

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

SYSTEM MODEL FOR ASSISTANCE TOOLS PAD SHOE LEOPARD TANK CHAIN WHEEL TO SUPPORT LAND DEFENSE OPERATIONS

Asril Arifin¹, Sovian Aritonang², Lasmono³

Universitas Pertahanan
(asril.h2h3@gmail.com)

Abstrak - 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.

Abstract - 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

¹ Mahasiswa Prodi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

² Dosen Tetap dan Sesprodi Prodi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

³ Wakil Rektor II Bidang Umum dan Keuangan Universitas Pertahanan.

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.

Pendahuluan

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 maka Kendaraan Tempur (Ranpur) dapat terpelihara dengan baik dan penggunaan personil juga semakin efisien.

Postur pertahanan Indonesia semakin meningkat setelah kedatangan Tank Leopard guna mendukung operasi pertahanan darat, terbukti dengan *military strenght* Indonesia, pada akhir tahun 2018 berada pada urutan ke 15

dunia, satu level di atas negara Israel, dan empat tingkat di atas Jerman. Begitu juga dengan *tank streng* berada pada urutan ke 41 di dunia.⁵

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

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

⁵ Global fire Power, "Military Strenght", online; http://www.globalfirepower.com/countries_listing.asp. millitary strenght 2018, diakses 9 Agustus 2018

kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).⁶

Setelah MBT Leopard 2A4 di *upgrade* 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*.⁷

Menurut buku panduan teknisnya, Ranpur Leopard dilengkapi dengan teknologi modern yang berfungsi secara optimal bila dioperasikan dan dipelihara oleh personel yang memiliki keterampilan dibidang teknologi Ranpur. Perawatan

yang sering dilakukan adalah perbaikan rantai 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 untuk tank AMX 13 yang menggunakan sistem hidrolik dan juga pembuatan alat pelepas *pad shoe* menggunakan sistem mekanik.⁸

Penelitian ini bertujuan membuat model sistem alat bantu pelepas *pad shoe*

⁶ Asni Ovier, "Tank Leopard Sesuai dengan Kondisi Geografis Indonesia, 2014, dalam <http://www.beritasatu.com/nasional/192407-tankleopard-sesuai-kondisi-geografis-indonesia.html>, diakses tanggal 9 Agustus 2018

⁷ Dr.-Hell-Straße, *Operational Manual Vol. 1 Description Main Battle Tank MBT Leopard 2 A4+*, (Germany, 2015 Rheinmetall Landsysteme GmbH), hlm23.

⁸ Petrus. 2018. "Analisis efisiensi pemeliharaan roda rantai tank AMX 13 Yonkav 3/AC Malang". *Tesis Magister*, (Bogor: Program Magister Industri Pertahanan, Program Pasca Sarjana, Universitas Pertahanan, 2017 hlm 5

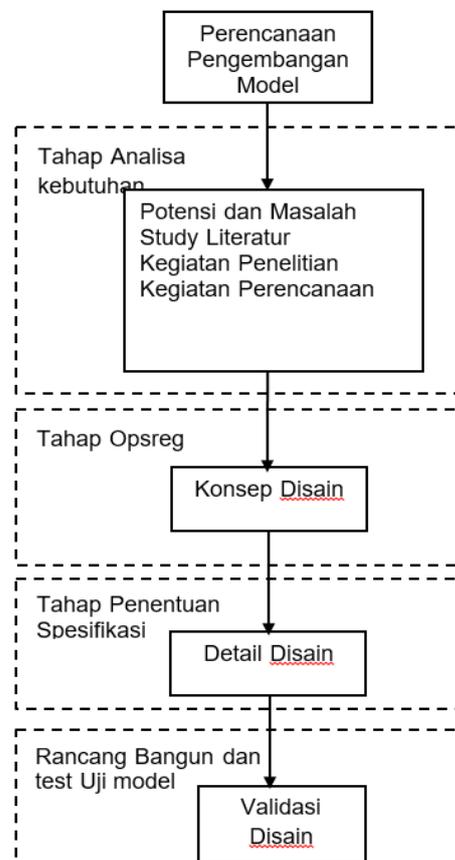
menggunakan sistem hidrolik sebagai pengganti sistem manual. Alat tersebut dapat digunakan untuk mendukung tugas pokok TNI AD khususnya pasukan Kavaleri dalam fase pemeliharaan kendaraan Tank Leopard. Teori-teori utama yang mendukung penelitian ini adalah berdasarkan hukum pascal, menggunakan aliran fluida untuk menghasilkan energi mekanik dengan cara memindahkan tenaga.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *kuantitatif* dengan metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen digunakan untuk mendapatkan seberapa besar gaya yang dibutuhkan untuk melepas karet/ pad shoe roda rantai tank Leopard. Dalam hal ini fungsi penelitian adalah untuk menjadi pedoman dalam merencanakan model alat dan dapat diimplementasikan pada alat bantu sistem hidrolik.

Penelitian ini dilaksanakan Bandung dengan mengambil 3 lokasi yakni di Pusdikav Pusenkav TNI AD, di Bengkel Pusat Pemeliharaan TNI AD (Bengpuspal) dan di Balai Besar Logam dan Mineral (BBLM) pada Juli – September 2018. Dalam penelitian ini subjek penelitian antara lain: 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, tim teknis dari Bengpuspal dan personil BBLM. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan observasi, dan melakukan eksperimen. Kemudian, peneliti melakukan analisa algoritma untuk mendapatkan model alat yang efektif melepas pad shoe. Langkah-langkah model *engineering process* yang digunakan terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram engineering process
Sumber: Peneliti, Desember 2018

Hasil dan Pembahasan

Kebijakan Pemeliharaan Ranpur TNI AD.

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: Pemeliharaan /Pencegahan, Perbaikan, Modifikasi dan Uji fungsi.

Penyelenggara kegiatan fungsi pemeliharaan bagi seluruh komoditi logistik dilakukan secara bertingkat:

1. Tingkat pusat dilaksanakan oleh Bengpuspal, yaitu melaksanakan kegiatan pemeliharaan Tingkat IV (kerusakan berat) yang tidak dapat dilaksanakan oleh instalasi pemeliharaan daerah/satuan.
2. 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.

3. Tingkat satuan dilaksanakan oleh satuan satuan yang menerima Ranpur, yaitu menyelenggarakan pemeliharaan Harceguh ditingkat satuannya mulai dari tingkat tingkat 0 sampai dengan tingkat II (ringan).

Kebijakan Pemeliharaan Ranpur di 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.

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.⁹

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

⁹ Peraturan Kasad Nomor Perkasad / 74 / VIII / 2011 Tanggal 8 Agustus 2011 tentang Orgas satuan Kavaleri.

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 dimedan 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 shoe*nya. Proses pelepasan ini membutuhkan tenaga yang cukup besar karena biasanya *pad shoe* yang mau dilepas sudah berkarat dan lengket.

- a. Proses diatas dilakukan berulang kali sesuai dengan jumlah *pad shoe* yang mau diganti.
 - b. 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.

Analisa Perolehan Data

Perolehan data antropometri terkait perancangan alat bantu pelepas *Pad shoe* adalah sebagai berikut:¹⁰

Tabel 1 Data antropometri

No	Item	Ukuran
1	Tinggi rantai	90 cm
2	Lebar rantai	64 cm
3	Ukuran <i>Pad shoe</i>	23 cm x 110 cm x 5 cm

¹⁰ Hasil Observasi dengan tim teknis Bengpuspal pada bulan 25 Oktober 2018

¹¹ Hasil analisa eksperimen melepas *pad shoe-1* tank Leopard di workshope Bengpuspal, pada tanggal 30 Oktober 2018.

Model Sistem Alat Bantu Pelepas *Pad Shoe* Roda Rantai *Tank Leopard* Guna Mendukung Operasi Pertahanan Darat | Asril Arifin, Sovian Aritonang, Lasmono | 19

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>	18 unit karet 10 unit baja
7	Jumlah personil	4 orang
8	Tempat gantian <i>pad shoe</i>	di satuan, di lapangan
9	Kotak toolkit di setiap tank	3 Unit

Sumber: Pengukuran dilapangan dan hasil wawancara penulis

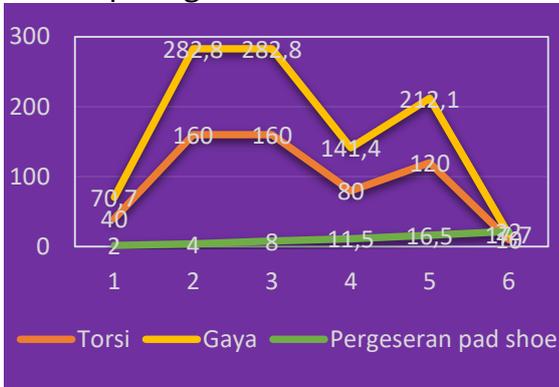
Untuk mengetahui seberapa besar daya yang direncanakan dalam pembuatan alat pelepas *pad shoe* tank Leopard dilakukan eksperimen pengukuran daya dengan menggunakan torsimeter. Hasil pengukuran momen gaya dengan menggunakan alat torsimeter sebagai berikut:¹¹

Tabel 2 Data *pad shoe-1* pengukuran besarnya torsi kondisi rantai berkarat

No	Momen	Torsi (T.m)	Lebaran (m)	Sudut (Sin α°)	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

Dalam grafik perbandingan antara torsi, jarak bergeser *pad shoe-1* dan gaya terlihat pada gambar 2 berikut:¹²



Gambar 2 Grafik perbandingan antara torsi dengan jarak geser *pad shoe-1*
Sumber: Eksperimen peneliti, November 2018

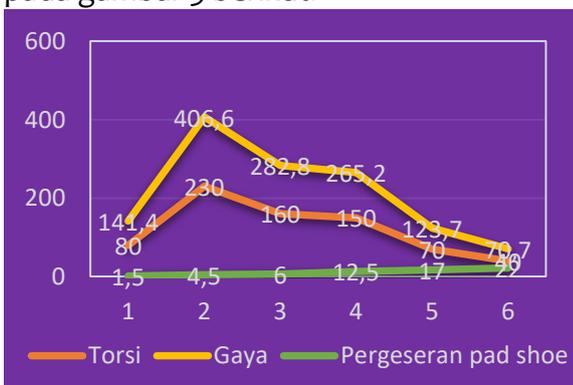
Begitu juga data hitung *pad shoe-2*, Hasil pengukuran momen gaya dengan menggunakan alat torsimeter diperoleh data seperti yang tersaji pada tabel berikut:

Tabel 3 Data *Pad shoe-2* pengukuran besarnya torsi 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

Grafik perbandingan antara torsi, jarak bergeser *pad shoe-2* dan gaya terlihat pada gambar 3 berikut:¹³



Gambar 3 Grafik perbandingan antara torsi dengan jarak geser *pad shoe-1*

Sumber: Eksperimen peneliti, November 2018

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 *Engineering toolbox*. Besarnya gaya yang diambil pada hasil eksperimen menggunakan alat ukur torsimeter adalah sebesar 406,6 Newton.

¹² Hasil analisa eksperimen melepas *pad shoe-1* tank Leopard di workshope Bengpuspal, pada tanggal 30 Oktober 2018

¹³ Hasil analisa eksperimen melepas *pad shoe-2* tank Leopard di workshope Bengpuspal, pada tanggal 30 Oktober 2018

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 inchi (3,81 cm) dan batang piston/shaft sebesar ¾ inchi (1,905 cm). Diagram *Rod pulling force for hydraulic cylinders*, terlihat pada gambar berikut:

Panjang dari shaft/batang piston yang digunakan diukur dari panjangnya *pad shoe* ditambah jarak antara *Pad shoe* yaitu sebesar 32 cm. Perhitungan silinder hidrolik dengan menggunakan hukum Pascal:¹⁴

a. Luas penampang (A):

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

$$\text{Diameter } (d_1) = 3,81 \text{ cm}$$

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

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

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)

$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

$$F_1 = (F_2 \cdot A_1)/A_2$$

$$A_1 = \text{luas penampang piston besar } 5,697 \text{ cm}^2$$

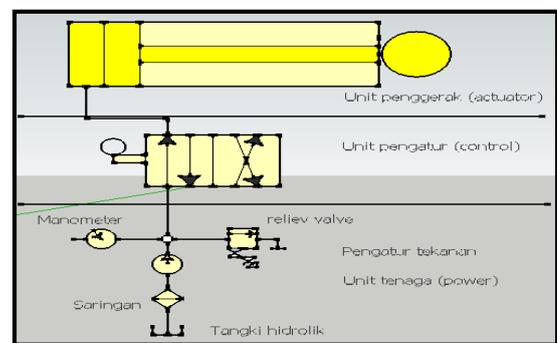
$$A_2 = \text{luas penampang piston kecil } 11,395 \text{ cm}^2$$

$$F_2 = \text{gaya pada cylinder besar } 406,6 \text{ N}$$

$$F_1 = (406,6 \text{ N} \cdot 5,697 \text{ cm}^2) / 11,395 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = 203,23 \text{ N}$$

a. Rangkaian aliran hidrolik terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4 Rangkaian sistem hidrolik pelepas *pad shoe*

Sumber: Disain penulis, Desember 2018

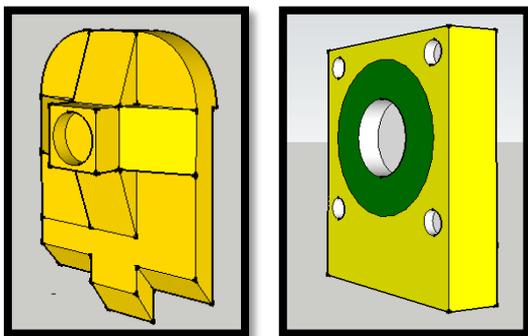
Analisa Pemilihan Bahan

Pertimbangan sifat bahan meliputi kekuatan, kekerasan, keuletan/ ketangguhan, daya tahan korosi dan daya

¹⁴ Paul A Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik*, jilid 1 (Jakarta: 1998PT. Gelora Aksara Pratama, hlm 383.

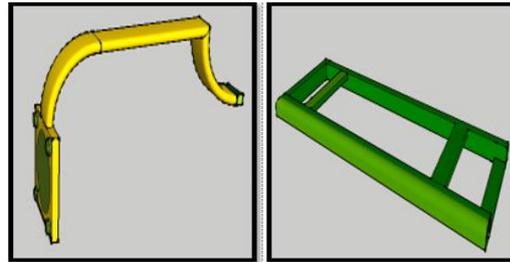
tahan panas. Selain menentukan sifat bahan juga perlu diperhatikan pertimbangan nilai ekonomis yang terdiri dari ketersediaan barang, biaya pengerjaan, waktu pengerjaan dan harga bahan yang terjangkau.

Dengan adanya pertimbangan aspek diatas berdasarkan kajian literatur material material pisau pendorong dan tumpuan maka peneliti menggunakan Baja K100. Tersaji pada gambar berikut:



Gambar 5 Mata pisau pendorong *pad shoe* menggunakan Baja K100
Sumber: Disain 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, terlihat pada gambar berikut:



Gambar 6 Rangka *pad shoe* menggunakan Baja S45C
Sumber: Disain penulis, November 2018

Pembahasan

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 tentang kebutuhan sistem alat pelepas *pad shoe* tank Leopard, maka disusun konsep disain pada tahap *requirement* dan detail disain pada tahap spesifikasi alat.

Requirement Alat *Pad Shoe* Tank Leopard

Requirement disusun berdasarkan data dan obserfasi dilapangan, pada Tabel 4 tergambar persyaratan yang harus dipenuhi dalam menentukan model alat yang akan didisain untuk melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard sebagai berikut:¹⁵

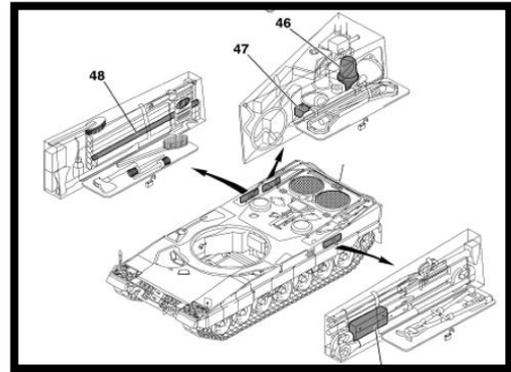
¹⁵ Hasil Observasi dan wawancara dengan tim teknis Bengpuspal, tim teknis Pusdikkav, pada bulan Oktober 2018

Tabel 4 Requirement sistem alat pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard

No	Requirement	Kebutuhan
1	memudahkan personil untuk melepas <i>pad shoe</i>	Dibutuhkan alat bantu melipat gandakan tenaga menggunakan sistem Hidrolik
2	dioperasikan di medan latihan maupun di homebase.	alat yang efisien, <i>portable</i> dan melekat pada Tank Leopard
3	<i>Storage box</i> yang sudah tersedia di <i>body tank</i> Leopard bisa digunakan	alat dibuat menyesuaikan ukuran <i>Storage box</i> yang tersedia.
4	Operasional alat mendukung komoditi logistik ditingkat pusat, daerah dan satuan.	Alat digunakan pada pemeliharaan tingkat 4 (Bengpuspal) sampai dengan tingkat 0 (satuan pemakai)
5	Mampu mendukung keberhasilan operasi taktis	alat yang dapat mengurangi kebisingan dan cepat dalam operasional.

Sumber: Analisa penulis, November 2018

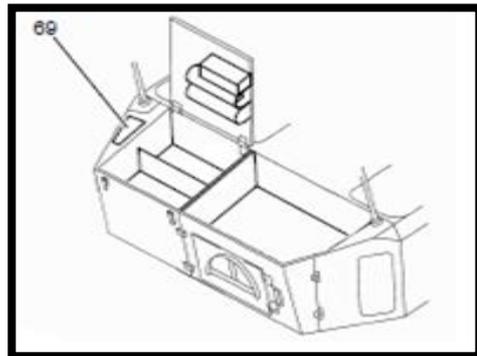
Penyimpanan alat dapat di rencanakan pada beberapa alternatif dari *storage box* yang sudah ada, seperti terlihat pada Gambar 6 dimana *storage box* berada pada tiga sisi dari *body tank* Leopard:



Gambar 6 Alternatif 1, rencana penyimpanan alat pelepas *pad shoe* sisitem hidrolik pada *body tank* Leopard

Sumber: *manual book maint battle tank Leopard*, 2015.

Begitu juga pada Gambar 7 dimana *storage box* berada pada sisi belakang dari turep tank Leopard:



Gambar 7 Alternatif rencana penyimpanan alat pelepas *pad shoe* sisitem hidrolik pada bagian belakang Turep tank Leopard

Sumber: *manual book maint battle tank Leopard*, 2015.

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. Berkaitan spesifikasi alat-alat yang digunakan Berikut Tabel.5

tersaji spesifikasi alat-alat yang digunakan.¹⁶

Tabel 5 Spesifikasi sistem alat yang digunakan

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Hidrolik	Diameter 12 cm, pjg 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	1 orang dengan menggunakan tenaga manusia
8	Lokasi operasional	Dapat dioperasikan di <i>home base</i> dan maupun dilapangan
9	Penyimpanan alat	Alat dapat disimpan dalam <i>storage box</i> yang sudah tersedia pada <i>body tank</i> Leopard

Sumber: Peneliti, Desember 2018

Model Alat Pelepas *Pad shoe* Roda Rantai Tank Leopard

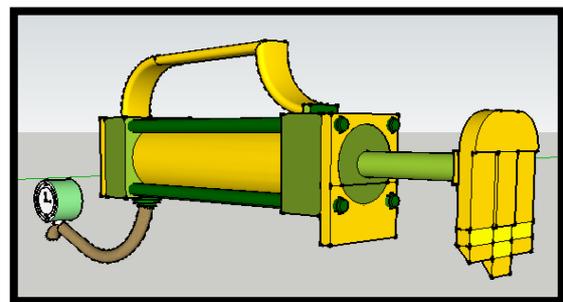
Model alat yang dikembangkan peneliti terkait pembuat alat bantu pelepas *pad shoe* tank Leopard adalah menggunakan sistem hidrolik. Pertimbangan pemilihan sistem hidrolik berdasarkan analisa kekurangan dan kendala pada sistem alat bantu pada pelepas *pad shoe* sebelumnya, hasil

analisa disimpulkan sistem hidrolik lebih efektif dibandingkan menggunakan sistem mekanik.

Model 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.

Model alat yang dikembangkan peneliti terkait pembuat alat bantu pelepas *pad shoe* tank Leopard adalah menggunakan sistem hidrolik, tersaji pada gambar berikut:



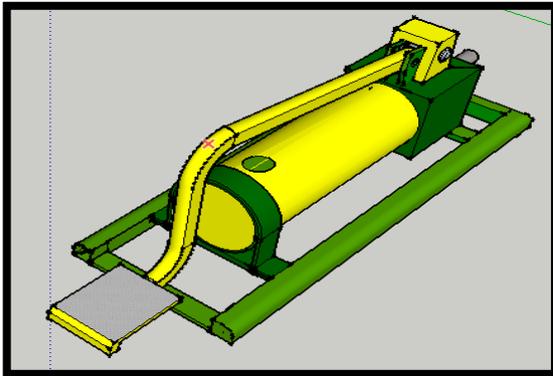
Gambar 7 Disain alat pelepas *pad shoe* sistem hidrolik

Sumber: Peneliti, Desember 2018

Disain sumber tenaga berupa pompa hidrolik dibuat manual menggunakan

¹⁶Hasil Observasi dan wawancara dengan tim teknis Bengpuspal, tim teknis Pusdikkav, pada bulan Oktober 2018

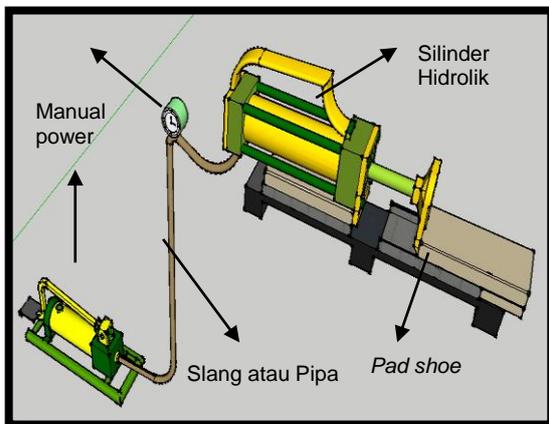
tenaga kaki seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 8 Disain pompa hidrolik sebagai sumber tenaga menggunakan kaki.
Sumber: Diolah Peneliti, Desember 2018

Rangkaian Alat Pelepas *Pad Shoe* Sistem Hidrolik.

Pada gambar berikut ini merupakan rangkaian hidrolik yang dipasang menjadi satu kesatuan Sistem Hidrolik.

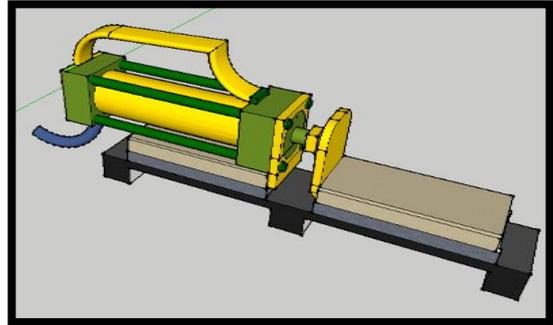


Gambar 9 Rangkain pompa hidrolik sebagai sumber tenaga manual.
Sumber: Hasil disain penulis, 2018

Langkah Kerja alat Pelepas *Pad shoe* Tank Leopard.

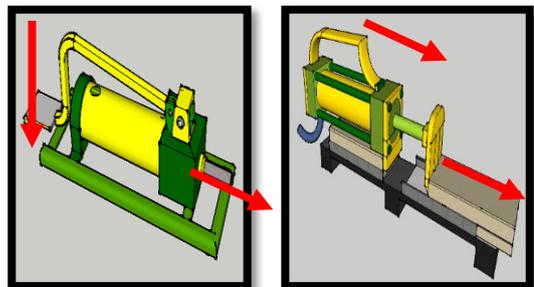
1. Sebelum sistem hidrolik bekerja terlebih dahulu melepaskan lidah pengait *pad shoe* hingga lidah pengait *Pad shoe* terlepas dari track. Posisi dari

alat pelepas *pad shoe* terpasang dan siap digerakkan terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 10 Posisi hidrolik sudah terpasang dan siap digerakkan.
Sumber: Hasil disain penulis, 2018

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, proses tersebut disajikan pada gambar berikut dengan pergeseran sesuai arah panah.



Gambar 11 Pompa hidrolik ditekan manual menggunakan kaki

Sumber: Hasil disain penulis, 2018

1. Proses pelepasan *pad shoe* diatas dapat dilakukan berulang kali sesuai

dengan *pad shoe* sudah patut diganti dengan yang baru.

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 berikut:

Tabel 6 Perbandingan tenaga/daya antara sistem manual dengan sistem hidrolik

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

Sumber: Hasil analisa peneliti, 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/gaya dengan waktu.

Hasil ditampilkan pada tabel Perbandingan waktu antara sistem manual dengan sistem hidrolik berikut:

Tabel 7 Perbandingan waktu antara sistem manual dengan sistem hidrolik

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

Sumber: Hasil analisa peneliti, 2018

3. Pembahasan Work System

Pembahasan sistem kerja menggunakan model sistem alat bantu pelepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard bertujuan untuk menganalisis elemennya yang terdiri dari organisasi,

personil, tugas, teknologi dan peralatan serta lingkungan. Tabel berikut menampilkan perbandingan menggunakan hidrolik dengan sistem manual.

Tabel 8 Perbandingan sistem kerja antara metode lama dengan metode baru

No	Metode lama	Metode baru
1	Organisasi: -Pemeliharaan tingkat 0 disatuan - tingkat 4 oleh Bengpuspal	Organisasi: -Pemeliharaan tingkat 0 satuan -Tingkat 4 oleh Bengpuspal
2	Personil: - Awak : 4 orang - Tonhar: 10 orang -Memiliki kemahiran tehniisi	Personil: - Awak 4 orang -Tonhar 10 orang -Memiliki kemahiran tehniisi
3	Tugas: - Tonhar bekerja apabila awak personil mengalami kendala - Menguras tenaga -Durasi waktu lebih lama	Tugas: - Tonhar bekerja apabila awak personil mengalami kendala - Hemat tenaga -Durasi waktu lebih pendek
4	Teknologi: -Peralatan manual -Petunjuk intruksi harus dipahami	Teknologi: -Peralatan menggunakan hidrolik. -Menggunakan teknologi mekanik
5	Lingkungan: -Dikerjakan dibengkel - Dapat dikerjakan di luar home base - Tidak tergantung pada lingkungan.	Lingkungan: - Dikerjakan dibengkel - dapat dikerjakan di luar home -Tidak ergantung pada lingkungan.

Sumber: Hasil analisa peneliti, 2018

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 yang terdapat pada sistem hidrolik, yaitu:

- 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

kekaret 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.

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.

1. Beberapa kelebihan dari mesin tersebut antara lain adalah:

- a. Dengan adanya alat ini dapat memudahkan melepas karet tanpa menggunakan tenaga yang cukup besar.
 - b. Alat lebih praktis dan mudah dioperasikan.
 - c. Tingkat keamanan penggunaan lebih tinggi karena memiliki dimensi yang sesuai.
 - d. Alat tidak menimbulkan suara yang gaduh sehingga sangat cocok digunakan dilapangan.
 - e. Mudah dalam perawatan, portable dan dapat disimpan dalam *storage box* tank Leopard.
2. Beberapa kekurangan yang dimiliki mesin tersebut antara lain adalah:
 - a. Alat belum dimonifikasi untuk mencongkel lidah dari *pad shoe* sebelum melakukan pelepasan.
 - b. Alat belum dimonifikasi menggunakan motor listrik apabila digunakan untuk melepas *pad shoe* secara keseluruhan.
 - c. Untuk lebih terawat dan tidak tercecer seharusnya alat tersebut dilengkapi dengan *safety bag*.
1. Kebutuhan model alat bantu melepas *pad shoe* roda rantai tank Leopard yang efisiensi dari segi waktu, tenaga dan personil yang sesuai requirement dan spesifikasinya adalah menggunakan sistem hidrolik.
 2. Model alat bantu melepas *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 kebaruan alat melepas *pad shoe* menggunakan sistem hidrolik adalah:
 - 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.

Kesimpulan dan Rekomendasi

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

Agar dapat standarisasi pengembangan alat pelepas *pad shoe* dengan baik peneliti memberikan rekomendasi hasil penelitian kedepan yang ditujukan bagi *stakeholder*:

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.

Referensi

Buku

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

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 Impact 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).

Petrus. 2018. "Analisis efisiensi pemeliharaan roda rantai tank AMX 13 Yonkav 3/AC Malang". Tesis, Universitas Pertahanan, Bogor.

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:

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

Sumber Lainnya:

Peraturan Kasad Nomor Perkasad / 74/ VIII / 2011 Tanggal 8 Agustus 2011 tentang Orgas satuan Kavaleri.

Hasil analisa eksperimen melepas pad shoe-1 tank Leopard di workshope Bengpuspal, pada tanggal 30 Oktober 2018

Hasil analisa eksperimen melepas pad shoe-1 tank Leopard di workshope Bengpuspal, pada tanggal 30 Oktober 2018

Hasil analisa eksperimen melepas pad shoe-2 tank Leopard di workshope Bengpuspal, pada tanggal 30 Oktober 2018