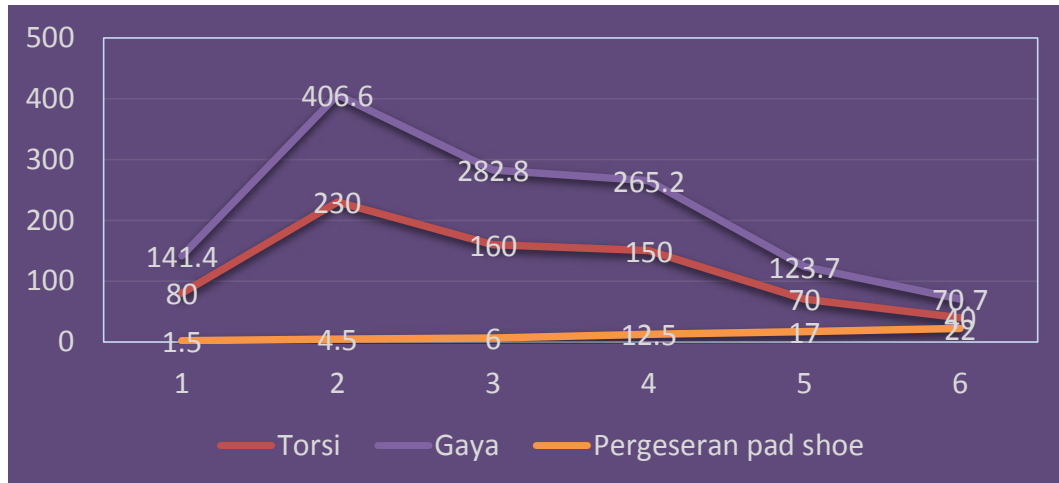
Begitu juga data hitung *pad shoe-2*, diperoleh data pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data *Pad shoe-2* pengukuran besarnya torsi pada saat tuas digerakan dengan kondisi rantai berkarat

No	Momen	Torsi (T.m)	Lengan (m)	Sudut (Sin α°)	Jarak geser	Gaya (N)
1	Momen-1	80	0,8	45°	1,5	141,4
2	Momen-2	230	0,8	45°	4,5	406,6
3	Momen-3	160	0,8	45°	6	282,8
4	Momen-4	150	0,8	45°	12,5	265,2
5	Momen-5	70	0,8	45°	17	123,7
6	Momen-6	40	0,8	45°	22	70,7

Sumber: Pengukuran lapangan oleh penulis, November 2018

Dari Tabel tersebut diatas dapat dibuat grafik perbandingan antara torsi, jarak bergeser *pad shoe-2* dan gaya seperti pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik pengukuran perbandingan antara torsi yang diberikan dengan jarak geser dan gaya yang dihasilkan pada *pad shoe-2*.

Sumber: Penulis, November 2018

Hasil pengukuran diatas, nilai yang menjadi pertimbangan untuk menentukan besarnya gaya hidrolis melepaskan *pad shoe* adalah nilai tertinggi. Data nilai tertinggi yang diperoleh pada Tabel 4.2 dengan kondisi rantai berkarat adalah 282,8 Newton dan nilai tertinggi yang diperoleh pada Tabel 4.3 dengan kondisi rantai sangat berkarat adalah dan 406,6 Newton. Dengan demikian nilai yang dijadikan pedoman dalam menentukan besarnya gaya pada perhitungan hidrolis adalah sebesar 406,6 Newton.

4.1.5 Analisa Pemilihan Bahan

Ada beberapa aspek yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan bahan alat bantu pelepas *Pad shoe* tank Leopard agar alat dapat berfungsi dengan baik. Pertimbangan sifat bahan meliputi kekuatan, kekerasan, keuletan/ketangguhan, daya tahan korosi dan daya tahan panas. Selain menentukan sifat bahan juga perlu diperhatikan pertimbangan nilai

ekonomis yang terdiri dari ketersediaan barang, biaya pengerjaan, waktu pengerjaan dan harga bahan yang terjangkau.

Dengan adanya pertimbangan aspek diatas memungkinkan alat yang dibuat dapat memenuhi fungsi dengan baik. Penulis menentukan pemilihan bahan untuk material yang akan di gunakan dengan menggunakan data kajian literatur dan data masukan dari Balai Besar Logam dan Material (BBLM), maka didapat kebutuhan material dari bahan yang dipilih sebagai berikut:

1. Pisau tumpuan dan pendorong.

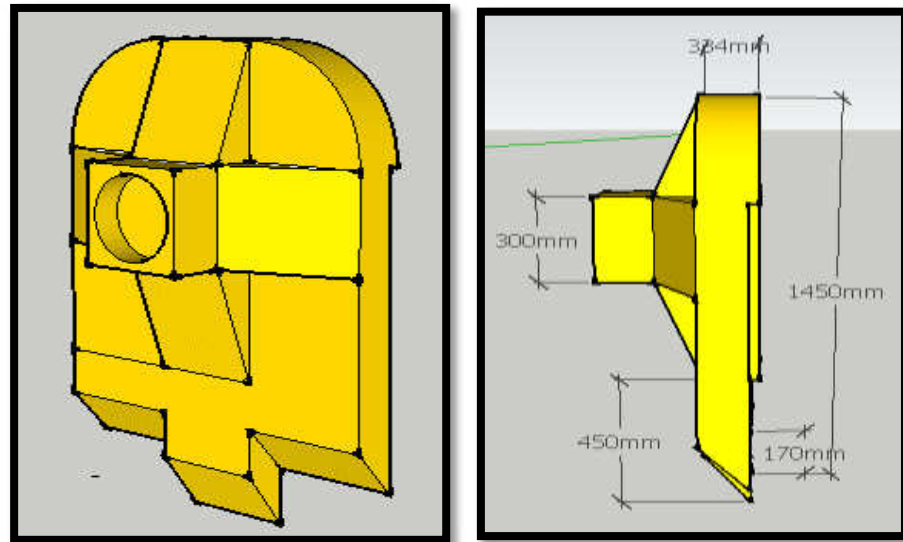
Pisau tumpuan dan pendorong adalah dua lempegi plat besi baja yang berfungsi untuk menahan tekanan hidrolik dan mendorong *pad shoe* lepas dari dudukannya. Jenis bahan menggunakan baja K 100 karena mempunyai kekerasan dan keuletan yang baik. Syarat kekerasan tools untuk pemotongan adalah nilai kekerasan harus lebih tinggi dari pada nilai kekerasan material benda yang akan didorong. Umur pemakaian lebih panjang, tidak cepat retak. Komposisi kimia material Special K (K 100) adalah 2% C; 0,25% Si; 0,35% Mn; 11,5% Cr, dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Komposisi kimia baja K100

No	Unsur	Jumlah kandungan
1	Carbon (C)	2%
2	Si (Silikon)	0,25%
3	Mangan (Mn)	0,35%
4	Cromium (Cr)	11,5%

Sumber: Penulis, November 2018

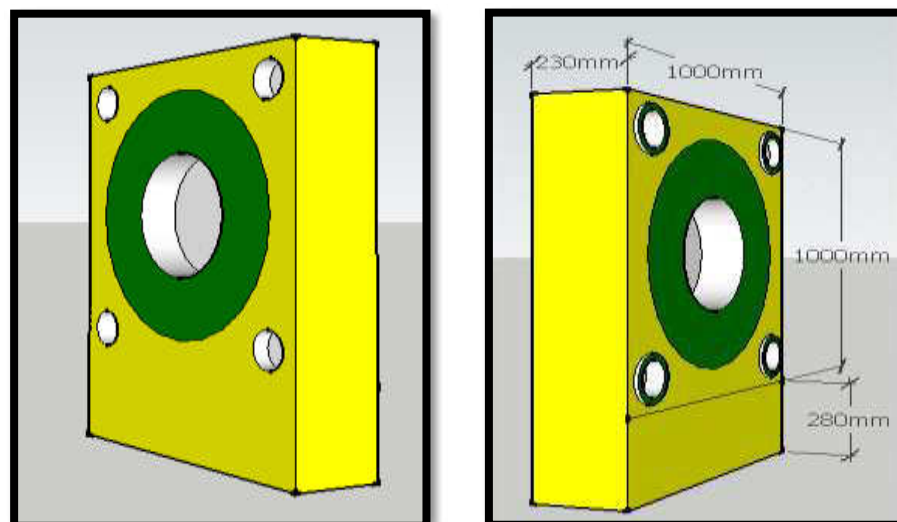
Penggunaan material baja K100 pada pisau pendorong, bentuk disain dari pisau dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Mata pisau pendorong *pad shoe*

Sumber: Disain penulis, November 2018

Penggunaan material baja K100 juga digunakan pada pisau pendorong, bentuk disain dari pisau dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut:



Gambar 4.8 Mata pisau pengukuh *pad shoe*

Sumber: Disain penulis, November 2018

2. Rangka/struktur

Rangka atau struktur dari *pad shoe* menggunakan Baja S45C, yang mana merupakan produk standarisasi dari Jepang yang biasa disingkat JIS (Japan Industrial Standard). Baja S45C memiliki kandungan unsur utama berupa karbon (C) sebesar 0,50%, sulfur (S) sebesar 0,035%, mangan (Mn) sebesar 0,80%. Baja ini mempunyai sifat mampu untuk dilakukan proses perlakuan panas untuk dapat memperoleh sifat mekanis yang lebih baik.

Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai poros roda gigi, mata gergaji, mata silet dan bantalan, dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut:

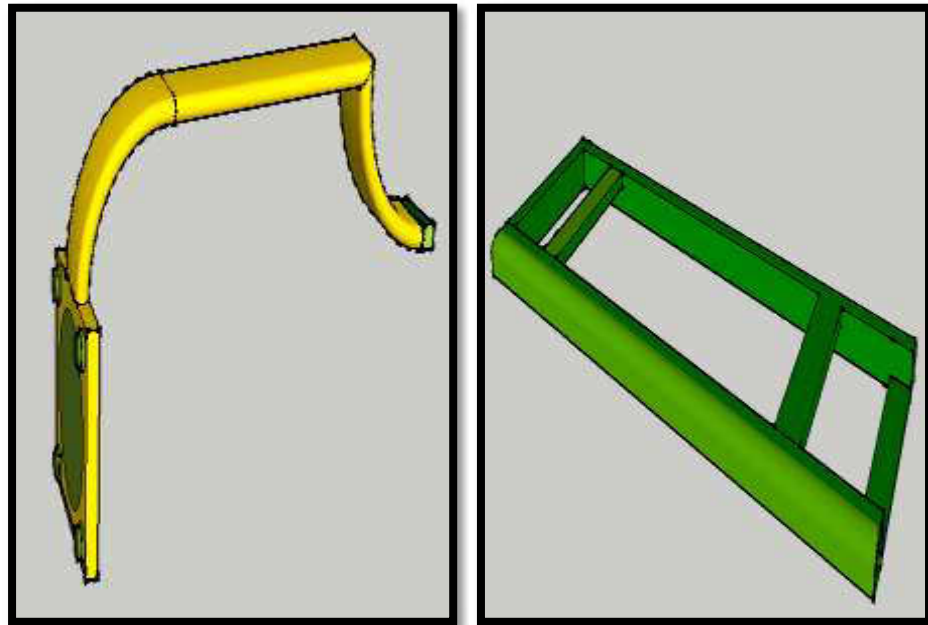
Tabel 4.7 Komposisi kimia baja S45C

No	Unsur	Jumlah kandungan
1	Carbon (C)	0,42 – 0,50%
2	Iron (Fe)	97,74%
3	Mangan (Mn)	0,50 – 0,80%
4	Fosfor (P)	0,035%
5	Sulfur (S)	0,035%

Sumber: Penulis, November 2018

Pada penelitian ini, penggunaan material Baja S45C dipakai untuk rangka sistem hidrolik karena harus tahan terhadap pembebanan dan juga getaran yang dihasilkan hidrolik pada saat operasional. Rangka yang menggunakan Baja S45C adalah pegangan/*handle* hidrolik dan dudukan pompa hidrolik.

Pada Gambar 4.9 pegangan/handle dan kaki-kaki hidrolik terbuat dari Baja S45C.



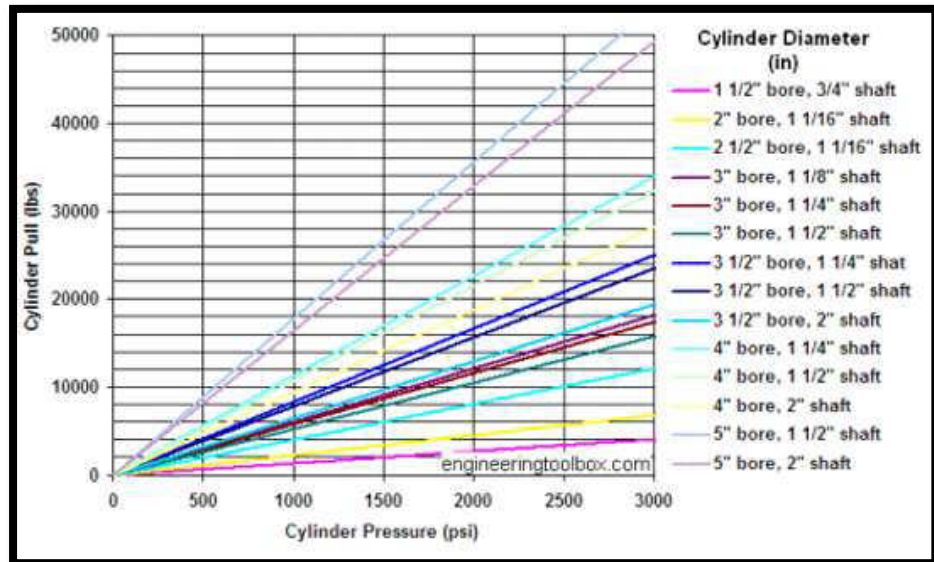
Gambar 4.9 Pegangan/handle dan kaki-kaki hidrolik

Sumber: Disain penulis, November 2018

3. Hidrolik

Untuk mengetahui ukuran silinder hidrolik yang digunakan baik diameter silinder maupun diameter piston peneliti menggunakan diagram *Rod pulling force for hydraulic cylinders* yang bersumber dari *Engineeringtoolbox*. Besarnya gaya yang diambil pada hasil eksperimen menggunakan alat ukur torsimeter adalah sebesar 406,6 Newton. Nilai tersebut adalah gaya yang paling besar diberikan pada saat melepas *pad shoe*. Dikarenakan. Gaya sebesar 406,6 Newton apabila disetarakan menjadi 91,41 lbs.

Dengan menggunakan diagram silinder pada Gambar 4.10 maka diperoleh nilai diameter cylinder sebesar 1 ½ inci (3,81 cm) dan batang piston/shaft sebesar ¾ inci (1,905 cm).



Gambar 4.10 Rod pulling force for hydraulic cylinders
Sumber: *Engineeringtoolbox.com*

Panjang shaft/batang piston yang digunakan diukur dari panjangnya *pad shoe* ditambah jarak antara *Pad shoe* yaitu sebesar 32 cm. Perhitungan silinder hidrolis:

- a. Luas penampang cylinder (A):

$$A = \pi (D/2)^2$$

$$\text{Diameter cylinder (d1)} = 3,81 \text{ cm}$$

$$A = \pi (3,81/2)^2$$

$$A = 11,395 \text{ cm}^2$$

- b. Perhitungan Volume oli yang diperlukan silinder hydraulic

$$V = A \cdot S$$

$$A = \text{luas penampang piston} = 11,395 \text{ cm}^2$$

$$S = \text{Stroke/panjang shaft/batang} = 32 \text{ cm}$$

$$V = 11,395 \text{ cm}^2 \cdot 32 \text{ cm}$$

$$V = 364,64 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,36464 \text{ liter.}$$

c. Perhitungan gaya pada cylinder kecil (F1)

$$F1/A1 = F2/A2$$

$$F1 = (F2 \cdot A1)/A2$$

A1 = luas penampang piston besar = 5,697 cm

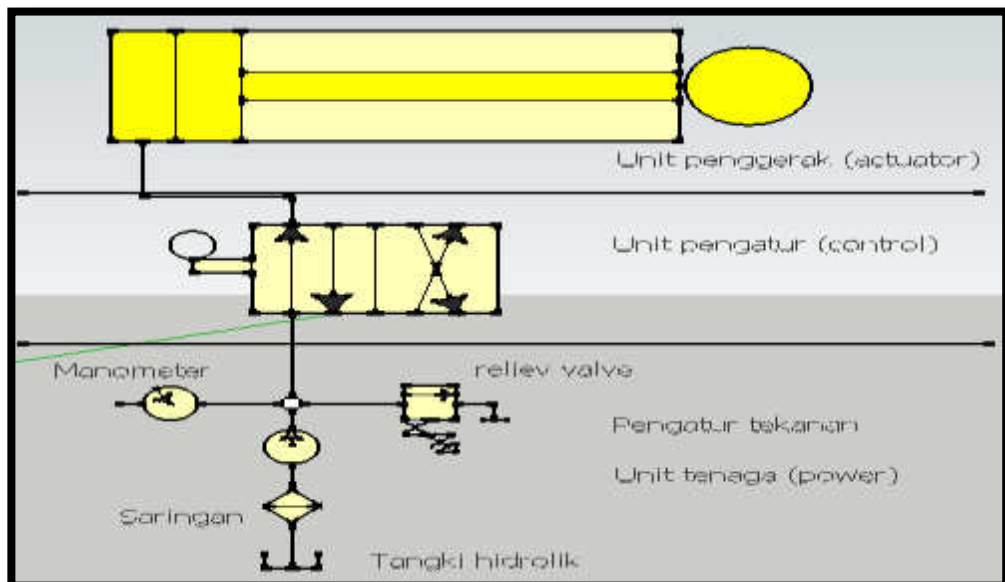
A2 = luas penampang piston kecil = 11,395 cm

F2 = gaya pada cylinder besar = 406,6 N

$$F1 = (406,6 \text{ N} \cdot 5,697 \text{ cm}) / 11,395 \text{ cm}$$

$$F1 = 203,23 \text{ N}$$

Secara sederhana, sistem hidrolik mampu bekerja apabila ada tiga komponen berikut. Input power (pompa hidrolik), Unit penyalur (oli didalam selang hidrolik) dan Aktuator Saat input power memberikan tenaga dorongan pada oli didalam saluran hidrolik, maka oli tersebut akan meneruskan daya dari motor untuk dikonversi menjadi gerakan mekanis melalui aktuator, seperti terlihat pada Gambar 4.11 berupa rangkain aliran hidrolik di bawah ini.



Gambar 4.11 Rangkaian sistem hidrolik pelepas *pad shoe*

Sumber: Disain penulis, Desember 2018

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kebutuhan Sistem Alat Pelepas *Pad Shoe* Tank Leopard

Peneliti membahas temuan-temuan yang sudah direduksi untuk disajikan pada bagian hasil penelitian, pembahasan ini merupakan verifikasi peneliti terhadap eksperimen dan mengaitkan dengan teori yang relevan dengan pembahasan. Menjawab pertanyaan penelitian pertama tentang kebutuhan sistem alat pelepas *pad shoe* tank Leopard, maka disusun konsep disain pada tahap *requirement* dan detail disain pada tahap spesifikasi alat.

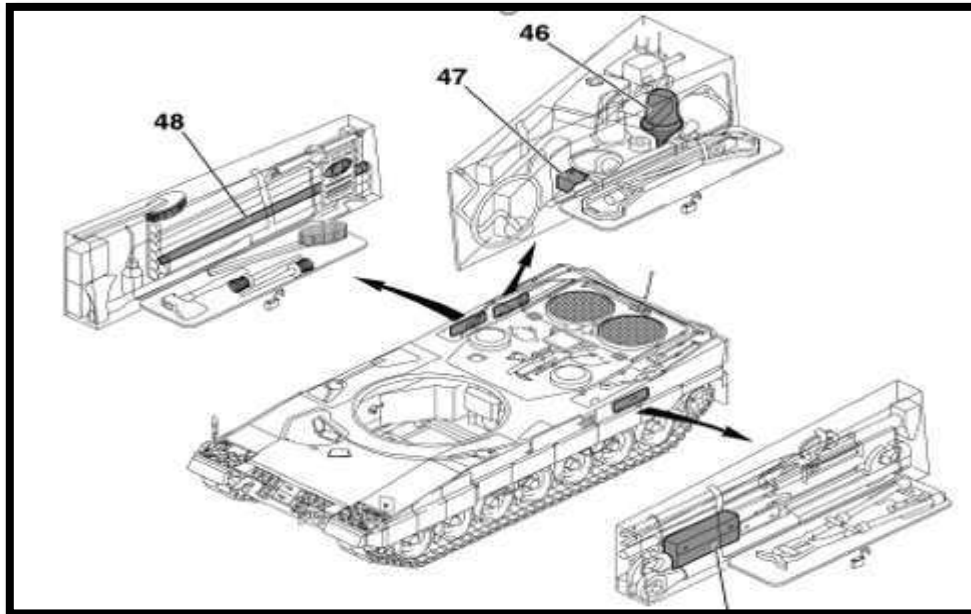
4.2.1.1 *Requirement* Alat *Pad Shoe* Tank Leopard

Pada Tabel 4.8 tergambar persyaratan yang harus dipenuhi dalam menentukan model alat yang akan didisain untuk melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard sebagai berikut:

Tabel 4.8: Requirement sistem alat pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard

No	Requirement	Kebutuhan
1	Model alat dapat memudahkan personil untuk melepas <i>pad shoe</i>	Dibutuhkan alat bantu melipat gandakan tenaga menggunakan sistem Hidrolik agar mudah melepas <i>pad shoe</i>
2	Model alat dapat dioperasikan dimedan latihan maupun di homebase.	Dibutuhkan alat yang efisien, <i>portable</i> dan dapat dibawa kemanpun Ranpur Tank Leopard bergerak.
3	<i>Storage box</i> yang sudah tersedia di <i>body</i> tank Leopard bisa digunakan untuk penempatan model alat.	Terdapat tiga <i>Storage box</i> pada <i>body</i> tank Leopard sehingga model alat dibuat menyesuaikan ukuran <i>Storage box</i> yang tersedia.
4	Operasional alat dapat mendukung fungsi pemeliharaan bagi seluruh komoditi logistik baik ditingkat pusat, daerah dan satuan pengguna.	Dibutuhkan alat pelepas <i>pad shoe</i> yang yang dapat digunakan pada pemeliharaan tingkat 4 (Bengpuspal) sampai dengan tingkat 0 (satuan pemakai /Batalyon Kavaleri)
5	Mampu mendukung keberhasilan operasi taktis	Dibutuhkan alat yang dapat mengurangi kebisingan dan cepat dalam operasional.

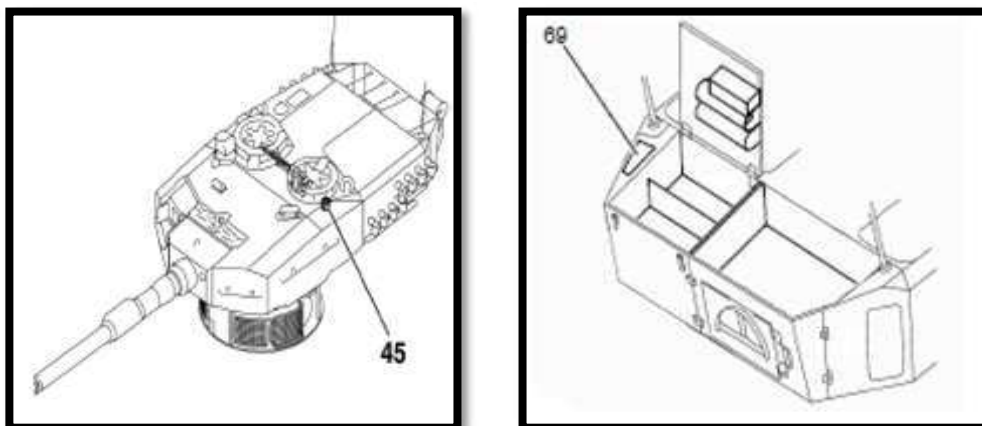
Penyimpanan alat dapat di rencanakan pada beberapa alternatif dari *storage box* yang sudah ada, seperti terlihat pada Gambar 4.12 dimana *storage box* berada pada tiga sisi dari *body tank* Leopard:



Gambar: 4.12 Alternatif 1, rencana penyimpanan alat pelepas *pad shoe* sistem hidrolik pada body tank Leopard

Sumber: *manual book maint battle tank Leopard*

Begitu juga pada Gambar 4.13 dimana *storage box* berada pada sisi belakang dari turep tank Leopard:



Gambar: 4.13 Alternatif rencana penyimpanan alat pelepas *pad shoe* sistem hidrolik pada bagian belakang Turep tank Leopard

Sumber: *manual book maint battle tank Leopard*

4.2.1.2 Spesifikasi Alat Pelepas *Pad shoe* Roda Rantai *Tank Leopard*

Persyaratan/Requirement yang telah ditentukan diatas dijadikan pedoman dalam menyusun spesifikasi dari alat pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard. Berikut Tabel. 4.9 mengenai spesifikasi alat-alat yang digunakan.

Tabel: 4.9 Spesifikasi sistem alat yang digunakan.

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Hidrolik	Diameter 12 cm, pjjg 40 cm
2	Berat	Maksimal 30 Kg
3	Penggerak	Pompa hidrolik
4	Daya	500kg
5	Pisau pendorong/tumpuan	Besi baja K100
6	Rangka Struktur	Besi baja S45C
7	Operasional alat	Satu orang dengan sistim manual menggunakan tenaga manusia
8	Lokasi operasional	Alat dapat digunakan kapan saja baik di <i>home base</i> maupun dilapangan (dimedan tugas dan dimedan latihan)
9	Penyimpanan alat	Alat dapat dijadikan alternatif toolkit dan bisa disimpan dalam <i>storage box</i> yang sudah tersedia pada <i>body</i> tank Leopard

Sumber: Peneliti, Desember 2018

4.2.2 Model Alat Pelepas *Pad shoe* Roda Rantai *Tank Leopard*

Model alat yang dikembangkan peneliti terkait pembuat alat bantu pelepas *pad shoe* tank Leopard adalah menggunakan sistem hidrolik. Pertimbangan pemilihan sistem hidrolik berdasarkan analisa kekurangan dan kendala pada sistem alat bantu pada pelepas *pad shoe* sebelumnya, hasil analisa disimpulkan sistem hidrolik lebih efektif dibandingkan menggunakan sistem mekanik.

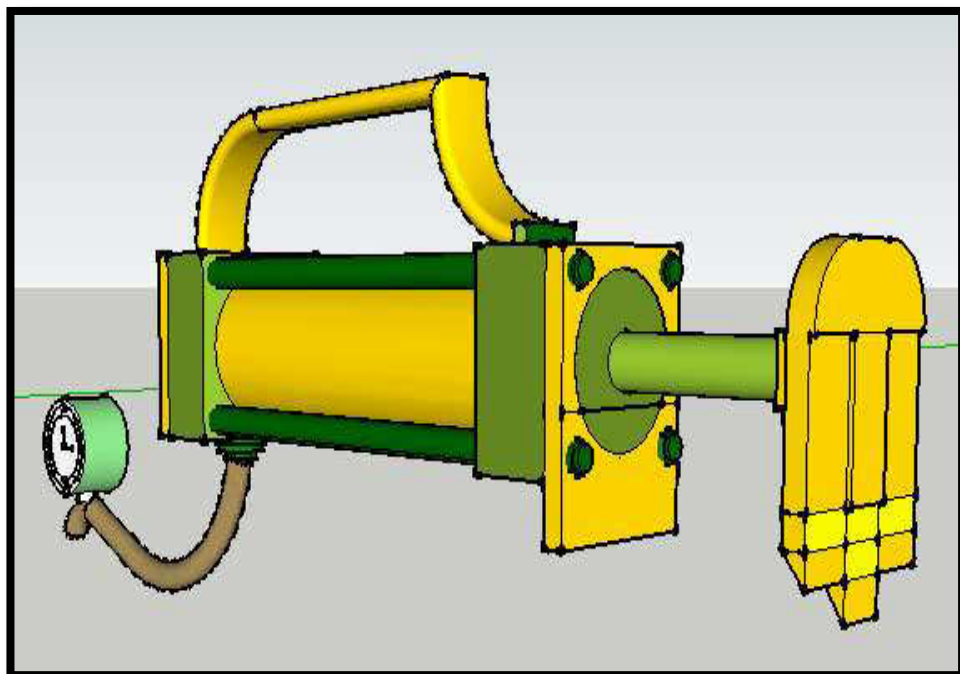
4.2.2.1 Model Alat Pelepas *Pad Shoe* Sistem Hidrolik

Model sistem alat menggunakan hidrolik direncanakan sesuai *Requirement* dengan spesifikasi yang sesuai untuk dapat diaplikasikan kedalam *prototype*, tahapan yang dilakukan yaitu:

1. Gambar Disain Alat Pelepas *Pad Shoe* Sistem Hidrolik.

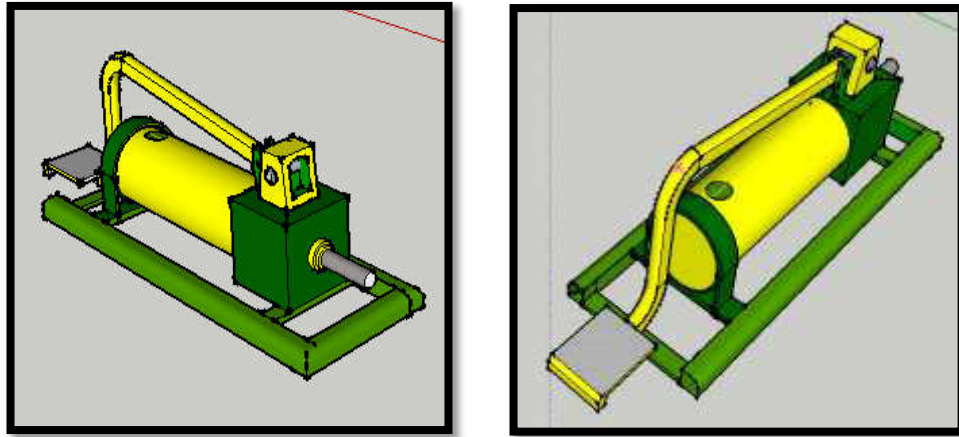
Dalam proses pembuatan model alat, peneliti mempedomani nilai ergonomi berupa standar militer Indonesia dan pemilihan elemen-elemen hidrolik yang sesuai dimensi untuk menghasilkan model alat yang mendukung dari sisi manusia dan kinerjanya. Guna memudahkan dalam pembuatan disain gambar alat, peneliti menggunakan program *Autocad* dan *Sketchup*.

Hasil disain dari alat pelepas *pad shoe* roda rantai Tank Leopard ditampilkan pada Gambar 4.14 di bawah ini:



Gambar: 4.14 Disain alat pelepas *pad shoe* sistem hidrolik
Peneliti, Desember 2018

Untuk disain pompa hidrolik dibuat manual menggunakan tenaga kaki seperti pada gambar 4.15 di bawah ini:

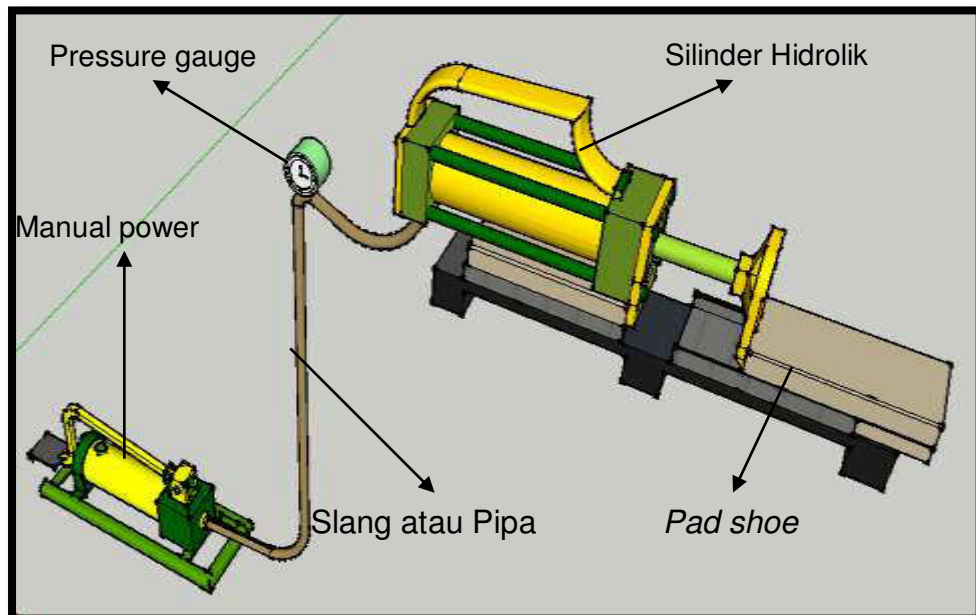


Gambar: 4.15 Disain pompa hidrolik sebagai sumber tenaga menggunakan kaki

Peneliti, Desember 2018

2. Rangkaian Alat Pelepas *Pad Shoe* Sistem Hidrolik.

Pada Gambar 4.16 di bawah ini merupakan rangkaian hidrolik yang dipasang model Sistem Hidrolik.



Gambar: 4.16 Rangkaian pompa hidrolik sebagai sumber tenaga manual

Sumber: Hasil disain penulis

3. Perakitan Rangkaian Alat Pelepas *Pad* Sistem Hidrolik.

Adapun tahapan dalam perakitan rangkaian hidrolik pada *pelepas pad shoe* sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan komponen hidrolik dan plat besi yang akan digunakan sebagai kerangka dan pisau pelepas.
- b. Memasang komponen hidrolik pada alat pelepas *pad shoe*.
- c. Merakit rangkaian hidrolik dengan memasang pipa penyalur dari silinder hidrolik ke katup *solenoid*.
- d. Memasang pipa penyalur dari katup *solenoid* ke *hand pump*.
- e. Memasang pelat besi pisau pengukuh pada rangka hidrolik, dan memasangkan pelat besi pisau pendorong ke piston hidrolik yang sudah dipola sesuai dimensi yang dibutuhkan.

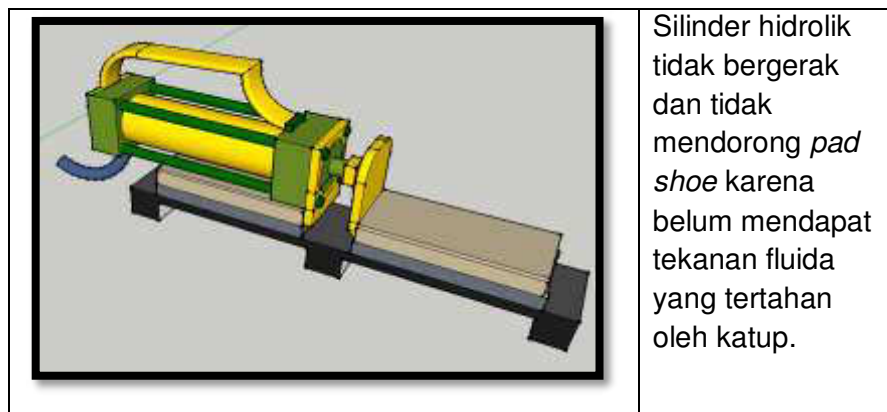
4. Langkah Kerja alat Pelepas *Pad shoe Tank Leopard*.

- a. Persiapan.
 - 1) Menyiapkan alat pelepas *pad shoe* menggunakan sistem hidrolik dan alat bantu pelepas lidah pngait.
 - 2) Tahap berikutnya meletakkan manual pump hidrolik dilantai berdekatan dengan posisi *pad shoe* tank leopard yang akan dilepas dan yakini slang hidrolik tidak berbelit. Posis pompa menyesuaikan posisi kaki operator yang akan menekan pompa menggunakan injakan kaki.
 - 3) Pompa hidrolik ditempelkan pada sisi *pad shoe* yang tidak dilepas, dengan cara pisau pelepas ditempatkan pada posisi dalam dari *pad shoe* yang akan dilepas dan pisau penumpu ditempatkan pada *pad shoe* bagian dalam yang tidak dilepas sebagai tumpuan, selanjutnya dikencangkan.

- 4) Klem pengait yang ada dibelakang hidrolik dikaitkan ke sela-sela baut rantai tank agar hidrolik berada pada posisi kaku dan tidak bergerak atau terlepas dari rantai.
- 5) Lakukan pengecekan ulang semua peralatan dalam posisi sudah terpasang dengan baik.

b. Pelaksanaan.

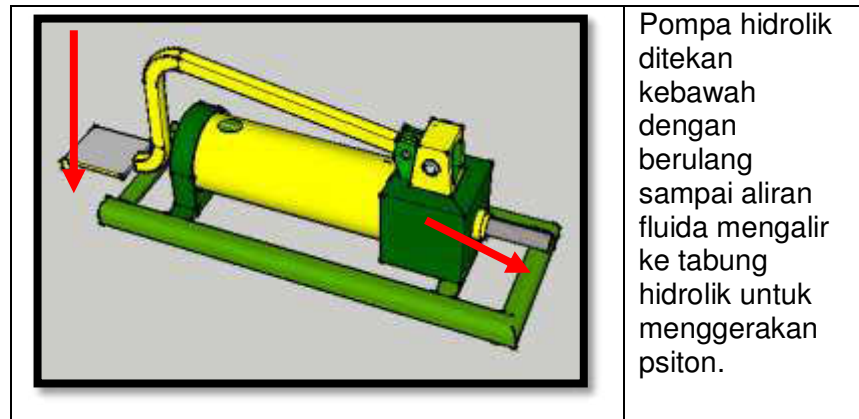
- 1) Sebelum sistem hidrolik bekerja terlebih dahulu melepaskan lidah pengait *pad shoe* hingga lidah pengait *Pad shoe* terlepas dari track. Posisi dari alat pelepas *pad shoe* terpasang dan siap digerakkan terlihat pada Gambar 4.17 berikut.



Gambar: 4.17 Posisi hidrolik sudah terpasang dan siap digerakkan.

Sumber: Hasil disain penulis

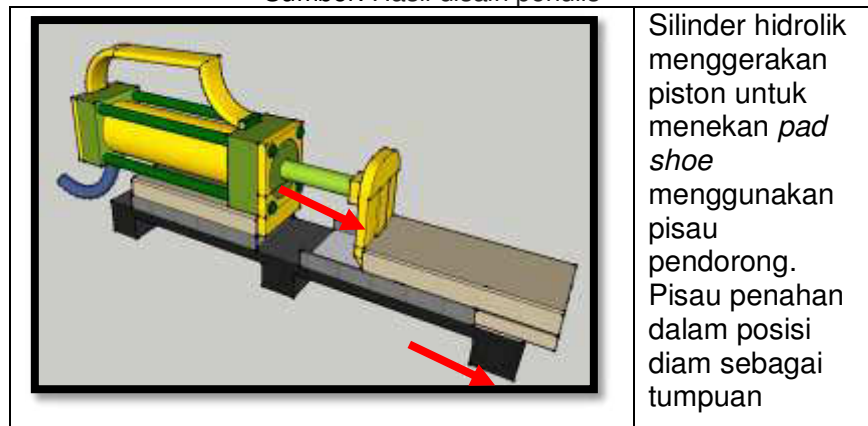
- 2) Melakukan penekanan pompa berulang kali sampai piston hidrolik menekan pisau pelepas *pad shoe* sehingga secara otomatis *pad shoe* bergeser keluar secara perlahan. Proses terlepasnya *pad shoe* dikarenakan daya tekan pada silinder hidrolik oleh pisau pembebas tergambar pada Gambar 4.18, Gambar 4.19 dan 4.20 di bawah ini.



Pompa hidrolik ditekan kebawah dengan berulang sampai aliran fluida mengalir ke tabung hidrolik untuk menggerakkan piston.

Gambar: 4.18 Pompa hidrolik ditekan manual menggunakan kaki

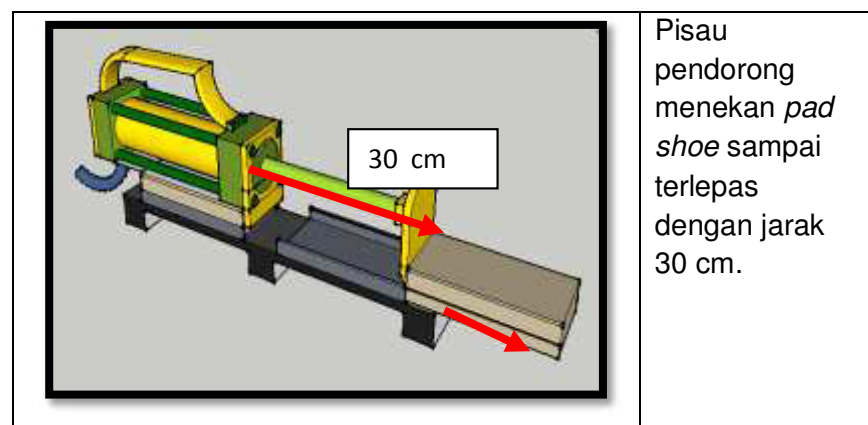
Sumber: Hasil disain penulis



Silinder hidrolik menggerakkan piston untuk menekan *pad shoe* menggunakan pisau pendorong. Pisau penahan dalam posisi diam sebagai tumpuan

Gambar: 4.19 Pisau pendorong bergerak menekan *pad shoe*

Sumber: Hasil disain penulis, Desember 2018



Pisau pendorong menekan *pad shoe* sampai terlepas dengan jarak 30 cm.

Gambar: 4.20 Pisau pendorong menekan *pad shoe* keluar

Sumber: Hasil disain penulis, Desember 2018

3) Proses pelepasan *pad shoe* diatas dapat dilakukan berulang kali sesuai dengan *pad shoe* sudah patut diganti dengan yang baru.

c. Pengakhiran.

Peralatan hidrolik dapat dibersihkan dan dirapikan untuk dimasukkan kedalam tasnya kembali serta disimpan lagi kedalam box toolkit Ranpur.

4.2.2.2 Pembahasan Kualitas Alat.

Guna mengetahui kualitas dari model alat yang direncanakan maka dilakukan pembahasan efektifitas alat dari segi tenaga, waktu dan sistem kerja alat yaitu:

1. Pembahasan *Motion Study*.

Berdasarkan teori Blaise Pascal yang dikenal dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang diberikan pada fluida dalam sebuah wadah tertutup maka tekanannya akan diteruskan sama besar dan merata kesemua arah. Dengan menggunakan Hukum Pascal dilakukan perhitungan alat pelepas *pad shoe* menggunakan sistem hidrolik yang menghasilkan bahwa proses melepas 1 unit pad lebih hemat tenaga tenaga duakali lipat dari sebelumnya, seperti terlihat pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel: 4.10 Perbandingan tenaga/daya antara sistem manual dengan sistem hidrolik

No	Operasional	Manual	Sistem hidrolik
1	Tenaga/daya 1 unit <i>pad shoe</i>	406,6 Newton	203,23 Newton
2	Tenaga/daya 1 Set (324 unit)	131.738,4 Newton	65.846,5 Newton

Sumber: Peneliti, Desember 2018

2. Pembahasan *Time Study*

Time Study merupakan analisa sistem kerja yang dikembangkan F.W. Taylor yang digunakan untuk mengukur efisiensi kerja dari suatu kegiatan dipandang dari sudut waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap elemen kerja yang diakumulasikan menjadi waktu total penyelesaian kegiatan yang dimaksud. Data waktu diambil dari hasil rekaman video kegiatan melepas *pad shoe* sistem manual menggunakan palu dan linggis. Dari eksperimen dan observasi yang dilakukan diperoleh waktu untuk melepas 1 unit *pad shoe* selama 40 detik. Untuk mendapatkan lamanya waktu menggunakan alat bantu model sistem hidrolik digunakan perbandingan tenaga/daya dengan waktu, dengan hasil terlihat pada Tabel 4.11 berikut:

Tabel: 4.11 Perbandingan waktu antara sistem manual dengan sistem hidrolik

No	Operasional	Manual	Sistem hidrolik
1	Waktu melepas 1 unit <i>pad shoe</i>	40 detik	20 detik
2	Waktu melepas <i>pad shoe</i> 1 Set (324 unit)	12960 detik (3,6 jam)	6480 detik (1,8 jam)

Sumber: Peneliti, Desember 2018

3. Pembahasan *Work System*

Pembahasan sistem kerja menggunakan model sistem alat bantu melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard bertujuan untuk menganalisis elemennya yang terdiri dari organisasi, personil, tugas, teknologi dan peralatan serta lingkungan. Tabel 4.12 menampilkan perbandingan menggunakan hidrolik dengan sistem manual.

Tabel:4.12 Perbandingan sistem kerja antara metode lama dengan metode baru

No	Metode lama	Metode baru
1	<p>Organisasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pemeliharaan dilaksanakan secara berjenjang sesuai tanggungjawab. -Pemeliharaan tingkat 0 oleh satuan s.d tingkat 4 oleh Bengpuspal 	<p>Organisasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pemeliharaan dilaksanakan secara berjenjang sesuai tanggungjawab. -Pemeliharaan tingkat 0 oleh satuan s.d tingkat 4 oleh Bengpuspal
2	<p>Personil:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Awak personil berjumlah 4 orang - Tonhar berjumlah 10 orang - Personil berpangkat Bintara dan Tamtama - Memiliki kemahiran tehni 	<p>Personil:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Awak peronil berjumlah 4 orang -Tonhar berjumlah 10 orang - Personil berpangkat Bintara dan Tamtama -Memiliki kemahiran tehni
3	<p>Tugas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Awak personil berjumlah 4 orang, bekerja saling bergantian. -Tonhar bekerja apabila awak personil mengalami kendala dalam melepas <i>pad shoe</i>. - Menguras tenaga - Durasi waktu lebih lama 	<p>Tugas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Awak personil berjumlah 4 orang, bekerja saling bergantian. -Tonhar bekerja apabila awak personil mengalami kendala dalam melepas <i>pad shoe</i>. - Hemat tenaga - Durasi waktu lebih pendek
4	<p>Teknologi dan Peralatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan manual - Menggunakan sistem manual - Petunjuk intruksi harus dipahami masing-masing anggota team. 	<p>Teknologi dan Peralatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan menggunakan hidrolik. - Menggunakan teknologi mekanik - Petunjuk instruksi kegiatan cukup dipahami oleh 1 orang pelaksana.
5	<p>Lingkungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dikerjakan dibengkel - Budaya kerja tim - Dapat dikerjakan di luar home base pada saat latihan dan penugasan. - Tidak tergantung pada lingkungan. 	<p>Lingkungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dikerjakan dibengkel - Budaya kerja tim dan perorangan - Dapat dikerjakan di luar home base pada saat latihan dan penugasan - Tidak tergantung pada lingkungan.
7	<p>Risiko:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risiko tinggi karena butuh tenaga yang cukup besar 	<p>Risiko:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risiko sedang karena tenaga dapat dilipat gandakan

Sumber: Peneliti, Desember 2018

4.2.2.3 Pembahasan Hasil dan Evaluasi

Setelah melakukan proses pembuatan alat pelepas *pad shoe* maka hasil akhir dari alat tersebut akan diuji. Hasil pengujian dari mesin tersebut untuk mengetahui kelemahan-kelemahan dan kesalahan yang terjadi pada saat proses pembuatan alat.

1. Uji Fungsional Komponen

Uji fungsional komponen merupakan pengujian dari masing-masing komponen yang terdapat pada alat secara fungsi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari setiap komponen sehingga dapat berfungsi dengan baik pada saat alat dioperasikan. Uji fungsional pada pelepas *pad shoe* ini dilakukan pada beberapa komponen alat antara lain:

- a. Tabung hidrolik
- b. Pompa hidrolik
- c. Pisau pendorong dan pisau pengukuh
- d. Slang hidrolik
- e. Alat pengait dan rangka untuk handle

2. Uji kinerja alat

Uji kinerja alat pelepas *pad shoe* tank Leopard merupakan upaya untuk mengetahui cara kerja dan efisiensi mesin yang telah dibuat. Pengujian ini juga bertujuan sebagai langkah untuk memonitoring kelemahan dari alat yang belum dapat diatasi. Pengujian juga dilakukan pada setiap komponen yang ada dengan tujuan untuk mengetahui apakah semua komponen dapat berfungsi baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini agar dapat dilakukan perbaikan serta inofasi pada mesin untuk pembuatan berikutnya.

Langkah-langkah pengujian adalah menyiapkan alat dengan mengecek apakah semua komponen dalam kondisi baik, kemudian alat dipasang pada roda rantai dengan menempelkan

pada *pad shoe*, selanjutnya menyetel mata pisau ke karet yang akan dilepas dan mata pisau yang satu lagi dijadikan tumpuan penahan pada karet yang lain. Kedudukan hidrolik agar tidak goyang alat pengencang dikaitkan ke kerantai tank. Selanjutnya letakkan pompa hidrolik dilantai pada posisi yang nyaman dikaki untuk memompa.

Setelah segala sesuatu telah siap maka mulailah memompa menggunakan kaki sambil tangan memegang pegangan hidrolik. Proses pemompaan dilakukan berulang kali agar piston mendorong karet *pad shoe* sampai terlepas dari track shoonya. Proses yang sama dilakukan sebanyak lima kali dengan kondisi *pad shoe* yang berbeda dan selanjutnya kondisi alat dievaluasi apakah ada kerusakan seperti power yang dihasilkan berkurang atau alat menjadi cepat panas.

3. Kelebihan dan Kekurangan alat pelepas *Pad shoe* hidrolik

Alat pelepas *pad shoe* tank Leopard yang dirancang memiliki beberapa kelebihan serta beberapa kekurangan yang masih belum dapat disempurnakan oleh perancang.

- a. Berberapa kelebihan dari mesin tersebut antara lain adalah:
 - 1) Dengan adanya alat ini dapat memudahkan melepas karet tanpa menggunakan tenaga yang cukup besar.
 - 2) Alat lebih praktis dan mudah dioperasikan.
 - 3) Tingkat keamanan penggunaan lebih tinggi karena memiliki dimensi yang sesuai.
 - 4) Alat tidak menimbulkan suara yang gaduh sehingga sangat cocok digunakan dilapangan.
 - 5) Mudah dalam perawatan, portable dan dapat disimpan dalam *storage box* tank Leopard.

- b. Beberapa kekurangan yang dimiliki mesin tersebut antara lain adalah:
- 1) Alat belum dimonifikasi untuk mencongkel lidah dari *pad shoe* sebelum melakukan pelepasan.
 - 2) Alat belum dimonifikasi menggunakan motor listrik apabila digunakan untuk melepas *pad shoe* secara keseluruhan.
 - 3) Untuk lebih terawat dan tidak tercecer seharusnya alat tersebut dilengkapi dengan safety bag.

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan.

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian model alat pelepas *Pad shoe* roda rantai tank sebagai berikut:

1. Kebutuhan model alat bantu pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard yang efisiensi dari segi waktu, tenaga dan personil sesuai requirement dan spesifikasi adalah menggunakan sistem hidrolik.

2. Model alat bantu pelepas *pad shoe* Ranpur tank Leopard dengan sistem hidrolik terdiri dari rangkaian besar berupa; silinder hidrolik, pisau pendorong dan pengukuh, *manual power*, selang hidrolik dan *pressure gauge*. Keuntungan serta nilai kebaruaran alat pelepas *pad shoe* menggunakan sistem hidrolik adalah sebagai berikut:
 - a. Jumlah tenaga/gaya maksimal yang dibutuhkan semula 406,6 Newton berkurang menjadi 203,23 Newton
 - b. Jumlah waktu yang dibutuhkan untuk melepas satu unit *pad shoe* semula 40 detik berkurang menjadi 20 detik.
 - c. Jumlah personil yang dibutuhkan, semula 1-3 orang berkurang menjadi 1 orang.
 - d. Model alat sistem hidrolik dapat meningkatkan pengetahuan dalam pemanfaatan teknologi.

5.2 Rekomendasi.

Beberapa rekomendasi yang dapat diberikan peneliti dalam mengembangkan hasil penelitian kedepan, ditujukan bagi *stakeholder*, sebagai berikut:

1. Model alat pelepas *pad shoe* dengan menggunakan hidrolik dapat dimasukkan kedalam inventarisir kelengkapan *storage box* Ranpur tank Leopard.
2. Modifikasi alat dapat dilakukan dengan menggunakan tenaga motor listrik apabila melepas semua *pad shoe* tank Leopard dengan jumlah 324 unit setiap satu unit tank.
3. Mencegah kerusakan alat agar tidak tercecer sehingga perlu dikembangkan alat pengaman berupa *safety bag* yang mudah dibawa kemana-mana.
4. Diperlukan tindak lanjut yang mengarah kepada pembuatan alat secara masal atau diproduksi masal.
5. Seberapa besar penurunan tingkat risiko menggunakan alat bantu sistem hidrolik disarankan dapat diteliti oleh peneliti berikutnya.
6. Dikarenakan keterbatasan peneliti, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan waktu lebih lama guna memperoleh sistem alat yang lebih praktis dan efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU:

Dieter and Linda C. Schmid. 2019. *Tentang Engineering design fourth edition*. Americas, New York: The McGraw-Hill Companies.

Andrew Parr. 2006. *Tentang Hydraulics and Pneumatics A technician's and engineer's guide* Second edition. *Great Britain: Butterworth Heintmann*.

Great Britain. 2003 Hydraulics Basic Level text book. German: Festo Didactic GmbH & Co.

Dr.-Hell-Straße. 2015. *Tentang D-24107 Kiel, Operational Manual Vol. 1 Description Main Battle Tank MBT Leopard 2 A4+*. Germany: Rheinmetall Landsysteme GmbH.

E.P.Popov. 1996. *Tentang Mechanic of Materials, edisi kedua*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.

Sularso. 1980. *Tentang Dasar Perencanaan dan Pemilihan elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Tipler Paul A. 1998. *Tentang Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.

Turban, Leidner, McLean & Wetherbe. 2008. *Tentang Information technology for management, (With CD)*. John Wiley & Sons.

JURNAL DAN TESIS:

Borkowski Waclaw, Rybak Piotr. 2009. "Test Of Impack Reistency Of Tracked Combat Vehicle". *The Journal of Military University of technology, Faculty of Mechanical Engineering Institue of Motor Vehicle and Transportation*, (diakses 15 Agustus 2018).

Huda Amirul. 2015. "Perancangan dan penerapan RFID untuk monitoring penggunaan BBG pada kendaraan umum", *The Journal of Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana*, dalam <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/Incomtech/article/view/1149> (diakses 15 Agustus 2018).

- M. Z. Bukhari, dkk, Model Video Animasi 3D untuk Mekanisme Pengujian Kendaraan Bermotor di Dinas Perhubungan, Kebudayaan, Pariwisata, Komunikasi, dan Informasi, E-Jurnal Teknik Informatika, (Manado: Sam Ratulangi University, 2015), Volume 6 No. 1, ISSN: 2301-8364.
- Purwanto M.Y.J, Badrudin U. 1999. Fluktuasi kelembaban tanah pada budidaya gogorancah. Buletin Keteknikan Pertanian 13 (1): 1 – 8
- Karomah Titik. 2017. “Kerjasama pertahanan Indonesia - Jerman melalui deklarasasi Jakarta tahun 2012-2016”, *The Journal of Jurusan Ilmu Hubungan Internasional Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Riau*, dalam <https://media.neliti.com/media/publications/134097-ID-kerja-sama-pertahanan-indonesia-jerman-me>, (diakses 15 Agustus 2018).
- Petrus. 2018. “Analisis efisiensi pemeliharaan roda rantai tank AMX 13 Yonkav 3/AC Malang”. Tesis, Universitas Pertahanan, Bogor.
- Riyadi.A. 2015. “Evaluasi Penghematan Penggunaan Energi Dengan Memanfaatkan Energy Value Stream Mapping (Evsm)”. Tesis, Institut Teknologi Bandung (ITB),
- Siagian Sumarwijaya Indra. 2014. “Analisis Sistem Kontrol Servo Hidrolik Pada Mesin Semi Solid Metal Forging Rancangan Bppt-Meppo”. Tesis, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.
- Paul Alen. 2006. “Models for the Dynamic Simulation of Tank Track Components”. Tesis, Defence College of Management and Technology, Cranfield University.
- Venkata Sampath Dangeti. 2014 “Identifying target properties for design of meta-material tank track pads”. Tesis, Presented to the Graduate School of Clemson University.

PERUNDANG-UNDANGAN:

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2012 Tentang Industri Pertahanan.

PERATURAN-PERATURAN:

Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2015 Tentang Postur pertahanan negara Indonesia.

Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2015 Tentang Buku Putih Pertahanan Indonesia.

REFERENSI ONLINE:

Abraham Utama, "Pemeliharaan Alutsista Lima Tahun Butuh Rp 120,6 triliun" *Online*; <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20150707000254-20-64774/pemeliharaan-Alutsista-lima-tahun-butuh-rp-1206-triliun>, (diakses 7 juli 2015).

Asni Ovier, "Tank Leopard Sesuai dengan Kondisi Geografis Indonesia, 2014" *Online*; <http://www.beritasatu.com/nasional/192407-tankleopard-sesuai-kondisi-geografis-indonesia.html> (diakses tanggal 9 Agustus 2018)

Cookie, "Gambaran umum tank tempur utama", *online*; https://id.wikipedia.org/wiki/Tank_tempur_utama (diakses 9 Agustus 2018).

Dylan Aprialdo.R, "Indonesia Diharapkan Mampu Kuasai 100 Persen Teknologi Pemeliharaan" *Online*; [tps://nasional.kompas.com/read/2018/03/02/16364711/indonesia-diharapkan-mampu-kuasai-100-persen-teknologi-pemeliharaan](https://nasional.kompas.com/read/2018/03/02/16364711/indonesia-diharapkan-mampu-kuasai-100-persen-teknologi-pemeliharaan), (diakses 2 maret 2018)

Global fire Power, "Millitary Strenght", *online*; http://www.globalfirepower.com/countries_listing.asp. millitary strenght 2018 (diakses 9 Agustus 2018)



LAMPIRAN 1. SURAT IJIN PENELITIAN

1. Surat permohonan ijin penelitian ditujukan kepada Danpussenkav TNI AD

		KEMENTERIAN PERTAHANAN RI UNIVERSITAS PERTAHANAN
Nomor	B/ 3674 / 0/2018	Bogor, 31 Oktober 2018
Klasifikasi	Seswa	
Lampiran	-	
Hal	Permohonan Ijin dan Rekomendasi Pelaksanaan Penelitian.	Kepada Yth. Danpussenkav TNI AD
		di Tempat

1. Dasar:

- a. Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2011 tentang Universitas Pertahanan sebagai Perguruan Tinggi yang Diselenggarakan Oleh Pemerintah.
- b. Kalender Akademik Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan Tahun Akademik 2017/2018.

2. Sehubungan dasar di atas, dengan hormat disampaikan bahwa:

- a. Sebagai syarat kelulusan Program Pascasarjana Universitas Pertahanan, bagi mahasiswa diwajibkan menyusun tesis yang terkait dengan bidang program studinya.
- b. Mahasiswa Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Unhan atas nama Asri Arifin, NIM: 120170404001, nomor HP: 085220103934 asri.arifin@tp.uh.ac.id, bermaksud menyusun tesis dengan judul: "Rancang Bangun Sistem Alat Bantu Pelepas Pad Shoe Roda Rantai Tank Leopard guna Mendukung Operasi Pertahanan Darat".

3. Berkaitan dengan hal tersebut mohon diizinkan mahasiswa dimaksud untuk melaksanakan penelitian dalam rangka mendapatkan data dan keterangan termasuk melakukan wawancara dengan pejabat yang ditunjuk.

4. Demikian mohon menjadikan perkara.

j.n. Rektor
Universitas Pertahanan
Warak / Sub. Akademik dan Kemahasiswaan,

Prof. Dr. Ir. Dzulqarnain Gurawan, M.Eng
Pembina Utama IV/e

Tambahan:

1. Berjen Komhan
2. Sekretaris Kantorban BUMN
3. Rektor Unhan
4. Warak Unhan
5. Kasubdit/ka LPPM/Deban FTP Unhan

Kawasan POC Sekeloa Bogor, Tanggal 31-10-2018

2. Surat permohonan ijin penelitian ditujukan kepada Kabengpuspal TNI AD


KEMENTERIAN PERTAHANAN RI
UNIVERSITAS PERTAHANAN

Nomor	Di 2021 /X/2018	Bogor, 21 Oktober 2018
Klasifikasi	Biasa	
Lampiran	-	
Hal	Permohonan ijin dan Rekomendasi Pelaksanaan Penelitian	Kepada Yth. Kabengpuspal TNI AD
		di Tempat

1. Dasar:

- a. Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2011 tentang Universitas Pertahanan sebagai Perguruan Tinggi yang Diakreditasi oleh Pemerintah.
- b. Kalender Akademik Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan Tahun Akademik 2017/2018.

2. Sehubungan dasar di atas, dengan hormat disampaikan bahwa:

- a. Sebagai syarat kelulusan Program Pascasarjana Universitas Pertahanan, bagi mahasiswa diwajibkan menyusun tesis yang terkait dengan bidang program studinya.
- b. Mahasiswa Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Unhan atas nama Asri Anin, NIM 120170404001, nomor HP: 085220103924 anin.anin@tpa.idu.ac.id, bermaksud menyusun tesis dengan judul: "Rancang Bangun Sistem Alat Bantu Pelepas 'Pad Shoe Roda Rantai Tank Leopard' Guna Mendukung Operasi Pertahanan Dasar".

3. Berdasarkan dengan hal tersebut mohon diizinkan mahasiswa dimaksud untuk melaksanakan penelitian dalam rangka mendapatkan data dan keterangan termasuk melakukan wawancara dengan pejabat yang ditunjuk.

4. Demikian mohon menjadikan perkara.

d.n. Rektor
Universitas Pertahanan
Wakil Bidang Akademik dan Kemahasiswaan,

Prof. Dr. Ir. Dading Gunawan, M.Eng
Pembina Utama IV/a

Tembusan:

1. Sekjen Kemhan
2. Sekretaris Kementerian BUMN
3. Rektor Unhan
4. Wakil Unhan
5. Kasalaks/Ka LPSM/Dekan FTP Unhan
6. Kabegharan Bongpuspal

Kantor IPSC Setra Bogor, Telpin 021-29612792

3. Surat permohonan ijin penelitian ditujukan kepada Danpusdikav TNI AD

		KEMENTERIAN PERTAHANAN RI UNIVERSITAS PERTAHANAN
Nomor:	BY 2570.00/2018	Bogor, 21 Oktober 2018
Klasifikasi:	Biasa	
Lampiran:	-	Kepada
Hal:	Permohonan Izin dan Rekomendasi Pelaksanaan Penelitian	Yth: Danpusdikav TNI AD
		@
		Tempat

1. Dasar:

- a. Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2011 tentang Universitas Pertahanan sebagai Perguruan Tinggi yang diselenggarakan oleh Pemerintah.
- b. Kalender Akademik Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan Tahun Akademik 2017/2018.

2. Sehubungan dasar di atas, dengan hormat disampaikan bahwa:

- a. Sebagai syarat kelulusan Program Pascasarjana Universitas Pertahanan, bagi mahasiswa diwajibkan menyusun tesis yang terkait dengan bidang program studinya.
- b. Mahasiswa Program Studi Teknologi Daya Gerak Fakultas Teknologi Pertahanan Unhan atas nama Asti Anfin, NIM: 120170404001, nomor HP: 085220103834, astianfin@tp.ku.ac.id, bermaksud menyusun tesis dengan judul: "Rancang-Bangun Sistem Alat Bantu Pelepas Pad Shoe Roda Rantai Tank Leopard Guna Mendukung Operasi Pertahanan Darat".

3. Berkaitan dengan hal tersebut mohon diizinkan mahasiswa dimaksud untuk melaksanakan penelitian dalam rangka mendapatkan data dan keterangan termasuk melakukan wawancara dengan pejabat yang ditunjuk.

4. Demikian mohon menjadikan perkara:

s.d. Rektor
Universitas Pertahanan
Warak I Did: Akademik dan Kemahasiswaan.


 Prof. Dr. S. Dadang Gunawan, M.Eng
 Pembina Utama IV/e

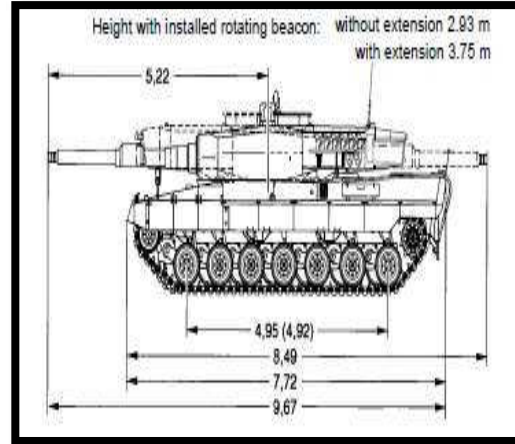
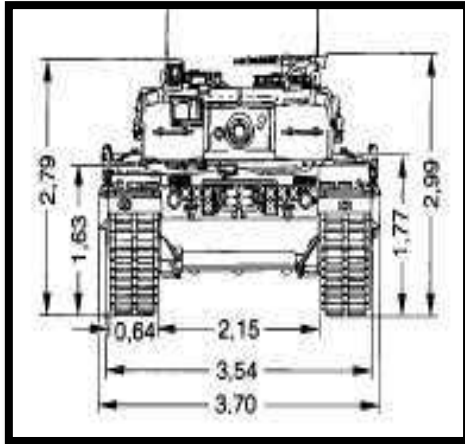
Tembusan:

1. Sekjen KEMHAN
2. Sekretaris Kementerian BUMN
3. Rektor Unhan
4. Warak Unhan
5. Kaselwas/Ka LPPM/Dekan FTP Unhan

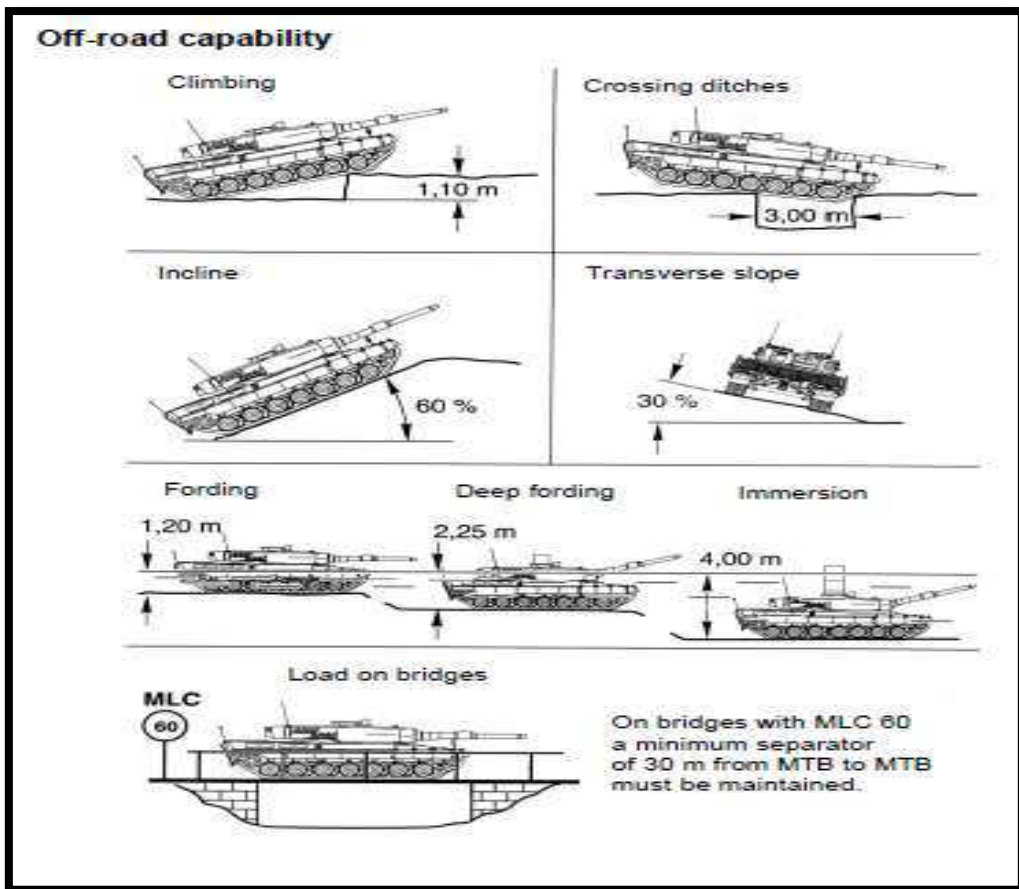


LAMPIRAN 1 DOKUMEN DAN PENDUKUNG

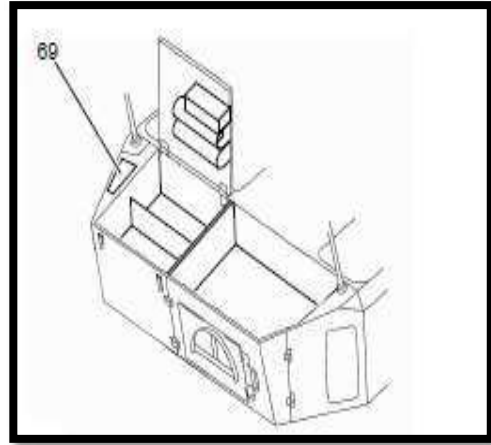
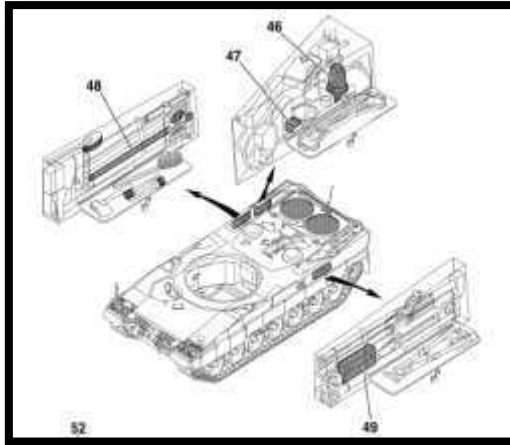
1. Dimensi tank Leopard



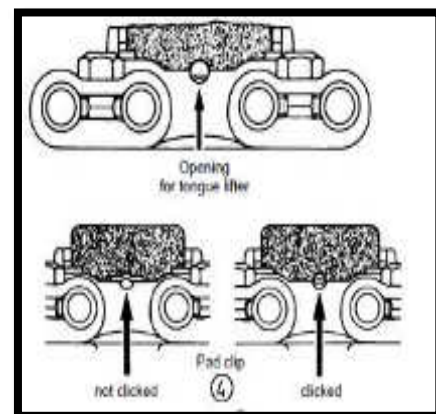
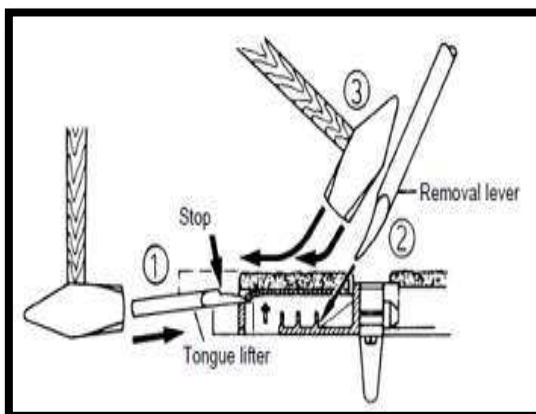
2. Capabilitas of road dari tank Leopard yang mempengaruhi life time dari pad shoe.



3. Storage location/ Lokasi penyimpanan.



4. Toolkit sistem manual tank Leopard yang digunakan untuk melepas pad shoe.



5. Kunjungan ke Balai Besar Logam dan Material dan Bengpuspal



6. Pembuatan alat pelepas pad shoe manual yang dipasang alat torsiometer yang sudah dikalibrasi sebagai eksperimen menghitung besarnya tenaga/daya yang digunakan.



7. Eksperimen melepas pad shoe manual yang dipasang alat torsimeter di Bengpuspal Bandung.



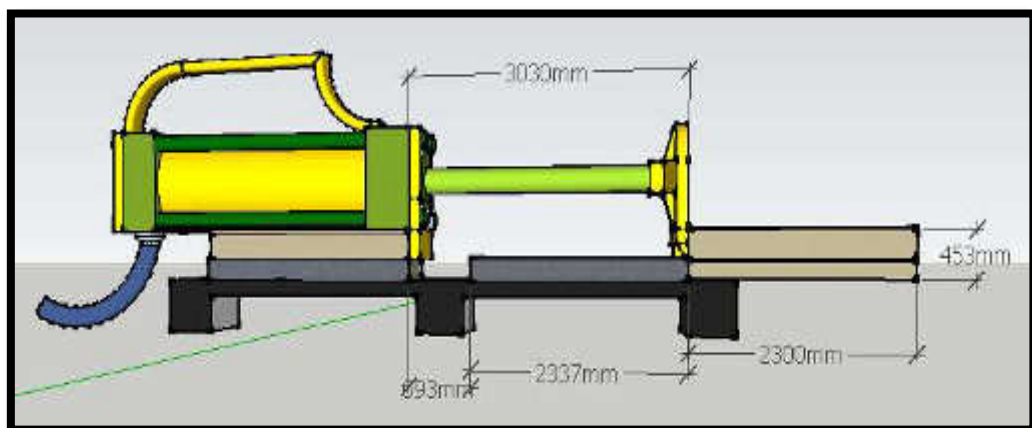
8. Mengukur proses pergeseran pad shoe setiap kali didorong menggunakan alat yang sudah dikalibrasi.



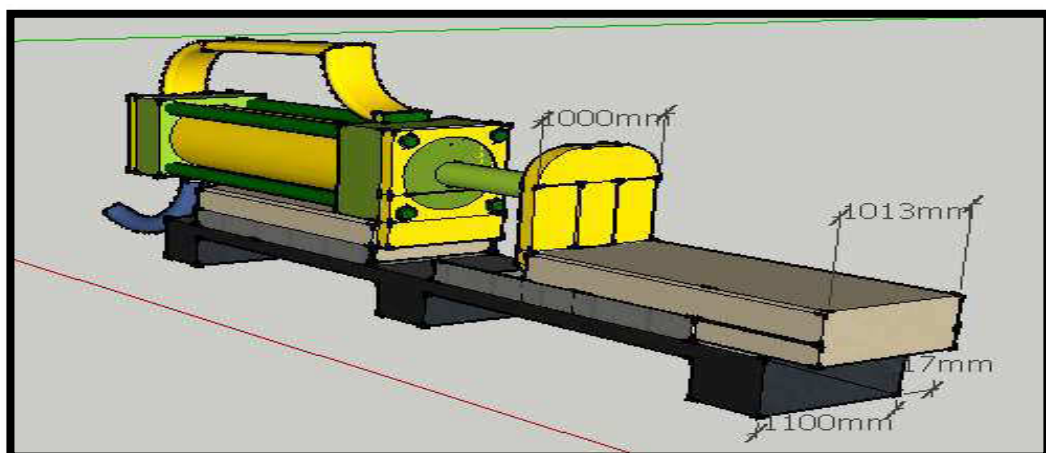
9. Bentuk pad shoe tank Leopard pada posisi tampak depan, samping dan belakang



10. Tampak depan model sistem alat Silinder hidrolik



11. Tampak depan model sistem alat Silinder hidrolik



RIWAYAT HIDUP PENELITI



Asril Arifin, lahir di Padang pada 27 Januari 1972. Anak ke tujuh dari pasangan Bapak Arifin dan Ibu Hamidah. Menyelesaikan pendidikan di SDN 33 Padang, lulus tahun 1984, SMP Negeri 4 Padang, lulus tahun 1987, SMAN PGRI 1 Padang lulus tahun 1991, Sarjana (S-1) Fakultas Teknik Arsitektur, Universitas Bung Hatta lulus tahun 1998, dan pada tahun 2017 melanjutkan Magister (S-2) di Universitas Pertahanan.

Peneliti masih aktif sebagai Perwira TNI dengan jenjang kepangkatan Letda pada tahun 2000, Lettu pada tahun 2002, Kapten pada tahun 2006 dan Mayor pada tahun 2010.

Peneliti saat ini menjabat sebagai Pamen Roum Sejten Kemhan di Kementerian Pertahanan, dengan jenjang karir yang pernah dilalui; Pama Yonzipur 3 Dam III/Slw Bandung dengan jabatan Danton sampai dengan Kepala Seksi Logistik. Pama di Zidam IM di Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam dengan jabatan Kepala Urusan Pengadaan bangunan militer. Pamen di Zidam XII/Tpr Propinsi Kalimantan Barat dengan jabatan Kepala seksi perencanaan dan Pengawasan konstruksi bangunan militer.

Pendidikan Militer yang telah dijalani peneliti, SEMAPA PK TNI pada tahun 2000, SESARCABZI pada tahun 2000, SUSKONBANGMIL pada tahun 2003, SUSDANKIZI pada tahun 2009, DIK LAPA 2 pada tahun 2010, dan Sus Jemen Renggar pada tahun 2017.

Pengalaman tugas antara lain Operasi Pengamanan Wilayah Maluku pada tahun 2000, Operasi Bhakti TNI di Nanggroe Aceh Darussalam pada tahun 2003, Operasi Kemanusiaan Pasca Tsunami pada tahun 2004, Operasi Kemanusiaan Pasca Tsunami di Pangandaran pada tahun 2005.

Menikah dengan Yessy Arma Putri pada tahun 2002 di Padang, Sumatera Barat dan dikaruniai 3 Orang anak; Hafidah 'Arfiah lahir tahun 2003, Haziq Hannania Hawari lahir tahun 2009, Harits Abdillah lahir tahun 2009.