

Model Penjadwalan Penugasan Kri Koarmada I Dengan Binary Integer Programming

Mohamad Agus Arif¹, Mohammad Ali Nugroho², Yogi Indarto³, Okol S. Suharyo⁴

Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut^{1,2,3,4}

agusarif435@gmail.com

Abstract

The Scheduling Model is a model related to assignment activities which is associated with a number of constraints, a model which is an event that can occur within a period of time and place or location so that the objective function can be fulfilled as closely as possible. In the decision-making hierarchy, scheduling is the final step before the start of an operation. Scheduling KRI assignments at Koarmada I is an interesting topic to discuss and solve using mathematical methods. The process of scheduling KRI assignments at Koarmada I is carried out to produce the annual JOP/JOG. This process not only requires fast follow-up, but also requires systematic steps. The scheduling of assignments carried out by Koarmada I is currently carried out by personnel without using mathematical calculations. The process of scheduling ship assignments in this research was carried out using the Binary Integer Programming (BIP) method approach with the aim of minimizing costs and maximizing ship assignment objectives. The scheduling observed was 59 warships carrying out operations for 52 weeks (1 year). The mathematical formulation of the BIP model consists of one objective function and three constraint functions. Then the development of the BIP model is complete, the computer uses Excel Solver. The results obtained show that the BIP model applied in scheduling assignments for Republic of Indonesia Warships is that the maximum area coverage achieved is 85,902,881 NM², with a regional security level of 131.40 from all operational areas from sectors I to VIII (653,702 NM²). BIP is the appropriate method to use as a method for scheduling KRI assignments at Koarmada I.

Keywords: *Scheduling, Ship Assignment, Binary Integer Programming.*

Abstrak

Model Penjadwalan adalah suatu model yang berkaitan dengan kegiatan penugasan yang dikaitkan dengan sejumlah batasan, suatu model yang merupakan suatu peristiwa yang dapat terjadi dalam jangka waktu dan tempat atau lokasi sehingga fungsi tujuan dapat terpenuhi semaksimal mungkin. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadwalan adalah langkah terakhir sebelum dimulainya suatu operasi. Penjadwalan penugasan KRI di Koarmada I merupakan topik yang menarik untuk dibahas dan diselesaikan dengan menggunakan metode matematika. Proses penjadwalan penugasan KRI di Koarmada I dilakukan untuk menghasilkan JOP/JOG tahunan. Proses ini tidak hanya memerlukan tindak lanjut yang cepat, namun juga memerlukan langkah-langkah yang sistematis. Penjadwalan penugasan yang dilaksanakan Koarmada I saat ini dilakukan secara personel tanpa menggunakan perhitungan matematis. Proses penjadwalan penugasan kapal pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan metode Binary Integer Programming (BIP) dengan tujuan untuk meminimalkan biaya dan memaksimalkan tujuan penugasan kapal. Penjadwalan yang diamati adalah 59 kapal perang melaksanakan operasi selama 52 minggu (1 tahun). Rumusan matematis model BIP terdiri dari satu fungsi tujuan dan tiga fungsi kendala. Kemudian pengembangan model BIP selesai, komputer menggunakan Excel Solver. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model BIP

yang diterapkan dalam penjadwalan penugasan Kapal Perang Republik Indonesia adalah cakupan wilayah maksimum yang dicapai adalah 85.902.881 NM², dengan tingkat keamanan wilayah sebesar 131,40 dari seluruh wilayah operasional sektor I sampai VIII (653.702 NM²). BIP merupakan metode yang tepat digunakan sebagai metode penjadwalan penugasan KRI di Koarmada I.

Kata Kunci: Penjadwalan, Penugasan Kapal, Pemrograman Integer Biner.

A. PENDAHULUAN

Koarmada I merupakan unsur pelaksana Koarmada RI yang berkedudukan langsung di bawah dan bertanggung jawab kepada Panglima Koarmada RI. Koarmada I mempunyai tugas melaksanakan Operasi Militer Perang (OMP) dan Operasi Militer Selain Perang (OMSP). Saat ini Koarmada I sedang mengkoordinasikan dan menyusun rencana operasional dan program kapal perang Republik Indonesia (KRI) dalam rangka Pertahanan Negara dan Keamanan Laut, khususnya yang beroperasi di sektor regional Koarmada I. Sesuai dengan postur Koarmada I saat ini. TNI AL beserta kebutuhan kemampuan yang dimilikinya, untuk menghadapi berbagai bentuk ancaman aktual dan potensial serta mampu memberikan efek jera yang tinggi, dilakukan melalui penjadwalan kekuatan armada TNI AL, sehingga postur TNI AL disusun berdasarkan landasan tersebut. beberapa komponen dalam sistem persenjataan armada terpadu, terdiri atas: Kapal Perang, Pesawat Udara, Pangkalan TNI Angkatan Laut, dan Korps Marinir (Yogi, Rizal, Ahmadi, & Suharyo, 2017) Kekuatan pasukan bertarung sangat diperlukan. Kekuatan penyerang, kekuatan patroli, dan kekuatan pendukung. Sehingga KRI akan dipindahkan sesuai kebutuhan, baik jumlah maupun kelas kapalnya.

Dalam penjadwalannya, perencana masih menggunakan perhitungan manual dan belum melakukan perhitungan secara cermat, sehingga dalam pelaksanaannya JOP/JOG yang telah dibuat sering kali tidak terlaksana dengan baik.

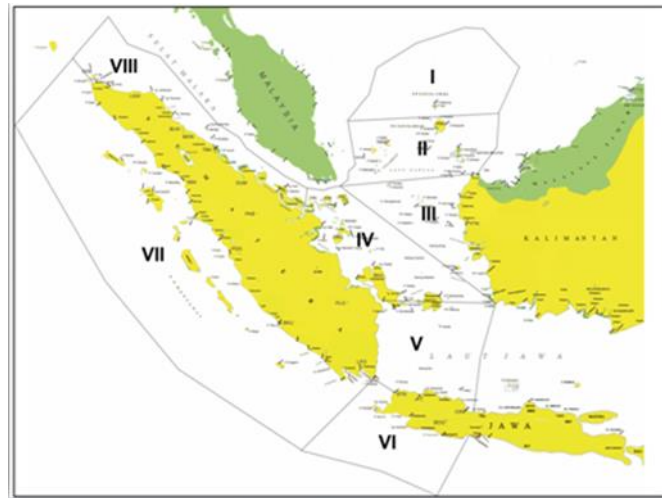
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjadwalkan penugasan KRI agar JOP/JOG yang telah dibuat dapat menjadi acuan dalam rangka kesiapan operasional KRI dan dapat selalu siap serta operasional yang dilakukan dapat terlaksana dengan baik khususnya penegakan hukum. di laut dalam rangka operasi keamanan maritim.

Beberapa studi penjadwalan telah dilakukan dengan menggunakan perhitungan matematis eksak dan algoritma genetika metaheuristik. Sehingga peneliti merasa sangat perlu adanya perencanaan dalam membuat model penjadwalan untuk mengoptimalkan keberadaan KRI di laut dalam rangka operasi keamanan laut dengan menggunakan Binary Integer

Programming.

Untuk mendukung penelitian ini, peneliti memiliki beberapa literatur, dengan menggunakan program linier bilangan bulat biner dengan level multi kriteria dan multi batasan (Yong Shi, 1997), Kajian rumusan integer programming untuk masalah penjadwalan (Pan, 1997), Pemrograman Integer untuk Memaksimalkan Kesepakatan Antar Partisi (Michael J. Brusco, 2008), Formulasi pemrograman bilangan bulat biner dan heuristik untuk cakupan yang berbeda dalam jaringan sensor heterogen (İ. Kuban Altinel, 2008), NVR-BIP: Penggantian Vektor Nuklir menggunakan Pemrograman Integer Biner untuk Penugasan Berbasis Struktur NMR (Mehmet Serkan Apaydin, 2011), Disretisasi intensitas beamlet optimal di IMRT: Pendekatan pemrograman bilangan bulat biner (H. Rocha, 2012), Menggunakan AHP dan pemrograman bilangan bulat biner untuk mengoptimalkan distribusi awal infrastruktur hidrogen di Andalusia (J.J. Brey, 2012), Pendekatan Baru untuk Penempatan PMU Optimal menggunakan Teknik Pemrograman Integer Biner (Bhonsle, 2013), Model Pemrograman Integer Biner untuk Optimasi Global Penemuan Jalur Pembelajaran (Nabil Belacel, 2014), Model Pemrograman Integer Biner untuk masalah penjadwalan ujian dengan beberapa departemen (Emre ASLAN, 2017), Model pemrograman bilangan bulat biner untuk penjadwalan beban peralatan rumah tangga yang optimal dengan preferensi konsumen (Zakaria Yahia, 2018), Optimalisasi keputusan penggunaan lahan menggunakan pemrograman bilangan bulat biner: Kasus Hillsborough County Florida, AS (Ersin Türk, 2019), Survei varian algoritma Artificial Bee Colony untuk permasalahan pemrograman biner, integer, dan integer campuran (Bahriye Akay, 2021), Metode Pemrograman Integer untuk Menyelesaikan permainan larangan biner (Ningji Wei, 2022), Model pemrograman bilangan bulat biner (BIP) untuk deteksi titik balik keuangan yang optimal (Fatemeh Yazdani, 2023), Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi keilmuan penelitian operasi militer khususnya penjadwalan dalam konsep pengembangan kekuatan dan kemampuan. Makalah ini disusun sebagai berikut. Bagian 2 menjelaskan konsep dasar penjadwalan penugasan kapal perang Indonesia. Bagian 3 menyajikan hasil makalah ini. Bagian 4 menjelaskan pembuatan jadwal KRI. Bagian 5 menyajikan kesimpulan makalah ini.

B. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Peta Wilayah Armada I
(Sumber: Staf Operasi Koarmada I, 2024)

Sebagai negara kepulauan, Indonesia harus mampu memberikan jaminan keamanan dan keselamatan di wilayah perairannya. Koarmada I telah melaksanakan operasi keamanan laut di ALKI I secara rutin setiap tahunnya, namun kondisi keamanan di wilayah ALKI I masih tetap terjaga. (Jani Sujani, 2024), Negara harus selalu hadir di ZEE juga memberikan rasa aman bagi nelayan lokal dari kejahatan kapal asing yang menyusup dengan tonase lebih besar. Di Laut Cina Selatan selalu terdapat potensi ketegangan tingkat tinggi di ZEE maritim Natuna Utara, karena potensi sumber daya alamnya, terutama kandungan migasnya yang besar, selama ini masih ada pihak yang mengabaikannya dengan UNCLOS 1982 (Sunaryo, 2019). Dalam penugasan ini, Kapal TNI Angkatan Laut (KRI) bertugas mengamankan wilayah maritim yang luasnya 5,8 juta kilometer persegi atau sekitar 80% total wilayah Indonesia. (Hozairi, Artana, Masroeri, & Irawan, 2012). Kapal perang adalah kapal yang digunakan oleh militer atau angkatan bersenjata. Biasanya, kapal tersebut dikategorikan ke dalam kapal induk, kapal kombatan, kapal patroli, kapal angkut, kapal selam, dan kapal pendukung seperti kapal tanker dan kapal tender yang digunakan oleh angkatan laut (Priowirjanto, 2003).

Program Integer

Program linier adalah model matematika yang digunakan untuk mengatasi masalah optimasi, khususnya bertujuan untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan yang mengandalkan beberapa variabel masukan (Bambang & Putri, 2007). Program Integer adalah suatu metode untuk menyelesaikan masalah program linier yang memerlukan batasan

tambahan, yang mengharuskan beberapa atau seluruh variabel keputusan berupa bilangan bulat. (Aminudin, 2005). Semua permasalahan Program *Integer* mempunyai empat karakteristik umum, yaitu sebagai berikut (Susanta, 1994):

1) Fungsi Tujuan

Masalah Program Integer umumnya berupaya memaksimalkan atau meminimalkan tujuan, biasanya dalam bentuk keuntungan atau biaya, untuk mencapai hasil yang optimal.

2) Terdapat kendala yang membatasi sejauh mana target dapat dicapai. Akibatnya, memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan bergantung pada sumber daya yang terbatas ini.

3) Dari rumusan di atas jelas bahwa tujuan (1.1) adalah meminimalkan penggunaan jumlah kapal atau penempatan fasilitas. Batasan (1.2) menunjukkan bahwa setiap titik rentan dapat diakses oleh setidaknya satu kapal. Batasan (1.3) menetapkan bahwa variabel keputusan adalah bilangan biner. Batasan (1.4) memastikan bahwa jumlah setiap jenis kapal tidak melebihi jumlah yang tersedia. Batasan (1.5) memastikan tidak ada titik rawan yang ditempati oleh lebih dari satu kapal.

4) Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan variabel yang secara komprehensif mewakili keputusan yang akan diambil dan dilambangkan dengan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$.

5) Tujuan dan batasan dalam masalah

Program bilangan bulat harus dinyatakan dalam kaitannya dengan pertidaksamaan atau persamaan linier.

Dari ilustrasi di atas dapat disimpulkan bahwa pengertian Pemrograman Integer Biner merupakan permasalahan optimasi dengan melakukan hal-hal sebagai berikut :

- a) Memaksimalkan dan/atau meminimalkan fungsi linier variabel keputusan disebut fungsi tujuan Z .
- a) Harga/kuantitas variabel keputusan () harus memenuhi himpunan pembatas, setiap batasnya harus berupa persamaan linier atau pertidaksamaan linier.
- b) Tanda batas yang berhubungan dengan masing-masing variabel. Untuk setiap variabel harus bernilai non negatif (≥ 0) atau tidak terbatas.

Tabel 1 Tabel Penugasan KRI

KRI	SEKTOR OPERASI							
	KOARMADA I							
	j- 1	.	.	.	.	.	.	j- n
i-1	X 1,1	X 1,2	X 1,3	X 1,4	X 1,5	X 1,6	X 1,7	X 1,n
.	X 2,1	X 2,2	X 2,3	X 2,4	X 2,5	X 2,6	X 2,7	X 2,n
.	X 3,1	X 3,2	X 3,3	X 3,4	X 3,5	X 3,6	X 3,7	X 3,n
i-n	X n,1	X n,2	X n,3	X n,4	X n,5	X n,6	X n,7	X n,n

Memaksimalkan wilayah cakupan KRI di sektor operasi Koarmada I

X_{ij} = Kapal ke-i (1-59) yang akan ditugaskan ke sektor- j (1-8)

X_{ij} = 0, kapal i tidak ditugaskan ke- j

X_{ij} = 1, kapal i ditugaskan ke j

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 2. Operation Sector

KRI	OPERATION SECTOR							
	KOARMADA I							
	S-I	S-II	S-III	S-IV	S-V	S-VI	S-VII	S-VIII
1	X 1,1	X 1,2	X 1,3	X 1,4	X 1,5	X 1,6	X 1,7	X 1,8
2	X 2,1	X 2,2	X 2,3	X 2,4	X 2,5	X 2,6	X 2,7	X 2,8
3	X 3,1	X 3,2	X 3,3	X 3,4	X 3,5	X 3,6	X 3,7	X 3,8
4	X 4,1	X 4,2	X 4,3	X 4,4	X 4,5	X 4,6	X 4,7	X 4,8
5	X 5,1	X 5,2	X 5,3	X 5,4	X 5,5	X 5,6	X 5,7	X 5,8
6	X 6,1	X 6,2	X 6,3	X 6,4	X 6,5	X 6,6	X 6,7	X 6,8
7	X 7,1	X 7,2	X 7,3	X 7,4	X 7,5	X 7,6	X 7,7	X 7,8
8	X 8,1	X 8,2	X 8,3	X 8,4	X 8,5	X 8,6	X 8,7	X 8,8
9	X 9,1	X 9,2	X 9,3	X 9,4	X 9,5	X 9,6	X 9,7	X 9,8
10	X10,1	X10,2	X10,3	X10,4	X10,5	X10,6	X10,7	X10,8
11	X11,1	X11,2	X11,3	X11,4	X11,5	X11,6	X11,7	X11,8
12	X12,1	X12,2	X12,3	X12,4	X12,5	X12,6	X12,7	X12,8
13	X13,1	X13,2	X13,3	X13,4	X13,5	X13,6	X13,7	X13,8
14	X14,1	X14,2	X14,3	X14,4	X14,5	X14,6	X14,7	X14,8
15	X15,1	X15,2	X15,3	X15,4	X15,5	X15,6	X15,7	X15,8
16	X16,1	X16,2	X16,3	X16,4	X16,5	X16,6	X16,7	X16,8
17	X17,1	X17,2	X17,3	X17,4	X17,5	X17,6	X17,7	X17,8
18	X18,1	X18,2	X18,3	X18,4	X18,5	X18,6	X18,7	X18,8
19	X19,1	X19,2	X19,3	X19,4	X19,5	X19,6	X19,7	X19,8
20	X20,1	X20,2	X20,3	X20,4	X20,5	X20,6	X20,7	X20,8
21	X21,1	X21,2	X21,3	X21,4	X21,5	X21,6	X21,7	X21,8
22	X22,1	X22,2	X22,3	X22,4	X22,5	X22,6	X22,7	X22,8
23	X23,1	X23,2	X23,3	X23,4	X23,5	X23,6	X23,7	X23,8
24	X24,1	X24,2	X24,3	X24,4	X24,5	X24,6	X24,7	X24,8
25	X25,1	X25,2	X25,3	X25,4	X25,5	X25,6	X25,7	X25,8
26	X26,1	X26,2	X26,3	X26,4	X26,5	X26,6	X26,7	X26,8
27	X27,1	X27,2	X27,3	X27,4	X27,5	X27,6	X27,7	X27,8
28	X28,1	X28,2	X28,3	X28,4	X28,5	X28,6	X28,7	X28,8
29	X29,1	X29,2	X29,3	X29,4	X29,5	X29,6	X29,7	X29,8
30	X30,1	X30,2	X30,3	X30,4	X30,5	X30,6	X30,7	X30,8
31	X31,1	X31,2	X31,3	X31,4	X31,5	X31,6	X31,7	X31,8
32	X32,1	X32,2	X32,3	X32,4	X32,5	X32,6	X32,7	X32,8
33	X33,1	X33,2	X33,3	X33,4	X33,5	X33,6	X33,7	X33,8
34	X34,1	X34,2	X34,3	X34,4	X34,5	X34,6	X34,7	X34,8
35	X35,1	X35,2	X35,3	X35,4	X35,5	X35,6	X35,7	X35,8
36	X36,1	X36,2	X36,3	X36,4	X36,5	X36,6	X36,7	X36,8
37	X37,1	X37,2	X37,3	X37,4	X37,5	X37,6	X37,7	X37,8
38	X38,1	X38,2	X38,3	X38,4	X38,5	X38,6	X38,7	X38,8
39	X39,1	X39,2	X39,3	X39,4	X39,5	X39,6	X39,7	X39,8
40	X40,1	X40,2	X40,3	X40,4	X40,5	X40,6	X40,7	X40,8
41	X41,1	X41,2	X41,3	X41,4	X41,5	X41,6	X41,7	X41,8
42	X42,1	X42,2	X42,3	X42,4	X42,5	X42,6	X42,7	X42,8
43	X43,1	X43,2	X43,3	X43,4	X43,5	X43,6	X43,7	X43,8
44	X44,1	X44,2	X44,3	X44,4	X44,5	X44,6	X44,7	X44,8
45	X45,1	X45,2	X45,3	X45,4	X45,5	X45,6	X45,7	X45,8
46	X46,1	X46,2	X46,3	X46,4	X46,5	X46,6	X46,7	X46,8
47	X47,1	X47,2	X47,3	X47,4	X47,5	X47,6	X47,7	X47,8
48	X48,1	X48,2	X48,3	X48,4	X48,5	X48,6	X48,7	X48,8
49	X49,1	X49,2	X49,3	X49,4	X49,5	X49,6	X49,7	X49,8
50	X50,1	X50,2	X50,3	X50,4	X50,5	X50,6	X50,7	X50,8
51	X51,1	X51,2	X51,3	X51,4	X51,5	X51,6	X51,7	X51,8
52	X52,1	X52,2	X52,3	X52,4	X52,5	X52,6	X52,7	X52,8
53	X53,1	X53,2	X53,3	X53,4	X53,5	X53,6	X53,7	X53,8
54	X54,1	X54,2	X54,3	X54,4	X54,5	X54,6	X54,7	X54,8
55	X55,1	X55,2	X55,3	X55,4	X55,5	X55,6	X55,7	X55,8
56	X56,1	X56,2	X56,3	X56,4	X56,5	X56,6	X56,7	X56,8
57	X57,1	X57,2	X57,3	X57,4	X57,5	X57,6	X57,7	X57,8
58	X58,1	X58,2	X58,3	X58,4	X58,5	X58,6	X58,7	X58,8
59	X59,1	X59,2	X59,3	X59,4	X59,5	X59,6	X59,7	X59,8

VARIABEL KEPUTUSAN

Dari total 59 KRI yang menjalankan tugas di bidang keamanan maritim, dari sektor operasi yang berada di Koarmada I terdapat beberapa kapal yang melakukan perawatan dan juga melakukan *docking*. Maka berdasarkan tabel tersebut, tugas KRI adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Matriks Sektor Operasi dari KRI

KRI	OERATION SECTOR							
	S-I	S-II	S-III	S-IV	S-V	S-VI	S-VII	S-VIII
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	1	0
12	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	1	0
20	0	0	0	0	1	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	1	0
23	0	0	0	0	0	0	1	0
24	0	0	0	0	0	1	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1	0	0
27	0	0	0	0	0	0	1	0
28	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1
31	0	0	0	0	0	0	1	0
32	0	0	0	1	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	1	0	0	0	0
35	1	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	1	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	1
39	0	0	1	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	1	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0
42	1	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	0	0	0	0	0	0
44	0	1	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	1	0	0	0	0
47	0	0	0	0	1	0	0	0
48	0	0	0	0	0	1	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	1	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	1
52	0	0	0	1	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	1	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	1
56	0	0	0	0	0	0	1	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	1
59	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabel di atas menjelaskan variabel keputusan matriks biner di mana 1 merupakan KRI ditugaskan sedangkan 0 tidak ditugaskan. Kemudian berdasarkan data kebutuhan operasional kapal maka akan diperoleh langkah selanjutnya.

Tabel 4. Data Penghitungan Coverage Area

No	NAMA / JENIS KRI	KODE	NO LAMBUNG	KECEPATAN V (KNOT)	ENDURANCE T (JAM)	RADAR/SONAR L (Nm)
1	BUNG TOMO	TOM	357	20	120	24
2	JOHN LIE	JOL	358	20	120	24
3	USMAN HARUN	USH	359	20	120	24
4	BUNG KARNO	BKN	369	18	120	24
5	PATTIMURA	PTM	371	18	120	24
6	CUT NYAK DIEN	CND	375	18	120	24
7	SULTAN THAHA SYAIFUD	STS	376	18	120	24
8	SUTANTO	STO	377	18	120	24
9	SUTEDI SENAPUTRA	SSA	378	18	120	24
10	WIRATNO	WIR	379	18	120	24
11	TJIPTADI	TPD	381	18	120	24
12	IMAM BONJOL	IBL	383	18	120	24
13	TEUKU UMAR	TUM	385	18	120	24
14	SILAS PAPARE	SRE	386	18	120	24
15	TELUK KENDARI	TKD	518	14	120	24
16	TELUK GILIMANUK	TGK	531	14	120	24
17	TELUK CELUKAN BAWAN	TCB	532	12	120	24
18	TELUK SIBOLGA	TSG	536	10	120	24
19	TELUK CIREBON	TCN	543	14	120	24
20	TELUK SABANG	TSB	544	12	120	24
21	SEMARANG	SMR	594	15	240	24
22	KERAMBIT	KRB	627	20	120	24
23	HALASAN	HLS	630	20	120	24
24	TODAK	TDK	631	18	120	24
25	LEMADANG	LDG	632	18	120	24
26	CLURIT	CLT	641	18	72	24
27	KUJANG	KJG	642	16	72	24
28	BELADAU	BLD	643	16	72	24
29	ALAMANG	ALG	644	16	72	24
30	SURIK	SUR	645	16	72	24
31	SIWAR	SWR	646	16	72	24
32	PARANG	PAR	647	16	72	24
33	GOLOK	GLK	688	16	72	24
34	PULAU RUSA	PRA	726	10	72	24
35	PULAU RANGSANG	PRG	727	10	72	24
36	SILIMAN	SLM	848	12	72	24
37	SIGALU	SGU	857	12	72	24
38	TORANI	TRN	860	12	72	24
39	SIADA	SDA	862	12	72	24
40	TUNA	TNA	876	12	72	24
41	KELABANG	KLB	826	12	72	24
42	KALA HITAM	KLH	828	12	72	24
43	CAKALANG	CKL	852	12	72	24
44	KURAU	KRU	856	16	72	24
45	BARAKUDA	BKD	814	18	120	24
46	SIKUDA	SKD	863	12	72	24
47	TENGGIRI	TGR	865	12	72	24
48	CUCUT	CCT	866	12	72	24
49	KRAIT	KRT	827	18	72	24
50	SILEA	SLA	858	12	72	24
51	LEPU	LPU	861	16	72	24
52	SIGUROT	SGR	864	12	72	24
53	BUBARA	BBR	868	17	72	24
54	SEMBILANG	SBL	850	16	72	24
55	SIRIBUA	SRB	859	12	72	24
56	KAROTANG	KTG	872	16	72	24
57	BONTANG	BON	907	16	72	24
58	LEUSER	LSR	924	10	240	24
59	dr. RADJIMAN WEDYODININGRAT	RJW	992	15	240	24

Fungsi Tujuan

Tabel 7. Total Fungsi Tujuan untuk Operasi

		Coverage Area capaian (nM2)	Index biaya Rp./ Nm2	Biaya Ops capaian	Syarat	Total Biaya TW I Ops. (Rp.)
KRI 1	Z =	-	56.170			35.216.652.000
KRI 2	Z =	626.963	56.170	35.216.652.000	<=	35.216.652.000
KRI 3	Z =	626.963	56.170	35.216.652.000	<=	35.216.652.000
KRI 4	Z =	564.755	29.243	16.514.880.000	<=	16.514.880.000
KRI 5	Z =	-	24.120			13.621.920.000
KRI 6	Z =	564.755	44.039	24.871.200.000	<=	24.871.200.000
KRI 7	Z =	564.755	32.390	18.292.452.000	<=	18.292.452.000
KRI 8	Z =	564.755	25.513	14.408.772.000	<=	14.408.772.000
KRI 9	Z =	-	25.513			14.408.772.000
KRI 10	Z =	564.755	28.833	16.283.652.000	<=	16.283.652.000
KRI 11	Z =	564.755	25.503	14.403.216.000	<=	14.403.216.000
KRI 12	Z =	564.755	30.246	17.081.616.000	<=	17.081.616.000
KRI 13	Z =	-	36.886			20.831.376.000
KRI 14	Z =	564.755	25.266	14.269.296.000	<=	14.269.296.000
KRI 15	Z =	440.339	70.508	31.047.298.667	<=	31.047.298.667
KRI 16	Z =	440.339	100.287	44.160.442.667	<=	44.160.442.667
KRI 17	Z =	-	44.112			16.680.058.667
KRI 18	Z =	315.923	70.298	22.208.866.667	<=	22.208.866.667
KRI 19	Z =	440.339	58.924	25.946.626.667	<=	25.946.626.667
KRI 20	Z =	378.131	110.291	41.704.546.667	<=	41.704.546.667
KRI 21	Z =	-	85.612			40.152.226.667
KRI 22	Z =	626.963	29.022	18.195.718.667	<=	18.195.718.667
KRI 23	Z =	626.963	29.049	18.212.386.667	<=	18.212.386.667
KRI 24	Z =	564.755	50.123	28.307.146.667	<=	28.307.146.667
KRI 25	Z =	-	50.176			28.337.146.667
KRI 26	Z =	568.011	30.936	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 27	Z =	505.803	34.741	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 28	Z =	505.803	34.741	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 29	Z =	-	34.686			17.544.198.667
KRI 30	Z =	564.755	45.943	25.946.626.667	<=	25.946.626.667
KRI 31	Z =	564.755	73.845	41.704.546.667	<=	41.704.546.667
KRI 32	Z =	564.755	30.246	17.081.616.000	<=	17.081.616.000
KRI 33	Z =	-	36.886			20.831.376.000
KRI 34	Z =	564.755	25.266	14.269.296.000	<=	14.269.296.000
KRI 35	Z =	440.339	70.508	31.047.298.667	<=	31.047.298.667
KRI 36	Z =	440.339	100.287	44.160.442.667	<=	44.160.442.667
KRI 37	Z =	-	44.112			16.680.058.667
KRI 38	Z =	315.923	70.298	22.208.866.667	<=	22.208.866.667
KRI 39	Z =	440.339	58.924	25.946.626.667	<=	25.946.626.667
KRI 40	Z =	378.131	110.291	41.704.546.667	<=	41.704.546.667
KRI 41	Z =	-	85.612			40.152.226.667
KRI 42	Z =	626.963	29.022	18.195.718.667	<=	18.195.718.667
KRI 43	Z =	626.963	29.049	18.212.386.667	<=	18.212.386.667
KRI 44	Z =	564.755	50.123	28.307.146.667	<=	28.307.146.667
KRI 45	Z =	-	50.176			28.337.146.667
KRI 46	Z =	568.011	30.936	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 47	Z =	505.803	34.741	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 48	Z =	505.803	34.741	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 49	Z =	-	34.686			17.544.198.667
KRI 50	Z =	505.803	34.686	17.544.198.667	<=	17.544.198.667
KRI 51	Z =	505.803	34.741	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 52	Z =	505.803	34.741	17.571.978.667	<=	17.571.978.667
KRI 53	Z =	-	34.553			17.476.938.667
KRI 54	Z =	319.179	45.441	14.503.698.667	<=	14.503.698.667
KRI 55	Z =	319.179	45.425	14.498.632.000	<=	14.498.632.000
KRI 56	Z =	381.387	31.247	11.917.368.000	<=	11.917.368.000
KRI 57	Z =	-	19.324			7.369.920.000
KRI 58	Z =	381.387	50.701	19.336.536.000	<=	19.336.536.000
KRI 59	Z =	381.387	17.778	6.780.420.000	<=	6.780.420.000
				Jml Biaya Ops KRI		Alokasi Anggaran
				990.283.222.667	<=	1.325.467.438.667

Berdasarkan pemodelan variable Keputusan dengan menggunakan solver, selanjutnya ditentukan fungsi tujuan permasalahan, sehingga didapatkan cakupan wilayah.

OBJECTIVE FUNCTION	Z max =	22.157.660	Nm²
---------------------------	----------------	-------------------	-----------------------

Sehingga total capaian wilayah dari KRI yang melaksanakan operasinya adalah semaksimal mungkin yaitu sebesar 22.157.660 NM².

Batasan

Biaya penugasan tidak melebihi alokasi anggaran.

Tabel 8. Data Logistik Cair KRI

No	KAPAL / KRI	Endurc E (hari)	Kebth BBM (Ltr/hr)	BBM/E (Ltr)	Biaya BBM/E (Rp)	Kebth AT/E (Ltr)	Biaya AT/E (Rp)	Kbth ML/E (Ltr)	Biaya ML/E (Rp)	Tot.Biaya / E (Rp)	Tot. Biaya Setahun Ops
1	BUNG TOMO	5	30.257	151.285	2.813.901.000	90	9.000.000	150	6.945.000	2.829.846.000	101.874.456.000
2	JOHN LIE	5	30.257	151.285	2.813.901.000	90	9.000.000	150	6.945.000	2.829.846.000	101.874.456.000
3	USMAN HARUN	5	30.257	151.285	2.813.901.000	90	9.000.000	150	6.945.000	2.829.846.000	101.874.456.000
4	BUNG KARNO	5	14.000	70.000	1.302.000.000	40	4.000.000	150	6.945.000	1.312.945.000	47.266.020.000
5	PATTIMURA	5	11.280	56.400	1.049.040.000	40	4.000.000	150	6.945.000	1.059.985.000	38.159.460.000
6	CUT NYAK DIEN	5	21.360	106.800	1.986.480.000	40	4.000.000	150	6.945.000	1.997.425.000	71.907.300.000
7	SULTAN THAHA SYAIF	5	15.480	77.400	1.439.640.000	40	4.000.000	120	5.556.000	1.449.196.000	52.171.056.000
8	SUTANTO	5	12.000	60.000	1.116.000.000	40	4.000.000	120	5.556.000	1.125.556.000	40.520.016.000
9	SUTEDI SENAPUTRA	5	12.000	60.000	1.116.000.000	40	4.000.000	120	5.556.000	1.125.556.000	40.520.016.000
10	WIRATNO	5	13.680	68.400	1.272.240.000	40	4.000.000	120	5.556.000	1.281.796.000	46.144.656.000
11	TJIPADI	5	12.000	60.000	1.116.000.000	40	4.000.000	110	5.093.000	1.125.093.000	40.503.348.000
12	IMAM BONJOL	5	14.400	72.000	1.339.200.000	40	4.000.000	110	5.093.000	1.348.293.000	48.538.548.000
13	TEUKU UMAR	5	17.760	88.800	1.651.680.000	40	4.000.000	110	5.093.000	1.660.773.000	59.787.828.000
14	SILAS PAPARE	5	11.880	59.400	1.104.840.000	40	4.000.000	110	5.093.000	1.113.933.000	40.101.588.000
15	TELUK KENDARI	5	26.496	132.480	2.464.128.000	25	2.500.000	110	5.093.000	2.471.721.000	88.981.956.000
16	TELUK GILIMANUK	5	38.640	193.200	3.593.520.000	25	2.500.000	110	5.093.000	3.601.113.000	129.640.068.000
17	TELUK CELUKAN BAWA	5	14.016	70.080	1.303.488.000	25	2.500.000	110	5.093.000	1.311.081.000	47.198.916.000
18	TELUK SIBOLGA	5	19.000	95.000	1.767.000.000	25	2.500.000	50	2.315.000	1.771.815.000	63.785.340.000
19	TELUK CIREBON	5	22.360	111.800	2.079.480.000	15	1.500.000	50	2.315.000	2.083.295.000	74.998.620.000
20	TELUK SABANG	5	36.480	182.400	3.392.640.000	15	1.500.000	50	2.315.000	3.396.455.000	122.272.380.000
21	SEMARANG	10	34.255	342.550	6.371.430.000	80	8.000.000	50	2.315.000	6.381.745.000	114.871.410.000
22	KERAMBIT	5	15.600	78.000	1.450.800.000	15	1.500.000	20	926.000	1.453.226.000	52.316.136.000
23	HALASAN	5	15.600	78.000	1.450.800.000	15	1.500.000	50	2.315.000	1.454.615.000	52.366.140.000
24	TODAK	5	24.720	123.600	2.298.960.000	15	1.500.000	50	2.315.000	2.302.775.000	82.899.900.000
25	LEMADANG	5	24.720	123.600	2.298.960.000	40	4.000.000	50	2.315.000	2.305.275.000	82.989.900.000
26	CLURIT	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	50	2.315.000	852.028.600	51.121.716.000
27	KUJANG	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	50	2.315.000	852.028.600	51.121.716.000
28	BELADAU	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	50	2.315.000	852.028.600	51.121.716.000
29	ALAMANG	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	20	926.000	850.639.600	51.038.376.000
30	SURIK	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	20	926.000	850.639.600	51.038.376.000
31	SIWAR	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	50	2.315.000	852.028.600	51.121.716.000
32	PARANG	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	50	2.315.000	852.028.600	51.121.716.000
33	GOLOK	3	15.192	45.576	847.713.600	20	2.000.000	50	2.315.000	852.028.600	51.121.716.000
34	PULAU RUSA	3	12.432	37.296	693.705.600	20	2.000.000	50	2.315.000	698.020.600	41.881.236.000
35	PULAU RANGSANG	3	12.432	37.296	693.705.600	20	2.000.000	50	2.315.000	698.020.600	41.881.236.000
36	SILIMAN	3	10.128	30.384	565.142.400	15	1.500.000	50	2.315.000	568.957.400	34.137.444.000
37	SIGALU	3	6.000	18.000	334.800.000	15	1.500.000	50	2.315.000	338.615.000	20.316.900.000
38	TORANI	3	16.776	50.328	936.100.800	15	1.500.000	50	2.315.000	939.915.800	56.394.948.000
39	SIADA	3	5.525	16.575	308.295.000	15	1.500.000	50	2.315.000	312.110.000	18.726.600.000
40	TUNA	3	6.000	18.000	334.800.000	15	1.500.000	20	926.000	337.226.000	20.233.560.000
41	KELABANG	3	7.536	22.608	420.508.800	15	1.500.000	20	926.000	422.934.800	25.376.088.000
42	KALA HITAM	3	10.100	30.300	563.580.000	15	1.500.000	150	6.945.000	572.025.000	34.321.500.000
43	CAKALANG	3	17.640	52.920	984.312.000	15	1.500.000	150	6.945.000	992.757.000	59.565.420.000
44	KURAU	3	16.776	50.328	936.100.800	15	1.500.000	200	9.260.000	946.860.800	56.811.648.000
45	BARAKUDA	3	24.720	74.160	1.379.376.000	40	4.000.000	50	2.315.000	1.385.691.000	83.141.460.000
46	SIKUDA	3	10.114	30.342	564.361.200	15	1.500.000	50	2.315.000	568.176.200	34.090.572.000
47	TENGIRI	3	8.760	26.280	488.808.000	15	1.500.000	50	2.315.000	492.623.000	29.557.380.000
48	CUCUT	3	7.080	21.240	395.064.000	15	1.500.000	20	926.000	397.490.000	23.849.400.000
49	KRAIT	3	9.120	27.360	508.896.000	15	1.500.000	20	926.000	511.322.000	30.679.320.000
50	SILEA	3	6.000	18.000	334.800.000	15	1.500.000	150	6.945.000	343.245.000	20.594.700.000
51	LEPU	3	16.776	50.328	936.100.800	20	2.000.000	150	6.945.000	945.045.800	56.702.748.000
52	SIGUROT	3	6.000	18.000	334.800.000	15	1.500.000	200	9.260.000	345.560.000	20.733.600.000
53	BUBARA	5	18.057	90.285	1.679.301.000	20	2.000.000	150	6.945.000	1.688.246.000	60.776.856.000
54	SEMBILANG	3	17.640	52.920	984.312.000	20	2.000.000	150	6.945.000	993.257.000	59.595.420.000
55	SIRIBUA	3	5.597	16.791	312.312.600	15	1.500.000	150	6.945.000	320.757.600	19.245.456.000
56	KAROTANG	3	8.600	25.800	479.880.000	15	1.500.000	150	6.945.000	488.325.000	29.299.500.000
57	BONTANG	3	36.000	108.000	2.008.800.000	8	800.000	50	2.315.000	2.011.915.000	120.714.900.000
58	LEUSER	3	25.500	76.650	1.425.690.000	8	800.000	50	2.315.000	1.428.805.000	85.728.300.000
59	dr. RADJIMAN WEDYOD	3	34.255	102.765	1.911.429.000	80	8.000.000	150	6.945.000	1.926.374.000	115.582.440.000

Berdasarkan tabel di atas diketahui kemampuan ketahanan kapal dan total kebutuhan serta biaya logistik cair dalam melaksanakan operasi keamanan laut selama satu tahun.

Tabel 9. Total Kebutuhan Biaya Personel KRI

No	KAPAL KRI	Endurc E (hari)	Jml Personel	TNL (Rp)	TL (Rp)	UMO (Rp)	TP (Rp)	Harkap Ops (Rp)	Tot.Biaya Setahun Ops.
1	BUNG TOMO	5	104	149.760.000	1.872.000.000	1.684.800.000	540.000	68.400.000	3.775.500.000
2	JOHN LIE	5	104	149.760.000	1.872.000.000	1.684.800.000	540.000	68.400.000	3.775.500.000
3	USMAN HARUN	5	104	149.760.000	1.872.000.000	1.684.800.000	540.000	68.400.000	3.775.500.000
4	BUNG KARNO	5	62	89.280.000	1.116.000.000	1.004.400.000	540.000	68.400.000	2.278.620.000
5	PATTIMURA	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
6	CUT NYAK DIEN	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
7	SULTAN THAHA SYAIFU	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
8	SUTANTO	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
9	SUTEDI SENAPUTRA	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
10	WIRATNO	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
11	TJIPTADI	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
12	IMAM BONJOL	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
13	TEUKU UMAR	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
14	SILAS PAPARE	5	74	106.560.000	1.332.000.000	1.198.800.000	540.000	68.400.000	2.706.300.000
15	TELUK KENDARI	5	115	165.600.000	2.070.000.000	1.863.000.000	540.000	60.800.000	4.159.940.000
16	TELUK GILIMANUK	5	78	112.320.000	1.404.000.000	1.263.600.000	540.000	60.800.000	2.841.260.000
17	TELUK CELUKAN BAWA	5	78	112.320.000	1.404.000.000	1.263.600.000	540.000	60.800.000	2.841.260.000
18	TELUK SIBOLGA	5	78	112.320.000	1.404.000.000	1.263.600.000	540.000	60.800.000	2.841.260.000
19	TELUK CIREBON	5	78	112.320.000	1.404.000.000	1.263.600.000	540.000	60.800.000	2.841.260.000
20	TELUK SABANG	5	78	112.320.000	1.404.000.000	1.263.600.000	540.000	60.800.000	2.841.260.000
21	SEMARANG	10	155	223.200.000	2.790.000.000	2.511.000.000	270.000	60.800.000	5.585.270.000
22	KERAMBIT	5	62	89.280.000	1.116.000.000	1.004.400.000	540.000	60.800.000	2.271.020.000
23	HALASAN	5	62	89.280.000	1.116.000.000	1.004.400.000	540.000	60.800.000	2.271.020.000
24	TODAK	5	55	79.200.000	990.000.000	891.000.000	540.000	60.800.000	2.021.540.000
25	LEMADANG	5	55	79.200.000	990.000.000	891.000.000	540.000	60.800.000	2.021.540.000
26	CLURIT	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
27	KUJANG	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
28	BELADAU	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
29	ALAMANG	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
30	SURIK	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
31	SIWAR	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
32	PARANG	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	60.800.000	1.594.220.000
33	GOLOK	3	35	50.400.000	630.000.000	567.000.000	900.000	60.800.000	1.309.100.000
34	PULAU RUSA	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	60.800.000	1.629.860.000
35	PULAU RANGSANG	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	60.800.000	1.629.860.000
36	SILIMAN	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
37	SIGALU	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
38	TORANI	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
39	SIADA	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
40	TUNA	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
41	KELABANG	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
42	KALA HITAM	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
43	CAKALANG	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
44	KURAU	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
45	BARAKUDA	3	49	70.560.000	882.000.000	793.800.000	900.000	45.600.000	1.792.860.000
46	SIKUDA	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
47	TENGGIRI	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
48	CUCUT	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
49	KRAIT	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
50	SILEA	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
51	LEPU	3	36	51.840.000	648.000.000	583.200.000	900.000	45.600.000	1.329.540.000
52	SIGUROT	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
53	BUBARA	5	36	51.840.000	648.000.000	583.200.000	540.000	45.600.000	1.329.180.000
54	SEMBILANG	3	43	61.920.000	774.000.000	696.600.000	900.000	45.600.000	1.579.020.000
55	SIRIBUA	3	44	63.360.000	792.000.000	712.800.000	900.000	45.600.000	1.614.660.000
56	KAROTANG	3	36	51.840.000	648.000.000	583.200.000	900.000	45.600.000	1.329.540.000
57	BONTANG	3	94	135.360.000	1.692.000.000	1.522.800.000	900.000	60.800.000	3.411.860.000
58	LEUSER	3	67	96.480.000	1.206.000.000	1.085.400.000	900.000	60.800.000	2.449.580.000
59	dr. RADJIMAN WEDYOD	3	105	151.200.000	1.890.000.000	1.701.000.000	900.000	60.800.000	3.803.900.000

Berdasarkan tabel di atas diperoleh total logistik personel sehingga berdasarkan kedua tabel perhitungan selama satu tahun tersebut dapat dihitung total kebutuhan untuk melaksanakan operasi keamanan laut. Sehingga total biaya selama satu tahun hasil perhitungan

merupakan tabel total biaya logistik kapal-kapal yang beroperasi untuk keamanan laut Koarmada I

Tabel 10. Total Kebutuhan Logistik KRI

No	NAMA KAPAL TNI AL (Wii Armada I)	NO LAMBUNG	LOG. CA Rp	LOG.PERS Rp	Total Biaya Setahun Ops.
1	BUNG TOMO	357	101.874.456.000	3.775.500.000	105.649.956.000
2	JOHN LIE	358	101.874.456.000	3.775.500.000	105.649.956.000
3	USMAN HARUN	359	101.874.456.000	3.775.500.000	105.649.956.000
4	BUNG KARNO	369	47.266.020.000	2.278.620.000	49.544.640.000
5	PATTIMURA	371	38.159.460.000	2.706.300.000	40.865.760.000
6	CUT NYAK DIEN	375	71.907.300.000	2.706.300.000	74.613.600.000
7	SULTAN THAHA SYAIFUDIN	376	52.171.056.000	2.706.300.000	54.877.356.000
8	SUTANTO	377	40.520.016.000	2.706.300.000	43.226.316.000
9	SUTEDI SENAPUTRA	378	40.520.016.000	2.706.300.000	43.226.316.000
10	WIRATNO	379	46.144.656.000	2.706.300.000	48.850.956.000
11	TJIPTADI	381	40.503.348.000	2.706.300.000	43.209.648.000
12	IMAM BONJOL	383	48.538.548.000	2.706.300.000	51.244.848.000
13	TEUKU UMAR	385	59.787.828.000	2.706.300.000	62.494.128.000
14	SILAS PAPARE	386	40.101.588.000	2.706.300.000	42.807.888.000
15	TELUK KENDARI	518	88.981.956.000	4.159.940.000	93.141.896.000
16	TELUK GILIMANUK	531	129.640.068.000	2.841.260.000	132.481.328.000
17	TELUK CELUKAN BAWANG	532	47.198.916.000	2.841.260.000	50.040.176.000
18	TELUK SIBOLGA	536	63.785.340.000	2.841.260.000	66.626.600.000
19	TELUK CIREBON	543	74.998.620.000	2.841.260.000	77.839.880.000
20	TELUK SABANG	544	122.272.380.000	2.841.260.000	125.113.640.000
21	SEMARANG	594	48.538.548.000	2.706.300.000	51.244.848.000
22	KERAMBIT	627	59.787.828.000	2.706.300.000	62.494.128.000
23	HALASAN	630	40.101.588.000	2.706.300.000	42.807.888.000
24	TODAK	631	88.981.956.000	4.159.940.000	93.141.896.000
25	LEMADANG	632	129.640.068.000	2.841.260.000	132.481.328.000
26	CLURIT	641	47.198.916.000	2.841.260.000	50.040.176.000
27	KUJANG	642	63.785.340.000	2.841.260.000	66.626.600.000
28	BELADAU	643	74.998.620.000	2.841.260.000	77.839.880.000
29	ALAMANG	644	122.272.380.000	2.841.260.000	125.113.640.000
30	SURIK	645	114.871.410.000	5.585.270.000	120.456.680.000
31	SIWAR	646	52.316.136.000	2.271.020.000	54.587.156.000
32	PARANG	647	52.366.140.000	2.271.020.000	54.637.160.000
33	GOLOK	688	82.899.900.000	2.021.540.000	84.921.440.000
34	PULAU RUSA	726	82.899.900.000	2.021.540.000	85.011.440.000
35	PULAU RANGSANG	727	51.121.716.000	1.594.220.000	52.715.936.000
36	SILIMAN	848	51.121.716.000	1.594.220.000	52.715.936.000
37	SIGALU	857	51.121.716.000	1.594.220.000	52.715.936.000
38	TORANI	860	51.038.376.000	1.594.220.000	52.632.596.000
39	SIADA	862	51.038.376.000	1.594.220.000	52.632.596.000
40	TUNA	876	51.121.716.000	1.594.220.000	52.715.936.000
41	KELABANG	826	51.121.716.000	1.594.220.000	52.715.936.000
42	KALA HITAM	828	51.121.716.000	1.309.100.000	52.430.816.000
43	CAKALANG	852	41.881.236.000	1.629.860.000	43.511.096.000
44	KURAU	856	41.881.236.000	1.614.660.000	43.495.896.000
45	BARAKUDA	814	34.137.444.000	1.614.660.000	35.752.104.000
46	SIKUDA	863	20.316.900.000	1.792.860.000	22.109.760.000
47	TENGGIRI	865	56.394.948.000	1.614.660.000	58.009.608.000
48	CUCUT	866	18.726.600.000	1.614.660.000	20.341.260.000
49	KRAIT	827	20.233.560.000	1.614.660.000	21.848.220.000
50	SILEA	858	25.376.088.000	1.614.660.000	26.990.748.000
51	LEPU	861	34.321.500.000	1.614.660.000	35.936.160.000
52	SIGUROT	864	59.565.420.000	1.329.540.000	60.894.960.000
53	BUBARA	868	56.811.648.000	1.614.660.000	58.426.308.000
54	SEMBILANG	850	60.776.856.000	1.329.180.000	62.106.036.000
55	SIRIBUA	859	59.595.420.000	1.579.020.000	61.174.440.000
56	KAROTANG	872	19.245.456.000	1.614.660.000	20.860.116.000
57	BONTANG	907	29.299.500.000	1.329.540.000	30.629.040.000
58	LEUSER	924	120.714.900.000	3.411.860.000	124.126.760.000
59	dr. RADJIMAN WEDYODININ	992	85.728.300.000	2.449.580.000	88.177.880.000

Berdasarkan tabel di atas, total biaya kebutuhan logistik kapal untuk mengamankan wilayah dapat diminimalkan sehingga dapat menekan biaya dan anggaran. Dan juga didapat total biaya pada saat melakukan pemeliharaan atau docking.

Pembahasan

Tujuan dari metode BIP ini adalah untuk memaksimalkan cakupan wilayah cakupan, sehingga tugas KRI adalah mengamankan keamanan laut. Jadwalkan pemeliharaan/docking sesuai jadwal dan biaya penugasannya tidak melebihi anggaran yang dialokasikan.

Solusi model ini menghasilkan tabel penugasan dengan angka nol satu (0-1). Xij 1 berarti KRI i ditugaskan operasi pada sektor j dan Xij 0 berarti KRI i tidak ditugaskan pada operasi sektor j. Dengan bantuan software solver, hasil penugasan KRI pada sektor tersebut sebagai berikut.

Tabel 11. Matriks Penugasan KRI TW 1

KRI	OPERATION SECTOR							
	S-I	S-II	S-III	S-IV	S-V	S-VI	S-VII	S-VIII
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1	1	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0
34	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0
38	1	1	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1
41	0	0	0	0	0	0	0	0
42	1	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1
45	0	0	0	0	0	0	0	0
46	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1	1	1
53	0	0	0	0	0	0	0	0
54	1	1	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1	1	1
57	0	0	0	0	0	0	0	0
58	1	1	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1	1	1

 = KRI

 = KRI Melaksanakan pemeliharaan/ docking
Tabel 12. Hasil Optimasi Jadwal Penugasan KRI

No	NAMA / JENIS KRI	KODE	KELAS	TW 1 SEKTOR	TW 2 SEKTOR	TW 3 SEKTOR	TW 4 SEKTOR
1	BUNG TOMO	TOM	MRLF	DOCKING	5	5	5
2	JOHN LIE	JOL	MRLF	6	DOCKING	8	7
3	USMAN HARUN	USH	MRLF	8	2	DOCKING	3
4	BUNG KARNO	BKN	KORVET	7	3	7	DOCKING
5	PATTIMURA	PTM	PARCHIM	DOCKING	8	6	1
6	CUT NYAK DIEN	CND	PARCHIM	5	DOCKING	1	1
7	SULTAN THAHA SYAIFUDIN	STS	PARCHIM	1	1	DOCKING	7
8	SUTANTO	STO	PARCHIM	1	7	7	DOCKING
9	SUTEDI SENAPUTRA	SSA	PARCHIM	DOCKING	1	1	1
10	WIRATNO	WIR	PARCHIM	2	DOCKING	8	7
11	TJIPTADI	TPD	PARCHIM	7	7	DOCKING	6
12	IMAM BONJOL	IBL	PARCHIM	6	6	6	DOCKING
13	TEUKU UMAR	TUM	PARCHIM	DOCKING	8	8	8
14	SILAS PAPARE	SRE	PARCHIM	7	DOCKING	2	2
15	TELUK KENDARI	TKD	AT	5	5	DOCKING	7
16	TELUK GILIMANUK	TGK	FROSCH	7	7	4	DOCKING
17	TELUK CELUKAN BAWANG	TCB	FROSCH	DOCKING	2	2	2
18	TELUK SIBOLGA	TSG	FROSCH	2	DOCKING	7	7
19	TELUK CIREBON	TCN	FROSCH	7	7	DOCKING	2
20	TELUK SABANG	TSB	FROSCH	5	5	5	DOCKING
21	SEMARANG	SMR	LPD	DOCKING	3	3	3
22	KERAMBIT	KRB	KCR 60	7	DOCKING	2	2
23	HALASAN	HLS	KCR 60	7	6	DOCKING	4
24	TODAK	TDK	FPB	6	6	6	DOCKING
25	LEMADANG	LDG	FPB	DOCKING	6	6	6
26	CLURIT	CLT	KCR 40	6	DOCKING	5	6
27	KUJANG	KJG	KCR 40	7	7	DOCKING	7
28	BELADAU	BLD	KCR 40	1	7	7	DOCKING
29	ALAMANG	ALG	KCR 40	DOCKING	4	5	5
30	SURIK	SUR	KCR 40	8	DOCKING	7	7
31	SIWAR	SWR	KCR 40	7	4	DOCKING	5
32	PARANG	PAR	KCR 40	4	7	3	DOCKING
33	GOLOK	GLK	KCR	DOCKING	6	4	6
34	PULAU RUSA	PRA	CONDOR	4	DOCKING	7	1
35	PULAU RANGSANG	PRG	CONDOR	1	2	DOCKING	3
36	SILIMAN	SLM	PC	3	6	7	DOCKING
37	SIGALU	SGU	PC	DOCKING	6	8	8
38	TORANI	TRN	PC 40	8	DOCKING	3	3
39	SIADA	SDA	PC	3	6	DOCKING	7
40	TUNA	TNA	PC 60	7	2	7	DOCKING
41	KELABANG	KLB	PC	DOCKING	7	2	7
42	KALA HITAM	KLH	PC	1	DOCKING	4	4
43	CAKALANG	CKL	PC 43	2	7	DOCKING	7
44	KURAU	KRU	PC 40	2	3	7	DOCKING
45	BARAKUDA	BKD	FPB	DOCKING	7	1	8
46	SIKUDA	SKD	PC	4	DOCKING	8	1
47	TENGGIRI	TGR	PC	5	1	DOCKING	6
48	CUCUT	CCT	PC	6	1	6	DOCKING
49	KRAIT	KRT	PC 40	DOCKING	8	8	8
50	SILEA	SLA	PC	6	DOCKING	6	7
51	LEPU	LPU	PC 40	8	4	DOCKING	4
52	SIGUROT	SGR	PC	4	4	4	DOCKING
53	BUBARA	BBR	PC 40	DOCKING	3	3	3
54	SEMBILANG	SBP	PC 43	3	DOCKING	8	8
55	SIRIBUA	SRB	PC	8	8	DOCKING	4
56	KAROTANG	KTG	PC 40	7	7	7	DOCKING
57	BONTANG	BON	BCM	DOCKING	8	7	5
58	LEUSER	LSR	BTD	8	DOCKING	1	1
59	dr. RADJIMAN WEDYODININGRAT	RJW	BRS	3	5	DOCKING	1

TABLE 13. Total Optimasi dari Cakupan Wilayah

NO	SEKTOR	TW I PENUGASAN KRI	TW II PENUGASAN KRI	TW III PENUGASAN KRI	TW IV PENUGASAN KRI
1	SEKTOR 1	KRI 7, KRI 8, KRI 28, KRI 35, KRI 42	KRI 7, KRI 9, KRI 47, KRI 48	KRI 6, KRI 9, KRI 45, KRI 58	KRI 5, KRI 6, KRI 9, KRI 34, KRI 46, KRI 58, KRI 59
2	SEKTOR 2	KRI 10, KRI 18, KRI 43, KRI 44	KRI 3, KRI 17, KRI 35, KRI 40	KRI 14, KRI 17, KRI 22, KRI 41	KRI 14, KRI 17, KRI 19, KRI 22
3	SEKTOR 3	KRI 36, KRI 39, KRI 54, KRI 59	KRI 4, KRI 21, KRI 44, KRI 53	KRI 21, KRI 32, KRI 38, KRI 53	KRI 3, KRI 21, KRI 35, KRI 38, KRI 53
4	SEKTOR 4	KRI 32, KRI 34, KRI 46, KRI 52	KRI 29, KRI 31, KRI 51, KRI 52	KRI 18, KRI 33, KRI 42, KRI 52	KRI 23, KRI 42, KRI 51, KRI 55
5	SEKTOR 5	KRI 6, KRI 15, KRI 20, KRI 47	KRI 1, KRI 15, KRI 20, KRI 59	KRI 1, KRI 20, KRI 26, KRI 29	KRI 1, KRI 29, KRI 31, KRI 57
6	SEKTOR 6	KRI 6, KRI 12, KRI 24, KRI 28, KRI 48, KRI 50	KRI 12, KRI 23, KRI 24, KRI 25, KRI 33, KRI 36, KRI 37, KRI 39	KRI 5, KRI 12, KRI 24, KRI 25, KRI 48, KRI 50	KRI 11, KRI 25, KRI 26, KRI 33, KRI 47
7	SEKTOR 7	KRI 4, KRI 11, KRI 14, KRI 16, KRI 19, KRI 22, KRI 23, KRI 31, KRI 40, KRI 56	KRI 8, KRI 11, KRI 16, KRI 19, KRI 27, KRI 28, KRI 32, KRI 41, KRI 43, KRI 45, KRI 56	KRI 4, KRI 8, KRI 18, KRI 28, KRI 30, KRI 34, KRI 36, KRI 40, KRI 44, KRI 56, KRI 57	KRI 2, KRI 7, KRI 10, KRI 15, KRI 18, KRI 27, KRI 30, KRI 39, KRI 41, KRI 43, KRI 59
8	SEKTOR 8	KRI 3, KRI 30, KRI 38, KRI 51, KRI 55, KRI 58	KRI 5, KRI 13, KRI 49, KRI 56, KRI 57	KRI 2, KRI 10, KRI 13, KRI 37, KRI 46, KRI 49, KRI 54	KRI 13, KRI 37, KRI 45, KRI 49, KRI 54
TOTAL AREA (NM ²)		22.157.680	21.416.047	25.792.142	21.537.032
				TOTAL COVERAGE AREA DARI TW I HINGGA TW IV (NM ²)	85.902.881

Total maksimal cakupan area selama setahun yang bisa diamankan oleh KRI di semua sektor adalah 85,902,881 NM² (Total area dari sektor 1-8 adalah 653,702 NM²).

Level pengamanan dari sektor pengamanan (Area dari cakupan wilayah adalah pembagian dari sektor yang diamankan dibagi dari total sektor operasi). Level area pengamanan adalah $85,902,881 \text{ NM}^2 / 653,702 \text{ NM}^2 = 131,40$.

Semakin tinggi Tingkat pengamanan area yang didapatkan dari penugasan KRI, maka artinya semakin tinggi cakupan wilayah yang diamankan dalam operasi kehadiran di laut oleh KRI dengan komposisi penugasan kapal di atas

D. KESIMPULAN

Hasil optimalisasi tersebut adalah komposisi penugasan 59 KRI pada 8 sektor operasional keamanan laut Koarmada I. Luas cakupan maksimum yang dicapai adalah 85.902.881 NM², dengan tingkat pengamanan luas 131,40 dari seluruh wilayah operasi sektor I sampai VIII (653.702 NM²). Dan manfaat yang dapat diperoleh setelah dilakukan optimasi adalah peningkatan secure coverage area pada sektor operasi sebesar TW 1:16%, TW 2:19%, TW 3:22%, dan TW 4:14%, atau peningkatan coverage area hingga 18% selama tahun beroperasi dan penugasan sebelum optimalisasi 70.651.234 NM² menjadi 85.902.881 NM² setelah optimalisasi).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, H. G., Said, F. M., & Walid, A. O. (2015). Power System Observability of Phasor Measurement
- Andersson, H., Jon M, D., & Fagerholt, K. (2011). Ship Routing And Scheduling With Cargo Coupling And Synchronization Constraints.
- Astor, Y., N., W., S., S., Hendriatiningsih, & Wisayantono, D. (2014). Problem Identification of Marine Cadastre in Indonesian Archipelagic Perspective. *Indonesian Journal of Geospatial*, 38-53.

- Bahriye Akay, D. K. (2021). A survey on the Artificial Bee Colony algorithm variants for binary, integer and mixed integer programming problems . *Applied Soft Computing*, 107351.
- Christiansen, M., Fagerholt, K., Nygreen, B., & Ronen, D. (2013). Ship Routing And Schedulling In The New Millenium. *European Journal of Operational Research*, 228(3), 467-483.
- Das P., P., & Acharyya, S. (2013). Hybrid Local Search Method in Solving Resource Constarined Project Schedulling Problem. *Journal of Computer*, 1157-1166.
- Deris, S., Omatu, S., Ohta, H., & Samat, P. (1999). Ship Maintenance Schedulling By Genetic Algorithm and Constraint-Based Reasoning. *Siencie Direct, European Journal of Operational Research*, 489-502.
- Ellips, M., & Golnaz, h. (2015). Roboth Path Planning in 3 D Space Using Binary Integer Programming. *International Journal of Mechanical System Science and Engineering*.
- Emre ASLAN, T. Ş. (2017). A Binary Integer Programming Model for exam scheduling problem with several departments. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 167-173.
- Ersin Türk, P. D. (2019). Optimization of Land use decisions using binary integer programming: The case of Hillsborough County, Florida, USA . *Journal of Environmental Management*, 240-249.
- Go, H., Kim, J., & Lee, D. (2013). Operation And Preventive Maintenance Schedulling For Containerships . *European Journal Of Operational Research*, 626-636.
- H. Rocha, J. D. (2012). Disretization of optimal beamlet intensities in IMRT: A binary integer programming approach . *Mathematical and Computer Modelling*, 1969-1980.
- İ. Kuban Altınel, N. A. (2008). Binary integer programming formulation and heuristics for differentiated coverage in heterogeneous sensor networks. *Computer Networks*, 2419-2431.
- J.J. Brey, A. C. (2012). Using AHP and binary integer programming to optimize the initial distribution of hydrogen infrastructures in Andalusia . *International Journal of Hydrogen Energy*, 5372-5384.
- Jani Sujani, H. P. (2024). Stratehi peningkatan operasi keamanan laut Koarmada I guna penegakan hukum di ALKI I dalam rangka menjaga kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. *Jurnal Strategi dan Kampanye Militer*, 58-87.
- Khaled, A.-H., Mohamed, A.-I., & Eiman, A.-E. (2012). A Genetic Algorithm For Ship

- Routing And Scheduling Problem With Time Window . *American Journal of Operations Research*, 417-429.
- Mehmet Serkan Apaydin, B. Ç. (2011). NVR-BIP: Nuclear Vector Replacement using Binary Integer Programming for NMR Structure-Based Assignments. *The Computer Journal*, 708-716.
- Ningji Wei, J. L. (2022). Integer programming methods for solving binary interdiction games . *European Journal of Operational Research*, 456-469.
- Pan, C.-H. (1997). A study of integer programming formulations for scheduling problem. *International Journal of System Science*, 33-41.
- Priowirjanto. (2003). *Konsep Dasar Perkapalan, Urutan dan Metode Pembuatan Kapal : Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum*. Jakarta.
- Reza, Z. (2017). Towards Merging Binary Integer Programming Techniques with Genetic Algorithms. *Hindawi*.
- Sunaryo, T. (2019). Indonesia Sebagai Negara Kepulauan. *Jurnal Kajian Strategik Ketahanan Nasional*, 97-105.
- Susanta, B. (1994). *Program Linear: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Dikti*. Jakarta.
- Yogi, P., Rizal, O., Ahmadi, & Suharyo, O. S. (2017). Feasibility Analysis of Naval Base Relocation Using SWOT and AHP Method to Support Main Duties Operation. *Journal of Defense Management*, 1-8.