

## MODEL ANALISIS INVESTASI JARINGAN PELABUHAN IKAN

Vivian Karim Ladesi, MT

### ABSTRAK

Sektor perikanan merupakan salah satu sektor utama pemanfaatan sumber daya kelautan, terutama negara Indonesia sebagai negara maritim. Sebagai sumber daya yang dapat pulih, perikanan laut selama ini menjadi komoditas yang dieksplorasi secara terus menerus, terutama laut Jawa yang diduga telah mengalami penangkapan yang melebihi batas. Upaya penangkapan yang terkontrol dan direncanakan, diperlukan dalam mengantisipasi pemanfaatan potensi sumber daya yang berlebihan, yang dapat berakibat merugikan keberlangsungan kelestarian sumber daya perikanan.

Dengan pengembangan konsep jaringan antar pelabuhan-pelabuhan perikanan, pencapaian target penangkapan pelabuhan perikanan, dapat diperoleh dengan tetap mempertimbangkan potensi lestari perikanan (*Maximum Sustainable Yield/MSY*), serta potensi yang ada pada pelabuhan, meliputi jumlah dan jenis kapal ikan yang beroperasi, ketersediaan logistik operasi penangkapan, dan dermaga serta kolam labuh yang dimiliki pelabuhan.

Kata kunci: *Investasi, Pelabuhan Ikan*

### PENDAHULUAN

Pembangunan dan pemanfaatan sumber daya kelautan yang tersimpan di wilayah perairan nusantara sampai saat ini perlu mendapat perhatian yang memadai, mengingat besarnya potensi yang dimiliki. Bila dibandingkan dengan luas wilayah lautan yang dimiliki maka usaha pemerintah dalam memanfaatkan potensi kelautan masih membutuhkan banyak peningkatan. Sumber daya perikanan laut merupakan salah satu aspek penting dari sumber daya laut. Potensi perikanan perairan Indonesia diketahui melimpah, mengingat letaknya di daerah tropis dengan kandungan plankton yang kaya dan sebagai tempat berkumpulnya ikan-ikan. Namun pemanfaatan sumber daya perikanan memerlukan pengawasan dan harus memperhatikan potensi kelestarian yang tersedia. Eksploitasi perikanan laut yang terkontrol berdasar *MSY* mencegah terjadinya penangkapan berlebih dan kepunahan potensi perikanan banyaknya komoditi ikan yang didaratkan menunjukkan tingkat perkembangan dan pertumbuhan pelabuhan.

*Vivian Karim Ladesi*

*Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil*

*Prodi DIII Transportasi Fak. Teknik Universitas Negeri Jakarta*

Dengan penerapan teknik optimasi diharapkan dapat Pelabuhan perikanan sebagai tempat pendaratan ikan, merupakan sarana pendukung utama perkembangan perikanan laut. Potensi pelabuhan perikanan meliputi banyaknya kapal perikanan, fasilitas logistik operasi penangkapan dandiketahui jumlah optimal kapal ikan yang dibutuhkan untuk mendapat hasil tangkapan yang maksimal serta tingkat optimal kebutuhan panjang dermaga dan kolam pelabuhan yang dibutuhkan. Berkaitan dengan latar belakang tersebut penelitian ini diharapkan dapat menganalisa dan mencari jumlah kapal ikan yang dibutuhkan untuk mendapat hasil tangkapan yang optimal serta investasi yang paling minimal untuk membangun fasilitas dermaga dan kolam pelabuhan yang sesuai dengan kebutuhan.

### **RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan masalah-masalah yang dikemukakan di atas maka permasalahan yang ada adalah *bagaimana menyusun sebuah manajemen perencanaan pengembangan pelabuhan-pelabuhan perikanan yang ada di Jawa Timur dalam sebuah sistem (jaringan) sehingga mampu meningkatkan peran pelabuhan dalam meningkatkan efektivitas dan produktivitas produksi ikan.*

### **BATASAN DAN ASUMSI**

Asumsi-asumsi yang ditetapkan dalam penyusunan model optimasi adalah sebagai berikut :

1. Kajian penelitian dikhususkan hanya pada empat pelabuhan perikanan Jawa Timur yaitu: Lekok, Paiton, Mayangan, dan Brondong.
2. Penelitian hanya dilakukan terhadap lima jenis kapal penangkap ikan yaitu : Mini purse seine, Dogol, Jaring insang, Payang dan Rawai.
3. Besar satuan investasi untuk semua jenis dan lokasi pelabuhan perikanan adalah sama.

### **TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini dibuat dengan maksud untuk menganalisa dan menentukan skenario pengembangan pelabuhan perikanan di Jawa Timur. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat model optimasi jaringan pelabuhan perikanan dari empat pelabuhan yaitu pelabuhan Brondong, pelabuhan Mayangan, pelabuhan Lekok dan pelabuhan Paiton.

2. Mencari nilai optimal pencapaian hasil tangkapan dari empat pelabuhan yang diteliti.

## METODE PENELITIAN

### Pendugaan parameter biologi

Pemanfaatan ikan-ikan yang menjadi target penangkapan dilakukan dengan lima jenis alat tangkap, sehingga perlu dilakukan standarisasi sebelum melakukan perhitungan pendugaan potensi sumberdaya. Standarisasi dilakukan berdasarkan produksi hasil tangkapan (*catch*) dan upaya penangkapan (*effort*) setiap jenis alat tangkap, untuk mendapatkan produktivitasnya setiap tahun, dipergunakan persamaan:

$$P_{at} = \frac{C_{at}}{E_{at}} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

$P_{at}$  = produktivitas alat tangkap a pada periode t (kg/trip)

$C_{at}$  = hasil tangkapan alat tangkap a pada periode t (kg)

$E_{at}$  = upaya penangkapan alat tangkap a pada periode t (trip)

Alat tangkap yang menjadi standar adalah alat tangkap yang memiliki produktivitas penangkapan rata-rata paling tinggi. Kemampuan penangkapan atau *fishing power index (FPI)* dihitung dengan membandingkan produktivitas penangkapan masing-masing alat tangkap terhadap produktivitas alat tangkap standar.

$$FPI = \frac{P_{at}}{P_{at(s\ tan\ dar)}} \dots\dots\dots (2)$$

Standarisasi akan menghasilkan nilai tangkapan gabungan, *total effort* standar, dan *CPUE standard* yang akan digunakan dalam menghitung parameter biologi. Nilai tangkapan gabungan merupakan total hasil tangkapan (*catch*) pada waktu yang sama oleh semua alat tangkap, nilai *total effort standard* diperoleh dari total nilai masing-masing *effort* sebelum standarisasi dikalikan dengan *FPI*-nya, dan nilai *CPUE* standar diperoleh dari nilai tangkapan gabungan dibagi dengan *total effort standard*.

Pendugaan parameter biologi ini dilakukan menggunakan metode surplus produksi, yang digunakan untuk menghitung potensi lestari (*MSY*) dan upaya optimum dengan cara menganalisa hubungan upaya tangkap (*E*) dengan hasil tangkap per unit upaya tangkap (*CPUE*) pada suatu perairan dengan data *time*

series. Data yang digunakan berupa data hasil tangkap (*catch*) dan upaya tangkap (*effort*).

Menurut Schaefer (1957), hubungan hasil tangkap (*catch*) dengan upaya tangkap (*effort*) adalah:

$$C = aE + bE^2 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

a = intercept    b = slope

C = total hasil tangkapan

E = total upaya penangkapan

Sedangkan hubungan CPUE dengan upaya tangkap adalah:

$$CPUE = a + bE \dots\dots\dots (4)$$

Upaya tangkap optimum dihitung dengan menurunkan persamaan (3) terhadap upaya tangkap;

$$\frac{dC}{dE} = a + 2bE$$

$$0 = a + 2bE$$

$$-2bE = a$$

$$E_{opt} = -\frac{a}{2b}$$

Dimana  $E_{opt}$  = upaya pengkapan optimum ..... (5)

Penghitungan nilai MSY dilakukan dengan memasukkan persamaan (5) ke dalam persamaan (3) sehingga diperoleh kondisi MSY:

$$C_{msy} = -\frac{a^2}{4b}$$

Dimana  $C_{MSY}$  = total hasil tangkapan pada kondisi lestari maksimum

### Penyusunan Model Optimasi

Target optimasi adalah mengoptimalkan jumlah tangkapan pada masing-masing pelabuhan dengan jumlah kapal yang sesuai dengan meminimalkan kebutuhan dermaga dan kolam pelabuhan untuk melayani kapal-kapal penangkap ikan.

### Perumusan model Matematika

**Langkah pertama** dilakukan dengan menggunakan model optimasi LP/ *Linear Programming* untuk mendapatkan hasil tangkapan maksimal pada masing-masing pelabuhan. Kemudian **langkah kedua** dengan *Integer Linear Goal Programming*, dengan tiga fungsi tujuan: memaksimalkan hasil tangkapan

pelabuhan, memaksimalkan pemanfaatan potensi lestari (*MSY*), dan meminimasi kebutuhan dermaga dan kolam pelabuhan perikanan.

**Variabel Keputusan**

Keputusan pada masalah ini adalah berapa jumlah kapal yang dibutuhkan pada masing-masing pelabuhan. Bentuk variabel keputusan adalah bilangan bulat (*integer*). Untuk model matematik yang berupa matrik penentuan jumlah kapal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Variable keputusan

Pelabuhan	Kapal				
	j-1	J-2	j-3	j-4	j-5
i-1	X1,1	X1,2	X1,3	X1,4	X1,5
i-2	X2,1	X2,2	X2,3	X2,4	X2,5
i-3	X3,1	X3,2	X3,3	X3,4	X3,5
i-4	X4,1	X4,2	X4,3	X4,4	X4,5

- X<sub>i,j</sub> = jumlah kapal jenis j yang dioperasikan pada pelabuhan i.
- Untuk i = 1, pelabuhan Brondong
- i = 2, pelabuhan Mayangan
- i = 3, pelabuhan Lekok
- i = 4, pelabuhan Paiton
- j = 1, kapal Dogol
- j = 2, kapal Purse seine
- j = 3, kapal Jaring insang
- j = 4, kapal Payang
- j = 5, kapal Rawai

Fungsi tujuan :

Untuk memaksimalkan jumlah tangkapan ikan yang bisa diperoleh masing-masing pelabuhan, maka formulasi fungsi tujuan dari *linear programming* adalah sebagai berikut:

$$Maks Z = \sum_i \sum_j c_{ij} \cdot f \cdot X_{ij}$$

$$\forall i = 1, \dots, 4 \quad j = 1, \dots, 5$$

$$c_{11} \cdot f \cdot X_{11} + \dots + c_{15} \cdot f \cdot X_{15} = C_1$$

...

$$c_{41} \cdot f \cdot X_{41} + \dots + c_{45} \cdot f \cdot X_{45} = C_4$$

- $c_{ij}$  = Hasil tangkap pada pelabuhan  $i$  untuk alat tangkap jenis  $j$  (kg)  
 $C_i$  = maksimal hasil tangkapan ikan pada pelabuhan  $i$ . (kg), untuk  $i = 1, \dots, 4$   
 $f$  = frekuensi penangkapan selama satu tahun (trip)  
 $X_{i,j}$  = kapal ikan pada pelabuhan  $i$  untuk jenis kapal  $j$  (unit). Untuk  $i = 1, \dots, 4$   
dan  $j = 1, \dots, 5$

#### Penetapan Fungsi Kendala

Kendala yang menjadi pembatas dalam upaya pencapaian tujuan pengelolaan sumberdaya perikanan tangkap dari model  $LP$  yang dibangun adalah :

1. Kendala effort optimum ( $E_{opt}$ ) merupakan batas maksimum upaya penangkapan ikan:

$$upb.f.X_{i2} + upb.f.X_{i5} \leq UPB$$

$$upk.f.X_{i2} + upk.f.X_{i4} \leq UPK$$

$$ud.f.X_{i1} + ud.f.X_{i3} + ud.f.X_{i5} \leq UD$$

Dimana :

upb = usaha penangkapan ikan pelagis besar (trip/unit)

upk = usaha penangkapan ikan pelagis kecil (trip/unit)

ud = usaha penangkapan ikan demersal (trip/unit)

UPB= usaha penangkapan optimum ikan pelagis kecil (trip)

UPK= usaha penangkapan optimum ikan pelagis besar (trip)

UD = usaha penangkapan optimum ikan demersal (trip)

2. Kendala jumlah hasil tangkapan pada pelabuhan lebih besar dari minimal tangkapan yang bisa diperoleh pelabuhan perikanan. Model persamaannya:

$$h_{ij}.f.X_{ij} \geq H_i$$

Dimana :

$H_i$  = jumlah target minimal tangkapan pada pelabuhan (kg)

$h_{ij}$  = jumlah tangkapan kapal jenis  $j$  pada pelabuhan  $i$  (kg)

3. Kendala ketersediaan solar pada pelabuhan. Model persamaannya :

$$\sum_i^4 \sum_j^5 s_{ij}.f.X_{ij} \leq S_i \quad \forall j = 1, \dots, 5$$

Dimana :

$s_{ij}$  = kebutuhan solar pada pelabuhan  $i$  untuk jenis kapal ikan  $j$  (liter/unit)

$S_i$  = solar yang tersedia bagi nelayan pada pelabuhan  $i$  (liter)

4. Kendala ketersediaan minyak tanah merupakan jumlah maksimum minyak

tanah pada pelabuhan. Model persamaan: 
$$\sum_i^4 \sum_j^5 m_{ij}.f.X_{ij} \leq M_i \quad \forall j = 1, \dots, 5$$

Dimana :

$m_{ij}$  = kebutuhan minyak tanah pada pelabuhan  $i$  untuk jenis kapal ikan  $j$  (liter/unit)

$M_i$  = minyak tanah yang tersedia bagi nelayan pada pelabuhan  $i$  (liter)

5. Kendala ketersediaan minyak pelumas pada pelabuhan. Model persamaannya :

$$\sum_i^4 \sum_j^5 \text{Im}_{ij} \cdot f \cdot X_{ij} \leq \text{Lm}_i \quad \forall j = 1, \dots, 5$$

Dimana :

$\text{Im}_{ij}$  = kebutuhan minyak pelumas pada pelabuhan i untuk jenis kapal ikan j (liter/unit)

$\text{Lm}_i$  = minyak pelumas yang tersedia bagi nelayan pada pelabuhan i (liter)

6. Kendala ketersediaan es balok pada pelabuhan. Model persamaannya:

$$\sum_i^4 \sum_j^5 \text{es}_{ij} \cdot f \cdot X_{ij} \leq \text{Es}_i \quad \forall j = 1, \dots, 5$$

Dimana :

$\text{es}_{ij}$  = kebutuhan es pada pelabuhan i untuk jenis kapal ikan j (balok/unit)

$\text{Es}_i$  = es yang tersedia bagi nelayan pada pelabuhan i (balok)

7. Kendala ketersediaan garam pada pelabuhan. Model persamaannya :

$$\sum_i^4 \sum_j^5 \text{gr}_{ij} \cdot f \cdot X_{ij} \leq \text{Gr}_i \quad \forall j = 1, \dots, 5$$

$\text{gr}_{ij}$  = kebutuhan garam pada pelabuhan i untuk jenis kapal ikan j (kg/unit)

$\text{Gr}_i$  = garam yang tersedia bagi nelayan pada pelabuhan i (kg)

Selanjutnya **langkah kedua** menyusun model penyelesaian hasil optimal dengan tiga fungsi tujuan menggunakan *Integer Linear Goal Programming*, sebagai berikut :

### Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai adalah hasil tangkapan maksimum nelayan, pemanfaatan sumberdaya perikanan tangkap yang lestari (kelompok ikan pelagis kecil, ikan pelagis besar dan ikan demersal) dengan kebutuhan fasilitas dermaga dan kolam pelabuhan yang minimal, sehingga investasi untuk pembangunan fasilitas dermaga dan kolam pelabuhan menjadi minimal.

Solusi didapat dengan meminimalkan deviasi tujuan pengelolaan sumberdaya perikanan terhadap masing-masing targetnya. Nilai deviasi terdiri atas deviasi underachievement (DU, tanda negatif) dan deviasi overachievement (DO, tanda positif). Apabila diperoleh nilai variabel DU berarti tujuan yang diinginkan dari pengelolaan sumberdaya perikanan tangkap tidak tercapai sebesar nilai deviasi. Sebaliknya, jika variabel DO memiliki nilai, berarti tujuan yang diinginkan terlampaui (melebihi target) sebesar nilai tersebut. Apabila nilai deviasi sama dengan nol, berarti bahwa target pengelolaan sumberdaya perikanan tangkap tercapai. Kedua variabel deviasi tujuan ini berada pada setiap persamaan kendala tujuan.

Adapun tujuan yang akan dicapai adalah :

1. Memaksimumkan hasil tangkapan nelayan pada masing-masing pelabuhan (C).

Model persamaannya :

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} \cdot f \cdot X_{ij} + DU_c + DO_c = \text{Hasil tangkapan } c_{11} \cdot f \cdot X_{11} + \dots + c_{15} \cdot f \cdot X_{15} + DU_1 + DO_1 = C_1$$

$$\dots c_{41} \cdot f \cdot X_{41} + \dots + c_{45} \cdot f \cdot X_{45} + DU_4 + DO_4 = C_4$$

Di mana :

- $c_{ij}$  = Hasil tangkap pada pelabuhan i untuk alat tangkap jenis j (kg)  
 $X_{i,j}$  = kapal ikan pada pelabuhan i untuk jenis kapal j (unit) .Untuk  $i = 1, \dots, 4$   
 dan  $j = 1, \dots, 5$   
 $DU_c$  = target tangkapan ikan yang tidak tercapai (kg)  
 $DO_c$  = target tangkapan ikan yang melebihi target (kg),  
 Untuk c = 1, ..., 4 berturut-turut Brondong, Mayangan, Lekok dan Paiton  
 $C_i$  = target penangkapan ikan pada pelabuhan i (kg), untuk  $i = 1, \dots, 4$

2. Memaksimumkan pemanfaatan sumber daya perikanan tangkap (MSY). Model persamaannya:

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} \cdot f \cdot X_{ij} + DU_{MSY} + DO_{MSY} = MSY$$

$$cpb_{11} \cdot f \cdot X_{11} + \dots + cpb_{45} \cdot f \cdot X_{45} + DU_5 + DO_5 = MSY \text{ IPB}$$

$$cpk_{11} \cdot f \cdot X_{11} + \dots + cpk_{45} \cdot f \cdot X_{45} + DU_6 + DO_6 = MSY \text{ P } cd_{11} \cdot f \cdot X_{11} + \dots + cd_{45} \cdot f \cdot X_{45} + DU_7 + DO_7 = MSY \text{ D}$$

Dimana :

- $DU_{MSY}$  = target pemanfaatan sumberdaya ikan (MSY) yang tidak tercapai (kg)  
 $DO_{MSY}$  = target pemanfaatan sumberdaya ikan (MSY) yang berlebih (kg)  
 $DU_5$  = target pemanfaatan sumberdaya (MSY) ikan Pelagis Besar yang tidak tercapai (kg)  
 $DO_5$  = target pemanfaatan sumberdaya ikan (MSY) Pelagis Besar yang berlebih (kg)  
 $DU_6$  = target pemanfaatan sumberdaya (MSY) ikan Pelagis Kecil yang tidak tercapai (kg)  
 $DO_6$  = target pemanfaatan sumberdaya ikan (MSY) Pelagis Kecil yang berlebih (kg)  
 $DU_7$  = target pemanfaatan sumberdaya (MSY) ikan Demersal yang tidak tercapai (kg)  
 $DO_7$  = target pemanfaatan sumberdaya ikan (MSY) Demersal yang berlebih (kg)  
 $cpb$  = hasil tangkap ikan pelagis besar (kg)  
 $cpk$  = hasil tangkap ikan pelagis kecil (kg)  
 $cd$  = hasil tangkap ikan demersal (kg)

3. Minimasi investasi pembangunan dermaga pelabuhan.

### Investasi Dermaga

Dermaga pendarat, ukuran dermaga pendaratan (Ld) diperoleh dengan persamaan:

$$L_d = \frac{N}{\gamma}(L + 0,15L)$$

Dengan :

- $L_d$  = panjang dermaga pendaratan (m)
- $N$  = jumlah kapal yang sandar pada waktu bersamaan dalam satu hari pada dermaga pendaratan (unit)
- $L$  = panjang kapal (m)
- $\gamma$  = perbandingan antara waktu operasional pelabuhan dan waktu bongkar muat barang

Dengan waktu membongkar muatan adalah 3 jam dan waktu operasional pelabuhan 24 jam maka nilai  $\gamma = 8$ . Hal ini berarti bahwa dermaga dengan kapasitas satu kapal dapat melayani bongkar muat sebanyak 8 kapal dalam satu hari dengan waktu bongkar masing-masing kapal 3 jam.

Dan nilai  $N$  (frekuensi pendaratan kapal perhari) diperoleh dengan persamaan:

$$N = \frac{X \cdot f}{240}$$

Dimana :

- $X$  = jumlah kapal pada pelabuhan (unit)
- $f$  = jumlah frekuensi penangkapan selama satu tahun (trip)
- 240 = adalah jumlah hari efektif penangkapan ikan dalam satu tahun.

Sehingga panjang dermaga pendaratan didapat dengan persamaan :

$$L_d = \frac{X \cdot f}{240 \cdot \gamma}(L + 0,5 \cdot L)$$

Kebutuhan dermaga pendaratan untuk satu unit kapal  $X_j$  adalah :

$$L_{d_j} = \frac{f}{240 \cdot \gamma}(L + 0,5 \cdot L)$$

$L_{d_j}$  = kebutuhan panjang dermaga untuk satu unit kapal  $X_j$  (m)

Sehingga kebutuhan investasi untuk satu unit kapal  $X_j$  dengan satuan investasi pembangunan dermaga permeter sebesar  $C$  (rupiah) adalah :

Investasi dermaga ( $Inv_{Dj}$ ) =

$$\frac{f}{240 \cdot \gamma}(L + 0,5 \cdot L) \cdot C_d$$

Dimana :

- $C_d$  = satuan investasi Pembangunan dermaga permeter (rupiah/meter)
- $Inv_{Dj}$  = besar investasi pembangunan dermaga untuk satu unit kapal  $X_j$  (rupiah)

Maka persamaan investasi pembangunan dermaga, untuk kapal  $X$  unit adalah:

$$Z \cdot Inv_D = X \cdot Inv_{Dj}$$

Jadi minimasi investasi pembangunan dermaga pendaratan untuk kapal  $X_{ij}$  adalah

$$\text{Min } Z_{\text{Inv}_D} = \sum_{j=1}^5 X_{ij} \cdot \text{Inv}_{Dij}$$

$$\forall i = 1, \dots, 4$$

Dimana :

$Z_{\text{Inv}_D}$  = total investasi pembangunan dermaga pendaratan kapal  $X_{ij}$

Dermaga Pelayanan

Untuk dermaga pelayanan ( $L_y$ ) diperoleh dengan rumus yang sama dengan dermaga pendaratan, sehingga investasi dermaga pelayanan untuk kapal  $X_{ij}$  adalah

$$\text{Min } Z_{\text{Inv}_Y} = \sum_{j=1}^5 X_{ij} \cdot \text{Inv}_{Yij}$$

$$\forall i = 1, \dots, 4$$

Di mana :

$Z_{\text{Inv}_Y}$  = investasi pembangunan dermaga pelayanan kapal  $X_{ij}$

Persamaan diatas diperoleh dengan anggapan bahwa jumlah kapal yang sandar bersamaan setiap hari ( $f$ ) adalah sama untuk 2 jenis dermaga di atas.

### Investasi kolam pelabuhan

Kolam Pendaratan

Untuk kolam pendaratan diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$A_d = N \cdot (L_1 \cdot B_1)$$

Dimana:

$A_d$  = Luas kolam pendaratan

$N$  = jumlah kapal yang berlabuh bersamaan

$L_1$  = 1,1 Loa (panjang kapal)

$B_1$  = 1,2 B (lebar kapal)

Dengan nilai  $N$  diperoleh dari:

$$N = \frac{X \cdot f}{240}$$

Dimana :

$X$  = jumlah kapal pada pelabuhan (unit)

$f$  = jumlah frekuensi penangkapan selama satu tahun (trip)

240 = adalah jumlah hari efektif penangkapan ikan dalam 1 tahun.

Sehingga luas kolam pendaratan ( $A_d$ ) didapat dengan persamaan :

$$A_d = \frac{X \cdot f}{240} \cdot (L_1 \cdot B_1)$$

Kebutuhan kolam pendaratan untuk satu unit kapal  $X_j$  adalah :

$$Ad_j = \frac{f}{240} \cdot (L1 \cdot B1)$$

Dimana :

$Ad_j$  = kebutuhan kolam pendaratan untuk satu unit kapal  $X_j$  (m<sup>2</sup>)

Sehingga kebutuhan investasi untuk satu unit kapal  $X_j$  dengan satuan investasi pembangunan kolam pendaratan permeter persegi sebesar  $C$  (rupiah/m<sup>2</sup>) adalah :

Investasi kolam ( $Inv_{kDj}$ )

$$Inv_{kDj} = \frac{f}{240} \cdot (L1 \cdot B1) \cdot C_k$$

Dimana :

$C_k$  = satuan investasi pembangunan kolam pendaratan permeter persegi (rupiah/m<sup>2</sup>)

$Inv_{kDj}$  = besar investasi pembangunan kolam pendaratan untuk satu unit kapal  $X_j$ . (rupiah)

Maka persamaan investasi pembangunan kolam pendaratan, untuk kapal  $X$  unit adalah :

$$Z_{inv_{kD}} = X \cdot Inv_{kD}$$

Jadi minimasi investasi pembangunan kolam pendaratan untuk kapal  $X_{ij}$  adalah :

$$Min Z_{Inv_{kD}} = \sum_{j=1}^5 X_{ij} \cdot Inv_{kD, ij}$$

$$\forall i = 1, \dots, 4$$

Dimana :

$Z_{Inv_{kD}}$  = investasi pembangunan kolam pendaratan kapal  $X_{ij}$  kolam Pelayanan

Untuk kolam pelayanan ( $A_y$ ) diperoleh dengan rumus yang sama dengan dermaga pendaratan, sehingga investasi dermaga pelayanan untuk kapal  $X_{ij}$  adalah :

$$Min Z_{Inv_{kY}} = \sum_{j=1}^5 X_{ij} \cdot Inv_{kY, ij}$$

$$\forall i = 1, \dots, 4$$

Di mana :

$Z_{Inv_{kY}}$  = investasi pembangunan kolam pelayanan kapal  $X_{ij}$

#### Penetapan Fungsi Kendala

Kedala fungsional yang digunakan dalam penyelesaian model optimasi *Integer Linear Goal Programming* ini sama dengan kendala yang digunakan dalam

penyelesaian *Linear Programming* pada langkah pertama. Ditambah dengan kendala jumlah kapal yang dioperasikan tidak lebih dari jumlah kapal optimal dari hasil optimasi *Linear Programming*, dengan model persamaan :

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} \leq K_j$$

Dimana :

- $X_{ij}$  = jumlah kapal jenis  $j$  untuk pelabuhan  $i$   
 $K_i$  = jumlah kapal optimal pada pelabuhan  $i$   
Untuk,  $i = 1, \dots, 4$  dan  $j = 1, \dots, 5$

### Fungsi Tujuan

Berdasarkan persamaan kendala tujuan yang telah diuraikan, maka fungsi tujuan optimasi *Linear Goal Programming* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Min } Z = DU_1 + DO_1 + DU_2 + DO_2 + \dots + DU_8 + DO_8 \quad (3.32)$$

Jadi fungsi tujuan adalah meminimalkan nilai deviasi target pencapaian hasil tangkapan pelabuhan ikan, minimal deviasi pemanfaatan potensi biologi, minimal investasi pembangunan dermaga dan kolam pelabuhan.

Dari optimasi diperoleh jumlah kapal yang optimal dalam mencapai hasil maksimal tangkapan dari masing-masing pelabuhan, dan diperoleh investasi pembangunan dermaga dan kolam yang minimal dalam melayani kebutuhan kapal ikan.

### KESIMPULAN

- a. mempertimbangkan segala kendala yang ada. Sehingga keduanya melampaui kendala-kendala yang menjadi batas dari hasil pencapaian optimal.
- b. Optimasi memberikan hasil akhir ukuran dermaga dan kolam pelabuhan yang dibutuhkan oleh kapal, serta nilai investasi untuk membangun dermaga dan kolam. Investasi untuk membangun dermaga dan kolam diminimalkan, disesuaikan dengan kebutuhan jumlah kapal ikan yang beroperasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Albright, Winston, 2001, *Practical Management Science, Second edition*, Kelley School of Business, Indiana University, Indiana.
- Data Statistik Perikanan Propinsi Jawa Timur. Tahun 2001-2007*. Departemen Kelautan dan Perikanan Prov. Jawa Timur

- Firmanto, H, 2006, *Riset Operasi, Solver : Modul perkuliahan Transportasi Laut*, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya.
- Hamdy, A Taha , 1996, *Riset Operasi*, Jakarta.
- Karmadibrata, Soedjono. 1985. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung : Ganeca Exact.
- Laporan Akhir Investigasi dan Detail Desain Pangkalan Ikan di Pantai Pasir Kab. Kebumen. Tahun 2004*. Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah. Prov. Jawa Tengah.
- Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong Tahun 2006*. Departemen Kelautan dan Perikanan Prov. Jawa Timur. 2007.
- Management of Commercial Marine Fisheries*. Bull. Inter-Am. Trop.
- Nasution, H.M.N. 1996. *Manajemen Transportasi*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Pasaribu, Dr. Ali Musa. *Perencanaan dan Evaluasi Proyek Perikanan*.2005.Makassar : Hassanuddin University Press
- Priyambodo MPM.DESS, Drs.*Penelitian dan Pengembangan Posisi dan Strategi Pelabuhan Regional di Brondong dan Kalianget Jawa Timur*
- Priyono BE. 1998. *Potensi Pemanfaatan dan Peluang Pengembangan*.