

DESAIN KONSEPTUAL PELURU KENDALI ANTI TANK SEBAGAI SENJATA PENDUKUNG INFANTERI TENTARA NASIONAL INDONESIA ANGKATAN DARAT (TNI AD)

THE CONCEPTUAL DESIGN OF ANTI TANK GUIDED MISSILE AS A SUPPORT WEAPON FOR INDONESIAN ARMY INFANTRY (TNI AD)

Erna Shevilia Agustian¹, Timbul Siahaan², Masayu Elita Hafizah³, Arif Nur Hakim⁴

^{1,2,3} PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PERSENJATAAN-FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN
UNIVERSITAS PERTAHANAN

⁴ PUSAT TEKNOLOGI ROKET LEMBAGA PENERBANGAN dan ANTARIKSA NASIONAL
(erna_shevilia@yahoo.co.id; timbulsiahaan57@yahoo.com;
masayuelitahafizah2@staff.ui.ac.id; arif.nurhakim@lapan.go.id)

Abstrak – Untuk dapat mewujudkan kemampuan produksi Peluru kendali (rudal) dalam negeri, khususnya *rudal anti tank* maka diperlukan proses desain produk yang sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini dilakukan desain konseptual *rudal anti tank* yang digunakan untuk Infanteri Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat (TNI AD) berdasarkan spesifikasi teknis dan jenis propelan yang digunakan pada motor roket padat. Metode kualitatif digunakan dalam menentukan kebutuhan pengguna (Infanteri TNI AD) terhadap spesifikasi teknis *rudal anti tank* dan motor roket padat dengan menggunakan propelan komposit. Penelitian dilakukan melalui kegiatan wawancara terhadap narasumber di tempat penelitian, serta kajian literatur yang relevan. Spesifikasi teknis *rudal anti tank* untuk Infanteri TNI AD memiliki kisaran Jangkauan lebih dari 2000 meter, Panjang sekitar 1 meter dengan Diameter kurang lebih 10 cm dan Massa rudal kurang dari atau sama dengan 10 kg. Infanteri TNI AD membutuhkan jenis *rudal anti tank* yang memiliki jarak jangkauan jauh, berukuran kecil dan ringan. Adapun jenis propelan yang digunakan pada desain konseptual *rudal anti tank* ini adalah Komposit Propelan HTPB/AP/Al, karena dikenal memiliki sifat energetik yang kuat dan sifat mekanik yang baik.

Kata Kunci: Infanteri, Kebutuhan, Konseptual, Propelan, Rudal, Spesifikasi

Abstract – To be able to realize the domestic production capability of guided missiles, especially anti-tank missiles, a product design process is required according to the needs. In this study, the conceptual design of anti-tank missiles used for the Indonesian Army infantry (TNI AD) was carried out based on technical specifications and the type of propellant used in solid rocket motor. The Qualitative methods are used in determining the needs of users (TNI AD Infantry) for the technical specifications of anti-tank missiles and solid rockets using composite propellants. The research was conducted through interviews with sources at the research site, as well as a review of relevant literature. The technical specifications for anti-tank missiles for the TNI AD Infantry have a range of more than 2000 meters, a length of about 1 meter with a diameter of approximately 10 cm, and the mass of the missile is less than or equal to 10 kg. The TNI AD infantry requires a long-range, small and light type of anti-tank missile. The type of propellant used in the conceptual anti-tank missile design is HTPB / AP / Al Propellant Composite because it is known to have strong energetic properties and good mechanical properties.

Keywords: Conceptual, Infantry, Missile, Propellant, Requirements, Specifications

Pendahuluan

Pertahanan negara dilakukan sebagai upaya aktif pemerintah dan seluruh warga negara serta seluruh wilayah dengan memanfaatkan sumber daya nasional (Midhio, 2019). Adapun tujuan pertahanan negara adalah untuk menjaga kedaulatan negara dan keutuhan Wilayah NKRI serta melindungi keselamatan segenap bangsa dari segala ancaman (Siahaan, 2019). Tantangan yang dihadapi diantaranya yaitu perubahan geopolitik internasional, potensi ancaman terhadap kedaulatan negara dan kemungkinan adanya embargo terhadap Alutsista TNI (Midhio, 2019).

Peningkatan kemampuan TNI perlu dihadapkan pada tugas yang dibebankan, serta perkembangan kemampuan musuh yang mungkin dihadapi. Salah satunya adalah satuan infanteri yang perlu dilengkapi dengan senjata ringan termasuk senjata untuk menghadapi kendaraan tempur musuh yang menggunakan pelindung baja, yang dikenal dengan senjata *anti tank*. Dengan demikian perlu dilakukan kajian untuk mencari sistem senjata *anti tank* yang memiliki kehandalan tinggi dalam menghadapi perkembangan kendaraan lapis baja,

sesuai dengan karakteristik satuan infanteri. Untuk mengatasi hal tersebut, sudah saatnya Indonesia memikirkan kemandirian dalam persenjataan (Pembuatan Prototipe Senjata, 2016).

Ancaman embargo terhadap alutsista dapat mempengaruhi kekuatan dan kemampuan tempur TNI (Hasrito, 2015), Sehingga Indonesia diharapkan mampu untuk dapat memproduksi Alutsistanya sendiri. Hal ini juga telah disebutkan di dalam Undang – Undang No.16 Tahun 2012 tentang industri pertahanan, pasal 28 ayat 1 dan 2 yang menjelaskan bahwa:

1. Peningkatan kemampuan dan penguasaan teknologi Industri Pertahanan dilakukan melalui penelitian dan pengembangan serta perekayasaan dalam suatu sistem nasional.
2. Pelaksana penelitian dan pengembangan serta perekayasaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas unsur:
 - a. lembaga penelitian dan pengembangan;
 - b. perguruan tinggi;
 - c. institusi penelitian dan pengembangan, baik lembaga pemerintah maupun swasta

- nasional di bidang pertahanan dan keamanan;
- d. pengguna; dan
- e. industri alat utama.

Berdasarkan *roadmap* industri pertahanan, terdapat 7 program prioritas nasional untuk dapat membangun kemandirian Alutsista nasional, salah satunya ialah rudal. Pada Tabel 1 yang menunjukkan tingkat kesiapan teknologi dan Manufaktur nasional, Rudal masih berada pada tingkat *Technology Readiness Level 2* (TRL 2), sehingga rudal masih membutuhkan perhatian lebih terkait inovasi, penelitian dan pengembangannya.

Berdasarkan *United States Patent* mengenai *Rudal anti tank* (Melvin, 1976) disebutkan bahwa tujuan dari penemuan *Rudal anti tank* adalah:

- a. Menyediakan sarana yang dapat digunakan untuk menghancurkan kendaraan lapis baja dengan menggunakan metode api.
- b. Menyediakan sarana untuk menghancurkan kendaraan lapis baja dengan alat yang sangat *portable*.

- c. Menyediakan sarana untuk menghancurkan kendaraan lapis baja yang tidak membutuhkan personel yang sangat terlatih.

Sebagai tahap awal dalam penguasaan teknologi alutsista, diperlukan suatu desain konseptual, salah satunya dilakukan dengan cara penerapan terhadap Rudal yang sesuai dengan kebutuhan. Desain konseptual merupakan tahapan awal dari *design engineering* yang menggambarkan bagaimana sebuah produk akan bekerja dan memenuhi persyaratan awal dalam mendesain, sebelum desain awal dilakukan (Dwiastuty, 2019).

Pengenalan sistem *Man Portable Anti Tank Guided Missile* (ATGM) membuat infanteri memiliki kemampuan untuk mengalahkan *Tank* tempur lapis baja pada jarak jauh. Salah satu nilai jual terbesar dari penggunaan *Man-Portable system* yaitu membuat infanteri dapat dengan cepat merelokasi posisi sehingga memberikan keuntungan dalam pertempuran perkotaan (Harris, 2009).

No	Alutsista	TRL/ MRL	Keterangan
1	Tank Infantri (Anoa)	MRL 10	Full Rate Production
2	Pesawat Angkut Ringan CN-295	MRL 9	Low-Rate Initial Production
3	LPD (Landing Platform Dock) (KRI Makasar)	MRL 9	Low-Rate Initial Production
4	Kapal Selam	MRL 7	Critical Design Review
5	Tank Sedang (Harimau)	MRL 6	Preliminary Design Review
6	KFX/IFX	TRL 4/MRL 7	Lab-scale demonstration/Critical Design Review
7	Roket (RHAN122B)	TRL 7	Prototype system tested
8	Propelan	TRL 4	Lab-scale demonstration
9	UAV	TRL 3	Proof-of-concept
10	PKR (Perusak Kawal Rudal)	TRL 2	Formulated Concept
11	Rudal	TRL 2	Formulated Concept
12	Radar Intersept	TRL 1	Basic Research

TRL: *Technology Readiness Level* MRL: *Manufacturing Readiness Level*

Gambar 1. Tingkat kesiapan Teknologi dan Manufaktur.
 Sumber: Iskandar, 2019

Penelitian ini akan membahas mengenai desain konseptual *rudal anti tank* yang difokuskan kepada spesifikasi teknis dan penggunaan propelan pada motor roket padat di dalamnya. Hal ini menjadi penting untuk diteliti karena penelitian ini memberikan konsep awal tentang spesifikasi teknis *rudal anti tank* seperti apa yang dibutuhkan oleh Infanteri dari segi jarak jangkauan, panjang, diameter dan juga massa rudal.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Metode kualitatif digunakan sebagai langkah awal dalam menentukan kebutuhan pengguna

(Infanteri TNI AD) terhadap spesifikasi teknis *rudal anti tank*.

Penelitian dilakukan melalui studi literatur dan wawancara terhadap narasumber di tempat penelitian. Untuk mengolah data dalam menentukan kebutuhan pengguna, peneliti menggunakan 4 langkah yaitu Pengumpulan informasi, Identifikasi kebutuhan pengguna, Perkiraan dan Evaluasi, serta spesifikasi kebutuhan (Maguire, 2002). Desain penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan yaitu dengan menggunakan desain penelitian survei. Penelitian survei dilakukan dengan cara bekerjasama dengan pihak/lokasi yang berkaitan dengan penelitian.

Pencarian data kualitatif dilakukan dengan Direktorat Jenderal Potensi Pertahanan Kemhan RI (Ditjen Pothan) Jakarta, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertahanan (Balitbang) Jakarta, Pusat Kesenjataan Infanteri (Pussenif) Bandung dan Pusat Teknologi Roket-Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (Pustekroket-LAPAN) Bogor. Teknik pengumpulan data dengan metode studi literatur yaitu pengumpulan data berupa referensi dari dokumen di tempat penelitian, publikasi ilmiah (Paper/Jurnal), Buku, artikel dan data terkait lainnya sebagai sumber data, serta wawancara yang dilakukan dengan narasumber dari DitjenPothan, Balitbang, Pussenif dan Pustekroket-LAPAN.

Teknik yang digunakan dalam menganalisis data penelitian kualitatif yaitu dengan cara mengolah kumpulan data yang didapat dari tempat penelitian serta studi literatur, sehingga dapat ditentukan spesifikasi teknis kebutuhan pengguna terhadap rudal anti tank yang mencakup jarak jangkauan, panjang, diameter, dan massa serta penggunaan propelan pada motor roket padat di dalamnya.

Hasil dan Pembahasan

Kebutuhan Pengguna Terhadap Spesifikasi Teknis Rudal Anti Tank

Berdasarkan Buku Putih Pertahanan negara dijelaskan bahwa upaya mewujudkan dan mempertahankan seluruh wilayah NKRI sebagai satu kesatuan pertahanan salah satunya diselenggarakan dalam fungsi penindakan. Untuk itu, saat menghadapi ancaman militer menempatkan TNI sebagai kekuatan utama pertahanan melalui mobilisasi. Dalam kondisi tersebut musuh sudah masuk dengan membawa berbagai macam alutsista diantaranya adalah Main Battle Tank (MBT), sehingga hal tersebut perlu dihadapi dengan pengadaan senjata anti tank (Pussenif, 2020). Adapun Jenis MBT yang dimiliki oleh beberapa negara di wilayah Asia Tenggara diantaranya ialah PT-91M Pendekar dari Malaysia, Leopard 2A4 dari Singapura, serta T-84 Oplot dan BTR-3E1 dari Thailand (Arthur, 2012). Berdasarkan data rencana strategis kebutuhan alpalhankam, tercatat sejak tahun 2015 hingga tahun 2029 Infanteri masih membutuhkan sekitar 880 pucuk ATGM. Dengan demikian, kebutuhan Infanteri TNI AD terhadap

ATGM hingga tahun 2029 masih tinggi, sehingga hal ini perlu didukung juga dengan adanya penelitian dalam bidang rudal *anti tank* sebagai salah satu upaya mewujudkan kemandirian alutsista nasional di masa mendatang. Hingga saat ini Indonesia belum memproduksi ATGM, sehingga di tahun-tahun sebelumnya Indonesia masih membeli ATGM dari luar negeri.

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan informasi mengenai jenis Senjata Lawan Tank (SLT) yang saat ini sudah digunakan oleh Infanteri TNI AD dan jenis SLT yang sedang dalam tahap penelitian dan pengembangan di Indonesia. Tabel 3 (Terdapat pada lampiran) merangkum data spesifikasi teknis yang mencakup Jarak jangkau, panjang, diameter dan massa SLT berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan.

Dari informasi yang telah dihimpun pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa terdapat 2 jenis SLT yang digunakan oleh Infanteri TNI AD yaitu SLT Pleton (SLT Ton) dan SLT Kompi. SLT Kompi dengan jenis ATGM seperti NLAW, Javelin dan Milan ER yang saat ini sudah digunakan oleh Infanteri, memberikan gambaran mengenai

taktik infanteri yang membutuhkan ATGM dengan jarak jangkau yang lebih jauh untuk dapat menyerang Tank pada tingkat kompi, daripada SLT yang digunakan di pleton. Dengan demikian, penelitian mengenai desain konseptual rudal *anti tank* ini juga menyesuaikan dengan kebutuhan jarak jangkau ATGM dalam hal penggunaan taktik infanteri di ruang lingkup kompi.

Pada Tabel. 3 juga dapat terlihat perbedaan antara jenis SLT Ton dengan SLT Kompi. SLT Kompi memiliki jarak jangkau, panjang, diameter, dan massa yang cenderung lebih tinggi daripada SLT Ton. Perbedaan lainnya adalah SLT ton memiliki jenis roket *anti tank*, sedangkan SLT kompi berjenis ATGM. Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa SLT yang digunakan berasal dari luar negeri seperti China, Serbia, Spanyol, Inggris, Amerika, Jerman dan Prancis.

Dari data-data yang tersedia pada tabel 3, dapat diketahui bahwa rudal Milan ER memiliki jarak jangkau tertinggi hingga mencapai 3000 m, dengan massa terendah dibandingkan dengan jenis rudal lainnya, diikuti oleh Javelin yang memiliki jarak jangkau

mencapai 2500 m dan NLAW dengan jarak jangkauan 1000 m.

Data-data yang diperlukan dalam menentukan kebutuhan pengguna juga didapat dari hasil wawancara narasumber di tempat penelitian. Adapun untuk kegiatan wawancara narasumber sebagai bahan analisis kualitatif ini dilakukan di Ditjenpothan sebagai stakeholder, Pussenif sebagai pengguna *rudal anti tank* dan Balitbang kemhan sebagai lembaga penelitian dan pengembangan.

Tabel 4 (Terdapat pada lampiran) menjelaskan mengenai kebutuhan operasional dan kebutuhan spesifikasi teknis Infanteri TNI terhadap ATGM. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui bahwa spesifikasi teknis *rudal anti tank* yang dibutuhkan oleh infanteri TNI AD adalah yang memiliki bobot ringan agar mudah dibawa, serta memiliki jarak jangkauan yang jauh untuk menjaga kerahasiaan.

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dirangkum pada tabel 3, kemudian informasi hasil wawancara yang dihimpun pada tabel 4, serta hasil analisis, maka dapat diketahui bahwa *rudal anti tank* yang dibutuhkan oleh infanteri TNI AD adalah rudal yang

memiliki jarak jangkauan lebih dari 2000 m, karena hal ini juga berkaitan dengan faktor kerahasiaan yang diharapkan dapat tetap terjaga pada saat rudal menyerang target.

Adapun *range Rudal anti Tank* yang nantinya dapat di produksi di dalam negeri diharapkan dapat memiliki jangkauan di kisaran 2000 m hingga 5000 m, karena berdasarkan referensi yang ada disebutkan bahwa kebanyakan ATGM umumnya memiliki jarak jangkauan sejauh 2000–5000 m (Berman, 2017).

Pada tabel 3 disebutkan bahwa panjang SLT yang digunakan oleh Infanteri TNI AD berada pada kisaran 0,6 hingga 1,2 meter (Kecuali Milan yang hanya 0,12 m) dengan demikian, untuk *rudal anti tank* yang akan di desain diharapkan memiliki panjang kurang lebih 1 meter.

Besaran diameter *rudal anti tank* juga mempengaruhi luasan propelan yang ada di dalamnya. Sehingga perlu dipertimbangkan pula diameter *rudal anti tank* yang akan dibuat disesuaikan dengan misi yang ingin dicapai. Berdasarkan referensi tabel 3, diameter SLT/ATGM yang selama ini digunakan oleh infanteri TNI AD memiliki ukuran diameter 8-14,2

cm, sehingga nilai 10 cm menjadi acuan untuk diameter *rudal anti tank* yang akan dibuat.

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna pada tabel 4, didapat informasi bahwa ATGM yang diharapkan adalah yang mudah dibawa oleh 3 orang tanpa alat angkut, relatif ringan dan mudah dibawa dalam operasi oleh satuan Kecil tanpa menggunakan alat angkut, serta kesisteman senjata tidak menambah beban dan mengurangi juga keleluasaan dalam bergerak.

Sementara itu, ATGM yang digunakan Infanteri saat ini mempunyai berat lebih dari 10 kg apabila lengkap dengan munisinya, sehingga mempengaruhi manuver satuan Infanteri apabila tidak ada alat angkut saat bermanuver. Dengan demikian, *Rudal anti tank* yang di desain diharapkan memiliki massa kurang dari atau sama dengan 10 kg.

Motor Roket Padat

Sistem propulsi dalam rudal adalah penggerak utama. Sistem propulsi yang digunakan pada rudal yaitu roket, *ramjet*, *scramjet*, *turbojet*, dan *turbofan* (Prasad, 2017). Sistem

propulsi pada rudal terbagi dalam tiga kategori dasar, yaitu:

- a. Roket padat (*Solid Rockets*) menggunakan propelan padat.
- b. Roket cair (*Liquid Rockets*) menggunakan bahan bakar cair dan pengoksidasi yang disimpan di ruang terpisah.
- c. Sistem pernapasan udara (*Air-Breathing System*) seperti *ramjet* dan *scramjet* menyimpan bahan bakar di dalam kendaraan, tetapi menggunakan oksigen atmosfer untuk pembakaran.

Rudal adalah senjata yang dihantarkan menuju sasaran melalui proses penerbangan, dan untuk mendapatkan waktu mencapai sasaran yang singkat, umumnya mempunyai pendorong berbasis roket (Triharjanto, 2007).

Selama 70 tahun terakhir, motor roket padat terbukti menjadi sistem propulsi yang andal dan hemat biaya untuk jangkauan luas pada aplikasi berbasis roket, mulai dari senjata taktis kecil hingga sistem yang besar. Banyak desainer dan produsen dari organisasi yang berbeda, lebih memilih opsi motor roket padat jika dibandingkan dengan sistem propulsi roket jenis lainnya. Hal ini karena kemudahan

dalam manufaktur, penyimpanan yang tahan lama, serta waktu yang dibutuhkan untuk peluncuran relatif singkat (Mahjub, 2020)

Beberapa alasan Motor roket padat digunakan dalam aplikasi militer dan sipil karena desain yang sederhana, penanganan yang mudah, serta berpotensi untuk memberikan *thrust density* yang sangat tinggi (Naumann, 2010). Karakteristik energi utama dari propelan roket padat adalah impuls spesifik yang signifikan dengan gaya dorong roket, dan lamanya waktu pembakaran massa propelan (NRS Muda, 2020).

Dengan beberapa keunggulan dari motor roket padat, maka desain konseptual untuk rudal *anti tank* pada penelitian ini menggunakan motor roket padat dengan propelan padat.

Desain konseptual rudal *anti tank* pada penelitian ini mengacu pada desain rudal Javelin yang memiliki motor dua tahap. Motor pertama disebut *soft launch*, menghasilkan gaya dorong yang cukup untuk meluncurkan tabung rudal dengan jarak yang aman, tetapi benar-benar terbakar sebelum nosel meninggalkan tabung dan *exhaust* tidak mengenai operator. Setelah itu dilanjutkan

dengan motor penerbangan (Tahap kedua) yang akan menyala dan membuat ATGM bergerak di sepanjang jalur serangannya (Zhang, 2012).

Adapun pada penelitian kali ini membahas mengenai motor pada tahap pertama. Untuk pembahasan motor penerbangan (Tahap kedua), dapat menjadi rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Desain rudal Javelin digunakan sebagai referensi karena rudal tersebut adalah jenis ATGM yang juga menggunakan propelan komposit *grain hollow* sebagai motor pertama, sama halnya dengan penelitian ini. Selain itu rudal Javelin adalah jenis ATGM yang juga digunakan oleh Infanteri TNI AD.

Tubular/Hollow grain configuration adalah model *grain* yang paling sederhana yakni berbentuk lingkaran sehingga hanya memiliki satu fase. Persamaan luasan pembakaran dari *Tubular/hollow grain* adalah keliling dari sebuah lingkaran. *Tubular/Hollow grain configuration* memiliki dua parameter yaitu jari-jari luar *grain* dan jari-jari dalam *grain* (Abyan, 2020).

Propelan yang digunakan pada penelitian ini adalah Propelan komposit. Propelan komposit pada

dasarnya terbuat dari bahan bakar atau pengikat dan oksidator (Agrawal, 2010). Adapun jenis propelan komposit yang digunakan pada penelitian ini adalah komposit HTPB/AP/Al, karena propelan tersebut sudah dikembangkan oleh Pustekroket-Lapan yang menjadi tempat penelitian tesis. Penggunaan Komposit Propelan HTPB/AP/Al juga mengacu pada penelitian Zhang, 2012 yang menggunakan propelan sejenis. Adapun properti propelan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Properti Propelan yang digunakan

Density ρ_p (g/cm^3)	a	n	γ	Berat Molekul (kg/kmol)
1,64	0,0141	0.4	1.2	25

Sumber: Data Pustekroket-LAPAN, 2020

Bahan utama sistem HTPB/AP/Al, yaitu menggunakan binder HTPB (*Hydroxyl Terminated Polybutadiene*), bahan oksidator *Ammonium Perchlorat* (AP), dan *fuel binder aluminium* (Al). Komposisi ini dikenal memiliki sifat energetik yang kuat dan sifat mekanik yang baik. Bahan utama binder yang digunakan adalah HTPB, karena selain memiliki

kuat mekanik yang baik juga aman dalam proses pembuatannya. HTPB juga paling banyak digunakan untuk sistem binder pada propelan padat komposit karena kemampuan *solid loadingnya* lebih tinggi daripada sistem binder lainnya (Abdillah, 2018).

Bahan oksidator yang biasa digunakan pada propelan adalah AP dengan rumus kimia NH_4ClO_4 , karena sejak tahun 1950-an mulai ditemukan bahwa senyawa AP memiliki standar energi yang lebih tinggi (untuk propelan dan rudal) dibanding dengan senyawa perklorat yang lain, AP dianggap sebagai senyawa strategis bidang rudal dan roket (Prianto, 2008).

Sementara itu, dengan memasukkan bubuk Al sebagai *solid fuel* dalam formulasi propelan, Isp dapat ditingkatkan secara substansial (Agrawal, 2010) karena bubuk Al yang terbakar pada temperatur tinggi, membantu dalam memberikan gaya dorong (Prianto, 2008).

Kesimpulan Rekomendasi dan Pembatasan

Dari hasil analisis menggunakan metode kualitatif yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa spesifikasi teknis *rudal anti tank* yang dibutuhkan oleh infanteri TNI AD

adalah yang memiliki jarak jangkauan lebih dari 2000 meter, panjang sekitar 1 Meter, diameter kurang lebih 10 cm, dan massa kurang dari atau sama dengan 10 Kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa infanteri TNI AD membutuhkan jenis *rudal anti tank* dengan jarak jangkauan yang jauh, berukuran kecil dan ringan.

Rudal *anti tank* pada penelitian ini menggunakan Motor roket padat dengan Komposisi Komposit Propelan HTPB/AP/Al berbentuk *Tubular/Hollow*, yang digunakan sebagai penggerak tahap pertama pada *rudal anti tank*. Komposit Propelan HTPB/AP/Al dikenal memiliki sifat energetik yang kuat dan sifat mekanik yang baik.

Penelitian ini merupakan desain konseptual yang mengacu pada kebutuhan spesifikasi teknis *rudal anti tank* dan penggunaan propelan pada motor roket padat di dalamnya. Dengan demikian untuk penelitian selanjutnya dapat dibuat *preliminary desain* dan *detail desain* untuk *rudal anti tank*.

Daftar Pustaka

Abyan Muhammad Ihsan., Nuryaman, Aang., Jihad, Bagus Hayatul., Junjuran, Soleh Fajar (2020). Desain dan Analisis Geometri

Propellant Grain Configuration pada Roket Padat. Jurnal Siger Matematika. Vol.01 No.02: hal 56 – 62

Agrawal, J. P. (2010). High Energy Materials. New Delhi, India: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Arthur, Gordon. (2012). Tanked Up – Regional Main Battle Tank Programmes. www.defencereviewasia.com. hlm 12-16

Abdillah, Luthfia Hajar., Wibowo, Heri Budi., Hartaya, Kendra (2018). Penggunaan Binder HTPB Berenergi Tinggi Untuk Meningkatkan Energetik Propelan Komposit. Jurnal Teknologi Dirgantara Vol.16 No.1: hal 35 – 44

Berman, E. G., Jenzen-Jones, N., & Leff, J. (2017). Anti-Tank Guided Weapons. Small Arms Survey Research Notes, 1-4.

Dwiastuty, Fuji., Bura, Romie Oktovianus., Triharjanto, Robertus Heru (2019). Konsep Desain Peluru Kendali Untuk Kapal Cepat Rudal Indonesia. Jurnal Teknologi Persenjataan. Volume 1 Nomor 1.

Harris, J., & Slegers, N. (2009). Performance of a fire-and-forget anti-Tank missile with a damaged wing. Elsevier Ltd, 292–305.

Hasrito, E. S., & Kaharjito, F. A. (2015). Rancang Bangun Sistem Sensor pada Model Fuze Proximity untuk Mendukung Rudal Nasional. TESLA, 78-87.

Iskandar, M. A. (2019). Strategi Penguasaan Teknologi Industri

- Pertahanan Nasional. Universitas Pertahanan
- Kementerian Pertahanan RI-Badan Penelitian dan Pengembangan. (2016). Naskah Litbang tentang Pembuatan Prototipe Senjata Lawan Tank (SLT).
- Maguire, Martin. Bevan, Nigel. 2002. "User Requirements Analysis". Proceedings of IFIP 17th World Computer Congress, Montreal, Canada. P133-148
- Mahjub, A., Mazlan, N. M., Abdullah, M. Z., & Azam, Q. (2020). Design Optimization of Solid Rocket Propulsion: A Survey of Recent Advancements. *Journal of Spacecraft and Rockets*, hal. 3-11.
- Melvin R, M. J. (1976). United States of America Patent No. 3945588
- Midhio, I. W. (2019). Postur Pertahanan Negara. Universitas Pertahanan
- Naumann, K., & L. Stadler. (2010). Double-Pulse Solid Rocket Motor Technology-Applications and Technical Solutions. Aiaa/Asme/Sae/Asee Joint Propulsion Conference & Exhibit.
- NRS, Muda (2020). Studi Kasus 2: Teknologi Roket Pertahanan Indonesia. Universitas Pertahanan
- Prianto, Bayu (2008). Produksi Amonium Peklorat NH_4ClO_4 sebagai Simbol Kemajuan Teknologi Roket dan Rudal . *Berita Dirgantara Vol.9 No.1*, 1-5.
- Prasad, N. E., & Wanhill, R. (2017). *Aerospace Materials and Material Technologies*. Kanpur, Uttar Pradesh: Springer Science+Business Media Singapore.
- Siahaan, T. (2019). *Doktrin Hanneg*. Universitas Pertahanan
- Triharjanto, R. H., Sofyan, E., Putro, I. E., Riyadl, A., & Mariani, L. (2007). Rancangan Awal Dan Strategi Pengembangan Rudal Jelajah Lapan. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 103-112.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2012 Tentang Industri Pertahanan
- Zhang, D. Q. (2012). Design and Analysis of the Two-Stage FGM-148 Javelin Anti-Tank Missile. Rensselaer Polytechnic Institute Hartford, Connecticut

Lampiran

- Tabel 3. Referensi Spesifikasi Teknis SLT/ATGM
- Tabel 4. Matrix Kebutuhan ATGM Infanteri TNI AD Tahun 2015-2029

Lampiran

Tabel 3. Referensi Spesifikasi Teknis SLT/ATGM

Nama	Asal Negara	Jarak Jangkau (m)	Panjang (m)	Diameter (cm)	Massa (kg)	Tipe	Keterangan
SLT	Indonesia	100-400	0,66	8,9	< 3	SLT Roket Anti Tank	Sedang dalam tahap penelitian dan pengembangan
Norinco AP (PF 89 A)	China	300	0,9	8,0	4,4		Senjata Lawan Tank Pleton (SLT Ton)
RBR	Serbia	220-1280	0,86	6,4	3,2		
RL C-90 CR BR	Spanyol	300-800	0,983	9,0	5		
Strim	Serbia	500-1960	0,672	9,0	6,6		
NLAW	Inggris	20-1000	1,016	11,5	12,5		
Javelin	Amerika	75-2500	1,2	14,2	11,8	SLT Rudal Anti Tank (ATGM)	Senjata Lawan Kompi (SLT KI/ATGM)
Milan ER	Jerman dan Perancis	400-3000	0,12	11,5	7		

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2021

Lampiran

Tabel 4. Matrix Kebutuhan ATGM Infanteri TNI AD Tahun 2015-2029

No	Jenis	Kebutuhan	
		Operasional	Spesifikasi Teknis
1.	<i>Anti Tank Guided Missile (ATGM)</i>	<ul style="list-style-type: none">a. Daya Tembus yang Tinggib. Mudah dalam pelayananc. Mudah dibawa oleh 3 orang tanpa alat angkutd. Mudah perawatan dan Pemeliharaane. Relatif ringan dan mudah dibawa dalam operasi oleh satuan Kecil tanpa menggunakan alat angkutf. Dapat ditembakkan dengan berbagai sikap menembakg. Dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama (Karena umumnya mempunyai masa kadaluarsa 10 tahun)h. Kesisteman senjata tidak menambah beban dan mengurangi kecepatan dan keleluasaan dalam bergerak	<ul style="list-style-type: none">a. Jarak Tembak: ATGM yang digunakan saat ini memiliki Jarak tembak efektif 450 m dan jarak tembak maksimum 2000 m, sehingga tidak dapat menjangkau musuh yang lebih dari jarak tersebut, dengan demikian mengurangi faktor kerahasiaanb. Berat: ATGM yang digunakan saat ini mempunyai berat lebih dari 10 kg apabila lengkap dengan munisinya, sehingga mempengaruhi manuver satuan Infanteri apabila tidak ada alat angkut saat bermanuver.

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2021