

DESAIN KONSEPTUAL SISTEM PERSENJATAAN LOITERING MUNITION DALAM MENDUKUNG PENGEMBANGAN ADVANCED WEAPONS SEBAGAI PERTAHANAN PANTAI PERBATASAN INDONESIA

CONCEPTUAL DESIGN OF LOITERING MUNITION WEAPON SYSTEM TO SUPPORT THE DEVELOPMENT OF ADVANCED WEAPONS AS INDONESIA COASTAL DEFENSE

Ramanta Samudra Pinem¹, Djoko Andreas Navalino², Yayat Ruyat³

UNIVERSITAS PERTAHANAN

(zramanta@gmail.com, djoko.navalino@idu.ac.id, sbli1@yahoo.com)

Abstrak – Kekuatan pertahanan suatu negara yang kuat akan mengurangi berbagai ancaman yang datang serta memberikan rasa aman dan kenyamanan bagi rakyat negara tersebut. Penguatan persenjataan untuk mempertahankan kedaulatan di wilayah laut dengan teknologi terbaru dalam menghadapi ancaman yang meningkat sangatlah penting, salah satunya pengembangan loitering munition. Namun pada pengembangan senjata di Indonesia sendiri masih belum mengarahkan pada pengembangan loitering munition. Untuk menganalisa kebutuhan loitering munition untuk meningkatkan kekuatan pertahanan maka dibuat penelitian desain konseptual sistem persenjataan loitering munition sebagai langkah awal pengembangan. Penelitian ini menggunakan desain penelitian System Engineering Approach dengan teknik analisis data House of Quality (HOQ) yang merupakan tahapan pertama dalam menerapkan Quality Function Deployment (QFD). Hasil penelitian ini menemukan 8 karakteristik desain dimana apabila diurutkan berdasarkan prioritas perhitungan benchmark adalah Kemampuan akuisisi target (149), Jenis target (140), Kendali Manusia (134), Hulu ledak (132), Jarak terbang (120), Sistem peluncuran (119), Waktu terbang (110), Jarak target (107). Hasil tersebut kemudian dibuat menjadi desain konseptual loitering munition dengan menggunakan kecerdasan buatan untuk mengidentifikasi target berupa kapal dan kendaraan air lainnya serta kendali manusia untuk memutuskan akan dilakukan serangan atau tidak.

Kata Kunci: Loitering munition, Desain Konseptual, House of Quality

Abstract – A strong defense force of a country will reduce various threats that come and provide a sense of security and comfort for the people of that country. Strengthening weaponry to defend sovereignty in the sea area with the latest technology is very important, one of which is the development of a loitering munition. However, the development of weapons in Indonesia itself has not yet led to the development of loitering munitions. To analyze the needs of the military munition to increase defense forces, a research conceptual design of the weaponry munition system is made as a first step in development. This study uses a System Engineering Approach research design with House of Quality (HOQ) data analysis techniques, which is the first step in implementing Quality Function Deployment (QFD). The results of this study found 8 design characteristics which if sorted according to the priority calculation of the benchmark are target acquisition ability (149), target type (140), human control (134), warhead (132), flight distance (120), launch system (119), Flight time (110),

target distance (107). The results are then made into a conceptual design of a loitering munition using artificial intelligence to identify targets in the form of ships and other vessels and human control to decide whether an attack will be carried out or not.

Keywords: Loitering munition, Conceptual Design, House of Quality

Pendahuluan

Menurut Direktur Kekuatan Pertahanan, Departemen Pertahanan, Pieter LD Wattimena yang dikutip dari situs tempo.com mendapatkan beberapa pulau masih memiliki konflik perbatasan. Pulau-pulau yang dimaksud oleh Pieter antara lain : Rondo di Sabang, Berhala dan Nipah di Selat Malaka, Sekatung di Kepulauan Natuna, Marore, Miangas, Beras di Papua, serta Pasir di selatan Nusa Tenggara Timur. Konflik yang terjadi di berbagai pulau perbatasan tentu membutuhkan solusi yang matang baik dari segi pemikiran, kekuatan tempur, maupun secara teknologi tempur. Diperlukan suatu teknologi tempur yang mampu memberikan dampak buruk bagi musuh sehingga musuh tidak berani melakukan penyerangan terhadap pulau-pulau berkonflik dengan tujuan untuk menguasai pulau-pulau yang berada di perbatasan antar negara tersebut (Umar, 2020).

Resimen Artileri Marinir merupakan komando pelaksanaan

pasukan marinir sebagai penyelenggara kekuatan tempur pasukan pendarat unsur-unsur Artileri Korps Marinir guna pelaksanaan operasi amfibi dan anti operasi amfibi, Operasi pertahanan pantai di Pulau-pulau strategis. Artileri Marinir bertujuan untuk memperbesar daya tembak satuan tugas pertahanan pantai dalam rangka menggagalkan, menghancurkan atau menetralkan operasi amfibi musuh dan mencegah musuh untuk kapal – kapal pengangkut pasukan dan logistik musuh mendaratkan pasukan beserta material tempurnya, serta mengantisipasi penggunaan pantai atau fasilitas lainnya. Dalam upaya menangkal ancaman tersebut maka diperlukan adanya sarana prasarana yang cukup memadai. Dari sisi Teknologi persenjataan yang dibutuhkan di daerah operasi pertahanan pantai, maka dibutuhkan teknologi tipe kendaraan terbang tanpa awak yang dirancang untuk menyerang target di luar line-of-sight di permukaan darat dan laut yang dipersenjatai hulu ledak.

Tiongkok merupakan negara yang kini memiliki sejumlah alutsista yang modern serta dengan jumlah yang banyak. Lonjakan ekonomi yang terjadi di Tiongkok menjadi pemicu dari program modernisasi militernya tersebut. Sejumlah klaim Tiongkok atas Nine Dash Line nya yang membuat situasi di wilayah perbatasan Indonesia dan beberapa negara tetangga memanas. Serta dengan adanya pengerahan teknologi militer dan pendirian pangkalan militer semakin menciptakan suasana yang mencekam. Tiongkok dengan alutsista nya yang modern seakan-akan ingin memberikan deterrent effect kepada negara-negara yang memiliki kepentingan atas pulau-pulau yang diklaim tersebut.

Tiongkok memiliki kurang lebih 50 rancangan sampai saat ini, mulai dari yang berukuran mikro sampai dengan UAV berskala besar. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan oleh Tiongkok adalah loitering munition. Umumnya, loitering munition berbentuk portabel maupun menggunakan platform, untuk menyediakan senjata berpemandu presisi bagi unit darat. Loitering munition dilengkapi oleh kamera electro-optical dan infrared beresolusi tinggi yang memungkinkan untuk menemukan, memantau, serta

mengarahkannya ke arah target (Gorman & Abbott, 2013). Karakteristik dari loitering munition itu sendiri adalah kemampuannya untuk loiter atau berkeliaran selama beberapa waktu di udara, memberikan penggunaannya waktu untuk memutuskan kapan dan apa yang akan diserang (Gettinger, 2017).

Marinir Indonesia belum memiliki sistem persenjataan loitering munition dalam kekuatan alutsistanya. Terkait hal tersebut, Indonesia juga perlu memiliki sistem persenjataan berbasis loitering munition sebagai tindakan preventif serta mengikuti tren perkembangan teknologi persenjataan.

Teori penangkalan dimanifestasikan kedalam sebuah strategi militer yang juga bertujuan untuk menangkal serangan negara lain atau pihak musuh dengan meningkatkan kemampuan militer baik fisik seperti alat utama sistem pertahanan (alutsista) maupun non fisik seperti doktrin militer. Tujuan dari penggunaan militer tersebut diartikan sebagai bentuk penolakan untuk mempercayai pihak lain dengan asumsi pihak lain tersebut justru akan memberikan kerugian yang lebih besar. Sarana yang dipergunakan untuk menjalankan kebijakan deterrence bisa berupa penggunaan senjata pemusnah

massal, kekuatan senjata konvensional, peningkatan kapabilitas militer, membentuk aliansi, sanksi ekonomi atau embargo, dan ancaman melakukan pembalasan. Dalam pandangan menurut Griffiths dan O'Callaghan, deterrence memiliki arti sebagai berikut; Do not attack me because if you do, something unacceptably horrible will happen to you (Baylis et al., 2018).

Loitering munition memiliki perbedaan dibandingkan dengan alutsista lain seperti roket atau pesawat tempur. Dari pendeteksi panas yang biasa ada pada roket atau pesawat tempur tidak ada pada *loitering munition*. Hal ini dapat mengurangi resiko pencegahan oleh musuh yang biasanya menggunakan peluru kendali dengan menggunakan identifikasi panas yang muncul akibat pembakaran pada roket ataupun pesawat. Dibandingkan dengan roket *loitering munition* dapat melakukan kendali secara realtime sehingga memungkinkan untuk mengganti target ataupun memutuskan target mana yang akan diserang setelah peluncuran dilakukan. Hal ini tentu menguntungkan karena operator dapat menentukan titik mana yang harus diserang dengan tingkat presisi yang lebih tinggi pada suatu

object tertentu. Sedangkan apabila dibandingkan dengan pesawat *loitering munition* akan mengurangi resiko adanya korban jiwa pada saat serangan karena *loitering munition* dikendalikan secara jarak jauh.

Dengan potensi ancaman yang akan dihadapi, dan keuntungan dari sisi penggunaan maka perlu merancang system persenjataan *loitering munition* yang handal, ringkas, serta efektif untuk perbatasan pantai.

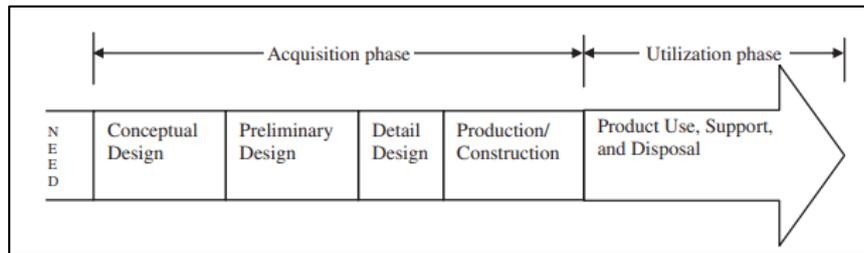
Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk menghasilkan User Requirements dan desain konseptual yang sesuai dengan ekspektasi pengguna dalam hal ini TNI Angkatan Laut. Kedepannya diharapkan penelitian ini dapat mengembangkan sistem persenjataan di Indonesia, khususnya perihal munisi presisi terpandu, meningkatkan tingkat deterrence serta kemandirian alutsista Indonesia.

Metode Penelitian

Metode dan desain penelitian yang digunakan adalah System Engineering Approach atau Pendekatan Sistem Rekayasa. System Engineering Approach memiliki System Life Cycle dimana dibagi menjadi 2 fase yaitu Acquisition Phase dan Utilization Phase. Dalam Acquisition Phase terdapat 4 aktivitas yaitu

Conceptual Design, Preliminary Design, Detail Design, dan Production/Construction. Sedangkan dalam Utilization Phase terdapat 1 aktivitas yaitu Product Use,

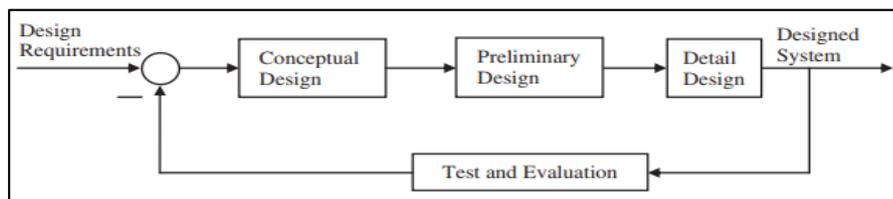
Support, and Disposal. Untuk lebih jelas tentang System Life Cycle yang ada pada System Engineering Approach dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Sistem Life Cycle
Sumber: (Sadraey, 2013)

Pada tahap Acquisition Phase terdapat 4 tahap dimana 3 aktivitas merupakan aktivitas desain. 3 aktivitas desain dalam Acquisition Phase itu antara lain Conceptual Design, Preliminary Design, dan Detail Design. Sebelum melakukan 3 aktivitas desain dilakukan pengumpulan data dengan kebutuhan desain yang akan dibuat.

Kebutuhan desain didapat dari perencanaan tentang sistem yang akan dibuat. Pada tahap akhir 3 aktivitas desain dilakukan pengujian dan evaluasi, apabila hasilnya dinilai kurang maka aktivitas akan dimulai kembali pada Conceptual Design. Untuk lebih jelas hubungan antara aktivitas desain dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Hubungan Aktivitas Design
Sumber: (Sadraey, 2013)

Batasan pada penelitian ini ialah penelitian hanya dilakukan pada tahap Conceptual Design. Conceptual Design merupakan tahap awal yang penting dimana pada tahap ini mengidentifikasi masalah dan

mendefinisikan yang berhubungan dengan kebutuhan pengguna. yang akan dibuat nantinya.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Dinas Satuan Penelitian dan Pengembangan TNI AL (Dislitbang AL) dan Markas Besar TNI AL (Mabesal).

Populasi dan Sampel

Data yang diambil menggunakan teknik Sampling Purposive dimana penentuan sampel dipilih berdasarkan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2008).

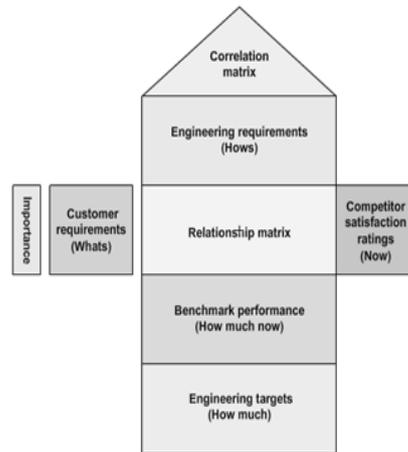
Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dengan dua cara yaitu, wawancara dan studi literatur. Hasil wawancara dan studi literature kemudian dijadikan sebagai bahan untuk melakukan analisis dengan cara melakukan pembobotan pada kebutuhan pengguna yang didapat dari wawancara dan studi literatur.

Teknik Analisis Data

Tahap analisis data menggunakan rumah kualitas atau sering juga disebut House of Quality (HOQ) (gambar 3) yang merupakan tahapan pertama dalam menerapkan Quality Function Deployment (QFD). Dengan menerapkan QFD guna menangkap dan menerjemahkan suara pelanggan menjadi karakteristik produk atau jasa. Analisis ini mampu menkonversi keinginan konsumen secara langsung

guna menentukan persyaratan teknis atau spesifikasi teknis dalam proses tahapan rekayasa.



Gambar 3. House of Quality (HOQ)
Sumber: (Cohen, 1995)

Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan konsepsi pola operasi pertahanan dengan memvisualisasikan gerakan musuh, operasi pertahanan pantai adalah operasi tempur yang penyelenggaraannya diselenggarakan dalam bentuk operasi gabungan, namun tidak dapat dilepas dari kegiatan intelejen dan operasi peranjauan. Dimulai pada saat-saat unsur kekuatan musuh sebelum memasuki daerah pertahanan depan yang biasanya diawali dengan pengintaian udara dan pengintaian bawah air dari satuan laju musuh dilanjutkan dengan praserbuan musuh. Daerah hantai kemudian dapat dipetakan (gambar 4) dan dilanjutkan dengan praserbuan musuh.



Gambar 4. Bagan Daerah Pertahanan

Sumber: Paparan Narasumber,2020

Pada daerah pertahanan perlawanan, jarak yang tercakup adalah 25km. Lalu di pertahanan utama, jarak yang terlengkap dalam area penyerangan adalah 25km, sesuai dengan jarak tembak artileri yang digunakan, yaitu howitzer 155mm. Sedangkan di daerah pertahanan depan, jarak mengikuti jarak tembak rudal milik Satgasla, dengan batas pada garis ZEE yaitu 200 mil.

Customer Requirement Benchmark dan Competitor Analysis

Customer requirement benchmark and competitor analysis

terdapat dua buah proses antara lain memberikan tingkat kepentingan terhadap kebutuhan pengguna dan analisa terhadap loitering munition yang sudah dikembangkan saat ini. Proses pertama adalah memberikan tingkat kepentingan terhadap kebutuhan pengguna dengan memberikan nilai dengan skala 1-5 dimana semakin tinggi kepentingan maka semakin tinggi skor yang didapatkan. Nilai tingkat kepentingan kebutuhan pengguna sendiri kemudian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Hubungan Kebutuhan Pengguna dengan Tingkat Kepentingan

No	Kebutuhan Pengguna	Tingkat Kepentingan
1	Peluncuran bersifat dinamis	5
2	Operasi dilakukan di area pantai dengan target berada di laut	3
3	Pertempuran bersifat jarak menengah	4
4	Target utama merupakan kapal musuh	5
5	Kendali manusia tidak terlalu diutamakan	2
6	Tidak dapat digunakan kembali (Non-reusability)	3
7	Lokasi target ditentukan menggunakan radar terlebih dahulu	4
8	Tujuan penggunaan adalah pelemahan musuh	5

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020.

Untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan pengguna, dijabarkan spesifikasi loitering munition yang saat ini sudah dikembangkan seperti loitering munition milik negara Israel yang

bernama Harpy dan Harop, serta sudah digunakan di Israel, India, dan Jerman. Untuk spesifikasi lengkapnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 2. Spesifikasi Harpy, Harop dan ASN301

TIPE	HARPY	HAROP	ASN-301
Jarak	500 km	1.000 km	288 km
Kendali	Autonomus	Autonomus + Kendali Operator	Autonomus + Kendali Operator
Tipe Target	Statis dan Aktif	Statis, Bergerak, dan Aktif	Statis, Bergerak, dan Aktif
Berat	135 kg	135 kg	130 kg
Hulu Ledak	32 kg	23 kg	7000 fragment warhead (20m range)
Lama Terbang	4 jam	6 jam	4 jam

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Hubungan Antara Customer Requirements dan Design Characteristics

Hubungan antara customer requirements dan design characteristics dikategorikan menjadi 4 jenis yaitu

Strongly Linked, Moderate Linked, Possibly Linked, dan Not Linked (Blank). Keempat kategori tersebut kemudian diberikan simbol dan nilai tersendiri yang dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3. Simbol dan Nilai Kategori Hubungan

Kategori Hubungan	Simbol	Nilai
<i>Strongly Linked</i>	●	9
<i>Moderate Linked</i>	○	3
<i>Possibly Linked</i>	△	1
<i>Not Linked (Blank)</i>	-	0

Sumber: (Cohen, 1995)

Kebutuhan pengguna yang berjumlah 8 buah kebutuhan dan karakteristik desain yang berjumlah 8 buah karakteristik kemudian dibuat tabel

dengan menghubungkan masing-masing dari bersifat nilai-nilai tersebut. Hubungan yang dihasilkan dari

kebutuhan pengguna dan karakteristik desain dapat dilihat pada tabel 5.

	Waktu terbang	Jarak terbang	Sistem peluncuran	Kendali manusia	Jenis target	Jarak target	Kemampuan akuisisi target	Hulu ledak
Peluncuran bersifat dinamis	Δ	○	●	Δ	○	-	-	-
Operasi dilakukan di area pantai dengan target berada di laut	●	●	●	Δ	○	○	○	-
Pertempuran bersifat jarak dekat	●	●	●	○	○	●	●	●
Target utama merupakan kapal musuh	-	-	Δ	●	●	○	●	●
Kendali manusia tidak terlalu diutamakan	○	○	Δ	●	●	○	●	○
Tidak dapat digunakan kembali (Non-reusability)	-	-	-	-	-	-	-	-
Lokasi target ditentukan menggunakan radar terlebih dahulu	●	●	Δ	●	●	●	●	-
Tujuan penggunaan adalah pelemahan musuh	-	-	-	○	Δ	Δ	Δ	

Gambar 5. Hubungan Kebutuhan Pengguna dan Karakteristik Desain
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Technical Correlations

Keterkaitan dibedakan menjadi 4 nilai menengah, dan nilai 4 keterkaitan tinggi. dimana nilai 1 tidak ada keterkaitan, nilai 2 keterkaitan lemah, nilai 3 keterkaitan Korelasi tersebut digambarkan pada gambar 5.

	Waktu terbang	Jarak terbang	Sistem peluncuran	Kendali manusia	Jenis target	Jarak target	Kemampuan akuisisi target	Hulu ledak
Waktu terbang	4	3	2	1	1	1	1	1
Jarak terbang	4	3	3	1	1	1	1	1
Sistem peluncuran	3	3	3	4	1	1	1	1
Kendali manusia	2	3	3	4	4	4	4	1
Jenis target	1	1	4	4	4	4	4	1
Jarak target	1	1	1	4	4	4	4	1
Kemampuan akuisisi target	1	1	1	4	4	4	4	1
Hulu ledak	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 6. Korelasi Karakteristik Desain
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Design Score Technical Benchmark dan Competitor Analysis Design Target

Terdapat 3 proses dalam tahap ini yaitu memberikan nilai benchmark, skala prioritas karakteristik desain, dan menganalisa desain loitering munition yang sudah dibuat sebelumnya untuk

menentukan desain yang akan dibuat nantinya. Penghitungan nilai benchmark dan pemberian prioritas pada karakteristik desain dijabarkan pada tabel 6.

Tabel 4. Perhitungan Nilai Benchmark dan Pemberian Prioritas pada Karakteristik Desain

	Tingkat Kepentingan	Waktu terbang	Jarak terbang	Sistem peluncuran	Kendali manusia	Jenis target	Jarak target	Kemampuan akuisisi target	Hulu ledak
Peluncuran bersifat dinamis	5	5	15	45	5	15	0	0	0
Operasi dilakukan di area pantai dengan target berada di laut	3	27	27	27	3	9	9	9	0
Pertempuran bersifat jarak dekat	4	36	36	36	12	12	36	36	36
Target utama merupakan kapal musuh	5	0	0	5	45	45	15	45	45
Kendali manusia tidak terlalu diutamakan	2	6	6	2	18	18	6	18	6
Tidak dapat digunakan kembali(Non-reusability)	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Lokasi target ditentukan menggunakan radar terlebih dahulu	4	36	36	4	36	36	36	36	0
Tujuan penggunaan adalah pelemahan musuh	5	0	0	0	15	5	5	5	45
Total Score		110	120	119	134	140	107	149	132
Prioritas		7	5	6	3	2	8	1	4

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Dari tabel tersebut dapat didapatkan nilai benchmark yang dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 5. Nilai Benchmark Desain

Karakteristik Desain	Nilai Benchmark
Waktu terbang	110
Jarak terbang	120
Sistem peluncuran	119
Kendali manusia	134
Jenis target	140
Jarak target	107
Kemampuan akuisisi target	149
Hulu ledak	132

Sumber: Hasil Olahan Peneliti,2020.

Untuk nilai skala prioritas yang didapatkan dari tabel benchmark diurutkan berdasarkan prioritas tertinggi dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 6. Urutan Benchmark Berdasarkan Nilai Tertinggi

Karakteristik Desain	Prioritas
Kemampuan akuisisi target	1
Jenis target	2
Kendali Manusia	3
Hulu ledak	4
Jarak terbang	5
Sistem peluncuran	6
Waktu terbang	7
Jarak target	8

Sumber: Hasil Olahan Peneliti,2020.

Berdasarkan nilai benchmark dan prioritas didapatkan dimana kemampuan akurasi target memiliki skor benchmark paling tinggi dengan nilai 149. Sedangkan pada prioritas kedua ada jenis target dengan nilai 140, prioritas 3 kendali manusia dengan nilai 134 dan prioritas 4 hulu ledak dengan nilai 132. Selain itu

terdapat pada prioritas 5 terdapat jarak terbang dengan nilai 120, prioritas 6 sistem peluncur dengan nilai 119, prioritas 7 waktu terbang dengan nilai 110, dan prioritas 8 jarak target dengan nilai 107.

Dari segi prioritas karakteristik dan kebutuhan pengguna maka produk yang paling cocok adalah dengan menggunakan IAI Harop. Kemampuan Harop untuk melancarkan serangan terhadap benda bergerak menjadi faktor utama dibandingkan dengan Harpy yang hanya dapat menyerang benda statis atau tidak dapat berpindah-pindah.

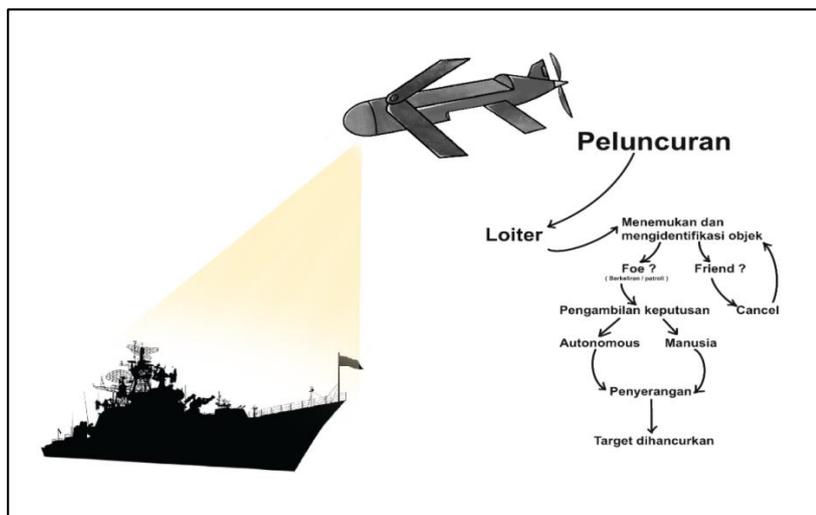
Dari segi akuisisi target juga Harop memungkinkan untuk melakukan target dinamis dimana benda bergerak dapat menjadi target seperti kapal selain itu juga didukung dengan kendali manusia sehingga memungkinkan untuk operator menentukan sendiri mana target yang akan diserang.

Desain Konseptual yang Dikembangkan

Desain konseptual yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebuah *loitering munition* untuk pertahanan pantai yang mampu berkeliaran di langit untuk mengcover seluas area yang ditentukan serta menemukan dan mengidentifikasi objek yang menjadi target. Objek yang menjadi

target adalah target bergerak, terutama kendaraan laut seperti kapal dan sejenisnya. *Loitering munition* akan dikembangkan menggunakan sistem kecerdasan buatan, dimana target yang terdeteksi akan ditandai kemudian operator dapat melakukan perintah untuk menyerang objek yang sudah

ditandai atau dapat melakukan pemindaian ulang untuk mencari objek lain. Dengan menggunakan perintah tersebut kemampuan *loitering munition* terutama dalam penyerangan tentunya akan lebih presisi. Untuk gambar penjelasan desain konsep yang diusulkan peneliti dapat dilihat pada gambar 7.



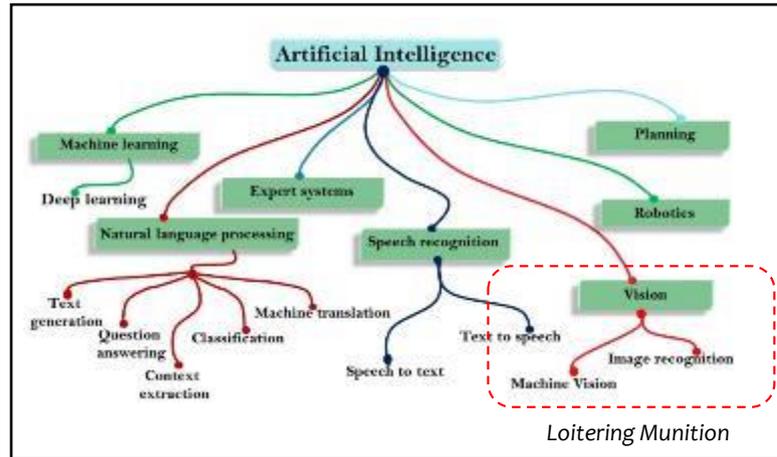
Gambar 7. Konseptual Desain Loitering Munition
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Kemampuan lain dari loitering munition yang dikonsepsikan akan dijelaskan secara mendetail sesuai dengan delapan poin karakteristik yang dijelaskan berikut:

1) Kemampuan akuisisi target

Sistem dibangun berbasis dengan kecerdasan buatan atau biasa disebut artificial intelligence. Kecerdasan buatan sendiri dapat diartikan sebagai suatu algoritma yang ditanamkan pada suatu komputer sehingga komputer dapat melakukan suatu tindakan tertentu. Tindakan tersebut dapat juga diartikan

sebagai pengklasifikasian suatu data, melakukan prediksi suatu tindakan berdasarkan data yang didapat, perubahan suatu jenis data ke jenis data lain atau yang lainnya. Dalam kecerdasan buatan sendiri memiliki beberapa cabang antara lain: machine learning (deep learning), natural language processing (text generation, question answering, context extraction, classification, machine translation), expert system, speech recognition (speech to text, text to spech), vision (machine vision, image recognition), robotics, dan planning. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 8.

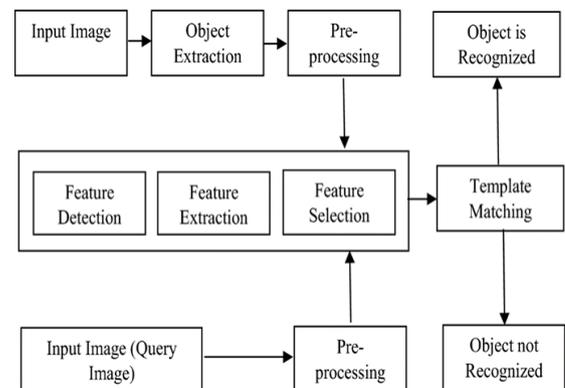


Gambar 8. Kecerdasan Buatan

Sumber: <https://www.dicoding.com/academies/184/tutorials/8318,2020>.

Dari banyak jenis kecerdasan tersebut, yang digunakan dalam pengklasifikasian suatu gambar adalah menggunakan image recognition. Image recognition sendiri memiliki fungsi untuk mengidentifikasi suatu objek berupa gambar. Image recognition sendiri biasanya bertugas untuk melakukan sejumlah besar tugas visual berbasis mesin. Tugas tersebut antara lain dapat dengan memberikan suatu label pada konten gambar, mencari pencarian gambar, atau juga biasa digunakan juga dalam memandu suatu mesin untuk bergerak secara autonomus dengan menggunakan suatu gambar tertentu sebagai penanda. Image recognition dalam mengidentifikasi suatu objek tertentu memerlukan suatu algoritma untuk pencitraan digital serta data citra digital yang digunakan untuk membandingkan suatu objek. Cara kerja

image recognition dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Mekanisme Kerja Image Recognition

Sumber: (Manjunath et al., 2020)

Untuk menentukan suatu objek satu dengan yang lain maka perlu dilakukan perbandingan sebagai contoh apabila kita ingin membedakan suatu gelas berwarna putih dan hitam maka kita harus tahu terlebih dahulu bagaimana warna putih dan warna hitam. Untuk meningkatkan akurasi maka kita harus memiliki sebanyak mungkin bagaimana karakteristik warna putih dan hitam sehingga akurasi dalam

pemilah target akan meningkat. Begitu juga dengan image recognition yang digunakan untuk meningkatkan akurasi tentu dibutuhkan sebanyak mungkin data gambar kapal dengan berbagai jenis kapal serta berbagai jenis gambar seperti infra merah dan yang lain. Semakin banyak data tersebut maka akan semakin meningkatkan akurasi loitering munition dalam akurasi objek tersebut merupakan target atau bukan.

2) Jenis Target

Jenis target yang disasar dalam hal ini adalah objek bergerak seperti kapal dan kendaraan laut lainnya. Objek-objek yang menjadi target tersebut memiliki pancaran panas atau jejak thermal yang signifikan. Untuk jenis target yang dideskripsikan di atas harus memiliki beberapa sensor yang ada pada kamera. Sensor yang umum digunakan pada produk loitering munition lainnya adalah EO/IR atau Electro-Optical/Infra-Red (gambar 10), yaitu sistem pencitraan terintegrasi yang biasa digunakan militer yang dapat menampilkan hasil visible dan infrared. Karena itu, sistem EO/IR dapat menyediakan kesiagaan secara total baik itu di siang hari. maupun malam hari pada saat kondisi pencahayaan yang kurang. Fungsi utama dari sistem sensor EO/IR ini adalah kapabilitas untuk

pencitraan jarak jauh dan image stabilization menggunakan gimbal atau gyroscope.



Gambar 10. Contoh Hasil Visible dan IR Imaging

Sumber: ELOP MicroCoMPASSTM - Elbit Systems of Australia (2016)

Di sisi lain, diperlukan juga kemampuan kamera yang memiliki kecepatan pandang per detik atau biasa disebut FPS (frame per second) sesuai dengan jenis target.

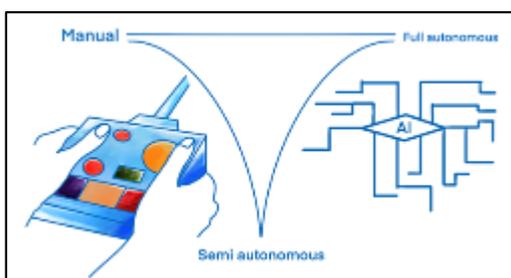
Sensor	Weight	Dimensions	Installed on	Optical zoom +FOV	Angular coverage	
COBALT 190, Fir Sys.	8.2kg	Diameter 190mm	Boats mainly	Zoom x14.5 35deg	Azimuth 360deg	
		Height 270mm			Elevation -60 +20	
MINIPOP, TAMAM	8.5kg	Diameter 204mm	Many and varied UAVs	Zoom x12 42deg	Azimuth 360deg	
		Height 280mm			Elevation -100 +25	
ESP-600C, Controp	12.3kg	Diameter 300mm	Scout & Searcher UAVs	Zoom x15 25deg	Azimuth 360deg	
		Height 435mm			Elevation -90 +25	
Micro Compass, ELOP	9kg	Diameter 208mm	World leading armies	Zoom x12 42deg	Azimuth 360deg	
		Height 250mm			Elevation -85 +30	

Gambar 11. Contoh Sensor EO/IR
Sumber: (Waldron, 2020)

Jadi, untuk loitering munition ini tidak memerlukan kamera dengan spesifikasi FPS yang tinggi.

3) Kendali Manusia

Kendali manusia yang dimaksudkan disini adalah intervensi manusia untuk membantu mengarahkan loitering munition kearah target, serta menentukan apakah serangan jadi dilakukan atau dianulir dan kembali melakukan pemindaian mencari objek target . Hal ini tentu dapat mendukung penyerangan dimana operator dapat memilih target serangannya secara realtime agar serangan dapat memiliki dampak yang besar pada kekuatan musuh. Hal ini dilakukan untuk menutupi kekurangan dari kecerdasan buatan yang memang dalam hal ini belum dapat menentukan target mana yang menjadi prioritas penyerangan.



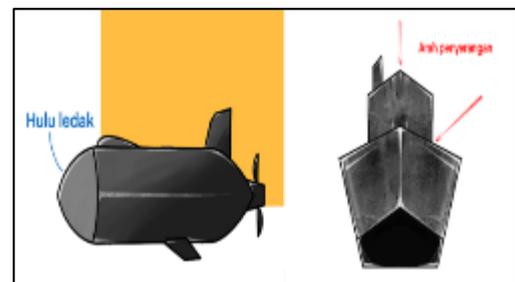
Gambar 12. Alat kendali dengan Remote
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Alat Kendali manual yang ditampilkan pada gambar 12 menunjukkan bahwa loitering munition dapat bekerja dengan menggunakan gelombang radio ataupun

satelit sehingga jarak kendali dapat dilakukan dari jarak jauh.

4) Hulu ledak

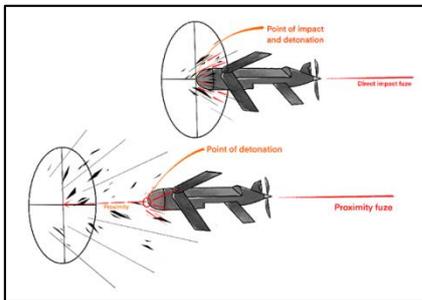
Kemampuan atau besaran ledakan yang tercipta tergantung dengan jenis sumbu dan juga berat hulu ledak yang digunakan dalam loitering munition. Sebagai contoh, berat hulu ledak yang digunakan pada produk IAI Harpy adalah seberat 32kg. Contoh desain gambar hulu ledak pada gambar 12.



Gambar 13. Hulu Ledak
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Berat yang direkomendasikan untuk loitering munition ini kurang lebih masih disekitar 32kg namun dapat dilakukan penambahan dengan selisih yang tidak terlalu jauh nilainya. Untuk fuze, terdapat 3 jenis fuze yang umum digunakan, seperti direct impact, proximity, dan delayed impact fuze. Loirering munition sendiri tidak memiliki kecepatan yang tinggi, tidak seperti rudal atau peluru. Hal tersebut menyebabkan kurangnya daya penetrasi, sehingga tidak cocok menggunakan delayed

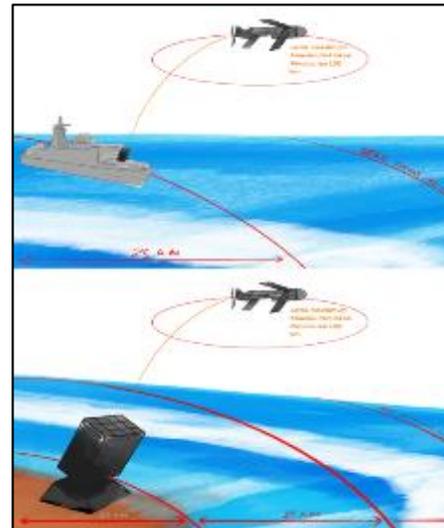
impact fuze seperti pada sabot atau anti-tank.



Gambar 14. Direct Impact dan Proximity Fuze
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

5) Jarak terbang

Jarak terbang yang dilingkupi oleh loitering munition adalah daerah pertahanan depan dan utama. Pada daerah pertahanan utama, jarak yang terlingkup dalam area penyerangan adalah 25km, sesuai dengan jarak tembak artileri yang digunakan, yaitu howitzer 155mm (Dapat dilihat ilustrasi jarak terbang pada gambar 15). Sedangkan di daerah pertahanan depan, jarak mengikuti jarak tembak rudal milik Satgasla, dengan batas pada garis ZEE yaitu 200 mil. Berdasarkan Undang Undang Republik Indonesia No 5 Tahun 1983 tentang zona ekonomi eksklusif indonesia disebutkan bahwa zona ekonomi eksklusif atau ZEE dihitung 200mil dari bibir pantai. Apabila 200 mil tersebut di rubah menjadi km maka setara dengan 321,869 km.



Gambar 15. Ilustrasi Jarak Terbang
Sumber: Hasil Olahan Peneliti,2020

Mesin dan bahan bakar menjadi salah satu aspek utama yang menjadi penentu jarak jangkauan loitering munition. Perlu dilakukan perhitungan tenaga yang dihasilkan mesin dengan satuan HP (Horse Power) dengan total berat keseluruhan.

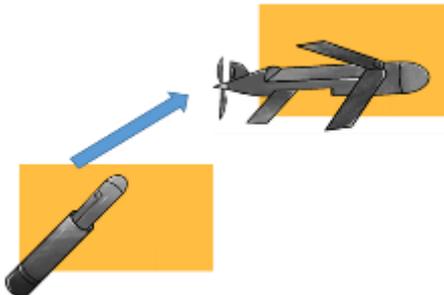
6) Sistem peluncuran

Sistem peluncuran yang digunakan adalah mobile dimana tempat peluncuran dapat berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lain. Untuk peluncur loitering munition dapat berada di kendaraan seperti truk apabila digunakan di darat yang dalam hal ini ada di tepi pantai atau berada di kapal apabila digunakan di laut. Untuk sistem pendorong yang disarankan dalam loitering munition adalah menggunakan pneumatic. Hal ini dikarenakan pada

model capatult tidak dapat melakukan pengoperasian dengan berat lebih dari 12 kg sehingga tidak cocok bagi loitering munition. Konsep gambar peluncur dan peluncuran dapat dilihat pada gambar 16-17.



Gambar 16. Konsep Peluncur Loitering Munition
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

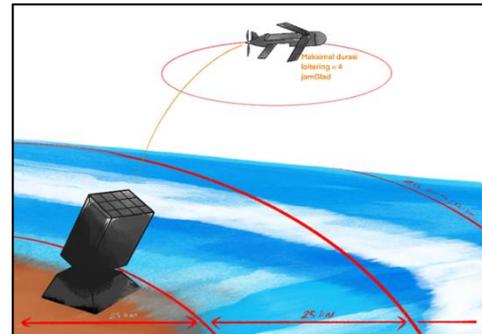


Gambar 17. Konsep Peluncuran Loitering Munition
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

7) Waktu Terbang

Untuk rekomendasi waktu yang digunakan dalam loitering munition yang dirancang berpatokan pada spesifikasi IAI Harpy yaitu sekitar 4 jam dimana dengan waktu tersebut tentunya loitering munition dapat melakukan pencitraan dan pengidentifikasian dalam radius ± 150 kilometer. Hal ini tentu sesuai dengan prinsip pertahanan pantai yang

memang untuk mengamankan wilayah terutama dalam studi kasus yang dilakukan untuk mengamankan wilayah laut di perbatasan. Iustrasi durasi terbang dapat dilihat pada gambar 18 dibawah ini.



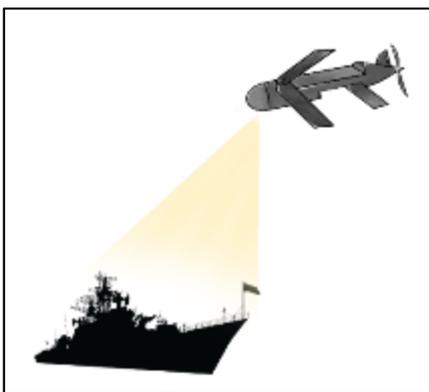
Gambar 18. Durasi Terbang
Sumber: Hasil Olahan Peneliti

Untuk rekomendasi waktu yang digunakan dalam loitering munition yang dirancang berpatokan pada spesifikasi IAI Harpy yaitu sekitar 4 jam dimana dengan waktu tersebut tentunya loitering munition dapat melakukan pencitraan dan pengidentifikasian dalam radius ± 150 kilometer. Hal ini tentu sesuai dengan prinsip pertahanan pantai yang memang untuk mengamankan wilayah terutama dalam studi kasus yang dilakukan untuk mengamankan wilayah laut di perbatasan.

8) Jarak target

Jarak target yang dimaksud disini adalah jarak optimal dalam mengidentifikasi objek target. Hal ini akan berpengaruh pada ketinggian

jelajah loitering munition. Objek target berada di laut lebih mudah untuk ditemukan dan diidentifikasi dikarenakan di laut tidak terdapat objek lain yang menjadi penghalang atau cover seperti di darat sebagai contoh gedung, pohon atau yang lainnya. Selain itu identifikasi target akan sangat mudah karena wilayah yang ditampilkan bersifat satu warna dan akan sangat kontras perbedaan warnanya. Contoh ilustrasi jarak target ditampilkan pada gambar 19.



Gambar 19. Ilustrasi Identifikasi Jarak Target di Lautan

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2020

Untuk rekomendasi sebaiknya ketinggian jelajah sekitar empat sampai lima kilometer dari permukaan agar pengidentifikasian yang optimal. Hal ini tentunya berkaitan juga dengan spesifikasi kamera yang digunakan. Semakin tinggi resolusi dan kemampuan optical zoom yang dimilikinya, maka objek yang disorot akan semakin jelas dan tidak blur ketika melakukan zoom in.

Kesimpulan

Dalam penelitian ini didapatkan skala prioritas pengembangan loitering munition dengan menggunakan metode House of Quality dimana terdapat delapan karakteristik desain. Delapan karakteristik desain tersebut kemudian dijabarkan sebagai berikut diurutkan dimulai dengan prioritas pengembangan tertinggi berdasarkan nilai benchmark adalah Kemampuan akuisisi target (149), Jenis target (140), Kendali Manusia (134), Hulu ledak (132), Jarak terbang (120), Sistem peluncuran (119), Waktu terbang (110), Jarak target (107). Konsep desain yang dikembangkan adalah loitering munition yang mampu menemukan serta mengidentifikasi target bergerak terutama kapal menggunakan kecerdasan buatan. Untuk sistem peluncurannya disarankan menggunakan tipe canister agar dapat memuat beberapa munisi sekaligus dan dapat berfungsi sebagai storage juga. Human in-loop control juga diperlukan dalam pengambilan keputusan penyerangan untuk meminimalisir margin error serta collateral damage. Maka dari itu konsep loitering munition yang dirancang ini akan bersifat semi-autonomous.

Rekomendasi

Bagi Akademisi, penelitian ini dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan melanjutkannya hingga menjadi prototipe *loitering munition* dengan pengembangan berdasarkan prioritas yang didapatkan pada penelitian ini.

Bagi Pemerintah, penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi pemerintah untuk dikembangkan menjadi regulasi.

Bagi Pengguna, desain konseptual *loitering munition* di penelitian ini diharapkan memenuhi kebutuhan yang diperlukan pengguna berdasarkan delapan karakteristik tersebut.

Bagi Industri Pertahanan, diharapkan penelitian terkait *loitering munition* ini dapat menjadi referensi dan dikembangkan lebih lanjut sebagai bentuk inovasi teknologi sistem persenjataan yang dibuat oleh industri pertahanan terkait.

Gorman, R. O., & Abbott, C. (2013). Remote control war. *Open Briefing*, September, 82.

Manjunath, R., Sampathkumar, S., Prashanth, M., & Shivaprasad, B. (2020). *Object Recognition Using SBMHF Features* (pp. 973–983). https://doi.org/10.1007/978-981-15-0633-8_99

Sadraey, M. H. (2013). *AIRCRAFT DESIGN Aerospace Series List Design and Analysis of Composite Structures: With applications to aerospace Structures*.

Sugiyono. (2008). *Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D)*. Alfabeta.

Umar, H. (2020). *POLITIK KEBIJAKAN POROS MARITIM* (H. Umar (Ed.); 1st ed.). Lembaga Penerbitan Universitas Nasional (LPU-UNAS).

Waldron, G. (2020). *RAFAEL's MicroLite Compact EO ISTAR system for UAVs*. Singapore Air Show 2020. <https://www.flightglobal.com/singapore-air-show-2020/rafael-introduces-new-miniaturised-eo/ir-sensor/136634.article>

Daftar Pustaka

Baylis, J., Wirtz, J., & Gray, C. (2018). *Strategy in the contemporary world*. Oxford University Press, USA.

Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. Addison-Wesley. <https://books.google.co.id/books?id=3wBUAAAAMAAJ>

Gettinger, D. (2017). *Loitering Munitions In Focus. The Center for the Study of the Drone*.