

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kemandirian Alutsista

Sebagai negara yang berdaulat dan memiliki sumber daya alam yang melimpah, Indonesia tidak bisa lepas dari berbagai bentuk ancaman baik dari dalam maupun dari luar. Untuk itu Indonesia harus selalu siap menghadapi setiap ancaman dan gangguan yang ada. Hal ini dapat dilakukan apabila Indonesia memiliki kekuatan militer yang tangguh serta dilengkapi dengan alat persenjataan yang lengkap dan modern. Dengan militer yang tangguh akan membuat Indonesia disegani baik oleh kawan maupun lawan serta memiliki suara yang didengar pada perundingan-perundingan. Untuk itu, keamanan sektor militer masih perlu mendapat prioritas mengingat kondisi geografis dan demografis Indonesia yang memerlukan penjagaan oleh militer yang kuat. (Permenhan, 2015)

Untuk mencapai kekuatan tersebut, perlu didukung peralatan persenjataan yang memadai serta menyesuaikan dengan perkembangan persenjataan militer di dunia. Alat persenjataan tersebut hendaknya merupakan hasil produksi dalam negeri sehingga menjamin kerahasiaan dan tidak mudah ditangkal oleh musuh. Produksi alat utama sistem senjata dilaksanakan oleh industri-industri strategis nasional melalui program kemandirian alutsista. Dengan adanya kemandirian ini tentunya akan menunjang tercapainya kepentingan nasional bangsa kita.

Untuk mencapai kemandirian alutsista, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan-kebijakan diantaranya dibentuknya badan kebijakan nasional industri pertahanan yang disebut KKIP atau Komite Kebijakan Industri Pertahanan. Tugas dari KKIP ini yaitu mengembangkan dan meningkatkan kemampuan dari industri pertahanan dalam negeri.

Disamping itu, diterbitkan pula Undang-undang Republik Indonesia No. 16 tahun 2012 Tentang Industri Pertahanan.

Di Indonesia sendiri, memiliki *road map* tujuh program prioritas nasional yang berkaitan dengan teknologi persenjataan. Dalam *Road Map* tersebut termuat tujuh program prioritas industri pertahanan nasional yang meliputi pengembangan Propelan, Roket, Rudal, Medium Tank, Radar, Kapal Selam dan Pesawat Tempur (BPPI, 2015). Pengadaan dan pengembangan sistem yang mendukung munisi rudal maupun roket secara bertahap seperti sistem *autoloader*, merupakan wujud kekuatan dari pemenuhan *Minimum Essential Force* (MEF) (Kementerian Pertahanan RI, 2012). Maka dari itu, diperlukan adanya pengembangan dan penelitian lebih lanjut terkait sistem yang mendukung munisi rudal dan roket secara bertahap, salah satunya adalah dengan mewujudkan sistem *autoloader* sebagai sistem yang mendukung MLRS untuk R-Han 122B. Sehingga penelitian ini dapat menjadi referensi wujud peningkatan MEF dalam bidang sistem peroketan di Indonesia.

2.1.2 Pengembangan Postur Pertahanan Negara

Pembangunan postur pertahanan negara diselenggarakan untuk mewujudkan pertahanan militer dan nirmiliter guna meningkatkan kekuatan maritim secara regional yang dapat disegani di wilayah kawasan Asia Pasifik dengan menanamkan prinsip pertahanan aktif dalam rangka menjamin kepentingan nasional. Pembangunan postur pertahanan negara dilakukan secara berkesinambungan untuk membentuk sebuah kekuatan. (Bappenas, 2009)

Pengembangan postur pertahanan militer dilakukan dengan pemenuhan Kekuatan Pokok *Minimum* (*Minimum Essential Force/MEF*). Kemudian pengembangan postur pertahanan nirmiliter diprioritaskan pada pengembangan pean dari kesatuan sesuai dengan tugas pokok dan fungsi masing-masing. (Kementerian Pertahanan RI, 2012).

Berdasarkan referensi dari kementerian pertahanan tersebut, pengembangan postur pertahanan negara dapat difokuskan pada pengembangan kekuatan pertahanan udara dan maritime dengan menggunakan dan memanfaatkan teknologi sistem peroketan, baik sistem yang secara langsung membahas roket maupun sistem pendukungnya. Dalam hal membentuk pertahanan udara, Indonesia dapat mengimplementasikan sistem yang telah ada dan digunakan oleh negara lain, sistem yang sudah ada tersebut merujuk pada sistem otomatisasi pengisian munisi roket kedalam *launcher* atau yang dikenal Sebagai sistem *autoloader*.

Sistem *autoloader* merupakan sistem yang berfungsi untuk meminimalisasi cara pengisian roket secara manual, dan dialihkan dengan sistem pengisian otomatis. Untuk itu, Penelitian ini membahas rancangan konsep *autoloader* dan penerapannya pada roket R-Han 122B Sebagai upaya awal dalam mendukung pengembangan postur pertahanan udara.

2.1.3 Perkembangan Teknologi dan Industri Pertahanan

Periode 2000 hingga 2020 perubahan teknologi yang terjadi pada bidang militer sangatlah revolusioner dan didominasi pada aspek komputer dan robotik namun, bidang-bidang itu akan tetap bergerak cepat, dan bergabung dengan berbagai terobosan dalam kecerdasan buatan dan penggunaan data besar (O'hanlon, 2018).

Peperangan yang terjadi telah melibatkan berbagai instrumen pendukung peperangan seperti senjata yang digunakan. Berkembangnya teknologi dan industri pertahanan menyebabkan, perkembangan dalam penguasaan teknologi persenjataan. Dalam perkembangan sejarah manusia teknologi dan industri pertahanan telah merubah bentuk dari gaya peperangan yang ada. Menurut Willian Lind (1989) , karakteristik perkembangan dari perang dapat dibedakan menjadi lima generasi yaitu *first generation, second generation, third generation, fourth generation* dan *fifth generation war* (Lind, 1989). Pada saat ini, peperangan telah berada

dalam masa transisi dari *fourth generation war* menuju *fifth generation war*. Karakteristik dari transisi menuju perang generasi kelima ini melibatkan penggunaan teknologi persenjataan yang disusun dengan otomatisasi (Herjuna, 2020).

Dalam mempersiapkan perang generasi kelima yang melibatkan penggunaan Teknologi persenjataan yang disusun dengan otomatisasi, oleh karena itu pada saat ini akan sangat mudah ditemukan sistem pengisian otomatis munisi roket dalam kendaraan MLRS, yang menggunakan sistem *autoloader*. Perkembangan sistem *autoloader* sendiri secara global, juga dapat dilihat dari beberapa Penelitian yang dikembangkan untuk otomatisasi sistem *autoloader* tersebut.

Dikutip dari Penelitian kulan pada Tahun 2019, pengembangan sistem *autoloader* diperbarui dengan menggunakan *system mechanical*. Dimana design dibuat seperti *lifting* dan menggunakan *drive system* (Motor). Adapula Perkembangan yang ada di Tahun yang sama di china, sistem *autoloader* mereka menerapkan Teknologi *robust tracking system*, dimana hal tersebut adalah bagaimana otomatisasi dalam mengatur *autoloader* sehingga dapat mengisi amunisi dengan baik ketika terkena getaran / osilasi dari setelah pemakaian tembakan. Perkembangan sistem *autoloader* secara global memang cukup pesat, tidak hanya menciptakan sistem *autoloader*, tetapi juga menerapkan Teknologi terbaru untuk sistem operasi *autoloader* itu sendiri. Sedangkan, di Indonesia sendiri, hingga kini belum mampu untuk menciptakan sistem *autoloader* yang dalam hal ini dapat diimplementasikan pada roket R-Han 122B. Untuk itu, Penelitian ini berupaya untuk menciptakan tahapan awal dalam pengembangan sistem pengisian munisi secara otomatis yang dapat diterapkan pada prototipe R-Han 122B, Sebagai tahapan awal dalam pengembangan sistem *autoloader* di Indonesia.

2.1.4 Peluncur Roket Mobil

Peluncur roket mobil adalah peluncur roket yang dilengkapi dengan alat transport untuk memudahkan perpindahan peluncur roket dari satu ke lain tempat sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Peluncur roket mobil biasanya terdiri atas kendaraan pembawa peluncur roket, turret, dan tentu saja peluncur roketnya sendiri. (Roopchand, 2014)

Kendaraan peluncur roket adalah alat transportasi peluncur roket untuk memungkinkan mobilitas yang tinggi bagi peluncur roket. Mobilitas yang tinggi tentu dimaksudkan agar penempatan peluncur roket di area yang ditentukan dapat dilakukan dengan lebih cepat. Keuntungan lainnya ialah agar peluncur roket dapat segera dipindahkan dari lokasi tersebut sebelum menerima serangan balik dari musuh dan segera ditemukan.

Indonesia telah memiliki sejumlah kendaraan peluncur roket yang diadakan dari industri alutsista dari manca negara. Semuanya merupakan kendaraan peluncur multi untuk roket-roket pertahanan dengan kaliber yang relatif kecil. Sistem pertahanan Indonesia belum memiliki kendaraan peluncur roket tunggal dengan sistem otomatis untuk kaliber 122mm–450mm. Roket-roket pertahanan kaliber 122mm dan 450mm yang telah berhasil dikembangkan oleh Balitbang Kemhan dalam konsorsium roket nasional hingga kini belum dilengkapi dengan kendaraan peluncur yang memiliki sistem tersebut. (Kemhan, 2017)

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan acuan dasar konsep desain awal dalam mewujudkan rancang bangun peluncur Roket R-Han 122B, agar roket-roket pertahanan yang telah berhasil dikembangkan tersebut dapat diefektifkan untuk melengkapi sistem pertahanan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Sistem peluncur yang sedang dikembangkan ini harus memiliki kemampuan untuk membawa, menegakkan peluncur luncur ke tingkat elevasi yang diperlukan (dan memutar peluncur ke arah posisi sasaran) serta meluncurkan roket secara otomatis. Oleh karena itu

sistem peluncur demikian disebut dengan sistem *autoloader* dalam *Multiple Launcher Rocket System* (MLRS).(Guo, Xi, Huynh, & Wang, 2020)

2.1.5 Multiple Launcher Rocket System (MLRS)

MLRS sendiri secara definisi merupakan sebuah peluncur roket ganda adalah jenis sistem artileri roket. Membawa dan mengarahkan roket ke sasaran. Hal ini dilengkapi dengan dua servo motors dan set roda gigi untuk memberikan sudut elevasi dan azimuth untuk mengarahkan roket (Li & Rui, 2018).

Roket yang digunakan juga memiliki kemampuan jangkauan yang sangat jauh, dengan hulu ledak yang memiliki muatan yang berbeda. Untuk meningkatkan akurasi roket terhadap sasaran digunakan system peluncur untuk meluncurkan roket secara bersamaan. Pada roket modern peluncur roket juga dilengkapi dengan penggunaan GPS untuk menambah akurasi (Estes, 2012).

Roket MLRS dapat dipengaruhi oleh beberapa gangguan yang pada akhirnya mempengaruhi drop point roket, antara lain kualitas pembuatan propelan roket, posisi pusat massa roket yang tidak tepat, defleksi 'rel' peluncuran, kualitas nozzle, kondisi angin, dan ketidaktepatan pemasangan sirip (Nugroho dkk, 2021).

2.1.6 Kendaraan Peluncur R-Han 122B

Kendaraan peluncur R-Han 122B menjadi referensi terkait penggunaan peluncur dalam meluncurkan munisi roket dengan Implementasi roket R-Han 122B. Adapun spesifikasi dari peluncur yang telah dikembangkan dari hasil konsorsium tersebut, antara lain :



Gambar 2. 1. MLRS R-Han 122B

- a. Engine
 - 1) Engine Model : 6HK1-TCS Type : Inline Six Cylinder, OHC, Direct Injection Diesel
 - 2) Bore and Stroke : 115×125 mm
 - 3) Piston Displacement : 7790 cc
 - 4) Max. Output PS/rpm : 285/2400
 - 5) Max. Torque Kgm/rpm : 90/1450-2400
- b. Sistem Persenjataan
 - 1) Tipe : R-han 122B (Prototipe)
 - 2) Jumlah Laras : 40 unit
 - 3) Kaliber : 122mm
 - 4) Elevasi : Max 55°
 - 5) Azimut : 360°
 - 6) Sistem Otomasi : Ada (*loading, elevasi, azimut, firing, balistik kalkulator*)

2.1.7 Sistem pengisian roket manual

Secara khusus, sistem operasi yang dilakukan ketika hendak menggunakan MLRS (*Multiple Launcher Rocket System*) membutuhkan

setidaknya empat orang personil yang bertugas untuk mengangkat munisi roket dan dimuat ke laras senapan secara manual. Personil harus mengambil amunisi dari tempat bundar yang sudah siap dan membalikkan cangkang dan ram ke dalam laras sebelum menembak (Roopchand, 2014).

Urutan pemuatan munisi roket secara manual sebagai berikut:

- a. Buka tutup atas pembatas.
- b. Libatkan putaran dengan jari di dekat obturator.
- c. Tarik putaran dari bin sampai keluar dari bin.
- d. Putar dan sejajarkan putaran dengan sumbu peredam.
- e. Jauhkan proyektil di mulut ruangan dan obturator pada pelindung deflektor.
- f. Dorong putaran ke dalam bilik.
- g. Ram putaran dengan kekuatan dan kecepatan yang memadai sampai sungsang tertutup secara otomatis

2.1.8 Sistem Pengisian *Autoloader*

Sistem pengisian *autoloader* merupakan sistem yang digunakan untuk membantu personel dalam memindahkan amunisi dari satu mesin ke mesin yang lainnya. System pengisian *autoloader* dapat mengurangi waktu *handling time* peronel, sehingga personel dapat melaksanakan pekerjaan yang lain, sehingga pekerjaan yang dilakukan akan menjadi lebih efisien dan efektif (Sarjana, 2017).

Autoloader pada kendaraan lapis baja adalah bantuan mesin untuk penggantian operator manusia yang mengekstrak amunisi dari tempat penyimpanan dan memuatnya ke dalam ruang senjata. *Autoloader* merupakan suatu mekanisme pengisian amunisi yang terdapat pada berbagai macam alat pertahanan negara salah satunya adalah alat pertahanan negara berupa peluncur roket. Dalam beberapa penelitian terdahulu, tidak semua peluncur roket memiliki mekanisme *autoloader* yang sama atau bahkan masih belum menggunakan mekanisme *autoloader*.

Autoloader pada kendaraan lapis baja adalah sistem mekatronik yang rumit dan tingkat kesalahan relatif tinggi dalam penggunaannya (Zhang, 2012). Salah satu alasan dibuat mekanisme *autoloader* sendiri adalah untuk meminimalisasi cara pengisian manual yang sangat konvensional, dimana hal tersebut memakan waktu cukup lama yang dapat menyebabkan peluang kehancuran atau kekalahan perang akibat terserang musuh terlebih dahulu (Roopchand, 2014).

Mekanisme umum *autoloader* yang dibahas untuk peluncur roket R-HAN 122B adalah mekanisme *autoloader* untuk MLRS, dimana mekanisme tersebut bekerja dengan cara memasukan roket R-HAN 122B secara bersamaan dalam *cannister*.

Namun, beberapa alat peluncur roket di dunia tidak hanya dalam bentuk *Multiple Launch Rocket System* (MLRS), sehingga terdapat perbedaan dalam sistem *autoloader*. Meskipun terdapat beberapa perbedaan dalam bentuk mekanisme *autoloader*, keilmuan yang digunakan untuk pembuatan mekanisme *autoloader* ini tidak berbeda jauh. Salah satu keilmuan yang sering digunakan pada pembuatan mekanisme *autoloader* adalah keilmuan elemen mesin, dimana nantinya keilmuan ini berhubungan dengan pemilihan komponen-komponen mesin yang akan digunakan dan desain konsep *autoloader*.

2.1.9 System Engineering

System engineering merupakan ilmu multidisiplin bidang teknik yang membahas bagaimana melakukan perancangan, pengelolaan dan pengoptimalan dalam rekayasa sistem yang rumit. *System engineering* juga merupakan ilmu yang membahas system pada tingkat kebutuhan pengguna, investor, pengetahuan dan pengalaman dalam memenuhi keinginan pengguna dengan batasan-batasan keilmuan yang ada (NASA, 2016).

System engineering dilakukan dengan mendefinisikan standar kerja dalam proses siklus hidup atau *life cycle process*. Menurut Fabrycky (dalam Pinem, 2020) *system engineering* terdiri dari beberapa rangkaian proses sebagai berikut :

- a. Rancangan konsep
- b. Perancangan awal
- c. Perancangan detail
- d. Pembuatan atau produksi
- e. Pengaplikasian
- f. Penghapusan maupun penghancuran

Dari enam tahapan *system engineering* diatas, penelitian ini berfokus dalam upaya rancangan konsep. Perancangan konsep yang pada prosesnya dibutuhkan upaya dalam mengetahui kebutuhan pengguna dan bagaimana pengguna memanfaatkan produk yang diinginkan, studi analisis struktur perangkat yang sudah ada dan bagaimana melakukan pengembangannya, serta melakukan penyusunan desain yang dikonsepskan.

2.1.10 Sistem Desain Proses

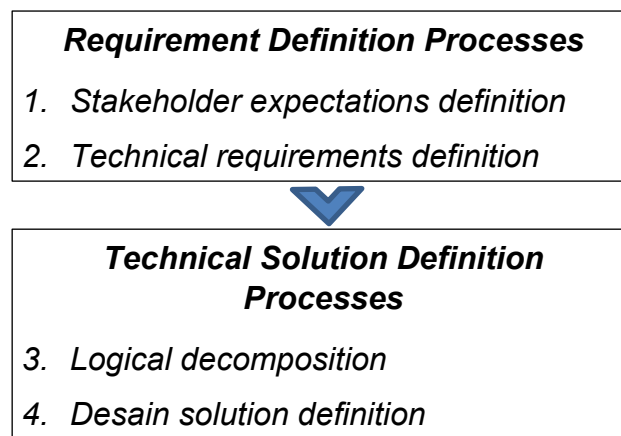
Setiap sistem yang dibuat memiliki desain proses yang digambarkan dalam bentuk model fungsional berdasarkan pada kebutuhan sistem, realisasi, pemanfaatan, evolusi dan penonaktifan sistem. Setelah dilakukannya desain proses, suatu sistem berkembang melalui siklus hidup sebagai hasil dari penelitian, perlakuan dan tindakan pengelolaan. Dalam penelitian ini, penulis mengacu pada sistem desain proses yang dikutip berdasarkan panduan (NASA, 2016) yang mendefinisikan serangkaian proses desain sebagai berikut :

Tabel 2. 1. Tahapan *Life Cycle*

NASA Life-Cycle Phases	Approval for Formulation			Approval for Implementation		IMPLEMENTATION	
Project Life-Cycle Phases	Pre-Phase A: Concept Studies	Phase A: Concept and Technology Development	Phase B: Preliminary Design and Technology Completion	Phase C: Final Design and Fabrication	Phase D: System Assembly, Integration & Test, Launch & Checkout	Phase E: Operations and Sustainment	Phase F: Closeout

Sumber : (NASA, 2016)

Ditinjau dari tahapan *life cycle* yang dikutip Berdasarkan panduan NASA, Penelitian ini berfokus pada bahasan *Concept studies*. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, merujuk dalam Gambar 2.2, Sebagai berikut :

Gambar 2. 2. Tahapan *system design process* dalam *system engineering*

Sumber : (NASA, 2016)

Penelitian ini berpedoman dengan *system engineering design processes* (NASA, 2016), yang berfokus pada *life cycle concept studies* yang dilakukannya analisis terkait *Stakeholder expectations definition* yang selanjutnya disebut sebagai pendefinisian *ekspektasi stakeholder*, *technical requirements definition* yang selanjutnya disebut sebagai kebutuhan teknis, *logical decomposition* yang selanjutnya disebut sebagai dekomposisi logis,

dan *design solution definition* yang selanjutnya disebut dengan solusi desain. Adapun definisinya sebagai berikut:

a. Pendefinisian *ekspektasi stakeholder*

Pendefinisian *ekspektasi stakeholder* adalah proses awal dalam mendefinisikan kebutuhan pengguna yang membangun fondasi bagaimana sistem harus dirancang. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk mengidentifikasi kebutuhan pemangku kepentingan dan bagaimana mereka menggunakan produk. Pendefinisian *ekspektasi stakeholder* dilakukan dalam penelitian ini, sebagai langkah untuk melakukan wawancara dalam mendapatkan data kebutuhan pengguna.

b. Kebutuhan teknis

Proses definisi persyaratan teknis mengubah kebutuhan pemangku kepentingan menjadi definisi masalah dan kemudian menjadi suatu persyaratan teknis yang dideskripsikan dan dinyatakan sebagai pernyataan "penting dan tidak penting" yang dapat digunakan untuk mendefinisikan solusi desain untuk *function breakdown structure (FBS)*. Proses definisi persyaratan teknis adalah proses rekursif dan berulang yang mengembangkan persyaratan pemangku kepentingan, persyaratan produk, dan persyaratan produk/komponen tingkat yang lebih rendah. Persyaratan harus memungkinkan deskripsi semua input, output, dan hubungan yang diperlukan antara input dan output, termasuk kendala. Kegiatan definisi persyaratan teknis pada Penelitian ini dilakukan dengan mendefinisikan pendefinisian *ekspektasi stakeholder* dan memberikan *output* berupa daftar kebutuhan pengguna untuk diolah menjadi *list of requirement*.

c. *Dekomposisi logis*

Dekomposisi logis adalah proses untuk menciptakan persyaratan terperinci yang memungkinkan desain yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Proses ini mengidentifikasi "apa" yang harus dicapai oleh sistem yang dirancang. Dekomposisi logis menggunakan

analisis fungsional untuk membuat arsitektur sistem dan untuk menguraikan kebutuhan yang paling penting, hingga yang paling rendah.

d. Solusi desain

Proses solusi desain digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna kedalam solusi alternatif desain. Solusi alternatif ini kemudian dianalisis dan digunakan untuk menghasilkan spesifikasi produk akhir yang digunakan untuk menghasilkan dan memverifikasi produk. Solusi desain juga dapat menghasilkan *output* berupa desain arsitektur sebagai kerangka awal dalam membuat produk.

2.1.11 *Function Analysis*

Function analysis, merupakan sebuah teknik untuk mengembangkan representasi grafis yang menunjukkan hubungan logis antara fungsi proyek, produk, dan proses, sehingga membentuk suatu layanan berdasarkan pertanyaan *How* dan *Why*. *Function Analysis System Techniques* (FAST) dapat membantu dalam memikirkan masalah secara objektif dan dalam mengidentifikasi ruang lingkup suatu proyek penelitian dengan menunjukkan hubungan logis antar fungsi. Diagram FAST memungkinkan penulis untuk mengidentifikasi semua fungsi yang diperlukan. Diagram FAST dapat berfungsi untuk memverifikasi data yang didapatkan, dan menggambarkan bagaimana data tersebut dijalankan, solusi yang diusulkan mencapai kebutuhan proyek, dan untuk mengidentifikasi fungsi, serta duplikasi dokumen agar terhindar dari kehilangan.

Dalam penelitian ini, yang harus diperhatikan dalam proses penyusunan *function analysis*, dengan melakukan perancangan diagram alir dan analisis antara lain :

a. *List Of Requirement* (LOR).

List of Requirement merupakan kegiatan untuk melakukan pengelompokan kebutuhan pengguna. Hal ini diperlukan sehingga dapat dilakukan analisis untuk menggambarkan kondisi dan situasi

yang dihadapkan dari hasil data kebutuhan pengguna dalam konseptual desain.

b. *Function Flow Diagram (FFD)*

Function Flow Diagram merupakan suatu tahapan dari rangkaian Metoda sistem engineering berbasis *life cycle*. FFD bertindak sebagai *function analysis* yang berfungsi sebagai penerjemah dari kebutuhan pengguna menjadi sebuah fungsi sehingga kemudian dapat dianalisis dan di proses dengan urutan yang sesuai. Selain itu, FFD juga berfungsi untuk meminimalisasi resiko agar seluruh tahapan dalam suatu proses dapat digambarkan dengan jelas, Sehingga tahapan demi tahapan tidak ada yang terlewat.

c. *Function Breakdown Structure (FBS)*

Function Breakdown Structure adalah perincian modular terstruktur dari setiap fungsi yang harus ditangani untuk melakukan misi umum. Hal ini juga dapat digunakan untuk setiap subset dari misi. Tidak seperti *Work Breakdown Structure (WBS)*, FBS adalah pohon berorientasi fungsi, bukan pohon berorientasi produk. Rincian FBS merupakan operasi struktur dan aktivitas yang harus dilakukan. FBS tidak terikat pada implementasi arsitektur tertentu karena merupakan daftar fungsi yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini, penulis mencoba melakukan FFD dan FBS untuk dilakukannya *Translate requirement into function* sesuai dengan pembelajaran pada perkuliahan yang didapatkan.

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil dari tinjauan studi literatur yang dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa penelitian yang dapat dijadikan sebagai referensi penulis, meliputi:

- a. Penelitian yang ditulis oleh Yufei Guo pada Tahun 2020, tentang *Singular-perturbed control for a novel SEA-actuated MBT*

autoloader subject to chassis oscillations. Penelitian ini menghasilkan pengembangan aktuator pada suatu *autoloader* untuk menangani masalah vibrasi pada saat pengisian dengan suatu metode yang telah ditentukan. (Guo, Xi, Mei, Xu, & Wang, 2020). Hasil simulasi:

- 1) Menunjukkan efek dari skema kontrol hybrid yang diusulkan
 - 2) Menunjukkan keunggulan dalam akurasi pemosisian dibandingkan dengan kontrol PD tradisional
 - 3) Lebih lanjut menunjukkan ketahanannya tidak hanya terhadap osilasi dasar tetapi juga ketidakpastian inersia.
- b. Penelitian yang ditulis oleh Kun Luan et al, pada Tahun 2019, tentang *the autoloader system*. Penelitian tersebut menghasilkan Sistem *Autoloader* menggunakan sistem mekanik. Dimana design dibuat seperti pengangkatan dan menggunakan *drive system* (Motor). Dalam desain perangkat kontrol mekanis, pertama-tama Penelitian dilakukan dengan mempelajari pengetahuan yang relevan tentang komputer mikro chip tunggal, dan kemudian mengendalikan motor melalui mikrokomputer chip tunggal untuk mencapai pergerakan perangkat mekanis yang digerakkan motor. Casing luar dikemas untuk membuat perangkat lebih sempurna, dan fungsi mengontrol kecepatan bergerak ditambahkan. (Luan, 2019)
- c. Penelitian lanjutan yang dilakukan oleh Yufei Guo pada Tahun 2019, tentang *Robust tracking control of MBT autoloaders with oscillatory chassis and compliant actuators*. Penelitian ini menghasilkan *robust tracking system* dimana hal tersebut adalah bagaimana kita mengatur *autoloader* sehingga dapat mengisi amunisi dengan baik ketika terkena getaran / osilasi dari setelah pemakaian tembakan. Seluruh sistem yang dikendalikan didekomposisi menjadi dua subsistem dengan rentang waktu yang berbeda. Dinamika *autoloader* yang kaku dengan gangguan sasis

berosilasi berada dalam skala waktu yang lambat, sedangkan dinamika aktuator yang sesuai berada dalam skala waktu yang cepat. Pengontrol pelacakan lintasan baru untuk subsistem dinamis skala waktu lambat diusulkan berdasarkan asimilasi metode torsi yang dihitung dan hukum kontrol umpan balik berdasarkan fungsi. (Guo, Xi, Huynh, et al., 2020)

- d. Penelitian yang dilakukan oleh Balla pada tahun 2017, tentang *Autoloader Functional Diagram Determination Handling Fixed Ammunition*, Penelitian ini menghasilkan hasil pengukuran membuktikan kesesuaian metode yang dipublikasikan untuk digunakan sebagai verifikasi perhitungan model dan untuk mengidentifikasi parameter masukan untuk perhitungan. Dari hasil analisa, diharapkan dapat diterapkan untuk modifikasi teknologi lebih lanjut dari perangkat pemuatan meriam 73 mm untuk memperpanjang waktu operasionalnya jika terjadi peningkatan.
- e. Penelitian yang dilakukan oleh Yan P pada tahun 2014, tentang *Study on Dynamic and Virtual Prototyping of Artillery Ramming Device*. Dari hasil penelitian yang dilakukan hasil simulasi menunjukkan bahwa model prototipe virtual layak dan dapat digunakan untuk analisis dan penelitian dinamika.
- f. Penelitian yang dilakukan oleh Xin jie et al pada tahun 2013, tentang *Vibration influence of Artillery Autoloader Analysis and Testing*. Penelitian ini menghasilkan skema yang ditingkatkan untuk menghilangkan dampak getaran pada stabilitas serudukan (*ramming*). Penelitian ini cenderung memiliki persamaan pada Penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan menghasilkan skema desain. (Xing & Duo, 2013)
- g. Penelitian yang dilakukan Yaning tahun 2013 , tentang *Study on Optimal Design of Case Ejector Mechanism of Tank Autoloader Based on Kinematical Simulation*. Penelitian ini menghasilkan

desain optimal case ejector untuk jenis tan tertentu mengalami peningkatan transmisi mekanis sebesar 58,4%.

- h. Penelitian yang dilakukan Yan tahun 2013 , tentang *Design and Implementation of Sequence Control of a Certain Type of Tank Autoloader*. Penelitian ini menghasilkan desain yang dirancang sesuai dengan desain kontrol loop waktu, dan dari analisis aliran control membuktikan bahwa kontrol waktu dirancang untuk memenuhi persyaratan desain mekatronika *autoloader* meriam jenis tertentu dan memiliki keandalan kerja yang tinggi.
- i. Penelitian yang dilakukan oleh Zhang pada tahun 2012, tentang *Fault Detection of Artillery Automatic Loading System Based on PCA*. Penelitian tersebut menghasilkan algoritma PCA dapat mereduksi dimensi menurut analisis korelasi data uji. Metode ini memiliki keunggulan algoritma yang sederhana, konvergensi yang baik dapat mengetahui sumber kegagalan melalui analisis kontribusi variabel proses terhadap komponen utama.
- j. Penelitian yang dilakukan oleh Roopchand pada tahun 2012, tentang *Autoloader for AFVs Literature Survey*. Penelitian tersebut menghasilkan tinjauan berbagai jenis *autoloader* yang digunakan di *Armored Fighting Vehicles* (AFVs) dengan kelebihan & kekurangannya dan persyaratan sistem AFV *autoloader* yang dipasang dari literatur yang tersedia.

Adapun referensi tersebut, digambarkan pada tabel 2.2. terkait hasil penelitian serta persamaan dan perbedaan terhadap penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Tabel 2. 2. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian, Judul dan Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Peneliti : Yufei Guo (2020)	Paper ini menjelaskan	Terdapat mekanisme	Penjelasan <i>autoloader</i> dalam

	<p>Judul : Singular-perturbed control for a novel SEA-actuated MBT <i>autoloader</i> subject to chassis oscillations</p> <p>Metode Penelitian : Metode penelitian menggunakan metode penelitian kualitatif yang dilakukan cara menjelaskan metode yang dilakukan, yaitu singular perturbed method</p>	<p>tentang pengembangan actuator pada suatu <i>autoloader</i> tentang untuk menangani masalah vibrasi pada saat pengisian dengan suatu metode yang telah ditentukan.</p>	<p>rotary yang mirip dengan mekanisme pushing dalam R-Han 122B yang digunakan untuk mengisi amunisi dengan cara gerak horizontal</p>	<p>paper ini merujuk pada penjelasan mengenai <i>autoloader</i> untuk amunisi tank</p>
2.	<p>Peneliti : Kun Luan (2019)</p> <p>Judul : <i>The Autoload System</i></p> <p>Metode Penelitian : Metode penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif. Data yang diambil adalah mekanisme rail launcher LAU-117 pada Mavericks missile</p>	<p>Sistem <i>Autoloader</i> menggunakan system mechanical. Dimana design dibuat seperti lifting dan menggunakan drive system (Motor)</p>	<p>Sama-sama menggunakan system lifting, dimana roket dinaikkan ke atas dengan menggunakan metode lifting dan menggunakan drive system (motor)</p>	<p>Perbedaan pada bentuk desain mekanisme lifting yang menggunakan bantuan mechanical device berbentuk mirip mekanisme pegas. Pada literatur ini juga terdapat perbedaan, yaitu literatur ini terkhusus untuk pembahasan mekanisme <i>autoloader</i> di pesawat</p>
3.	<p>Peneliti : Yufei Guo (2019)</p> <p>Judul : <i>Robust tracking control of MBT autoloaders with oscillatory chassis and compliant actuators</i></p> <p>Metode Penelitian : Metode penelitian menggunakan metode kualitatif dengan cara menjelaskan berbagai macam model untuk pemenuhan</p>	<p>Paper ini menjelaskan robust tracking system dimana hal tersebut adalah bagaimana kita mengatur <i>autoloader</i> sehingga dapat mengisi amunisi dengan baik ketika terkena getaran / osilasi dari setelah pemakaian tembakan.</p>	<p>Sama-sama menjelaskan tentang <i>autoloader</i> dengan system memasukan amunisi dengan lifiting system</p>	<p>Mekanisme ini dijelaskan khusus untuk kendaraan perang tank sehingga mungkin terjadi sedikit perbedaan konstruksi pada mekanismenya.</p>

	robust tracking system			
4.	<p>Peneliti : Balla (2017) Judul : <i>Autoloader Functional Diagram Determination Handling Fixed Ammunition</i> Metode Penelitian : Metode penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif. Data yang diambil adalah regangan dan sinyal ditransfer secara nirkabel ke pencatat data dari sebuah konveyor.</p>	<p>Penelitian ini menghasilkan hasil pengukuran membuktikan kesesuaian metode yang dipublikasikan untuk digunakan sebagai verifikasi perhitungan model dan untuk mengidentifikasi parameter masukan untuk perhitungan.</p>	<p>Sama-sama menggunakan metode lifting dan menggunakan drive motor</p>	<p>Perbedaan pada bentuk desain lifting dan mekanisme kerja <i>autoloader</i></p>
5.	<p>Peneliti : Yan P (2014) Judul : <i>Study on Dynamic and Virtual Prototyping of Artillery Ramming Device</i> Metode : Penelitian yang dilakukan menggunakan metode kuantitatif design. Model dinamik <i>ramming device</i> dalam system <i>autoloading</i> dibangun dan diselesaikan dengan menggunakan model mekanis SDOF yang setara.</p>	<p>Dari hasil penelitian yang dilakukan hasil simulasi menunjukkan bahwa model prototipe virtual layak dan dapat digunakan untuk analisis dan penelitian dinamika.</p>	<p>Persamaan yang dimiliki yaitu penggerak pada <i>autoloader</i> menggunakan <i>gear device</i>.</p>	<p>Perbedaan yang dimiliki oleh penelitian ini yaitu desain system menggunakan <i>chain sprocket</i>.</p>
6.	<p>Peneliti : Xing Jie, Duo Yinxian (2013) Judul : <i>Vibration influence of Artillery Autoloader Analysis and Testing</i></p>	<p>Menghasilkan skema yang ditingkatkan untuk menghilangkan dampak getaran pada stabilitas</p>	<p>Penelitian cenderung memiliki persamaan dengan menghasilkan skema desain</p>	<p>Perbedaan yang didapatkan pada penelitian ini adalah, penelitian penulis tidak berkonsentrasi pada dampak</p>

	<p>Metode Penelitian : Metode penelitian kuantitatif yang dapat menggambarkan hasil tes vibrasi dan analisis</p>	serudukan (ramming).		vibrasi yang terjadi pada stabilitas ramming
7.	<p>Peneliti : Yaning (2013) Judul : <i>Study on Optimal Design of Case Ejector Mechanism of Tank Autoloader Based on Kinematical Simulation</i> Metode Penelitian : Metode penelitian kuantitatif dengan mengoptimalkan faktor transmisi</p>	Penelitian ini menghasilkan desain optimal case ejector untuk jenis tan tertentu mengalami peningkatan transmisi mekanis sebesar 58,4%	Persamaan yang dimiliki dalam penelitian ini yaitu terdapat pada system pergerakan yang menggunakan gerakan mekanis kinetik.	Perbedaan yang dimiliki yaitu optimasi yang dilakukan menggunakan perhitungan transmisi mekanis yang terdapat pada design yang dimiliki.
8.	<p>Peneliti : Yan (2013) Judul : <i>Design and Implementation of Sequence Control of a Certain Type of Tank Autoloader</i> Metode Penelitian : Metode penelitian kuantitatif dengan menganalisa control loop design.</p>	Penelitian ini menghasilkan desain yang dirancang sesuai dengan desain kontrol loop waktu, dan dari analisis aliran control membuktikan bahwa kontrol waktu dirancang untuk memenuhi persyaratan desain mekatronika <i>autoloader</i> Meriam jenis tertentu dan memiliki keandalan kerja yang tinggi	Persamaan dalam penelitian ini menggunakan motor sebagai <i>actuator</i> penggerak <i>autoloaders</i>	Perbedaan yang dimiliki dalam penelitian ini yaitu pada pengaturan system control yang dimiliki.
9.	<p>Peneliti : Zhang (2012) Judul : <i>Fault Detection of Artillery Automatic Loading System Based on PCA</i></p>	Hasil penelitian diperoleh Algoritma PCA mampu mereduksi dimensi menurut analisis korelasi	Persamaan dalam penelitian ini menggunakan control untuk mengatur gerak mekaniknya	Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan adalah, <i>control</i> yang dilakukan hanya untuk mendeteksi

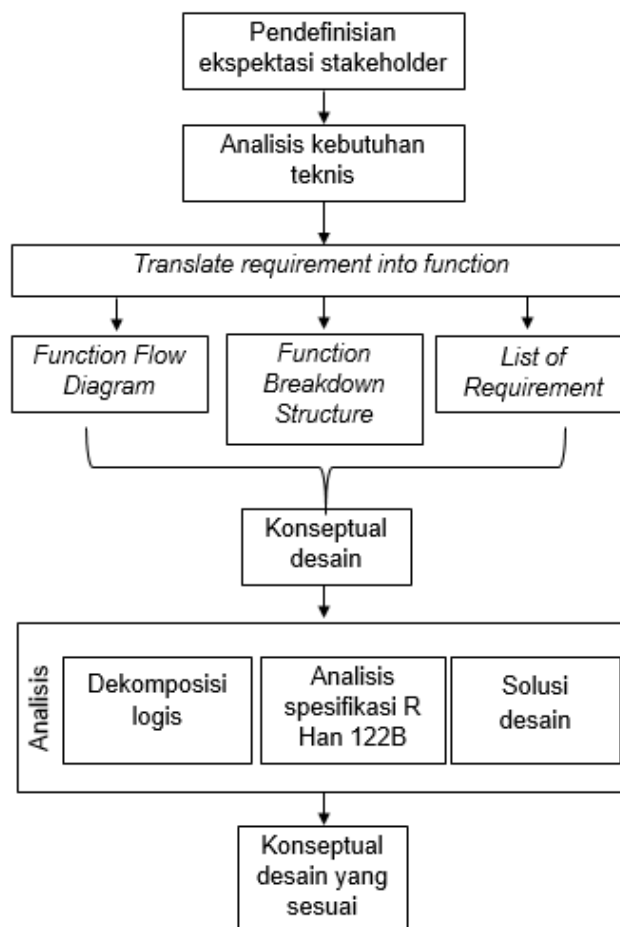
	<p>Metode Penelitian : menggunakan model sistem yang ditetapkan PCA untuk monitor online. Dengan menghitung SPE dan analisis T^2 menghasilkan empat macam hasil untuk menemukan sumber gangguan.</p>	<p>data uji. Metode ini memiliki keunggulan algoritma yang sederhana, konvergensi yang baik.</p>		<p>kegagalan yang terjadi pada system <i>autoloader</i>.</p>
10.	<p>Peneliti : J. Roopchand (2012)</p> <p>Judul : Autoloader for AFVs Literature Survey Metode Penelitian : Penelitian menggunakan proses analisa kebutuhan dan observasi</p>	<p>Penelitian ini menghasilkan tinjauan berbagai jenis <i>autoloader</i> yang digunakan di Armored Fighting Vehicles (AFVs) dengan kelebihan & kekurangannya dan persyaratan sistem AFV <i>autoloader</i> yang dipasang dari literatur yang tersedia.</p>	<p>Persamaan penelitian yang dilakukan oleh penulis, penelitian ini menggunakan proses identifikasi kebutuhan <i>autoloader</i>, dan observasi yang dilakukan</p>	<p>Perbedaan yang terdapat dalam penelitian ini adalah, penelitian ini tidak secara detil membahas spesifikasi munisi seperti apa yang digunakan, sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis, jelas menggunakan spesifikasi R-Han 122B</p>

Sumber: diolah oleh Penulis (2021)

2.3 Kerangka Pemikiran

Pengembangan Kendaraan Roket R-Han 122B sudah mencapai titik terakhir, dimana semua sistem telah berfungsi sebagai mana yang direncanakan, namun dibandingkan dengan kendaraan roket lainnya kendaraan roket R-Han 122B masih belum memiliki sistem pengisian

amunisi secara otomatis atau disebut dengan istilah *autoloader system*. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kerangka dalam upaya awal melakukan suatu pengembangan terkait rancangan konsep *autoloader* dan pemafaatannya pada R-Han 122B. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini disusun sebagai berikut :



Gambar 2. 3. Diagram Alir Kerangka Berfikir

Sumber : diolah oleh Penulis (2021)