

# Optimasi Penugasan Kapal Patroli Untuk Mencegah Tindak Pidana (Studi Kasus Di Perairan Natuna)

*By I Made Jiwa*

# OPTIMASI PENUGASAN KAPAL PATROLI UNTUK MENCEGAH TINDAK PIDANA (STUDI KASUS DI PERAIRAN NATUNA)

I Made Jiwa Astika, Sukarno

Program Pascasarjana Analisa Sistem Riset Operasi

## ABSTRAK

Paper ini membahas tentang konsep pengambilan keputusan pada model sistem keamanan wilayah laut untuk mengatasi kasus pelanggaran di wilayah Perairan Natuna (ARMABAR). Patroli Keamanan Laut adalah operasi kehadiran di laut yang memiliki nilai strategis bagi eksistensi kedaulatan bangsa dan keamanan laut di wilayah yurisdiksi nasional Indonesia. Pelanggaran yang sering terjadi adalah illegal fishing, perompakan dan pembajakan, pelanggaran pelayaran dan penyelundupan. Dalam rangka mencari strategi keputusan untuk meminimalisasi pelanggaran yang terjadi di wilayah Perairan Natuna maka penelitian ini akan melakukan optimasi penugasan kapal patroli dengan metode goal programming (GP) dan set covering (SC). Model optimasi GP digunakan untuk mengoptimalkan beberapa tujuan dengan meminimasi variable-variable penyimpangan sehingga dapat mencapai semua tujuan seoptimal mungkin. Model optimasi SC digunakan untuk meminimalisasi jumlah hub port / pangkalan yang dibutuhkan untuk melayani / cover pangkalan lainnya. Hasil optimasi berupa komposisi penugasan 13 kapal patroli dari 17 kapal patroli ke 4 sektor operasi kmla sehingga ada efisiensi armada sebanyak 4 kapal patroli yang akan digunakan sebagai unsur cadangan bila kapal patroli tersebut melaksanakan perawatan / docking. Hasil optimasi berikutnya berupa terpilihnya 4 pangkalan TNI AL dari 15 pangkalan untuk cover 4 sektor Opskmla wilayah Perairan Natuna.

**Kata Kunci:** Kapal Patroli, Sektor Operasi, Goal Programming (GP), Set Covering (SC).

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

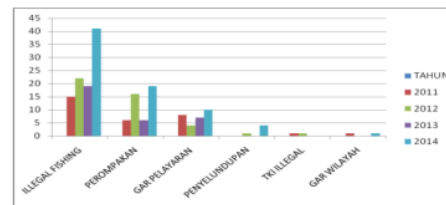
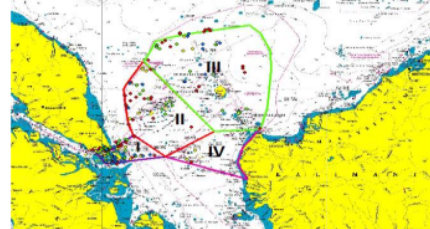
Sebagai suatu Negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki 17.508 yang terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil, dengan luas wilayah nasional lebih dari 5 (lima) juta Km<sup>2</sup>, dimana dua pertiga bagianya merupakan perairan. Dengan luas wilayah lautan yang sangat luas memungkinkan adanya tindak pidana di laut (Chairil N Siregar, 2008).

Indonesia sebagai Negara kepulauan dengan 2/3 wilayah laut dan memiliki tiga alur laut kepulauan (ALKI) yang bebas digunakan sebagai jalur transportasi oleh Negara lain baik untuk kepentingan perdagangan maupun kepentingan militer, sehingga konsekuensinya Indonesia harus dapat mengendalikan dan mengamankan seluruh wilayah lautan yang miliknya sesuai dengan ketentuan dalam *United Nations Convention On The Law Of The Sea (UNCLOS Th 1982)*, dengan wilayah laut sedemikian luas menyebabkan sering terjadi kasus pelanggaran, hal ini menunjukkan bahwa belum sepenuhnya wilayah laut Indonesia terawasi dengan baik oleh kapal patroli TNI AL (Pudji Santoso, 2014).

### Kondisi Umum Jenis Pelanggaran di Perairan Natuna

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak pantai mengingat status Indonesia sebagai negara kepulauan. Hal ini tentu saja mengakibatkan Indonesia juga

3. Kena masalah tentang tindak pidana di laut. Adapun daerah yang menjadi titik rawan tersebut terletak di Laut Arafuru, Laut Natuna, sebelah Utara Sulawesi Utara (Samudra Pasifik), Selat Makassar, dan Barat Sumatera (Ignatius Yogi Widiyanto Setyadi, 2014).



Dari grafik diatas menunjukkan keberhasilan kapal-kapal patroli TNI AL dalam menangkap pelaku kejahatan dilaut. Dan dalam grafik tersebut juga menunjukkan bahwa jenis tindak pidana illegal fishing menduduki peringkat paling atas dan semakin tahun semakin meningkat diikuti dengan tindak pidana perompakan dan pelanggaran pelayaran.

## Kelebihan Goal Programming dan Set Covering

Menurut Siswanto (2007) dalam Harri (2012) model *goal programming* merupakan perluasan dari model pemrograman linear, program tujuan ganda dalam bahasa asing dikenal sebagai *goal programming* atau *multiobjective programming* merupakan modifikasi atau variasi khusus dari pemrograman linear. Menurut Jian-Bo (1999) dalam Harri (2012) tujuan optimasi multiobjektif adalah untuk mengembangkan perbandingan solusi optimal untuk mencapai semua tujuan sebesar mungkin sehingga semua tujuan yang telah ditentukan akan tercapai seoptimal mungkin. Menurut Mario dan Sintha (2010) dalam Harri (2012) bahwa *goal programming* adalah suatu metode yang memerlukan informasi untuk menyelesaikan keputusan permasalahan multi-objektif. Jadi *goal programming* merupakan suatu metode yang mengoptimalkan beberapa tujuan dengan meminimasi variabel-variabel penyimpangan sehingga dapat mencapai semua tujuan seoptimal mungkin.

Konsep dari *Set Covering Methods* adalah bertujuan untuk meminimalisasi jumlah hub port / pangkalan yang dibutuhkan untuk melayani / cover pangkalan lainnya. Pangkalan terpilih akan memberikan cover / layanan pada kapal terhadap pangkalan lainnya. Sehingga akan meminimalisasi jumlah hub port / pangkalan yang pada akhirnya akan menghemat anggaran karena pangkalan terpilih akan dikembangkan sebagai pangkalan utama pendukung operasi keamanan laut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Mengoptimalkan penugasan 17 kapal patroli ke 4 sektor operasi dengan model optimasi *goal Programming* yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

### Varia Variabel Keputusan

| KRI | SEKTOR OPERASI |       |       |       |
|-----|----------------|-------|-------|-------|
|     | j-1            | .     | .     | j-n   |
| i-1 | X 1,1          | X 1,2 | X 1,3 | X 1,n |
| .   | X 2,1          | X 2,2 | X 2,3 | X 2,n |
| .   | X 3,1          | X 3,2 | X 3,3 | X 3,n |
| .   | X 4,1          | X 4,2 | X 4,3 | X 4,n |
| i-m | X m,1          | X m,2 | X m,3 | X m,n |

$X_{ij}$  = Kapal patroli ke i (1-17) yang akan ditugaskan ke sektor j (1-4)

$X_{ij} = 0$ , kapal patroli ke i tidak ditugaskan di sektor ke j

$X_{ij} = 1$ , kapal patroli ke i ditugaskan di sektor ke j

### Fungsi Tujuan

Karena terdapat multi tujuan yang konfliktual maka permasalahan ini akan diselesaikan dengan metoda MOP (*Multi Objective Program*), salah satunya dengan

pendekatan *Goal Programming*. Konsep metoda MOP dengan *Goal Programming* adalah dengan meminimalkan *deviasi* / penyimpangan untuk mencapai *goal* tujuan tertentu sehingga didapat hasil yang paling kompromi diantara beberapa tujuan.

### Goal

| PANGKALAN TNI AL | SEKTOR OPERASI |       |       |       |
|------------------|----------------|-------|-------|-------|
|                  | j-1            | .     | .     | j-n   |
| k-1              | X 1,1          | X 1,2 | X 1,3 | X 1,n |
| .                | X 2,1          | X 2,2 | X 2,3 | X 2,n |
| .                | X 3,1          | X 3,2 | X 3,3 | X 3,n |
| .                | X 4,1          | X 4,2 | X 4,3 | X 4,n |
| k-n              | X n,1          | X n,2 | X n,3 | X n,n |

Mencapai luasan maksimal (*coverage area*) sektor operasi yang diamankan oleh Kapal Patroli,

$$\text{Max Z1} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} + (u-e)j = \text{Luas}$$

Dengan biaya operasi yang minimal tidak melebihi budget operasi

$$\text{Min Z2} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{ij} X_{ij} \leq \text{Budget}$$

Mencapai ketahanan/endurance kapal yang maksimal

$$\text{Max Z3} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E_{ij} X_{ij} \geq \text{hari/etmal}$$

Mendapatkan nilai utilitas yang maksimal

$$\text{Max Z4} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n U_{ij} X_{ij} = \text{kapal tugas operasi}$$

Mendapatkan nilai probabilitas dari jumlah data tiap sektor

$$\text{Max Z5} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} X_{ij} = \text{Jumlah data}$$

$\text{Min Z} = (u - e)j$  (meminimalkan *under* dan *upper deviasi* tiap sektor)

Keterangan :

Z1 = Luas jangkauan *coverage area* kapal kapal patroli

Z2 = Biaya operasi kapal-kapal patroli

Z3 = Ketahanan/endurance kapal

Z4 = Utilitas kapal

Z5 = Probabilitas dari jumlah data

$j-e$  = *Under-upper deviasi* (penyimpangan)

$C_{ij}$  = Nilai jangkauan *coverage* tiap Kapal (1-17) di Sektor (1-4)

$B_{ij}$  = Nilai biaya operasi tiap Kapal (1-17) di Sektor (1-4)

$E_{ij}$  = Jumlah hari melaksanakan operasi tiap kapal (1-17) di sektor (1-4)

$U_{ij}$  = Nilai utilitas tiap kapal (1-17) di sektor (1-4)

$P_{ij}$  = Nilai probabilitas tiap kapal (1-17) di sektor (1-4)

$X_{ij}$  = Jumlah Kapal (1-17) ditugaskan ke Sektor (1-4)

$X_{i(1-17)}, j(1-4)$  = Kapal ke i (1-17) ditugaskan ke sektor j (1-4)

i Kapal = 1,...,17 ; j sektor = 1,...,4

**Fungsi Batasan Sistem (Constrain)**

Batasan dalam permasalahan ini meliputi :

1. *Supply coverage area* setiap kapal patroli di setiap sektor harus lebih kecil sama dengan dari kemampuan *coverage area* setiap kapal patroli.

$$C_{ij} \leq KC_{ij}$$

$C_{ij}$  = *Coverage area* kapal patroli- i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

$KC_{ij}$  = Kemampuan *coverage* kapal patroli -i (1-17) di sektor operasi- j (1-4).

2. Biaya operasi kapal-kapal patroli tidak melebihi budget dana yang dianggarkan.

$$B_{ij} \leq \text{Budget}$$

$B_{ij}$  = Biaya operasi kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

Budget = Anggaran dana yang disediakan.

3. Jumlah hari tidak melebihi sama dengan kemampuan *endurance* kapal

$$E_{ij} \leq EK_{ij}$$

$E_{ij}$  = Jumlah hari kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

$EK_{ij}$  = Kemampuan *endurance* kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

4. Nilai utilitas tidak melebihi sama dengan kemampuan kapal tugas operasi

$$U_{ij} \leq UK_{ij}$$

$U_{ij}$  = Nilai utilitas kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

$UK_{ij}$  = Kemampuan tugas operasi kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

5. Nilai probabilitas tidak melebihi sama dengan jumlah data pelanggaran

$$P_{ij} \leq Pk_{ij}$$

$P_{ij}$  = Nilai probabilitas kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4)

$Pk_{ij}$  = Jumlah data untuk melaksanakan operasi kapal patroli-i (1-17) di sektor operasi- j (1-4).

Menentukan lebih lanjut penempatan kapal patroli di pangkalan-pangkalan untuk setiap sektor operasi dengan metode optimasi *Set Covering*, dengan model yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

**Variabel keputusan**

$X_{kj} = 0$ , artinya pangkalan- k tidak terpilih mengcover sektor operasi- j

$X_{kj} = 1$ , artinya pangkalan- k terpilih mengcover sektor operasi- j

**Fungsi Tujuan**

Memaksimalkan jangkauan pangkalan- k ke sektor operasi- j untuk *cover* pangkalan lainnya, dengan meminimalkan jumlah pangkalan untuk mengcover sektor operasi.

$$Z \max = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} (d_{kj} \cdot X_{kj}) \cdot (Kpb)_{kj}$$

**Fungsi Kendala**

1. Jarak jangkauan operasional kapal patroli dari posisi pangkalan- k ke sektor operasi- j dan kembali ke pangkalan- k tidak melebihi

kemampuan jarak jelajah kapal patroli sekali *endurance* (SE kri).

$$D_{kj} \cdot X_{kj} \leq SE_{kri}, \text{ untuk setiap } j = 1,2,3...n$$

$$k = 1,2,3...n$$

2. Sektor patroli- j di *cover* oleh sedikitnya satu pangkalan pendukung kapal patroli.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n X_{kj} \geq 1 \text{ untuk setiap } j = 1,2,3...n$$

$$k = 1,2,3...n$$

**Keterangan**

$D_{kj}$  = jangkauan pangkalan untuk operasi kapal patroli dari pangkalan- k ke sektor operasi- j selanjutnya kembali ke pangkalan- k

$X_{kj}$  = Kapal Patroli yang beroperasi dari pangkalan- k ke sektor patroli- j ( $Kpb$ )<sub>kj</sub>= Kompatibilitas pangkalan-k terhadap sektor operasi- j

SE = Jarak jelajah kapal patroli sekali *endurance*

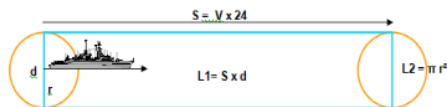
**3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

**Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada kegiatan penelitian ini dilakukan di lingkungan Komando Armada RI Kawasan Barat (KOARMABAR) yang meliputi Staf Operasi (SOPS), Staf Intelijen (SINTEL), Staf Logistik (SLOG) serta Satuan Patroli (SATROL) selaku pelaksana Operasi Keamanan Laut (OPSKAMLA). Data yang diperoleh berupa data yang bersifat kualitatif dan data kuantitatif yang terdiri dari data primer dan sekunder yang diperoleh dengan menghadap dan wawancara ke Satker atau instansi terkait serta dengan referensi jurnal

**Pengolahan Data**

Untuk menghitung jarak jelajah dan luas jangkauan *coverage* kapal patroli perhari selama berlayar digambarkan dan dirumuskan pada gambar sbb. :



$$S = \text{Jarak jelajah perHari} = \text{Kecpt} \times 24 \text{ jam} = V \times 24 \text{ (mil)}$$

$$L1 = \text{Luas persegi panjang} = S \times d \text{ (mil}^2\text{)}$$

$$L2 = \text{Luasan lingkaran} = \pi r^2 \text{ (mil}^2\text{)}$$

$$d = \text{Jangkauan radar (mil)}$$

Luas jangkauan *coverage* kapal patroli adalah luasan persegi panjang (L1) ditambah dengan luasan lingkaran (L2)

$$\text{Luas Jangkauan Coverage Area} = (L1+L2) \times \text{Probability deteksi radar}$$

$$\text{Coverage Area} = (L1+L2) \times 0.9 \text{ (mil}^2\text{)}$$

| No | Kode Kapal Patroli | Kecepatan (Milijam) | Jk Radar (Mil) | Jrk. Jelaiah/ Hr S (Mil) | L1 (MIP) | L2 (MIP) | Coverage Area (MIP) |
|----|--------------------|---------------------|----------------|--------------------------|----------|----------|---------------------|
| 1  | SLA                | 14                  | 48             | 336                      | 16,128   | 1,809    | 16,143              |
| 2  | SRB                | 15                  | 48             | 360                      | 17,280   | 1,809    | 17,180              |
| 3  | TOR                | 15                  | 48             | 360                      | 17,280   | 1,809    | 17,180              |
| 4  | KLB                | 17                  | 48             | 408                      | 19,584   | 1,809    | 19,253              |
| 5  | KLH                | 17                  | 48             | 408                      | 19,584   | 1,809    | 19,253              |
| 6  | SBR                | 15                  | 48             | 360                      | 17,280   | 1,809    | 17,180              |
| 7  | SLM                | 14                  | 48             | 336                      | 16,128   | 1,809    | 16,143              |
| 8  | SBL                | 16                  | 48             | 384                      | 18,432   | 1,809    | 18,217              |
| 9  | SGU                | 15                  | 48             | 360                      | 17,280   | 1,809    | 17,180              |
| 10 | SDA                | 14                  | 48             | 336                      | 16,128   | 1,809    | 16,143              |
| 11 | SKD                | 14                  | 48             | 336                      | 16,128   | 1,809    | 16,143              |
| 12 | SGR                | 14                  | 48             | 336                      | 16,128   | 1,809    | 16,143              |
| 13 | CCT                | 15                  | 48             | 360                      | 17,280   | 1,809    | 17,180              |
| 14 | WLG                | 18                  | 48             | 432                      | 20,736   | 1,809    | 20,290              |
| 15 | MRA                | 18                  | 48             | 432                      | 20,736   | 1,809    | 20,290              |
| 16 | KRT                | 20                  | 48             | 480                      | 23,040   | 1,809    | 22,364              |
| 17 | AKD                | 19                  | 48             | 456                      | 21,888   | 1,809    | 21,327              |

### Perhitungan OTD (Operation Trip Days)

OTD (Operation Trip Days) adalah jumlah hari yang dibutuhkan kapal patroli untuk berlayar melaksanakan sekali rute operasi dari pangkalan asal Satrol Armabar ke sektor-sektor Operasi Kamla.

$$OTD = (\text{Panjang Rute} / \text{Kecepatan}) / 24$$

$$OTD = (L/V) / 24 \text{ (hari)}, \text{ dengan } L = \text{Panjang rute}, V = \text{Kecepatan KRI}$$

| No. | Nama KRI | Kelas | OPERATIONS TRIPS DAYS   |           |            |           |     |
|-----|----------|-------|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----|
|     |          |       | PANGKALAN TANJUNGPURBAN |           |            |           |     |
|     |          |       | Sektor I                | Sektor II | Sektor III | Sektor IV |     |
|     |          |       | Pig. RUTE OPS           | 369       | 784        | 1,339     | 787 |
| 1   | SLA      | PC    | 1.10                    | 2.33      | 0.00       | 2.34      |     |
| 2   | SRB      | PC    | 1.02                    | 2.18      | 0.00       | 2.18      |     |
| 3   | TOR      | PC    | 1.02                    | 2.18      | 3.72       | 2.18      |     |
| 4   | KLB      | PC    | 0.90                    | 1.92      | 3.28       | 1.93      |     |
| 5   | KLH      | PC    | 0.90                    | 1.92      | 3.28       | 1.93      |     |
| 6   | SBR      | PC    | 1.02                    | 2.18      | 0.00       | 2.18      |     |
| 7   | SLM      | PC    | 1.10                    | 2.33      | 0.00       | 2.34      |     |
| 8   | SBL      | PC    | 0.96                    | 2.04      | 0.00       | 2.05      |     |
| 9   | SGU      | PC    | 1.02                    | 2.18      | 0.00       | 2.18      |     |
| 10  | SDA      | PC    | 1.10                    | 2.33      | 0.00       | 2         |     |
| 11  | SKD      | PC    | 1.10                    | 2.33      | 0.00       | 2         |     |
| 12  | SGR      | PC    | 1.10                    | 2.33      | 0.00       | 2         |     |
| 13  | CCT      | PC    | 1.02                    | 2.18      | 3.72       | 2         |     |
| 14  | WLG      | PC    | 0.85                    | 1.81      | 0.00       | 2         |     |
| 15  | MRA      | PC    | 0.85                    | 1.81      | 0.00       | 2         |     |
| 16  | KRT      | PC    | 0.77                    | 1.63      | 2.79       | 2         |     |
| 17  | AKD      | PC    | 0.81                    | 1.72      | 0.00       | 2         |     |

Hasil dari perjalanan program solver dalam persoalan ini adalah didapatnya variabel keputusan (*zero-one decision variabel*) yang menunjukkan penugasan 17 kapal patroli ke 4 sektor operasi. Seperti dalam gambar sebagai berikut :

Kemampuan jumlah kapal yang ditugaskan ke sektor operasi dan yang tidak ditugaskan

Variabel bernilai 1, artinya kapal patroli ke- ditugaskan ke sektor -j

Variabel bernilai 0, artinya kapal patroli ke- tidak ditugaskan ke sektor -j

| No. | Nama KRI | Kelas | VARIABEL KEPUTUSAN      |           |            |           |
|-----|----------|-------|-------------------------|-----------|------------|-----------|
|     |          |       | PANGKALAN TANJUNGPURBAN |           |            |           |
|     |          |       | Sektor I                | Sektor II | Sektor III | Sektor IV |
| 1   | SLA      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 2   | SRB      | PC    | 0                       | 1         | 0          | 0         |
| 3   | TOR      | PC    | 0                       | 0         | 1          | 0         |
| 4   | KLB      | PC    | 0                       | 0         | 1          | 0         |
| 5   | KLH      | PC    | 0                       | 1         | 0          | 0         |
| 6   | SBR      | PC    | 1                       | 1         | 0          | 0         |
| 7   | SLM      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 1         |
| 8   | SBL      | PC    | 0                       | 1         | 0          | 0         |
| 9   | SGU      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 10  | SDA      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 11  | SKD      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 1         |
| 12  | SGR      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 13  | CCT      | PC    | 0                       | 0         | 1          | 0         |
| 14  | WLG      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 15  | MRA      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 16  | KRT      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 0         |
| 17  | AKD      | PC    | 0                       | 0         | 0          | 1         |

Hasil dari perjalanan program solver dalam persoalan ini adalah didapatnya variabel keputusan (*zero-one decision variabel*) yang menunjukkan terpilihnya pangkalan TNI AL

untuk mengcover sektor operasi, seperti dalam gambar berikut ini :

| No.                                | Nama (ABAL) | KEPUTUSAN PENUGASAN PANGKALAN                               |           |            |           |
|------------------------------------|-------------|---|-----------|------------|-----------|
|                                    |             | Sektor I  | Sektor II | Sektor III | Sektor IV |
| 1                                  | L. Siar     | 1   | 0         | 0          | 0         |
| 2                                  | L. Siar     | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 3                                  | L. Siar     | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 4                                  | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 5                                  | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 6                                  | P. Sempu    | 0   | 1         | 0          | 0         |
| 7                                  | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 8                                  | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 9                                  | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 10                                 | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 11                                 | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 12                                 | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 13                                 | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 14                                 | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| 15                                 | P. Sempu    | 0   | 0         | 0          | 0         |
| Jumlah Pengal per Sektor           |             | 1   | 1         | 1          | 1         |
| Minimal Pengal per Sektor          |             | 1   | 1         | 1          | 1         |
| Jumlah Pengal Terpilih             |             | 1   | 1         | 1          | 1         |
| Minimal Pengal                     |             | 1   | 1         | 1          | 1         |
| Objective Function / Fungsi Tujuan |             | Memaksimalkan pengal-pengal untuk meminimalkan jumlah kapal |           |            |           |
| Z=                                 |             | 4,452   |           |            |           |

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dari matriks *zero-one* hasil optimasi penugasan kapal patroli dapat diketahui bahwa untuk sektor operasi I, kapal yang ditugaskan mengcover adalah KRI Sibarau, Siada dan Sigurot. Sektor operasi II dicover oleh KRI Siribua, Kalahitam, Sibarau, Sembilang dan Sigalu, dalam hal ini KRI Sibarau dari hasil optimasi dapat mengcover dua sektor yaitu : sektor I dan sektor II, sektor III dicover oleh KRI Tenggiri, Kelabang dan Cucut, sektor IV dicover oleh KRI Siliman, Sikuda dan Anakonda. Seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini :

Dari hasil optimasi menunjukkan bahwa pangkalan yang terpilih untuk mengcover sektor I adalah Lanal Batam, pada Sektor II terpilih Lanal Tarempa, Sektor III terpilih Lanal Ranai, Sektor IV terpilih Lanal Pontianak.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil optimasi berupa komposisi penugasan 13 kapal patroli dari 17 kapal patroli ke 4 sektor operasi kamla sehingga ada efisiensi armada sebanyak 4 kapal patroli yang akan digunakan sebagai Unsur cadangan bila kapal patroli tersebut melaksanakan perawatan / docking. Hasil optimasi juga menunjukkan semua kapal beroperasi pada sektor-sektor operasi sesuai kebutuhan sektor dan tidak terjadi penumpukan dan kekurangan kapal patroli di salah satu sektor.. Jangkauan *coverage area* maksimum kapal patroli yang tercapai adalah 880,934 Mil<sup>2</sup>, luas sektor operasi I sd. IV adalah sama 880,934 Mil<sup>2</sup>, Menunjukkan juga besarnya biaya operasi untuk satu kali penugasan yaitu sebesar Rp. 1,547,317,753,- lebih kecil dari *budget* biaya operasi sebesar Rp. 2.000.000.000,-. Jumlah endurance dari masing-masing kapal yang ditugaskan sebesar 47 hari lebih kecil jumlah endurance kapal yang ditugaskan di sektor operasi setelah dioptimasi sebesar 49 hari. Nilai utilitas kapal yang melaksanakan operasi dari 17 kapal (nilai 1) setelah dioptimasi kapal patrol yang melaksanakan operasi sebanyak 13 kapal (0,806). Nilai probabilitas data pelanggaran setelah dioptimasi dari penugasan kapal patroli di sektor operasi sebesar 0.396.

Hasil optimasi berikutnya berupa terpilihnya 4 pangkalan TNI AL dari 15 pangkalan untuk cover 4 sektor Opskamla wilayah Perairan Natuna. Pangkalan TNI AL tersebut adalah Batam, Tarempa, Ranai dan Pontianak. Pangkalan yang terpilih tersebut akan ditempati oleh kapal patroli sebagai pangkalan aju dan pangkalan pendukung dalam pengamanan sektor operasi I sd. IV.

Dalam tesis tentang optimasi penugasan kapal patroli untuk mencegah tindak pidana ini khususnya hanya meneliti di Perairan Natuna belum mencakup ke seluruh wilayah kerja Koarmabar serta seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), hal ini bisa dilanjutkan untuk studi penelitian berikutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

Pudji Santoso, 2014, Implementasi *Binary Genetic Algorithm* (BGA) untuk optimasi penugasan kapal patroli TNI AL dalam rangka keamanan wilayah laut Indonesia, Seminar Nasional *IENACO-2014 ISSN: 2337-4349*

Ignatius Yogi Vidianto Setyadi, B. Bambang Riyanto, 2014, Upaya Negara Indonesia Dalam Menangani Masalah Tindak Pidana Di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia, jurnal Ilmu Hukum, Fakultas Hukum Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yavuz Ozdemir, et al, 2012, *A large scale integer linear programming to the daily fleet assignment problem: a case study in Turkey*, Industrial Engineering Department, Yildiz Technical University, Barbaros Bulvari, Yildiz, Istanbul, 34349, Turkey

Toni Bakhtiar, Farida Hanum, 2011, Manajemen Bencana Berbasis Riset Operasi: Masalah Penugasan Sukarelawan Dengan *Goal Programming*, Departemen Matematika, Institut Pertanian Bogor

Ching-Ter Chang, 2015, *Multi-choice goal programming model for the optimal location of renewable energy facilities*, Department of Information Management, Chang Gung University, 259 Wen-Hwa 1st Road, Kwei-Shan, Tao-Yuan 333, Taiwan, ROC

Jose Ramon San Cristobal, 2012, *A goal programming model for the optimal mix and location of renewable energy plants in the north of Spain*, Marine Sciences Department, University of Cantabria, Spain

Hadi Karimi Dehnavi, 2013, *A solution for urban road selection and construction problem using simulation and goal programming—*

Case study of the city of Isfahan, Department of Industrial and Systems Engineering, Isfahan University of Technology, 84156-83111 Isfahan, Iran

Bo Zhang Jin Peng, 2013, *Uncertain programming model for uncertain dual assignment problem*, School of Mathematics and Statistics, Huazhong Normal University, Hubei 430079, China

Susy susanty, et al, 2012, Usulan Perbaikan Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Sementara (TPS) Sampah Menggunakan Metode *Set Covering Problem* (SCP) (Studi Kasus di PD. Kebersihan Wilayah Operasional Bandung Barat), Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung.

Irwan T Yuniarto, Tri Achmadi, 2014, Model Pemilihan Lokasi Pelabuhan Pengumpul Sebagai Pusat Konsolidasi Petikemas dan General Cargo, Pascasarjana Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mabes AL, 2004, *Buku Petunjuk Opskamla*, Asops Kasal, Jakarta

# Optimasi Penugasan Kapal Patroli Untuk Mencegah Tindak Pidana (Studi Kasus Di Perairan Natuna)

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

- 1 Ozdemir, Yavuz, Huseyin Basligil, and Baglan Sarsenov. "A Large Scale Integer Linear Programming to the Daily Fleet Assignment Problem: A Case Study in Turkey", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2012. 30 words — 1%

Crossref
- 2 Hozairi, Heru Lumaksono, Marcus Tukan, Buhari, Busro Akramul Umam. "Optimization of Determination of the Number of Fisheries Supervisory Vessels in the Fisheries Management Area -713 Using Genetic Algorithms", 2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), 2019. 29 words — 1%

Crossref
- 3 Mawardi Khairi. "POLITIK HUKUM PEMERINTAH DALAM PENANGANAN TINDAK PIDANA PERIKANAN (ILLEGAL FISHING) DI INDONESIA", *FIAT JUSTISIA: Jurnal Ilmu Hukum*, 2017. 24 words — 1%

Crossref
- 4 Edi Purnomo, Victoria E. Manopo, Denny Karwur. "Fishing vessel controlling development strategy of marine and fisheries resources monitoring center in Kema Districts, North Minahasa, Indonesia", *AQUATIC SCIENCE & MANAGEMENT*, 2015. 24 words — 1%

Crossref
- 5 M.M. Wagh, V.V. Kulkarni. "Modeling and Optimization of Integration of Renewable Energy Resources (RER) for Minimum Energy Cost, Minimum CO2 Emissions and Sustainable Development, in Recent Years: A Review", *Materials*. 23 words — 1%

- 
- 6** Arisandi Arisandi. "INKONSISTENSI KEBIJAKAN PENGGUNAAN JARING TRAWL (Studi Kasus Penggunaan Jaring Trawl Oleh Nelayan Wilayah Perairan Gresik)", JKMP (Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik), 2016  
22 words — 1%  
Crossref
- 
- 7** Karimi Dehnavi, Hadi, Mohammad Taghi Rezvan, Abdolmatin Shirmohammadli, and Dirk Vallée. "A solution for urban road selection and construction problem using simulation and goal programming—Case study of the city of Isfahan", Transport Policy, 2013.  
21 words — 1%  
Crossref
- 
- 8** Chang, Ching-Ter. "Multi-choice goal programming model for the optimal location of renewable energy facilities", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015.  
19 words — 1%  
Crossref
- 
- 9** Esmatullah Noorzai. "Performance Analysis of Alternative Contracting Methods for Highway Construction Projects: Case Study for Iran", Journal of Infrastructure Systems, 2020  
15 words — 1%  
Crossref
- 
- 10** Negar Akbari, Dylan Jones, Farzad Arabikhan. "Goal Programming models with interval coefficients for the sustainable selection of marine renewable energy projects in the UK", European Journal of Operational Research, 2020  
14 words — 1%  
Crossref
- 
- 11** H. W. Kuhn. "The Hungarian method for the assignment problem", Naval Research Logistics Quarterly, 1955  
12 words — < 1%  
Crossref
- 
- 12** Zhang, Bo, and Jin Peng. "Uncertain programming model for uncertain optimal assignment problem", Applied Mathematical Modelling, 2013.  
11 words — < 1%  
Crossref



---

13 Muhar Junef. "Implementasi Poros Maritim dalam Prespektif Kebijakan", Jurnal Penelitian Hukum De Jure, 2019 11 words — < 1%  
Crossref

---

14 Bo Zhang, Jin Peng, Shengguo Li, Lin Chen. "Fixed charge solid transportation problem in uncertain environment and its algorithm", Computers & Industrial Engineering, 2016 8 words — < 1%  
Crossref

---

15 San Cristóbal, José Ramón. "A goal programming model for the optimal mix and location of renewable energy plants in the north of Spain", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012. 7 words — < 1%  
Crossref

---

EXCLUDE QUOTES OFF  
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY OFF

EXCLUDE MATCHES OFF