

OPTIMALISASI PELAKSANAAN OPERASI PENGAMANAN WILAYAH PERBATASAN OLEH GUSPURLATIM DI PERAIRAN KARANG UNARANG DENGAN METODE ANP DAN *WEIGHTED GOAL PROGRAMMING*

Adi Surono, Udisubakti Ciptomulyono, A. Octavian

Program Studi Analisa Sistem dan Riset Operasi,
Direktorat Pascasarjana Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

ABSTRAK

Operasi pengamanan wilayah perbatasan adalah suatu usaha dan kegiatan untuk menjamin tegaknya kedaulatan negara di perbatasan darat, laut dan udara dengan negara lain, dari segala bentuk ancaman dan pelanggaran termasuk kegiatan survey dan pemetaan. Keterbatasan kemampuan KRI dan anggaran yang disediakan oleh negara serta kebutuhan pengamanan wilayah perbatasan laut Indonesia, mengakibatkan perlu adanya tuntutan pemikiran tentang optimalisasi penyebaran KRI di pangkalan aju dan sektor operasi di perairan Karang Unarang, dengan memperhatikan jenis KRI, kecepatan, *endurance*, jangkauan radar serta biaya operasi. Sehingga dihasilkan suatu komposisi penyebaran KRI di pangkalan aju dan sektor operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang. Penelitian ini membahas tentang optimalisasi penyebaran KRI di pangkalan aju dan sektor operasi pada operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang, untuk memberikan solusi kompromi optimal antara dua fungsi tujuan yang berbeda, yaitu *coverage area* dengan biaya operasi. Pemecahan masalah ini menggunakan pendekatan *Analytic Network Process* dengan bantuan *software superdecision* untuk pembobotan fungsi tujuan. Sedangkan optimalisasi penyebaran kekuatan KRI menggunakan metode *model transshipment*, *Goal Programming* dan *Weighted Goal Programming*, dimana seluruh algoritma dari pendekatan tersebut diselesaikan secara silmutan dalam suatu *syntax* dengan menggunakan *software optimasi Lingo 11*. Hasil dari optimalisasi tersebut adalah diperoleh rata-rata efektivitas *coverage area* tercapai adalah 450.913 mil² dan rata-rata efisiensi biaya operasi adalah 40% dari anggaran yang ditetapkan.

Kata Kunci : *Operasi Pengamanan Wilayah Perbatasan, ANP, Model Optimalisasi, Transshipment, Goal Programming, Weighted Goal Programming, Coverage Area, Biaya Operasi.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan panjang garis pantai lebih dari 81.000 km terdiri dari 17.499 pulau dan luas laut sekitar 5,9 juta km², yang artinya 2/3 wilayah Indonesia merupakan wilayah lautan (Marsetio, 2014). Laut Indonesia sendiri mempunyai perbatasan dengan 10 negara yaitu: India, Thailand, Malaysia, Singapura, Vietnam, Philipina, Palau, Papua New Guinea (PNG), Timor Leste (RDTL) dan Australia (Hozairi, 2011). Implikasi dari letak geografis dan konstelasi Indonesia tersebut, wilayah perbatasan menjadi potensi konflik, termasuk di dalamnya perbatasan laut antara Indonesia dengan Malaysia di perairan Karang Unarang. Pasca lepasnya pulau Sipadan Ligitan menimbulkan sederet permasalahan khususnya yang berkaitan dengan permasalahan batas maritim kedua negara yang dikaitkan dengan besarnya potensi minyak dan gas bumi yang terdapat di wilayah yang saat ini disengketakan yang dikenal dengan kasus Ambalat. Malaysia mengklaim wilayah perairan sejauh 70 Nm dari Pulau Sipadan dan Ligitan. Akibat dari perbedaan penentuan batas tersebut oleh Malaysia, maka sering terjadi pelanggaran batas wilayah di blok Ambalat, baik yang dilakukan oleh: Tentara Laut Diraja Malaysia (TLDM), Tentara Udara Diraja Malaysia (TUDM), Kapal dan Pesawat udara *Polis Marine*, Kapal dan Pesawat udara Agensi Penguatkuasaan *Maritime* Malaysia (APMM).

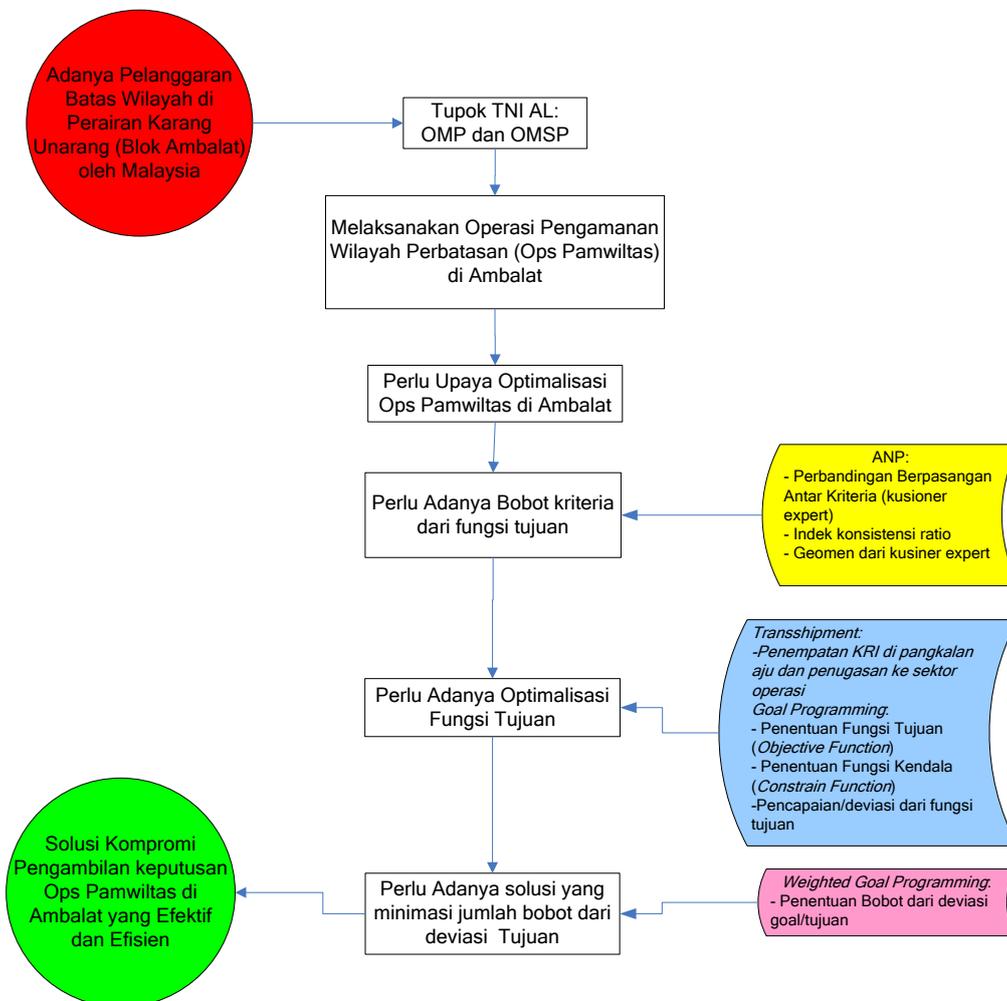
Sesuai dengan Undang-Undang RI No.3 Tahun 2002 pasal 10 menyatakan bahwa TNI AL sebagai alat pertahanan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) bertugas melaksanakan kebijakan pertahanan negara di laut. Beranjak dari embanan tugas tersebut maka TNI AL berupaya meningkatkan pembangunan kemampuan bidang keamanan, yaitu melaksanakan peningkatan operasional kekuatan TNI Angkatan Laut dengan pola gelar yang

efektif dan efisien untuk dapat menegakkan kedaulatan dan menjaga keamanan laut di seluruh perairan yurisdiksi nasional dengan memprioritaskan wilayah rawan konflik dan pelanggaran hukum dan perbatasan serta mengantisipasi perkembangan situasi di Selat Malaka, Selat Singapura dan perairan Karang Unarang (Laut Sulawesi), perairan rawan pelanggaran hukum, ALKI I, II dan III, perairan pulau kecil terluar.

Operasi pengamanan wilayah perbatasan adalah segala usaha dan kegiatan untuk menjamin tegaknya kedaulatan wilayah negara di perbatasan darat, laut dan udara dengan negara lain, dari segala bentuk ancaman dan pelanggaran, termasuk kegiatan-kegiatan survei dan pemetaan. Salah satu operasi pengamanan wilayah perbatasan adalah operasi pengamanan wilayah perbatasan yang digelar di perairan Karang Unarang. Penugasan unsur-unsur TNI AL dalam melaksanakan operasi pengamanan wilayah perbatasan, juga berkaitan erat dengan dukungan logistik. Dan salah satu fungsi logistik TNI AL adalah dukungan fasilitas pangkalan yang diarahkan untuk memenuhi kebutuhan satuan-satuan operasional yang terdiri dari fasilitas labuh (*rebase*), fasilitas pemeliharaan dan perbaikan (*repair*), fasilitas pembekalan (*replenishment*), fasilitas perawatan personel (*rest/recreation*), dan fasilitas pembinaan pangkalan.

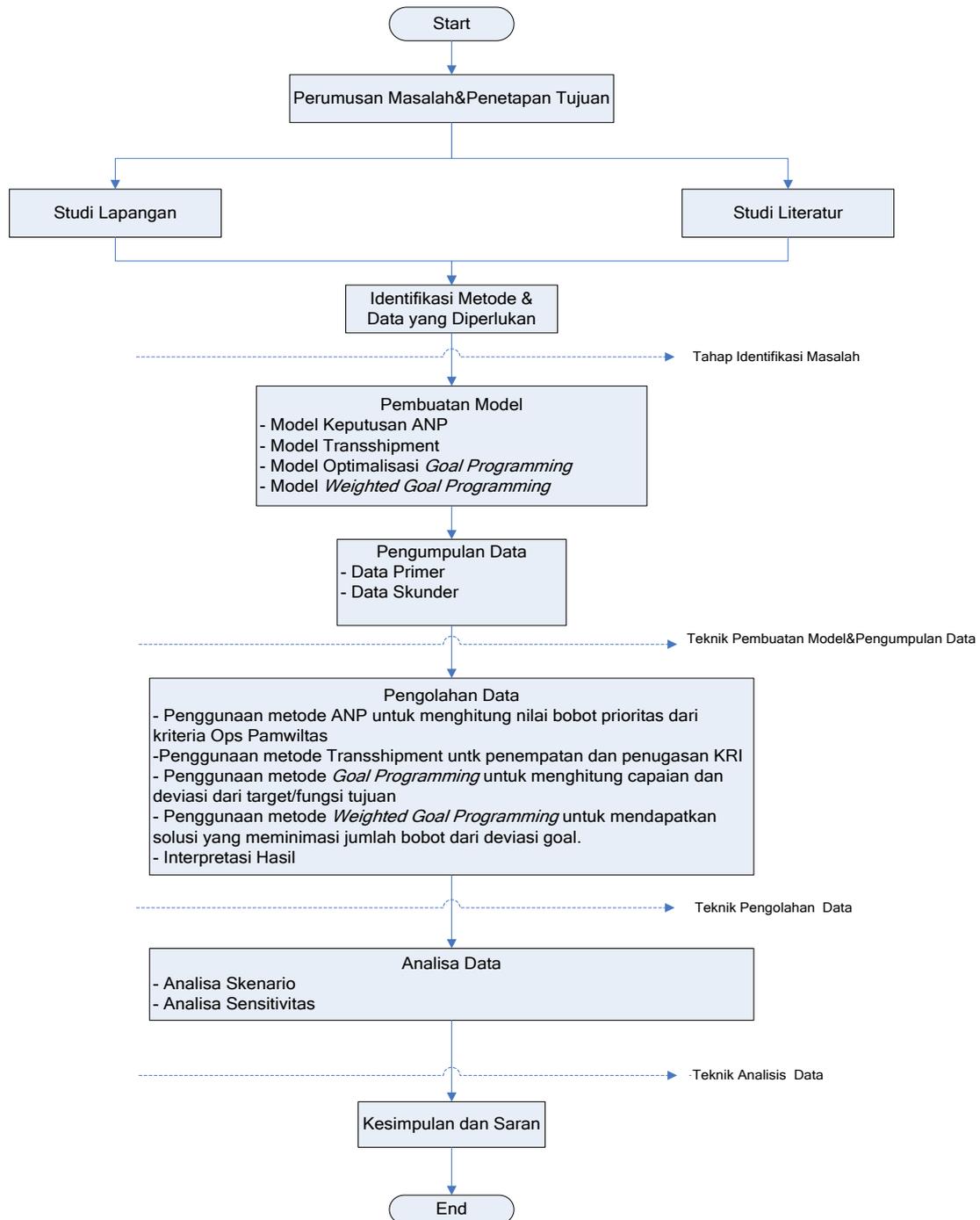
KERANGKA BERPIKIR

Adapun kerangka pemikiran yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1 Kerangka Berpikir

METODOLOGI PENELITIAN

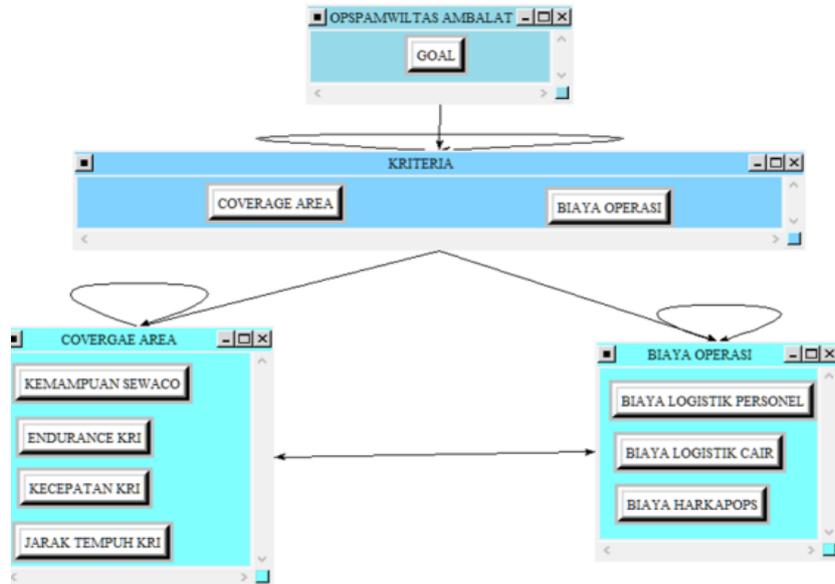


Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

SOLUSI MODEL

a. Model ANP (*Analytic Network Process*)

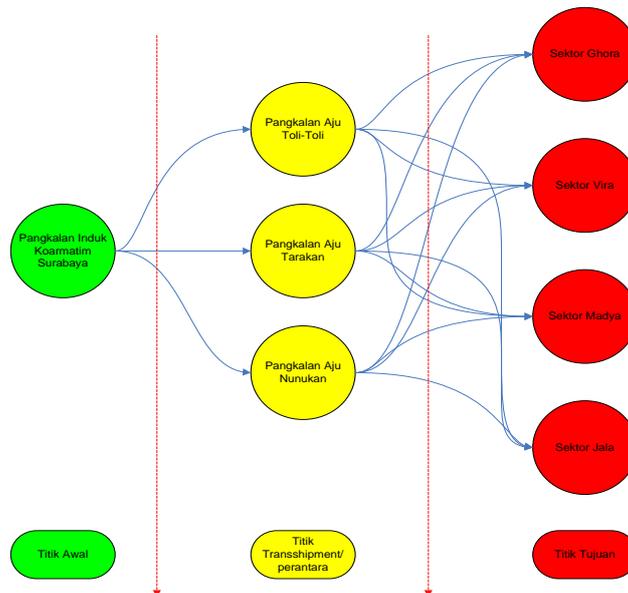
Model *Analytic Network Process* (ANP) terkait dengan pelaksanaan operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang (blok Ambalat) terdiri dari 1 (satu) *Goal* (tujuan), 2 (dua) kluster kriteria, yaitu: *coverage area* dan biaya operasi, serta kluster alternatif.



Gambar 3 Model ANP Operasi Pengamanan Wilayah Perbatasan di Perairan Karang Unarang.

b. Model Transshipment

Model *Transshipment* dalam penelitian ini menggambarkan bahwa penyebaran (penempatan dan penugasan) KRI dari pangkalan induk sebelum ke sektor operasi harus melalui pangkalan aju sebagai titik *transshipment*. Model *transshipment* dari penyebaran KRI dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Alur *Transshipment* Penempatan dan Penugasan KRI

c. Model Goal Programming dan Weighted Goal Programming

Goal Programming digunakan untuk mencari deviasi dari fungsi tujuan, dimana terdapat dua fungsi tujuan, yaitu: memaksimalkan *coverage area* dan meminimumkan biaya operasi, sedangkan bobot (*weight*) dari goal programming diperoleh dari hasil bobot relatif ANP Sehingga fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1} W_1(P_{1k}/C) + \sum_{i=1} W_2(P_2/Budget) \quad (1)$$

Dengan fungsi pembatas:

a) Luas *Coverage area* yang dicover selama operasi tidak melebihi kemampuan *coverage area* KRI

$$\sum_{i=1}^n CAKi Kijk + P1k \geq CASk, \quad \forall k \quad (2)$$

b) Biaya operasi KRI tidak melebihi *budget* yang sudah dialokasikan:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s Bijk Kijk - P2 \leq Budget \quad (3)$$

c) Setiap pangkalan aju harus ditempatkan minimal 1(satu) KRI.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Kijk \geq 1, \quad \forall j \quad (4)$$

d) Setiap sektor operasi harus ditempatkan minimal 1(satu) KRI.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Kik \geq 1, \quad \forall k \quad (5)$$

e) Waktu tempuh penugasan KRI dari pangkalan induk ke pangkalan aju dan ke sektor operasi sama dengan *endurance* KRI (E KRI).

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n Tjk Kijk = Ei, \quad \forall i \quad (6)$$

f) Tiap KRI hanya ada 1 (satu) jalur terpilih

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n Kijk = 1, \quad \forall i \quad (7)$$

Keterangan:

CASk = Luas *Coverage area* sektor operasi *k*

CAKi = Kemampuan *Coverage area* KRI *i*

P₁ = Deviasi fungsi tujuan pertama

P₂ = Deviasi fungsi tujuan kedua

Bijk = Biaya operasi KRI *i* ke pangkalan aju *j* dan sektor operasi *k*

Budget = Anggaran yang disediakan (per *endurance* KRI)

Kijk = Jenis KRI *i* ditugaskan ke pangkalan aju *j* dan sektor operasi *k*

Tijk = Waktu tempuh KRI *i* ke pangkalan aju *j* dan sektor operasi *k*

Ei = *Endurance* KRI ke *-i*

W = Bobot relatif fungsi tujuan

Dimana algoritma ketiga model optimalisasi (*model transshipment*, *goal programming* dan *weighted goal programming*) diproses secara silmutan, bersama-sama menggunakan *software Lingo 11*

HASIL ALGORITMA MODEL

a. Hasil Model ANP (*Analytic Network Process*)

Dengan menggunakan *software Super Decision* menghasilkan bobot relatif sebagai berikut:

| Icon | Name | Normalized by Cluster | Limiting |
|---------|-------------------------|-----------------------|----------|
| No Icon | BIAYA HARKAPOPS | 0.12575 | 0.032289 |
| No Icon | BIAYA LOGISTIK CAIR | 0.79062 | 0.200443 |
| No Icon | BIAYA LOGISTIK PERSONEL | 0.09363 | 0.024042 |
| No Icon | ENDURANCE KRI | 0.27829 | 0.206834 |
| No Icon | JARAK TEMPUH KRI | 0.32896 | 0.244417 |
| No Icon | KECEPATAN KRI | 0.37372 | 0.277762 |
| No Icon | KEMAMPUAN SEWACO | 0.01912 | 0.014213 |
| No Icon | BIAYA OPERASI | 0.00000 | 0.000000 |
| No Icon | COVERAGE AREA | 0.00000 | 0.000000 |
| No Icon | GOAL | 0.00000 | 0.000000 |

Gambar 4 Hasil Olahan *Software Super Decision* dari Model ANP.

Tabel 1 Bobot Sub Kriteria dan Kriteria *Covergae Area*

| No | Sub Kriteria dari Kriteria <i>Covergae Area</i> | Bobot |
|----------------------------------|---|----------|
| 1 | <i>Endurance</i> KRI | 0,206834 |
| 2 | Jarak tempuh KRI | 0,244417 |
| 3 | Kecepatan KRI | 0,277762 |
| 4 | Kemampuan Sewaco | 0,014213 |
| Total Bobot <i>Covergae area</i> | | 0,743226 |

Tabel 2 Bobot Sub Kriteria dan Kriteria Biaya Operasi

| No | Sub Kriteria dari Kriteria Biaya operasi | Bobot |
|---------------------------|--|----------|
| 1 | Biaya harkapops | 0,032289 |
| 2 | Biaya logistik cair | 0,200443 |
| 3 | Biaya logistik personel | 0,024042 |
| Total Bobot Biaya operasi | | 0,256774 |

a. Hasil Model Optimalisasi (*Analytic Network Process*)

Dengan menggunakan *software Lingo 11*, diperoleh hasil optimalisasi terhadap lima KRI dalam pelaksanaan operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang, yaitu: penyebaran kekuatan (penempatan dan penugasan KRI) termasuk lama operasi, efektivitas *coverage area* KRI di sektor operasi, efisiensi biaya operasi KRI. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Variabel Keputusan Penempatan dan Penugasan KRI

| No | Kelas KRI(i) | Pangkalan Aju (j) | | | Sektor Operasi(k) | | | | Lama Operasi (Hari) |
|----|--------------|-------------------|---------|---------|-------------------|------|-------|------|---------------------|
| | | Tol-toli | Tarakan | Nunukan | Ghora | Vira | Madya | Jala | |
| 1 | Vanspeijk | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3,2 |
| 2 | Sigma | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2,2 |
| 3 | Corvet | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1,6 |
| 4 | MRLF | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2,7 |
| 5 | KCR | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,9 |

Tabel 4 Hasil Efektivitas *Covergae Area*

| No | Sektor Operasi | Jenis KRI yang Ditugaskan | Luas Sektor (mil ²) | <i>Covergae area</i> (mil ²) | |
|----|----------------|---------------------------|---------------------------------|--|----------------|
| | | | | Tercover | Tidak Tercover |
| 1 | GHORA | MRLF, KCR | 1367 | 171924 | - |
| 2 | VIRA | SIGMA | 1731 | 99124 | - |
| 3 | MADYA | CORVET | 2789 | 71415 | - |
| 4 | JALA | VANSPEIJK | 2042 | 108450 | - |

Tabel 5 Hasil Efisiensi Biaya Operasi

| No | KRI, Rute Operasi | Budget KRI | Biaya Operasi | Efisiensi Biaya |
|----|----------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1 | VANSPEIJK, NUK, JALA | Rp 2.503.707.171 | Rp1.015.392.353 | Rp 1.488.315.000 |
| 2 | SIGMA, TOL, VIRA | Rp 1.081.215.600 | Rp 454.110.552 | Rp 627.105.000 |
| 3 | CORVET, TRK, MADYA | Rp 867.760.000 | Rp 513.424.667 | Rp 354.335.300 |
| 4 | MRLF, TOL, GHORA | Rp 1.576.559.933 | Rp 693.850.596 | Rp 882.709.300 |
| 5 | KCR, TOL, GHORA | Rp 239.131.600 | Rp 148.578.090 | Rp 90.553.510 |

ANALISIS MODEL

Analisis model dilakukan pada model optimalisasi, terdiri dari skenario analisis dan analisa sensitivitas.

Skenario Analisis

a. Skenario Analisis Pertama

Pada skenario analisis pertama, model optimalisasi digunakan untuk memodelkan kebutuhan KRI dalam operasi laut gabungan di perairan Karang Unarang, diperoleh hasil optimalisasi sebagai berikut:

Tabel 6 Variabel Keputusan Penempatan dan Penugasan KRI pada Skenario Analisis Pertama

| No | Kelas KRI | Pangkalan Aju | | | Sektor Operasi | | | | |
|----|-----------|---------------|---------|---------|----------------|------|-------|------|---------------------|
| | | Toli-toli | Tarakan | Nunukan | Ghora | Vira | Madya | Jala | Lama Operasi (Hari) |
| 1 | VANSPEUK1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| 2 | VANSPEUK2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3,5 |
| 3 | MRLF1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2,7 |
| 4 | MRLF2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3,2 |
| 5 | CORVET1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,2 |
| 6 | CORVET2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,2 |
| 7 | CORVET3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,2 |
| 8 | CORVET4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,2 |
| 9 | CORVET5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,2 |
| 10 | CORVET6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,2 |
| 11 | KCR1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,9 |
| 12 | KCR2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1,1 |
| 13 | KCR3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,9 |
| 14 | KCR4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,9 |
| 15 | KCR5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,9 |
| 16 | KCR6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,9 |

Tabel 7 Hasil Efektivitas Coverage Area pada Skenario Analisis Pertama

| No | Sektor Operasi | Jenis KRI yang Ditugaskan | Luas Sektor (mil ²) | Coverage area (mil ²) | |
|-------|----------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | | | | Tercover | Tidak Tercover |
| 1 | GHORA | VANSPEUK2,MRLF1,CORVET1,CORVET2,CORVET3,CORVET4,CORVET5,CORVET6,KCR3,KCR4,KCR5,KCR6 | 1367 | 944030 | - |
| 2 | VIRA | MRLF2,KCR1 | 1731 | 171560 | - |
| 3 | MADYA | KCR2 | 2789 | 69341 | - |
| 4 | JALA | VANSPEUK1, | 2042 | 108450 | - |
| Total | | | 7929 | 1293381 | |

Tabel 8 Hasil Efisiensi Biaya Operasi pada Skenario Analisis Pertama

| No | KRI, Rute Operasi | Budget KRI | Biaya Rute Operasi | Efisiensi Biaya |
|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | KK(VANSPEUK1, TRK, JALA) | Rp2.503.707.171 | Rp 1.520.051.000,00 | Rp 883.656.171,00 |
| 2 | KK(VANSPEUK2, TOL, GHORA) | Rp2.503.707.171 | Rp 1.496.205.000,00 | Rp 1.007.502.171,00 |
| 3 | KK(MRLF1, TOL, GHORA) | Rp1.576.559.933 | Rp 882.688.800,00 | Rp 693.871.133,00 |
| 4 | KK(MRLF2, TRK, VIRA) | Rp1.576.559.933 | Rp 918.271.900,00 | Rp 658.288.033,00 |
| 5 | KK(CORVET1, TOL, GHORA) | Rp867.760.000 | Rp 344.033.000,00 | Rp 523.727.000,00 |
| 6 | KK(CORVET2, TOL, GHORA) | Rp867.760.000 | Rp 344.033.000,00 | Rp 523.727.000,00 |
| 7 | KK(CORVET3, TOL, GHORA) | Rp867.760.000 | Rp 344.033.000,00 | Rp 523.727.000,00 |
| 8 | KK(CORVET4, TOL, GHORA) | Rp867.760.000 | Rp 344.033.000,00 | Rp 523.727.000,00 |
| 9 | KK(CORVET5,TOL, GHORA) | Rp867.760.000 | Rp 344.033.000,00 | Rp 523.727.000,00 |
| 10 | KK(CORVET6,TOL, GHORA) | Rp867.760.000 | Rp 344.033.000,00 | Rp 523.727.000,00 |
| 11 | KK(KCR1,TOL,VIRA) | Rp239.131.600 | Rp 91.519140,00 | Rp 147.612.460,00 |
| 12 | KK(KCR2, NUK, MADYA) | Rp239.131.600 | Rp 89.761850,00 | Rp 149.369.750,00 |
| 13 | KK(KCR3, TOL, GHORA) | Rp239.131.600 | Rp 90.640.500,00 | Rp 148.491.100,00 |
| 14 | KK(KCR4, TOL, GHORA) | Rp239.131.600 | Rp 90.640.500,00 | Rp 148.491.100,00 |
| 15 | KK(KCR5, TOL, GHORA) | Rp239.131.600 | Rp 90.640.500,00 | Rp 148.491.100,00 |
| 16 | KK(KCR6, TOL, GHORA) | Rp239.131.600 | Rp 90.640.500,00 | Rp 148.491.100,00 |
| Total | | | | Rp 7.376.626.118,00 |

a. Skenario Analisis Kedua

Pada skenario analisis kedua, model optimalisasi digunakan untuk memodelkan kebutuhan KRI sebagai unsur tabir untuk satu BTP Marinir, diperoleh hasil optimalisasi sebagai berikut:

Tabel 9 Variabel Keputusan Penempatan dan Penugasan KRI pada Skenario Analisis Kedua

| No | Kelas KRI | LATUM | Sektor Operasi | | |
|----|------------|-------|----------------|-------|---------------------|
| | | | Vira | Madya | Lama Operasi (Hari) |
| 1 | VANSPEIJK1 | 1 | 0 | 1 | 3,5 |
| 2 | VANSPEIJK2 | 1 | 1 | 0 | 3,8 |
| 3 | VANSPEIJK3 | 1 | 1 | 0 | 3,8 |
| 4 | MRLF1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 5 | MRLF2 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 6 | MRLF3 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 7 | SIGMA1 | 1 | 1 | 0 | 2,6 |
| 8 | SIGMA2 | 1 | 1 | 0 | 2,6 |
| 9 | CORVET1 | 1 | 1 | 0 | 1,6 |
| 10 | CORVET2 | 1 | 1 | 0 | 1,6 |

Tabel 10 Hasil Efektivitas Coverage Area pada Skenario Analisis Kedua

| No | Sektor Operasi | Jenis KRI yang Ditugaskan | Luas Sektor (mil ²) | Coverage area (mil ²) | |
|-------|----------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | | | | Tercover (mil ²) | Tidak Tercover |
| 1 | VIRA | VANSPEIJK1, VANSPEIJK2, MRLF1, MRLF2, MRLF3, SIGMA1, SIGMA2, CORVET1, CORVET2 | 1731 | 171560 | - |
| 2 | MADYA | VANSPEIJK1 | 2789 | 69341 | - |
| Total | | | 7929 | 1293381 | - |

Tabel 11 Hasil Efisiensi Biaya Operasi pada Skenario Analisis Kedua

| No | KRI, Rute Operasi | Budget KRI | Biaya Rute Operasi | Efisiensi Biaya |
|-------|--------------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | VANSPEIJK1, LATUM, MADYA | Rp 2.503.707.171 | Rp 1.039.297.000,00 | Rp1.464.410.171 |
| 2 | VANSPEIJK2, LATUM, VIRA | Rp 2.503.707.171 | Rp 1.029.361.000,00 | Rp1.474.346.171 |
| 3 | VANSPEIJK3, LATUM, VIRA | Rp 1.576.559.933 | Rp 10.293.610.000,00 | Rp547.198.933 |
| 4 | MRLF1, LATUM, VIRA | Rp 1.576.559.933 | Rp 1.029.361.000,00 | Rp547.198.933 |
| 5 | MRLF2, LATUM, VIRA | Rp 867.760.000 | Rp 708.925.500,00 | Rp158.834.500 |
| 6 | MRLF3, LATUM, VIRA | Rp 867.760.000 | Rp 708.925.500,00 | Rp158.834.500 |
| 7 | SIGMA1, LATUM, VIRA | Rp 867.760.000 | Rp 466.704.600,00 | Rp401.055.400 |
| 8 | SIGMA2, LATUM, VIRA | Rp 867.760.000 | Rp 466.704.600,00 | Rp401.055.400 |
| 9 | CORVET1, LATUM, VIRA | Rp 867.760.000 | Rp 535.089.900,00 | Rp332.670.100 |
| 10 | CORVET2, LATUM, VIRA | Rp 867.760.000 | Rp 535.089.900,00 | Rp332.670.100 |
| Total | | | | Rp5.818.274.208 |

Analisa Sensitivitas

a. Analisa Sensitivitas Dengan Perubahan Nilai Bobot Fungsi Tujuan

Analisa sensitivitas pada tahap ini dilakukan dengan merubah nilai bobot relatif fungsi tujuan hasil ANP. Bobot relatif fungsi tujuan *coverage area* dirubah menjadi 0,243226, dan bobot relatif fungsi tujuan biaya operasi dirubah menjadi 0,756774. Hasil analisa sensitivitas tahap ini adalah sebagai berikut:

Tabel 12 Hasil Optimalisasi Analisa Sensitivitas Perubahan Nilai Bobot dari Fungsi Tujuan.

| No | KRI, Rute Penugasan | Efektivitas Coverage area (mil ²) | | | | Budget | Efisiensi Biaya Operasi | Waktu Operasi (Hari) |
|----|----------------------|---|-------------|--------------|------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| | | Ghora (1367) | Vira (1731) | Madya (2789) | Jala (2042) | | | |
| 1 | VANSPEIJK, NUK, JALA | | | 108450 | Rp 2.503.707.171 | Rp1.488.315.000 | 3,2 | |
| 2 | SIGMA, TOL, VIRA | | 99124 | | Rp 1.081.215.600 | Rp 627.105.000 | 2,2 | |
| 3 | CORVET, TRK, MADYA | | | 711415 | Rp 867.760.000 | Rp 354.335.300 | 1,6 | |
| 4 | MRLF, TOL, GHORA | | | 1711924 | Rp 1.576.559.933 | Rp 882.709.300 | 2,7 | |
| 5 | KOR, TOL, GHORA | | | | Rp 239.131.600 | Rp 90.533.510 | 0,9 | |

b. Analisa Sensitivitas Dengan Perubahan Komposisi KRI

Analisa sensitivitas tahap ini adalah merubah komposisi KRI dari komposisi awal. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 13 Hasil Optimalisasi Analisa Sensitivitas Perubahan Komposisi KRI

| No | KRI, Rute Penugasan | Efektivitas Coverage area (mil ²) | | | | Budget | Efisiensi Biaya Operasi | Waktu Operasi (Hari) |
|----|-----------------------|---|-------------|--------------|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| | | Ghora (1367) | Vira (1731) | Madya (2789) | Jala (2042) | | | |
| 1 | VANSPEIJK1, NUK, JALA | | | 108450 | Rp 2.503.707.171 | Rp 1.488.315.000 | 3,2 | |
| 2 | VANSPEIJK2, TOL, VIRA | | 108761 | | Rp 1.081.215.600 | Rp 1.502.224.000 | 3,2 | |
| 3 | MRLF1, TRK, MADYA | | | 98372 | Rp 867.760.000 | Rp 896.394.800 | 3 | |
| 4 | MRLF2, TOL, GHORA | | | 200649 | Rp 1.576.559.933 | Rp 882.709.300 | 2,7 | |
| 5 | SIGMA, TOL, GHORA | | | | Rp 239.131.600 | Rp 624.402.000 | 2,3 | |

c. Analisa Sensitivitas Dengan Perubahan Jumlah KRI

Analisa sensitivitas tahap ini adalah merubah jumlah KRI dari komposisi awal. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 14 Hasil Optimalisasi Analisa Sensitivitas Perubahan Jumlah KRI

| No | KRI/Rute Penugasan | Efektifitas Coverage area (mil ²) | | | | Budget | Efisiensi | | Waktu |
|----|--------------------|---|------------|-------------|------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| | | Ghora(1367) | Vira(1731) | Madya(2789) | Jala(2042) | | Biaya Operasi | Operasi (Hari) | |
| 1 | KCR1,TRK,MADYA | | | 69341 | | Rp239.131.600 | Rp 99.484.040 | 1,2 | |
| 2 | KCR2,NUK,JALA | | | | 70088 | Rp239.131.600 | Rp 179.348.700 | 1,1 | |
| 3 | KCR3,TOL,GHORA | 70763 | | | | Rp239.131.600 | Rp 90.553.510 | 0,9 | |
| 4 | KCR4,TOL,VIRA | | 70399 | | | Rp239.131.600 | Rp 91.492.670 | 0,9 | |

d. Analisa Sensitivitas Dengan Perubahan Konstrai pada Fungsi Pembatas

Analisa sensitivitas pada tahap ini adalah dengan merubah fungsi pembatas, yaitu merubah fungsi pembatas pada persamaan (6)

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m T_{jk} K_{ijk} = E_i, \quad \forall i \quad (6)$$

Menjadi:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m T_{jk} K_{ijk} \leq E_i, \quad \forall i \quad (8)$$

Hasil analisa sensitivitas pada tahap ini adalah:

Tabel 14 Hasil Optimalisasi Analisa Sensitivitas Perubahan Konstrai pada Fungsi Pembatas

| No | KRI/Rute Penugasan | Efektifitas Coverage area (mil ²) | | | | Budget | Efisiensi | | Waktu |
|----|--------------------|---|------------|-------------|------------|-----------------|------------------|----------------|-------|
| | | Ghora(1367) | Vira(1731) | Madya(2789) | Jala(2042) | | Biaya Operasi | Operasi (Hari) | |
| 1 | VANSPEIK,TOL,VIRA | | 108761 | | | Rp2.508.707.171 | Rp 1.502.224.000 | 0 | |
| 2 | SIGMA,TOL,GHORA | 200649 | | | | Rp1.081.215.600 | Rp 624.402.000 | 0 | |
| 3 | CORVET,TRK,MADYA | | | 71415 | | Rp867.760.000 | Rp 354.325.300 | 0 | |
| 4 | MARLE,TOL,GHORA | | | | | Rp1.576.559.933 | Rp 882.709.300 | 0 | |
| 5 | KCR,NUK,JALA | | | | 70088 | Rp239.131.600 | Rp 179.348.700 | 0 | |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari serangkaian pengolahan data dan analisa yang dilakukan pada penelitian / tesis ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

a. Optimalisasi operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang dapat dimodelkan dengan kombinasi metode *Analytic Network Process (ANP)*, *Transshipment*, *Goal Programming* dan *Weighted Goal Programming* untuk menghasilkan solusi kompromi (*compromise solution*) dalam pelaksanaan operasi pengamanan wilayah perbatasan laut di perairan Karang Unarang.

b. Metode pengambilan keputusan berupa model *Analytic Network Process (ANP)* menghasilkan bobot relatif dari fungsi tujuan operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang, yaitu memaksimalkan *coverage area* dan meminimumkan biaya operasi.

c. Metode optimalisasi berupa model *Transshipment*, model *Goal Programming* dan model *Weighted Goal Programming*, dimana ketiga model tersebut dijalankan secara silmutan, bersama-sama dengan menggunakan *software Lingo 11* menghasilkan suatu solusi optimalisasi berupa variabel keputusan berupa matriks *zero-one* penugasan 5 (lima) KRI dari pangkalan induk ke pangkalan aju dan ke sektor operasi, lama operasi di sektor operasi, pencapaian atau deviasi dari fungsi tujuan pada operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang. Dimana diperoleh rata-rata *coverage area* tercapai adalah 450.913 mil², yang berarti telah melebihi target *coverage area* dari luas area sektor operasi sebesar 7929 mil², dan rata-rata efisiensi biaya operasi adalah 40% dari anggaran yang ditetapkan.

Saran

a. Teoritis, model optimalisasi ini bersifat fleksibel terhadap perubahan data dan dapat digunakan/diaplikasikan pada jenis operasi yang lain. Model Optimalisasi ini belum memasukkan faktor kemampuan *real* fasilitas pangkalan aju secara keseluruhan yang meliputi : faslabuh,

fasharkan, fasbekal dan faswatpers. Sehingga perlu adanya penelitan / kajian lanjutan mengenai hal tersebut dengan mempertimbangkan secara *real* kondisi pangkalan.

b. Praktis, model optimalisasi ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan oleh Pimpinan TNI AL dalam hal ini Guspurlatim dan staf operasi Koarmatim guna menghasilkan solusi kompromi yang optimal (*optimal compromise solution*) terkait penyebaran KRI (penempatan dan penugasan KRI) pada operasi pengamanan wilayah perbatasan di perairan Karang Unarang sehingga dapat dilaksanakan/diaplikasikan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Armatim, Sops (2015), *Data Pelanggaran Wilayah Oleh Unsur Malaysia di Perairan Karang Unarang*, Koarmatim, Surabaya.

Amatim, Slog (2016), *Rekapitulasi Biaya Pemeliharaan Kapal Operasi Tahun 2016*, Koarmatim, Surabaya.

A. Taha, Hamdy (1996), *Riset Operasi Jilid 1*, Bina Aksara, Jakarta.

Chang, Yu-Hern (2009), *Using ANP Priorities With Goal Programming for revitalization strategies in historic transport: A case study of the Alishan Forest Railway*, International Journal Expert Systems with Application 36 (2009) 8682-8690.

Ciptomulyono, U. (2010), *Paradigma Pengambilan Keputusan Multikriteria Dalam Perspektif Pengembangan Proyek dan Industri Yang Berwawasan Lingkungan*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Guspurlatim, Sops (2015), *Peta Sektor Operasi RO Perisai Sakti-15*, Koarmatim, Surabaya.

Hadi Firmanto, 2006, *Riset Operasi, Solver : Modul perkuliahan Transportasi Laut*, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya.

Hozairi (2008), *Pengembangan Algoritma Genetika untuk Optimasi Penempatan Armada Kapal TNI AL di Kawasan Timur Indonesia*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Madura.

Hozairi (2011), *Penerapan Sistem Pakar Untuk Pengembangan Strategi Pengamanan Wilayah Perbatasan Laut Indonesia*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sistem dan Pengendalian Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Hwang, C.L., and K. Yoon (1981), *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.

Iskandar (2015), *Optimasi Penugasan dan Penempatan Unsur Patroli di Wilayah Indonesia Timur*. Tugas Akhir, Prodi Analisa Sistem dan Riset Operasi, STTAL, Surabaya.

Mabes AL, (2004), *Buku Petunjuk Opskamla*, Asops Kasal, Jakarta.

Mabes AL, (2005), *Pembangunan Kekuatan (Postur) TNI AL 2005 sd. 2024*, Kasal, Jakarta.

Mabes AL, (2014), *Keputusan Kasal, Nomor Kep/294/II/2014 Tanggal 28 Februari 2014, Tentang Kebijakan Perencanaan TNI AL Tahun 2015*, Jakarta.

Mabes AL, (2013), *Buku Petunjuk Administrasi Standarisasi Pangkalan TNI Angkatan Laut (PUM-7.03)*, tanggal 23 Desember 2013, Jakarta.

Mabes AL, (2016), *Revisi Pembangunan Postur TNI AL 2005 sd 2024*, Kasal, Jakarta

Mabes TNI, (2011), *Buku Petunjuk Pelaksanaan Operasi Pengamanan Wilayah Perbatasan* (Perpang TNI nomor: Perpang/173//XII/2011), tanggal 29 Desember 2011, Jakarta.

Mabes TNI, (2016), *Komponen dan Indeks Giat Operasi dan Latihan TNI Tahun 2016* (Surat Telegram Pang TNI nomor:STR/37/2016), tanggal 01 Januari 2016, Jakarta.

Marsetio, (2014), *Sea Power Indonesia, Universitas Pertahanan, Jakarta.*

Ming,Wann and Yang, Kuei (2007) *Using ANP Priorities with Goal Programming in Resource Allocation in Transportation*, International Journal Mathematical and Computer Modelling 46 (2007) 985-1000.

Muhammad, Candra (2013) *Optimalisasi Model Transshipment di PT. PRIMATEXCO Menggunakan Program Solver*, UNNES Journal of Mathematics 2 (1) (2013).

Mustika, Mirah, (2007) *Pendekatan Weighted Fuzzy Goal Programming dan Fuzzy AHP untuk Optimasi Pengelolaan Limbah Industri pada Perairan Kali Surabaya.*

Okol, (2008), *Model Optimasi Penempatan Armada (Studi Kasus Kapal Patroli TNI AL di Kawasan Timur Indonesia)*. Tugas Akhir, Prodi Transportasi Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Purnomo, Joko. (2008), *Kombinasi Metode AHP dan Set Covering Problem Dalam Penentuan Lokasi Pangkalan TNI AL (LANAL)*. Tugas Akhir, Prodi Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Puspitasari, A. & Ciptomulyono, U. (2011), *Aplikasi Model Zero-One Goal Programming, DEMATEL dan ANP Untuk Optimasi Pemilihan Strategi Pemasaran*, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Saaty, T.L. (1993), *"Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin"* (Terjemahan), PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

Saaty, T.L 1996. *Decision Making with dependence and feedback: The Analytical Network Process*. 1st ed. Pittsburgh, PA: RWS publication.

Saaty, T.L. (2001), *Decision Making With Dependence and Feedback The Analytic Network Process (2nd ed.)*, RWS Publication. Pittsburgh, USA.

Singgih,Annas.(2007), *Integrated Fuzzy AHP and Weighted-Fuzzy Goal Programming Approach to Solve Supplier Selection Problem With Subjective Factors*. Majalah IPTEK-Vol. 18, No. 1, Februari 2007.

Suhardi, Bambang. (2002), *Aplikasi Analytical Hierarchy Process dan Goal Programming untuk Merencanakan Pembangunan Perekonomian*.Jurnal Performa (2002) Vol. 1, No.1:14-19

Suhirwan (2007), *Studi Perbandingan Kemampuan dan Alokasi KRI TNI AL ke Sektor Patroli Wilayah Laut Indoensia Barat Dengan Metode Set Covering*. Tugas Akhir, Prodi Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Sunarta, (2015) *Analisa Pemilihan Surface to Surface Missile Menggunakan Metode Dematel, ANP dan Zero-one Goal Programming*. Tugas Akhir, Prodi Analisa Sistem dan Riset Operasi, STTAL, Surabaya.

Undang-Undang RI Nomor 34 Tahun 2004 Tentang Tentara Nasional Indonesia

Weare, Elin.(2012), *Optimal fleet composition and periodic routing of offshore supply vessels*.European Journal of Operasional Research 223 (2012) 508-517.

