



**PENDUGAAN POTENSI SUMBERDAYA IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru*)
BERDASARKAN HASIL TANGKAPAN YANG DIDARATKAN DI PERAIRAN
KOTA PROBOLINGGO JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

DEVI NIKA ANDRIYANI

NIM. 0410820013



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2009



**PENDUGAAN POTENSI SUMBERDAYA IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru*)
BERDASARKAN HASIL TANGKAPAN YANG DIDARATKAN DI PERAIRAN
KOTA PROBOLINGGO JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana

Oleh:
DEVI NIKA ANDRIYANI
NIM. 0410820013



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**



**PENDUGAAN POTENSI SUMBERDAYA IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru*)
BERDASARKAN HASIL TANGKAPAN YANG DIDARATKAN DI PERAIRAN
KOTA PROBOLINGGO JAWA TIMUR**

Oleh:
DEVI NIKA ANDRIYANI
NIM. 0410820013

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 24 Desember 2008
dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Ir. Tri Djoko Lelono, MSi)
Tanggal:

Dosen Penguji II

(Ir. Daduk Setyoadi, MP)
Tanggal:

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

(Ir. Alfian Jauhari, MS)
Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(Arief Setyanto, SPI. M.App.Sc)
Tanggal:

**Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK**

(Ir. Tri Djoko Lelono, MSi)
Tanggal:



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 Desember 2008

Devi Nika Andriyani
NIM. 0410820013

RINGKASAN

Devi Nika Andriyani, Skripsi tentang Pendugaan Potensi Sumberdaya Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) Berdasarkan Hasil Tangkapan yang Didaratkan di Perairan Kota Probolinggo Jawa Timur (dibawah bimbingan **Ir. Alfian Jauhari, MS dan Arief Setyanto, SPI. M.App.Sc**).

Sentra penangkapan ikan di Jawa Timur cukup banyak, di Kota Probolinggo yang merupakan penghasil terbesar penangkapan ikan di laut, hasil penangkapannya mencapai 26.322 ton (Regional Investment, 2008). Menurut Wiadnya (1993), wilayah pantai Jawa Timur untuk daerah Selat Madura didominasi oleh ikan tembang. Akan tetapi berdasarkan data statistik Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Timur (2006), hasil tangkapan ikan lemuru untuk 10 tahun terakhir dari tahun 1997 hingga 2006 di Selat Madura mencapai 126.031,4 ton dimana hasil tangkapan ikan lemuru ini lebih dominan dibandingkan dengan ikan tembang yang hasil tangkapannya hanya sebesar 89.465,2 ton. Tidak hanya itu, hasil tangkapan ikan lemuru di Kota Probolinggo lebih unggul dibandingkan dengan kota/kabupaten lain yang ada di Selat Madura yakni sebesar 41.704,3 ton.

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Probolinggo pada bulan Juli 2008. Dengan tujuan untuk mengetahui standarisasi alat tangkap perikanan lemuru berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo. Untuk mengestimasi nilai potensi lestari perikanan lemuru berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur. Mengetahui kondisi status perikanan tangkap ikan lemuru berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur, melalui pendekatan model Schaefer, Fox dan Walter and Hilborn, apakah dalam keadaan *under fishing*, berimbang lestari (*Maximum Sustainable Yield*) atau *over fishing*. Dan menetapkan strategi perencanaan pengelolaan sumberdaya ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan cara metode tidak langsung. Data yang digunakan adalah Laporan Data Statistik Perikanan Kota Probolinggo, dan Laporan Data Statistik Perikanan dan Kelautan Jawa Timur. Dengan model pengelolaan surplus produksi yang digunakan untuk menduga ikan dengan memanfaatkan data *time series* hasil tangkapan dan upaya penangkapan ikan di tempat pendaratan ikan.

Analisa data dilakukan dengan mengkonversi alat tangkap untuk mengetahui standarisasi alat tangkap yang sesuai dengan alat tangkap yang menangkap ikan lemuru. Dimana data dari jumlah hasil tangkapan (*catch*) dan jumlah alat tangkap (*effort*) diolah dengan mengkonversi alat tangkap terlebih dahulu untuk mengetahui standarisasi alat tangkap yang sesuai dengan alat tangkap yang menangkap ikan lemuru, setelah itu dihitung dengan model Schaefer, Fox dan Walter and Hilborn menggunakan program *microsoft excel*. Kemudian data yang diperoleh dapat dilihat dari hasil masing-masing model, apakah dalam kondisi *underfishing*, berimbang lestari (*Maximum Sustainable Yield*) atau *overfishing*. Dan untuk keberlanjutan perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo perlu menetapkan strategi perencanaan.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa standarisasi alat tangkap yang sesuai dengan perikanan lemuru (*Sardinella lemuru*) yang ada di perairan Kota Probolinggo adalah alat tangkap purse seine.

Pendugaan model Schaefer diperoleh Emsy 58,089 unit/tahun, nilai ini menunjukkan jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk tingkat produksi maksimum lestari (C_{msy}) sebesar 12.525,502 ton/tahun. Untuk hasil tangkapan per unit berimbang lestari (U_{msy}) sebesar 215,625 ton/unit. Sehingga status perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo adalah *underfishing*. Pada model Fox diperoleh Emsy 37,211 unit/tahun, nilai ini menunjukkan jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk tingkat produksi maksimum lestari (C_{msy}) sebesar 5.279,425 ton/tahun. Untuk hasil tangkapan per unit berimbang lestari (U_{msy}) sebesar 141,875 ton/unit. Sehingga status perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo adalah *overfishing*. Dan Pada model Walter and Hilborn diperoleh Emsy 90,363 unit/tahun, nilai ini menunjukkan jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk tingkat produksi maksimum lestari (C_{msy}) sebesar 25.222,790 ton/tahun. Untuk hasil tangkapan per unit berimbang lestari (U_{msy}) sebesar 279,126 ton/unit. Sehingga status perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo adalah *underfishing*.

Hasil analisa kondisi berimbang lestari (*Maximum Sustainable Yield*) dari ketiga model memiliki kekurangan dan kelebihan sehingga, tidak dapat dirata-rata begitu saja. Oleh karena itu, dapat disimpulkan dengan megambil dan mengacu pada model Fox bahwa kondisi perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo mengalami *overfishing*, meskipun terdapat dua model yang kondisinya *underfishing*. Karena bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk di perairan Kota Probolinggo. *Overfishing* kemungkinan dapat terjadi dalam pengeksploitasi ikan lemuru yang tidak hanya dari nelayan lokal saja tapi bisa juga dari nelayan andon yang berasal dari daerah lain yang letaknya tidak jauh dari perairan Kota Probolinggo. Sehingga dari sinilah perlu adanya tindakan untuk mengantisipasi dari kemungkinan terburuk tersebut dengan pengurangan kuota hasil tangkapan sebesar 7.185,47435 ton.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Puji syukur kami turunkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Berkat rahmat serta hidayah-Nya, dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pendugaan Potensi Sumberdaya Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) Berdasarkan Hasil Tangkapan yang di Daratkan di Perairan Kota Probolinggo Jawa Timur" dengan baik. Selama dalam proses penulisannya, kami dibantu oleh banyak pihak yang terkait. Maka dari itu kami ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada:

- Bapak Ir. Alfian Jauhari, MS dan Bapak Arief Setyanto, SPI. M.App.Sc sebagai pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikiran bagi kemajuan anak didik Beliau
- Bapak Ir. Tri Djoko Lelono, MSi dan Bapak Ir. Daduk Setyohadi, MP sebagai dosen penguji skripsi yang telah memberikan banyak masukan atas kekurangan dalam pembuatan laporan ini
- Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu di lingkup lapangan maupun instansi yang telah banyak membantu kami

Kami sangat berharap bahwa laporan ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekalian. Sehingga kami berharap pembaca mendapatkan tambahan informasi untuk melakukan penelitian lanjutan yang berkaitan. Segala bentuk saran maupun kritik yang membangun akan berarti bagi kami untuk terus dapat menyajikan hasil yang terbaik bagi pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, Maret 2009

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Karakteristik Perairan Selat Madura	6
2.2 Deskripsi Ikan Lemuru	7
2.3 Alat Tangkap Ikan Lemuru	8
2.4 Standarisasi Alat Tangkap	11
2.5 Pendugaan Stok	12
2.6 Pendugaan Status dan Potensi Perikanan	14
3. METODOLOGI	24
3.1 Materi Penelitian	24
3.2 Bahan Penelitian	24
3.3 Metode Penelitian	24
3.4 Teknik Pengumpulan Data	25
3.5 Metode Analisa Data	26
3.5.1 Konversi Alat Tangkap	26
3.5.2 Pendugaan Status Produksi	27
3.5.2.1 Model Schaefer	28
3.5.2.2 Model Fox	28
3.5.2.3 Model Walter and Hilborn	29



3.5.2.4 Pendugaan Potensi Lestari Sumberdaya	30
--	----

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
--------------------------------------	-----------

4.1 Keadaan Umum Kota Probolinggo	31
---	----

4.2 Alat Tangkap Ikan Lemuru di Kota Probolinggo	32
--	----

4.3 Hasil Tangkapan (catch) ikan Lemuru di Kota Probolinggo	34
---	----

4.4 Standarisasi Alat Tangkap	37
-------------------------------------	----

4.5 Pendugaan Status Sumberdaya Perikanan Lemuru	41
--	----

4.6 Hasil Kondisi Pendugaan Status Sumberdaya Perikanan Lemuru di Perairan Kota Probolinggo	47
--	----

4.7 Strategi Perencanaan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Lemuru di Perairan Kota Probolinggo	50
--	----

5. KESIMPULAN DAN SARAN	52
--------------------------------------	-----------

5.1 Kesimpulan	52
----------------------	----

5.2 Saran	53
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	54
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	57
-----------------------	-----------



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah alat tangkap yang menangkap ikan lemuru di Kota Probolinggo Tahun 1997-2006	33
2. Jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil di Kota Probolinggo Tahun 1997-2006	35
3. Hasil tangkapan ikan lemuru di Kota Probolinggo Tahun 1997-2006	36
4. Konversi CpUE dan RFP alat tangkap utama yang menangkap ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo	38
5. Jumlah alat tangkap dominan dan hasil konversi untuk perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo Tahun 1997-2006	39
6. Hasil konversi alat tangkap Jaring Insang Hanyut (JIH) terhadap standar purse seine tahun 1997-2006 di perairan Kota Probolinggo	40
7. Hasil konversi alat tangkap Bagan Tancap (BT) terhadap standar purse seine tahun 1997-2006 di perairan Kota Probolinggo	40
8. Hasil konversi Alat Tangkap Lain (ATL) terhadap standar purse seine tahun 1997-2006 di perairan Kota Probolinggo	40
9. Estimasi beberapa model pendugaan	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Ikan lemuru (<i>Sardinella lemuru</i>)	7
2. Alat tangkap purse seine	8
3. Alat tangkap bagan tancap	9
4. Alat tangkap jaring insang	11



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Gambar grafik jumlah alat tangkap, hasil tangkapan ikan pelagis kecil, dan hasil tangkapan ikan lemuru	57
a. Grafik jumlah alat tangkap yang menangkap ikan lemuru di Kota Probolinggo tahun 1997-2006	57
b. Grafik jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil di Kota Probolinggo tahun 1997-2006	57
c. Grafik jumlah hasil tangkapan ikan lemuru di Kota Probolinggo tahun 1997-2006	58
2. Estimasi Potensi Model Schaefer dan Fox	59
3. Summary output model Schaefer dan hasil perhitungan	60
a. Summary output model Schaefer	60
b. Hasil perhitungan model Schaefer	61
4. Gambar grafik hubungan CpUE-effort dan hubungan catch-effort model Schaefer	62
a. Gambar grafik hubungan CpUE-effort model Schaefer	62
b. Gambar grafik hubungan catch-effort model Schaefer	62
5. Summary output model Fox dan hasil perhitungan	63
a. Summary output model Fox	63
b. Hasil perhitungan model Fox	64
6. Gambar grafik hubungan CpUE-effort dan hubungan catch-effort model Fox	65
a. Gambar grafik hubungan CpUE-effort model Fox	65
b. Gambar grafik hubungan catch-effort model Fox	65
7. Estimasi Potensi Model walter and Hilborn	66
8. Summary output model Walter and Hilborn dan hasil perhitungan	67
a. Summary output model Walter and Hilborn	67
b. Hasil perhitungan model Walter and Hilborn	68



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia dengan 17.504 pulau dan 81.000 km garis pantai, dimana sekitar 70% wilayah teritorialnya berupa laut. Dengan perairan laut seluas total 5,8 juta km² (berdasarkan konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tahun 1982), Indonesia menyimpan potensi sumberdaya hayati dan non hayati yang melimpah (Simanungkalit dalam Pical, 2008). Hal ini menyebabkan sebagian besar masyarakat tinggal dan menempati daerah sekitar wilayah pesisir dan menggantungkan hidupnya sebagai nelayan, sehingga tekanan terhadap sumberdaya (ikan) makin meningkat dan dalam jangka waktu yang tidak lama maka stok perikanan akan punah.

Menurut Nikijuluw dalam Litbangda (2008), secara keseluruhan, baik di perairan teritorial maupun Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), diperkirakan ada sekitar 6,1 juta ton ikan yang dapat ditangkap secara lestari sepanjang tahun. Pemanfaatan potensi ini sudah sekitar 60 %. Persentase ini sebenarnya sudah merupakan lampu kuning karena berdasarkan tanggungjawab komitmen internasional mengenai perikanan yang dibuat *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (CCRF), hanya sekitar 80% ikan yang boleh ditangkap. Itu berarti hanya tersisa ruang sekitar 20% penambahan produksi penangkapan ikan sepanjang tahun.

Menurut Merta (1998) dalam Suyedi (2001), di Indonesia sumberdaya ikan pelagis kecil diduga merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang paling melimpah dan paling banyak ditangkap untuk dijadikan konsumsi masyarakat Indonesia dari berbagai kalangan bila dibandingkan dengan tuna yang sebagian besar produk unggulan ekspor dan hanya sebagian kelompok yang dapat



menikmatinya. Ikan pelagis umumnya hidup di daerah neritik dan membentuk *schooling* juga berfungsi sebagai konsumen antara dalam *food chain* (antara produsen dengan ikan-ikan besar) sehingga perlu upaya pelestarian.

Kondisi perikanan dan kelautan wilayah Jawa Timur pada tahun 2006 mengalami peningkatan jika kita melihat sektor perikanan tangkap produk laut pada tahun 2006 mencapai 369,915.30 ton ini mengalami kenaikan sebesar 12,9% dari tahun 2005 namun jika dilihat dari tahun 2003 maka mengalami penurunan sebesar 12,4% hal ini mungkin dapat terjadi kembali pada tahun setelah 2006 maka dari itu perlu adanya kesadaran kepada manusia untuk bisa memelihara kekayaan laut serta menjaga ekosistemnya. Kondisi diatas berlaku pada sektor perikanan tangkap hal ini berbanding terbalik jika kita melihat sektor perikanan budidaya untuk produksi tambak karena pada sektor ini mengalami penurunan sebesar 6,7% dari tahun sebelumnya (Jatim, 2008).

Sentra penangkapan ikan di Jawa Timur cukup banyak, di Kota Probolinggo yang merupakan penghasil terbesar penangkapan ikan di laut, hasil penangkapannya mencapai 26.322 ton (Regionalinvestment, 2008). Menurut Wiadnya, dkk (1993), wilayah pantai Jawa Timur untuk daerah Selat Madura didominasi oleh ikan tembang. Akan tetapi berdasarkan data statistik Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Timur (2006), hasil tangkapan ikan lemuru untuk 10 tahun terakhir dari tahun 1997 hingga 2006 di Selat Madura mencapai 126.031,4 ton dimana hasil tangkapan ikan lemuru ini lebih dominan dibandingkan dengan ikan tembang yang hasil tangkapannya hanya sebesar 89.465,2 ton. Tidak hanya itu, hasil tangkapan ikan lemuru di Kota Probolinggo lebih unggul dibandingkan dengan kota/kabupaten lain yang ada di Selat Madura yakni sebesar 41.704,3 ton.



1.2 Perumusan Masalah

Pengelolaan perikanan secara dinamis dipengaruhi oleh kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, yang menyebabkan pemanfaatan sumberdaya ikan menjadi mudah dan pekerjaan dapat dilaksanakan lebih efisien. Kondisi ini sering disalah artikan untuk mengeksploitasi sumber daya secara terus-menerus.

Peningkatan usaha penangkapan dapat merusak sumber daya hayati ikan, karena tingkat penangkapan secara berlebih.

Penangkapan ikan di laut secara berlebih (*over fishing*) dapat mempengaruhi ekosistem perairan laut yang mengakibatkan kelangsungan kelestarian sumber daya hayati ikan laut akan terancam sehingga, mengacaukan kesetimbangan ekosistem sumberdaya hayati laut. Sama halnya dengan kondisi *under fishing*, dimana dalam pemanfaatan sumber daya ikan yang kurang optimal. Sehingga, perlu adanya penanganan khusus untuk menciptakan sumberdaya ikan yang berimbang lestari.

Pengelolaan sumberdaya hayati perikanan dilakukan dengan prinsip keberlanjutan menuju arah yang lebih bertanggungjawab, guna menghindari dari tekanan penangkapan yang berlebihan, upaya penangkapan dalam jangka panjang memberi hasil tertinggi. Oleh karena itu, penilaian kondisi maksimum lestari pemanfaatan ikan lemuru berdasarkan hasil tangkapan yang didaratkan di

Perairan Kota Probolinggo Jawa Timur, perlu diketahui tingkat eksploitasi, selain itu juga menentukan nilai potensi berimbang lestari ikan lemuru.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui standarisasi alat tangkap perikanan lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur.



- Untuk mengestimasi nilai potensi lestari perikanan lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur.
- Untuk mengetahui kondisi status perikanan tangkap ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur, melalui pendekatan model Schaefer, Fox dan Walter and Hilborn, apakah dalam keadaan *underfishing*, berimbang lestari (*Maximum Sustainable Yield*) atau *overfishing*.
- Menetapkan strategi perencanaan pengelolaan sumberdaya ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo.

1.4 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan penelitian ini adalah:

1. Bagi nelayan atau masyarakat perikanan, dapat digunakan sebagai bahan informasi dalam melakukan usaha penangkapan dengan memperhatikan kelestarian sumberdaya perikanan khususnya ikan lemuru untuk kelangsungan masa depan.
2. Bagi pemerintah dan instansi terkait, dapat digunakan sebagai bahan informasi dan bahan pertimbangan tentang kondisi pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru, sehingga dapat digunakan dalam manajemen pengelolaan sumberdaya perikanan tangkap pada ikan lemuru supaya potensinya tetap terjaga.
3. Bagi masyarakat akademis, dapat digunakan dalam penerapan teori tentang kajian potensi sumberdaya ikan lemuru.



1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2008 di Kota Probolinggo Jawa Timur.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Perairan Selat Madura

Selat Madura adalah selat yang memisahkan Pulau Jawa dan Madura.

Jarak terdekat antara kedua pulau ini berada di ujung barat Pulau Madura (yaitu di wilayah Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya serta Kabupaten Bangkalan)

(wikipedia, 2008).

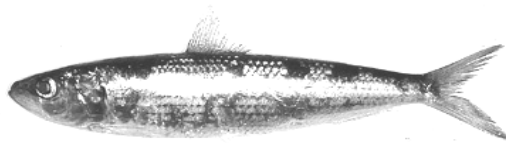
Menurut Salahuddin. dkk (2006), Perairan Selat Madura secara fisiografis bisa digambarkan sebagai perairan yang berbentuk setengah cawan (setengah cekungan). Dari hasil penelitian Puslitbang Geologi Kelautan di perairan Selat Madura (1995), kondisi perairannya mempunyai bentuk fisiografi yang landai, dengan dicirikan mulai dari kedalaman 10 m, 20 m, 30 m menerus ke arah timur hingga mencapai kedalaman 90 m, kemudian dilanjutkan ke tepian laut dalam di Laut Bali dengan kedalaman mulai dari 200 m. Lembah tersebut memanjang dari barat ke timur, dan makin mendalam ke arah timur hingga ke Cekungan Bali (Bali Basin). Lembah tersebut seolah-olah menggambarkan arah pengendapan bawah permukaan dan aliran cairan di bawah permukaan dengan arah barat-timur. Pergerakan tersebut terlihat pula dari proses pergerakan sedimen mulai daerah Surabaya (alur sempit) ke arah timur hingga ke bagian tengah Selat Madura.



2.2 Deskripsi Ikan Lemuru

Berdasarkan Bleeker (1853) dalam Fish base (2008), klasifikasi ikan lemuru adalah sebagai berikut:

Phylum	: Chordata
Class	: Pisces
Sub class	: Teleostei
Ordo	: Malacopteygii (Clupeiformes)
Famili	: Clupeidae
Genus	: Sardinella
Spesies	: <i>Sardinella lemuru</i>
Nama Lokal	: Lemuru
Nama Internasional	: Bali sardinella



Sumber: <http://research.kahaku.go.jp>

Gambar 1. Ikan lemuru (*Sardinella lemuru*)

Ikan lemuru ini berbadan bulat panjang dengan bagian perut agak membulat dan sisik duru agak tumpul serta tidak menonjol. Warna badan biru kehijauan pada bagian atas (punggung), putih keperakan pada bagian bawah. Pada bagian atas penutup insang sampai pangkal ekor terdapat terdapat sebaris bulatan-bulatan hitam sebanyak 10-20 buah. Siripnya berwarna abu-abu kekuning-kuningan. Warna sirip ekor kehitaman demikian juga pada ujung moncongnya. Termasuk pemakan plankton. Ukuran: panjang badan mencapai 23 cm dan umumnya antara 17-18 cm (FishyForum, 2008).

Jenis ini hidup di perairan pantai, lepas pantai, dan laut dalam. Makanan utamanya plankton. Dapat mencapai panjang 20 cm, tapi biasanya 10-15 cm.



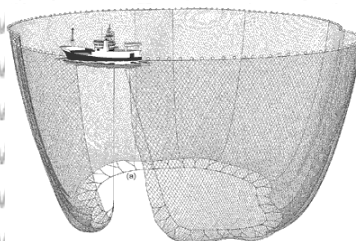
Tubuhnya berwarna biru kehijauan di bagian atas, putih perak pada bagian bawah. Konsentrasi terbesar terdapat di Selat Bali dan sekitarnya, termasuk selatan Sumbawa dan timur Sumba, dan Kalimantan Utara. Ikan yang oleh orang Madura disebut *soroi* ini dipasarkan dalam bentuk segar, asin kering, kalengan, asin rebus (pindang) (Indomedia, 2008).

2.3 Alat Tangkap Ikan Lemuru

Berdasarkan data statistik perikanan Kota Probolinggo tahun 2008, alat tangkap yang dominan menangkap ikan lemuru di Kota Probolinggo diantaranya adalah purse seine, bagan tancap, dan jaring insang hanyut. Dimana menurut data statistik Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Timur 2006, terdapat 0,0681% purse seine, 0,0496% bagan tancap, dan 0,1079% jaring insang hanyut dari seluruh alat tangkap yang ada di perairan Selat Madura.

- Purse Seine

Menurut Sudirman dan Mallawa (2004), purse seine adalah alat (*gear*) yang digunakan untuk menangkap ikan pelagis yang membentuk gerombolan. Alat tangkap ini terdiri dari kantong (*bag*, *bunt*), badan jaring, tepi jaring, pelampung (*float*, *corck*), tali pelampung (*float line*, *corck line*), sayap (*wing*), pemberat (*sinker*, *lead*), tali penarik (*purse line*), tali cincin (*purse ring*), dan *selvage*.



Sumber: <http://eurochbc.org/purses seine.gif>
Gambar 2. Alat tangkap purse seine

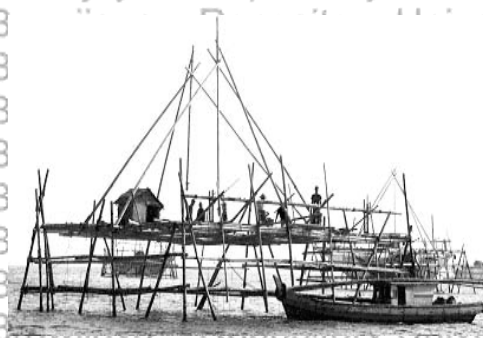
Disebut "Pukat cincin" karena alat tangkap ini dilengkapi dengan cincin yang mana "tali cincin" (*purse line*) atau tali kerut dilakukan didalamnya. Fungsi



cincin dan tali kerut/tali kolor ini penting terutama pada waktu pengoperasian jaring. Sebab dengan adanya tali kerut tersebut jaring yang semula tidak berkantung (dibandingkan dengan jaring payang) akan terbentuk kantung pada tiap akhir penangkapan. Pukat cincin ini ada yang menamakan "kursin", "jaring kolor", pukat cincin janggutan", "jaring slerek". Pengoperasian purse seine sama seperti halnya jaring payang, penangkapan dengan pukat cincin ini dilengkapi dengan rumpon dan kadang-kadang menggunakan lampu untuk malam hari sebagai alat bantu penangkapan. Hasil tangkapan terutama untuk Jawa dan sekitarnya adalah layang (*Decapterus spp*), bentong (*Caranx crumenophthalmus*), kembung (*Rastrelliger spp*), lemuru (*Sardinella spp*), dan lain-lain (Subani dan Barus, 1989).

- **Bagan Tancap**

Bagan tancap adalah jaring angkat yang cara pemasangannya menetap disuatu tempat, dekat pantai atau pada tempat-tempat yang dangkal. Dalam operasi penangkapannya dapat dipergunakan lampu sebagai penarik ikan supaya berkumpul diatas jaring atau akibat terbawa arus ikan masuk ke dalam jaring yang berupa kantung. Biasanya pada bagan tancap ini dibangun juga rumah sebagai tempat tinggal si nelayan, adapula yang membuat tempat menjemur ikan si muka rumah tersebut (Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian, 1991).



Sumber: <http://www.pulauseribu.net>

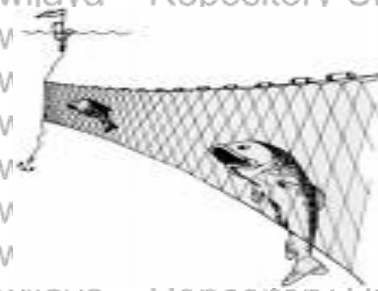
Gambar 3. Alat tangkap bagan tancap



Bagan tancap kedudukannya tidak dapat dipindah-pindah dan sekali dipasang (ditanam) berarti berlaku untuk selama musim penangkapan. Rumah bagan tancap ini berupa anjang-anjang berbentuk piramide terpancung, berukuran 10 x 10 m pada bagian bawah dan 9,5 x 9,5 m pada bagian atas. Bagian atas berupa plataran (*flat form*), dimana terdapat gulungan (*roller*) dan tempat nelayan melakukan kegiatan penangkapan. Ciri khas penangkapan dengan bagan ialah menggunakan lampu (*light fishing*). Lampu yang digunakan adalah petromaks (*kerosene pressure lamp*) berkuatan antara 200-300 lilin, tergantung keadaan perairannya dan kemungkinan adanya pengaruh cahaya bulan. Pada hari-hari gelap bulan, lampu dipasang (dinyalakan) sejak matahari terbenam dan ditempatkan pada jarak ± 1 km diatas permukaan air. Manakala telah banyak terkumpul kawanan ikan kemudian dilakukan pengangkatan jaring dan begitu seterusnya diulang-ulang sampai mendapatkan hasil yang diharapkan. Hasil tangkapan umumnya jenis-jenis ikan murahan seperti, tembung, teri, japuh, selar, petek, kerong-kerong, kapas-kapas, cumi-cumi, sotong, dan lain-lain (Subani dan Barus, 1989).

- Jaring Insang Hanyut

Gill net adalah jaring yang berbentuk empat persegi panjang dan diperlengkap dengan pemberat-pemberat pada tali ris bawahnya dan pelampung-pelampung pada tali ris atasnya. Jaring ini dipasang tegak lurus di dalam air dan menghadang arah gerak ikan. Ikan-ikan tertangkap karena tersangkut pada mata jaring atau tergulung oleh jaring tersebut (Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian, 1991).



Sumber: <http://nps.gov/...isro/rakestraw/sec3.htm>

Gambar 4. Alat tangkap jaring insang

Menurut Subani dan Barus (1989), dalam operasi penangkapannya jaring insang hayut ini dihanyutkan mengikuti arus searah dengan jalannya arus.

Dalam pelaksanaan operasi penangkapannya dapat dilakukan baik di dasar (contoh: jaring rampus) maupun di bawah lapisan permukaan air (jaring kambang, soma antoni, dll). Jaring insang hanyut dalam bentuk yang sangat sederhana yang hanya mempunyai ukuran beberapa meter (jaring eder) banyak digunakan oleh nelayan sambilan di Selat Bali. Pada waktu-waktu musim ikan lemuru yang dalam pengoperasiannya digabungkan dengan menyerok, juga banyak terdapat di daerah Gorontalo (Sulawesi Utara) yang disebut "soma podehu". Dalam bentuk ukuran besar ia dapat mencapai ukuran panjang antara 300-500 m, yaitu terdiri dari beberapa tinging (pieces) yang digabung menjadi satu.

2.4 Standarisasi Alat Tangkap

Standarisasi alat tangkap merupakan cara yang dipakai untuk menyatukan satuan *effort* ke dalam satu bentuk satuan yang dianggap standar. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan satuan *effort* yang seragam sebelum dilakukan pendugaan kondisi *Maximum Sustainable Yield* yaitu suatu kondisi dimana stok ikan dipertahankan pada kondisi keseimbangan (Setyohadi, 1996).



Standarisasi alat tangkap dilakukan dengan mengkonversi alat tangkap kedalam satuan alat tangkap yang standart. Konversi ini dapat dilakukan melalui persamaan:

$$CPUE = \frac{Q_{i=1}^n * C_{fish}}{E_{i=1}^n}$$

Dimana:

CPUE = Hasil tangkapan per unit upaya

$Q_{i=1}^n$ = Rata-rata porsi alat tangkap 1 terhadap total produksi ikan pelagis

C_{fish} = Rata-rata tangkapan ikan pelagis oleh alat tangkap

$E_{i=1}^n$ = Rata-rata *Effort* dari alat tangkap yang dianggap standar (trip)

Menurut Ghaffar (2006), 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.

$$FPI = \frac{P_{at}}{P_{at (standar)}}$$

Dimana:

FPI = Indeks konfersi jenis alat tangkap

P_{at} = produktivitas alat tangkap a

$P_{at (standar)}$ = produktifitas alat tangkap standar

2.5 Pendugaan Stok

Istilah stok mungkin sudah sering kita dengar dalam berbagai makna dalam kehidupan kita. Stok ikan sesungguhnya merupakan angka yang menggambarkan suatu nilai dugaan besarnya biomas ikan berdasarkan kelompok jenis ikan dalam kurun waktu tertentu. Mengingat ikan merupakan hewan yang bersifat dinamis yang senantiasa melakukan perpindahan



(migration) baik untuk mencari makan atau memijah, maka sangat sulit tentunya untuk menentukan jumlah biomasnya. Namun demikian peneliti biologi perikanan telah menghasilkan terobosan pendekatan untuk menghitung jumlah stok ikan (Wiyono, 2005).

Wiadnya (1993), menyatakan bahwa kegiatan perikanan tidaklah secara sederhana dalam pengambilan stok ikan akan tetapi sebaliknya, kegiatan perikanan justru menurunkan jumlah stok ikan. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa hasil tangkap pada waktu tertentu merupakan indikator dari ukuran biomas stok pada saat itu. Secara teoritis, jika pengaruh emigrasi dan imigrasi, perubahan biomas populasi pada tahun tertentu dengan satu tahun berikutnya dapat dituliskan secara sederhana sebagai berikut:

$$P_{(t+1)} = P_{(t)} + (R + G) - (C + M)$$

Dimana:

- $P_{(t+1)}$ = biomas populasi pada saat $(t+1)$
- $P_{(t)}$ = biomas populasi awal pada saat t
- R = rekrutmen selama waktu t
- G = pertumbuhan selama waktu t
- C = jumlah hasil tangkapan selama waktu t
- M = mortalitas alami selama waktu tertentu t

Persamaan di atas menunjukkan bahwa dua sumber yang dapat meningkatkan biomas populasi adalah *rekrutmen* (kelahiran individu baru) dan pertumbuhan individu yang telah ada dalam populasi. Sedangkan kegiatan perikanan dan kematian secara alami selama kurun interval waktu tersebut akan mengurangi jumlah biomas populasi.

Jika biomasa suatu stok (P_t) dihubungkan dengan umur perkembangannya maka kita mendapatkan persamaan logistik sebagai berikut:

$$P_t = \frac{k}{(1 + e^{-r(t-t_0)})}$$



Dimana:

P_t = biomasa stok pada waktu t

k = daya dukung maksimum perairan alami terhadap biomasa stok

r = laju pertumbuhan intrinsik dari stok populasi

t_0 = waktu pada saat $P_t = \frac{1}{2}k$

t = waktu, tahun, bulan dst

Persamaan di atas menunjukkan secara jelas bahwa perkembangan biomasa stok di pengaruhi oleh suatu “*density-dependent parameter*” k , dan pertumbuhan intrinsik r . Artinya pada awal perkembangan biomasa stok, laju pertumbuhan stok akan meningkat sampai “*density-dependent factor*” k , menurunkan pertumbuhan, dan akhirnya tidak akan ada lagi pertumbuhan biomasa karena daya dukung maksimum perairan k , telah dicapai. Pertumbuhan atau peningkatan biomasa stok diekspresikan dengan persamaan:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = r \times P \left(1 - \left(\frac{P}{k} \right) \right)$$

Pada ukuran stok biomasa tertentu didapatkan produksi surplus yang maksimum.

2.6 Pendugaan Status dan Potensi Perikanan

Menurut Suyedi (2001), dalam mengestimasi *stock assessment* dapat menggunakan metode-metode yang telah ada yaitu metode *surplus production* dan metode akustik seperti yang dilakukan oleh FKPPS (Forum Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Ikan), sehingga bisa diperoleh potensi ikan pelagis di Indonesia setelah itu dapat ditetapkan JTBnya sesuai SK Mentan No. 995/Kpts/IK.210/9/1999, adalah besarnya atau banyaknya sumber daya ikan yang boleh ditangkap dengan memperhatikan pengamanan konservasinya di wilayah perikanan Indonesia. Penetapan jumlah JTB sebesar 80% dari potensi lestari atau MSY sebagai upaya waspada karena sebenarnya MSY tidak dapat diprediksi dengan nilai tertentu hanya sebagai suatu perkiraan saja, bisa jadi



suatu potensi lestari tersebut meleset menjadi 1/3-nya lebih besar atau lebih kecil.

Model surplus produksi dapat dipisahkan berdasarkan sifat-sifatnya ke dalam dua kategori yaitu *equilibrium state* dan *non equilibrium state*. Model yang termasuk dalam *equilibrium state* adalah model Schaefer (1959) dan model Fox (1970). Model *equilibrium state* berpedoman pada titik maksimum (kurva parabola) atau kondisi keseimbangan *biomass* stok. Model-model dalam kelompok ini tidak bisa memberikan kuantifikasi dari masing-masing parameter populasi seperti koefisien kemampuan penangkapan q , laju pertumbuhan intrinsik r , dan daya dukung alami maksimum k (Wiadnya, 1993).

Model-model *non equilibrium state* antara lain Walter-Hilborn (1976), Schnute (1977), Hilborn-Walter (1992), serta Pella and Tomlinson (1969). Model-model tersebut tidak tergantung pada kondisi keseimbangan suatu *biomass* perikanan. Selain itu mampu mengestimasi nilai-nilai parameter populasi dalam model sehingga pendugaan lebih dinamis dan mendekati kenyataan di lapangan (Wiadnya, 1993).

- **Model Schaefer**

Menurut Wiadnya (1992), dalam perkembangan populasi stok, Schaefer berasumsi bahwa stok biomas akan mengikuti model pertumbuhan logistik, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_t = \frac{k}{(1 + e^{-r(t-t_0)})}$$

Dimana:

$P_{(t)}$ = biomas stok pada waktu t

K = daya dukung maksimum perairan alami terhadap biomas stok

R = laju pertumbuhan intrinsik dari stok populasi

t_0 = waktu pada saat $P_t = \frac{1}{2} k$

t = waktu (tahun, bulan, dst)



Pertumbuhan atau peningkatan biomas stok dapat diekspresikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = r * p \left(1 - \left(\frac{p}{k} \right) \right)$$

Schaefer menyatakan bahwa pertambahan biomas $\Delta P/\Delta t$, sebagai produksi biomas surplus. Produksi maksimum (P_t) didapat dengan menurunkan persamaan diatas menjadi:

$$0 = r - \left(\frac{2r}{k} \right) P_e$$

$$P_e = \frac{1}{2} k$$

Produksi surplus menunjukkan ukuran peningkatan populasi biomas jika tidak ada kegiatan perikanan tangkap atau jumlah hasil tangkapan yang bisa diambil oleh kegiatan perikanan sementara biomas stok dipertahankan pada kondisi konstan. Dengan demikian, besarnya produksi surplus bisa diganti dengan hasil tangkap dalam bentuk sebagai berikut:

$$C = r * P \left(1 - \left(\frac{P}{k} \right) \right)$$

Kenyataan di lapangan, dari hasil tangkapan, nelayan hanya bisa mengambil porsi dari biomas stok melalui *catchability coefficient* (q) dan jumlah usaha atau *effort* (E) dengan ekspresi:

$$C = q * E * P$$

Dengan demikian:

$$q.E.P = rP \left(1 - \left(\frac{1}{k} \right) k \right)$$

$$q.E = r - \left(\frac{r}{k} \right).P$$

$$P = k - \left(\frac{qk}{r} \right).E$$



Substitusi nilai biomas (P) dengan hasil tangkap (C) menjadi:

$$C = q * k * E - \left(\frac{q^2 * k}{r} \right) * E^2$$

Hasil persamaan terakhir menunjukkan bahwa hasil tangkap (C) merupakan fungsi parabolik dari *effort* (E). Schaefer (1959) menggunakan dasar teori ini untuk menganalisa data *catch* dan *effort* yang telah tersedia pada setiap kegiatan perikanan. Suatu nilai CpUE (U), yang berasal dari total hasil tangkap (*catch*) dibagi alat tangkap (*effort*) juga dipakai untuk memudahkan perhitungan persamaan diatas.

$$U = \frac{C}{E}$$

$$U = q * k - \left(\frac{q^2 * k}{r} \right) * E$$

Dengan demikian jelas sekali bahwa *catch per unit effort* (U) merupakan fungsi linier dari *effort* (E), dengan intersep:

$$\text{Intersep} = a = q * k$$

Dan arah atau *slope* regresi:

$$b = \frac{q^2 * k}{r}$$

Dimana: b = *slope* atau koefisien regresi

Dengan menggunakan persamaan linier, nilai intersep (a) dan koefisien arah (b) bisa diestimasi. Jumlah *effort* optimum (E_e) yang menghasilkan biomass stok pada kondisi keseimbangan diduga dengan menurunkan fungsi parabolik dari hasil tangkap (C) dan menyamakan dengan nol.

$$\frac{\Delta C}{\Delta E} = q * k - 2 \left(\frac{q^2 * k}{r} \right) * E = 0$$



Dengan demikian:

$$E_e = \frac{1}{2} \left(\frac{r}{q} \right)$$

Pada persamaan linier, nilai ini adalah setengah dari intersep dibagi koefisien arah regresi.

$$E_e = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$E_e = \frac{1}{2} \left(\frac{q^* \cdot k \cdot r}{q^2 \cdot k} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{r}{q} \right)$$

Jika effort optimum digunakan pada persamaan tangkapan (C), maka hasil tangkapan maksimum (C_e) yang mempertahankan biomas stok pada kondisi keseimbangan diduga dengan:

$$C_e = q^* k \cdot \frac{r}{2q} - \left(\frac{q^2 \cdot k}{r} \right) \left(\frac{r}{2q} \right)^2$$

$$C_e = \frac{1}{4} (r^* k)$$

Dalam regresi linier nilai ini adalah:

$$C_e = \frac{1}{4} \left(\frac{a^2}{b} \right)$$

$$C_e = \frac{1}{4} (q^2 \cdot k^2) \left(\frac{r}{q^2 \cdot k} \right) = \frac{1}{4} (r^* k)$$

Model produksi logistik dari Scafer mengandung beberapa asumsi dasar yang harus kita bahas lebih lanjut. Asumsi-asumsi itu antara lain:



➤ Bahwa *catchability coefficient* (q) dianggap konstan pada setiap kondisi stok biomas. Padahal pada kenyataannya (q) dapat berubah pada setiap saat atau setiap tahunnya.

➤ Pertumbuhan stok biomas populasi selalu mengikuti pola logistik, sedangkan di alam kondisi ini tidak dapat dimanipulasi.

➤ Bahwa *catch per unit effort* menurun secara linier dengan meningkatnya *effort*. Dapat dikatakan bahwa suatu saat ada perahu yang pergi ke laut dan mendarat dengan tidak membawa ikan. Namun, pada kenyataannya bagaimanapun besarnya tekanan terhadap stok, setiap nelayan masih mempunyai peluang untuk mendapatkan ikan walaupun dalam jumlah yang sangat sedikit. Jika *effort* melebihi a/b maka, hasil tangkap persatuan usaha yang didapat adalah negatif, namun kenyataan di lapangan hal ini tidak mungkin terjadi.

Terlepas dari beberapa asumsi tersebut di atas, model Schaefer dapat memberikan ide yang paling dasar tentang estimasi stok biomas dan peneliti-peneliti selanjutnya selalu mengacu dan bertitik tolak dari pendekatan Schaefer ini.

• Model Fox

Menurut Wiadnya (1993), model Fox (1970) memulai teorinya dari asumsi bahwa berapapun besarnya *fishing effort* (E), nelayan akan masih menghasilkan ikan dalam bentuk *catch* (C), dengan demikian walaupun sangat rendah, *catch per unit effort* (U) tidak akan pernah mencapai nol atau negatif. Pada model Fox, penurunan terjadi secara eksponensial. Dengan demikian model Fox:

$$U = e^{-c \cdot d \cdot E}$$

Dimana: c dan d adalah konstanta yang berbeda dengan a dan b pada model Schaefer terdahulu



Pada model Fox, ini berarti bahwa nilai *Catch per Unit Effort* (U) akan lebih tinggi dari nol untuk setiap nilai *effort* (E).

Persamaan eksponensial dari Fox menjadi linier jika logaritma natural dari U diplotkan dengan *effort* (E) menjadi:

$$\ln U = c - d * E$$

untuk menghitung *effort* optimum E_e yang menghasilkan *catch* pada kondisi keseimbangan adalah:

$$E_e = \frac{1}{d}$$

Nilai d adalah koefisien arah dari regresi setelah *catch per unit effort* (U), ditransfer kedalam bentuk logaritmik. Sedangkan hasil tangkap maksimum C_e , yang mempertahankan stok ikan pada kondisi keseimbangan adalah:

$$C_e = \left(\frac{1}{d}\right) * e^{(c-1)}$$

• Model Walters-Hilborn

Menurut Wiadnya (1993), Walter-hilborn (1976) menyatakan bahwa ukuran *biomass* pada tahun $t+1$ (P_{t+1}), bisa diduga dari P_t ditambah pertumbuhan *biomas* selama tahun tersebut dikurangi dengan sejumlah *biomass* yang dikeluarkan melalui eksploitasi dari *effort* (E). Pernyataan ini bisa diekspresikan sebagai berikut:

$$P_{t+1} = P_t + \left[r * P_t - \left(\frac{r}{k} \right) * P_t^2 \right] - q * E_t * P_t$$

Dimana:

P_{t+1} = biomas pada saat (t+1)

P_t = biomas populasi awal pada saat t

r = rekrutmen selama waktu t

k = daya dukung maksimum lingkungan alami

q = koefisien catchability

E_t = jumlah *effort* untuk mengeksploitasi *biomass* tahun t



Pertumbuhan stok *biomass* selama kurun waktu t pada model ini di gambarkan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = r * P_t - \left(\frac{r}{k}\right) * P_t^2$$

Hasil tangkap pada tahun tertentu C_t berbanding langsung dengan besarnya stok *biomass* P_t , porsi stok *biomass* yang bisa diambil oleh effort q serta jumlah effort

E , sehingga:

$$C_t = q * E_t * P_t$$

Karena catch per unit effort menunjukkan porsi dari stok biomas, maka:

$$U_t = \frac{C}{E}$$

$$C_t = q * E_t * P_t$$

Dengan demikian:

$$U_t = q * P_t$$

$$P_t = \frac{U_t}{q}$$

Dengan substitusi nilai P_t dengan U_t pada persamaan diatas maka didapat persamaan sebagai berikut:

$$\frac{U_{t+1}}{q} = \frac{U_t}{q} + \left(\frac{r}{q}\right) * U_t - \left(\frac{r}{k * q^2}\right) * U_t^2 - E_t * U_t$$

Persamaan ini secara berturut-turut dikalikan dengan konstan q dan dibagi dengan U_t sebagai berikut:

$$U_{t+1} = U_t + r * U_t - \left(\frac{r}{k * q}\right) U_t^2 - q * U_t * E_t$$



Dan menjadi:

$$\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) = 1 + r - \left(\frac{r}{k \cdot q}\right) \cdot U_t - q \cdot E_t$$

$$\left(\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1\right) = r - \left(\frac{r}{k \cdot q}\right) \cdot U_t - (q \cdot E_t)$$

Dari persamaan tersebut terakhir menunjukkan bahwa nilai *Catch per Unit Effort* (U) pada tahun tertentu juga ditentukan oleh jumlah *effort* yang diterapkan satu tahun sebelumnya bersama dengan CpUE-nya. Dengan demikian model ini memberikan pendekatan dengan menghubungkan parameter waktu yang saling berpengaruh. Persamaan ini merupakan fungsi regresi multi linier, dengan plotting antara nilai transformasi *Catch per Unit Effort* U dengan *effort* E dalam bentuk:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2$$

Dimana:

$$Y = \left[\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1\right]$$

$$b_0 = r$$

$$b_1 = \left(\frac{r}{kq}\right)$$

$$b_2 = q$$

$$X_1 = U_t$$

Dengan persamaan regresi berganda, nilai konstan b_0 , b_1 , dan b_2 dapat dihitung.

Dengan demikian nilai parameter biologi dari stok seperti laju pertumbuhan r , koefisien kemampuan penangkapan q dan daya dukung alami k dapat diketahui.



Pada saat prosedur estimasi ini diterapkan terhadap perikanan yang sebenarnya di lapangan, nilai parameter estimasi untuk r , dan q sering ditemukan negatif. Secara biologis hal ini tidak mungkin terjadi. Nilai negatif tersebut mungkin disebabkan oleh terbatasnya asumsi pada setiap persamaan yang seharusnya mendukung kondisi perikanan. Untuk mengurangi bias, Walter-Hillborn (1976) memodifikasi persamaan diatas menjadi:

$$(U_{(t+1)} - U_t) = r \cdot U_t - \left(\frac{r}{k \cdot q}\right) \cdot U_t^2 - q \cdot U_t \cdot E_t$$

Dengan demikian, perbedaan *catch per unit effort* ($U_{t+1} - U_t$), merupakan fungsi dari *catch per unit effort* (U_t) dan *effort* E_t pada regresi berganda ini, nilai intersep b_0 ditiadakan.

Dari persamaan:

$$Y = b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3$$

Dimana:

$$Y = U_{t+1} - U_t$$

$$X_1 = U_t$$

$$X_2 = U_t^2$$

$$X_3 = U_t \cdot E_t$$

$$b_1 = r$$

$$b_2 = \left(\frac{r}{k \cdot q}\right)$$



III. METODOLOGI

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa data sumberdaya ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo. Luas wilayah Kota Probolinggo adalah 56.667 Km² dengan panjang pantai $\pm$ 7 km. Dimana kewenangan untuk mengelola sumberdaya di wilayah laut adalah 4 mil untuk kabupaten/kota.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Laporan Data Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Probolinggo dan Laporan Data Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Timur dengan data yang digunakan meliputi data produksi (*catch*) dalam satuan ton dan upaya penangkapan (*effort*) dalam satuan unit.
- Program komputer yang akan digunakan untuk pengolahan data adalah *microsoft excel*.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Menurut Nazir (2003), metode deskriptif tertuju pada pemecahan masalah yang ada pada masa sekarang dimana data dikumpulkan mula-mula disusun, dijelaskan, dan selanjutnya untuk dianalisa. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran/lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Menurut Wiyono (2005), secara umum kegiatan pendugaan stok ikan dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok utama yaitu:



1. Metode Tidak Langsung (*Indirect*), yang terdiri dari:

- a) Pendekatan analitik, metode ini memperhitungkan struktur umur/panjang ikan stok
- b) Pendekatan model surplus produksi, yaitu untuk menentukan tingkat upaya penangkapan optimum (MSY)

2. Metode Survei (*Survey*), yaitu pengkajian stok sumberdaya ikan yang dilakukan dengan melakukan survei di lapang, seperti dengan alat bottom trawl, akustik (*Echo Sounder*), metode produksi telur harian (*Daily Egg Production Method*) dan pencacahan langsung dengan penyelaman

3. Metode penandaan (*Marking*), yaitu pengkajian stok yang dilakukan dengan cara memberikan tanda (tag) pada ikan kajian

4. Pendekatan ekologi (*Ecological Approach*), metode ini merupakan pengembangan metode tidak langsung yang mengaitkan pengaruh interaksi biologi antar jenis (ekologi dan teknologi) pada perikanan multijenis.

Berdasarkan beberapa metode pendugaan stok ikan di atas metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tidak langsung, dengan pendekatan model surplus produksi yang digunakan untuk menduga ikan dengan memanfaatkan data *time series* hasil tangkapan dan upaya penangkapan ikan di tempat pendaratan ikan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang akan dilakukan oleh peneliti berguna untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Dengan adanya pengumpulan data, diharapkan mencapai tujuan yang lebih terencana dan terarah. Pengumpulan data ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data primer adalah data yang langsung dan segera diperoleh dari sumber data oleh penyidik untuk tujuan yang khusus (Surakhmad, 1980). Data primer



dalam penelitian ini diperoleh wawancara dengan narasumber yaitu nelayan yang biasa menangkap ikan lemuru dan beberapa orang staff dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Probolinggo.

Data sekunder adalah data yang terlebih dahulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang diluar diri penyelidik sendiri, walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data yang asli (Surakhmad, 1980). Data yang diambil berasal dari Laporan Data Statistik Perikanan Kota Probolinggo dan Laporan Data Statistik Perikanan dan Kelautan Jawa Timur, parameter yang diambil adalah data-data jumlah produksi (*catch*) ikan lemuru dalam satuan ton, dan jumlah alat tangkap (*effort*) dalam satuan unit. Dimana data dari jumlah produksi (*catch*) dan jumlah alat tangkap (*effort*) diolah dengan mengkonversi alat tangkap terlebih dahulu untuk mengetahui standarisasi alat tangkap yang sesuai dengan alat tangkap yang menangkap ikan lemuru, setelah itu dapat dihitung dengan menduga potensi melalui model Schaefer, Fox dan Walter and Hilborn menggunakan program *microsoft excel*. Kemudian data yang diperoleh dapat dilihat dari hasil masing-masing model, apakah dalam kondisi *underfishing*, *berimbang lestari (Maximum Sustainable Yield)* atau *overfishing*.

3.5 Metode Analisa Data

3.5.1 Konversi Alat Tangkap

Di Jawa Timur karakteristik perikanannya termasuk *multi-gear*, sehingga satu spesies ikan akan dapat ditangkap oleh lebih dari satu jenis alat tangkap. Dalam model-model pengelolaan perikanan mengacu pada asumsi bahwa alat tangkap harus ditransfer ke dalam suatu unit standar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa alat tangkap dijadikan satu satuan setara dengan alat tangkap yang dianggap standar.



Menurut Ghaffar (2006), standarisasi dilakukan berdasarkan produksi hasil tangkapan (*catch*) dan upaya penangkapan (*effort*) setiap jenis alat tangkap untuk mendapatkan produktivitasnya setiap tahun.

$$CPUE = \frac{Q_{i=1}^n * C_{fish}}{E_{i=1}^n}$$

Dimana:

CPUE = Hasil tangkapan per unit upaya

$Q_{i=1}^n$ = Rata-rata porsi alat tangkap 1 terhadap total produksi ikan pelagis

C_{fish} = Rata-rata tangkapan ikan pelagis oleh alat tangkap

$E_{i=1}^n$ = Rata-rata *Effort* dari alat tangkap yang dianggap standar (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.

$$FPI = \frac{P_{at}}{P_{at (standar)}}$$

Dimana:

FPI = Indeks konfersi jenis alat tangkap

P_{at} = produktivitas alat tangkap a

$P_{at (standar)}$ = produktivitas alat tangkap standar

3.5.2 Pendugaan Status Produksi

Pendugaan status ikan lemuru dilakukan dengan menggunakan pendekatan holistik atau metode Produksi Surplus yaitu *equilibrium state model* (model Schaefer dan Fox) dan *non equilibrium state model* (Walter dan Hilborn). Sumber data utama berasal dari data sekunder (*time series*) yang dikumpulkan dalam metode pengambilan data. Estimasi parameter populasi dilakukan dengan



pendekatan *non equilibrium state* menurut Walter dan Hilborn. Hasil analisis akan mendapatkan parameter populasi berupa k (daya dukung maksimum di Selat Madura), q (efektifitas alat tangkap), dan r (laju pertumbuhan intrinsik stok populasi ikan lemuru).

3.5.2.1 Model Schaefer

Menurut pendekatan *equilibrium state*, bahwa hasil tangkapan per unit upaya penangkapan (CpUE) dan upaya penangkapan mempunyai hubungan linier negatif, yaitu:

$$U = a - b * E$$

Dimana:

U = hasil tangkap perunit upaya atau CpUE (ton/unit)

E = upaya penangkapan atau *effort* (unit)

a, b = konstanta untuk model regresi

Dari persamaan linier diatas, maka nilai effort optimum (E_e) dan hasil tangkap *Maxsimum Sustainable Yield* (C_{msy}) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E_e = \frac{a}{2b} \text{ dan } C_e = \frac{a^2}{4b}$$

3.5.2.2 Model Fox

Pada model Schaefer terjadi penurunan secara linier sementara pada model Fox terjadi penurunan eksponensial, bahwa *catch* per unit *effort* U , menurun dengan meningkatnya *effort* E .

$$U = e^{c-d * E}$$

Dimana:

U = hasil tangkap perunit upaya atau CpUE (ton/unit)

E = upaya penangkapan atau *effort* (unit)

c, d = konstanta untuk model regresi



Dari persamaan linier diatas, maka upaya penangkapan optimum (Eopt) dan *Maximum Sustainable Yield* (Cmsy) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Ee = \frac{1}{d} \text{ dan } Ce = \frac{1}{d} * e^{(c-1)}$$

3.5.2.3 Model Walter-Hilborn

Menurut Wiadnya (1992), Walter-hilborn (1976) menyatakan bahwa ukuran *biomass* pada tahun $t+1$ (P_{t+1}), bisa diduga dari p_t ditambah pertumbuhan *biomas* selama tahun tersebut dikurangi dengan sejumlah *biomass* yang dikeluarkan melalui eksploitasi dari *effort* (E). Pernyataan ini bisa diekspresikan sebagai berikut:

$$P_{t+1} = P_t + [r * P_t - (\frac{r}{k}) * P_t^2] - q * E_t * P_t$$

Dimana:

P_{t+1} = biomas pada saat (t+1)

P_t = biomas populasi awal pada saat t

r = rekrutmen selama waktu t

k = daya dukung maksimum lingkungan alami

q = *coefisien catchability*

E_t = jumlah *effort* untuk mengeksploiatasi *biomass* tahun t

Jumlah hasil tangkap (Catch, C), upaya penangkapan (Effort, E) dan hasil tangkap per unit upaya penangkapan (CpUE) pada kondisi keseimbangan bisa diduga dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_{MSY} = \frac{1}{4} * r * k$$

$$E_{OPT} = \frac{r}{2 * q}$$

$$C_{OPT} = \frac{q * k}{4}$$



3.5.2.4 Pendugaan Potensi Lestari Sumberdaya

Pendugaan potensi lestari (Pe) dapat dihitung dengan menggunakan model Walter and Hilborn. Untuk mengetahui potensi lestari (Pe) sumberdaya perikanan dapat diduga dengan rumus di bawah ini:

$$Pe = \frac{k}{2}$$

Dimana:

Pe = potensi lestari sumberdaya ikan

k = daya dukung maksimum dari perairan (*natural carrying capacity*)

Jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) dihitung sebesar 80% dari MSY , sedangkan untuk menghitung tingkat pemanfaatan (TP) suatu sumberdaya perikanan digunakan rumus:

$$TP = \frac{\text{produksi}}{JTB} \times 100\%$$

Pada akhir perhitungan akan didapatkan nilai potensi lestari (Pe), jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) dan tingkat pemanfaatan (TP) di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Kota Probolinggo

Kota Probolinggo terletak di Utara Pulau Jawa, memiliki posisi geografis antara 7° 43' 41" sampai dengan 7° 49' 04" Lintang Selatan dan 113° 10' sampai dengan 113° 15' Bujur Timur. Luas wilayah Kota Probolinggo adalah 56.667 Km² dengan panjang garis pantai $\pm$ 7 km, terbagi dalam 3 kecamatan, yaitu, Kecamatan Mayangan, Kecamatan Kademangan, dan Kecamatan Wonoasih.

Disamping itu Kota Probolinggo merupakan daerah transit yang menghubungkan kota-kota (sebelah timur kota): Banyuwangi, Jember, Bondowoso, Situbondo, Lumajang, dengan kota-kota (sebelah barat kota): Pasuruan, Malang, Surabaya.

Adapun batas-batas administratif Kota Probolinggo adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Selat Madura

Sebelah Timur : Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo

Sebelah selatan : Kecamatan Leces, Wonomerto, Bantaran, dan Sumberasih, Kabupaten Probolinggo

Sebelah Barat : Kecamatan Sumberasih, Kabupaten Probolinggo

Terdapat dua kecamatan sentra perikanan tangkap atau perikanan laut yang biasanya nelayan mendaratkan ikan di Kota Probolinggo, pertama adalah Kecamatan Kademangan yang terletak di Kelurahan Ketapang dan kedua terletak di Kecamatan Mayangan Kelurahan Mayangan. Di Kelurahan Ketapang merupakan pangkalan pendaratan ikan yang kebanyakan digunakan untuk kapal-kapal kecil dimana nelayan lokal beroperasi di perairan pantai kurang dari 12 mil, sayangnya di tempat ini fasilitasnya kurang maksimal bagi kapal perikanan yang bertambat labuh seperti, tidak adanya Tempat Pendaratan Ikan (TPI). Penjualan ikan dilakukan di pinggir pantai dan kebanyakan penjualan dari ikan yang didaratkan didominasi oleh tengkulak. Sedangkan yang di Kelurahan



Mayangan, sebagian besar tempat tambat labuh untuk kapal perikanan yang beroperasi di wilayah perairan lokal memiliki ukuran kapal kurang dari 100 GT terletak di Pelabuhan Tanjung Tembaga (PTT), pelabuhan ini merupakan pelabuhan niaga/ pelabuhan umum yang tempatnya gabung dengan kapal-kapal perikanan. Jumlah kapal perikanan yang bersandar di PTT sangat banyak, sehingga bahaya kebakaran kerap kali terjadi. Kebanyakan kapal perikanan yang ada di PTT juga tidak disediakan fasilitas yang sesuai bagi kapal perikanan, kondisinya hampir sama dengan yang ada di Kelurahan ketapang. Meskipun sudah diresmikan pada akhir Desember 2007 pelabuhan baru (Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Mayangan) yang letaknya tidak jauh dari PTT, masyarakat nelayan masih enggan menyandarkan kapal perikanan di PPP Mayangan karena tempat bersandarnya kapal jauh dari lokasi pemukiman penduduk, selain itu pernah terjadi kapal karam akibat kurangnya pengerukan di PPP Mayangan. Sosialisasi dari pihak terkait dalam mengatasi masalah tersebut melalui pembangunan PPP Mayangan sangat dibutuhkan sekaligus mengubah persepsi masyarakat nelayan terhadap PPP Mayangan yang hanya menganggap sebagai tempat bersandar saja akan tetapi untuk peningkatan kesejahteraan nelayan.

4.2 Alat Tangkap Ikan Lemuru di Kota Probolinggo

Menurut Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian (1991), alat tangkap yang menangkap ikan lemuru adalah payang, jala oras, bagan, sero, puse seine. Berdasarkan data statistik Perikanan Kota Probolinggo tahun 2008, alat tangkap yang menangkap ikan lemuru terdiri dari purse seine, bagan tancap, jaring insang hanyut, dan alat tangkap lain yang menangkap sebagian kecil ikan lemuru. Berikut adalah jumlah alat tangkap yang menangkap ikan lemuru di Kota Probolinggo untuk 10 tahun terakhir, dapat dilihat dalam Tabel 1.



Tabel 1. Jumlah alat tangkap yang menangkap ikan lemuru di Kota Probolinggo tahun 1997-2006

Tahun	Purse seine	Jaring insang hanyut	Bagan tancap	Alat tangkap lain	Jumlah (unit)
1997	75	170	20	75	340
1998	80	250	20	90	440
1999	80	250	25	90	445
2000	105	135	28	105	373
2001	135	127	28	111	401
2002	135	129	30	119	413
2003	115	130	31	186	462
2004	33	60	106	186	385
2005	20	65	105	190	380
2006	20	95	105	190	410
Jumlah (unit)	798	1411	498	1342	4049
Rata-rata	79,8	141,1	49,8	134,2	404,9

Sumber: Data Statistik Jawa Timur, 1998-2007

Alat tangkap yang telah disebutkan di atas dapat dilihat perkembangannya dari tahun 1997 hingga 2006 melalui grafik jumlah alat tangkap pada Lampiran 1a, alat tangkap tersebut menangkap ikan lemuru, baik secara dominan maupun tidak. Karena alat tangkap tersebut tidak hanya menangkap satu jenis ikan akan tetapi menangkap bermacam-macam jenis ikan baik itu ikan pelagis kecil, pelagis besar, maupun ikan demersal yang sifatnya mirip dengan ikan lemuru. Salah satu contoh ikan yang dominan tertangkap oleh alat tangkap diatas adalah ikan layang, ikan kembung, ikan selar, ikan tongkol, ikan teri, dan lain-lain. Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa alat tangkap purse seine menurun sangat tajam dari tahun 2003 ke 2004 sebanyak 46,43%, hal ini disebabkan banyaknya alat tangkap purse seine yang pindah ke alat tangkap cantrang, dimana alat tangkap ini banyak menangkap ikan karang atau ikan demersal seperti, ikan kerapu yang harga jualnya lebih tinggi dan memiliki kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan hasil produksi yang banyak tertangkap oleh alat tangkap purse seine. Selain itu, ikan kerapu merupakan salah satu jenis ikan komersial yang disenangi oleh konsumen dalam dan luar negeri.



Berbeda halnya dengan alat tangkap bagan tancap yang mengalami rata-rata peningkatan selama 7 tahun dari tahun 1998-2004 sebesar 26,90%, kemungkinan dapat disebabkan dari jumlah trip yang tidak sesering alat tangkap purse seine dan jaring insang hanyut. Bagan tancap hanya beroperasi 2 hingga 3 kali dalam seminggu. Alat tangkap ini menetap disuatu tempat, dekat pantai atau pada tempat-tempat yang dangkal. Dalam operasi penangkapannya dapat dipergunakan lampu sebagai penarik ikan supaya berkumpul diatas jaring atau akibat terbawa arus ikan masuk ke dalam jaring yang berupa kantong. Sehingga kemungkinan pengaruh dari bahan bakar yang digunakan tidak begitu berpengaruh besar terhadap pengoperasiannya.

Pada alat tangkap purse seine dan jaring insang hanyut kemungkinan pengaruh bahan bakar seperti solar sangat penting, karena pengoperasiannya dilakukan hampir tiap hari dan kebanyakan dilakukan *one day trip*.

4.3 Hasil Tangkapan (*catch*) Ikan Lemuru di Kota Probolinggo

Karakteristik perikanan *multi-gear* yang terdapat di Jawa Timur, merupakan suatu alat tangkap yang tidak hanya menangkap satu jenis spesies saja, akan tetapi satu spesies ikan dapat ditangkap oleh lebih dari satu jenis alat tangkap. Secara umum produksi ikan pelagis kecil di Kota Probolinggo banyak tertangkap dengan alat tangkap purse seine, jaring insang hanyut, bagan tancap, dan alat tangkap lain. Untuk purse seine banyak menangkap ikan lemuru, ikan layang, ikan kembung, ikan selar, akan tetapi yang lebih dominan banyak tertangkap adalah ikan lemuru. Pada jaring insang hanyut banyak menangkap ikan layang, ikan tongkol, ikan manyung, dan yang lebih dominan tertangkap adalah ikan layang. Untuk bagan tancap banyak menangkap ikan teri, ikan lemuru, ikan tembang, cumi-cumi, dan yang lebih dominan tertangkap adalah ikan teri. Sedangkan pada alat tangkap lain yang banyak tertangkap adalah ikan mayung,



ikan tembang, ikan lemuru. Di bawah ini adalah jumlah hasil tangkapan dari tiap-tiap alat tangkap yang banyak menangkap ikan pelagis, baik alat tangkap tersebut menangkap ikan lemuru secara dominan maupun dalam jumlah sedikit dari tahun 1997 sampai tahun 2006, dimana hasil tangkapannya mengalami fluktuasi atau perubahan pada tiap tahunnya. Sehingga lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada tiap jenis alat tangkap di Kota Probolinggo tahun 1997-2006

Tahun	Purse Seine	Jaring Insang Hanyut	Bagan Tancap	Alat Tangkap Lain	Jumlah (ton)
1997	1971,0	115,1	152,1	300,8	2539,0
1998	1921,8	111	112,8	552,4	2698,0
1999	2043,4	151,2	121,6	501,8	2818,0
2000	21174	229,7	107,4	584	22095,1
2001	3265,8	200,9	493,9	657,3	4617,9
2002	3175	124,2	126,9	608	4034,1
2003	3033	154,9	139,1	711,8	4038,8
2004	2901	1079,6	353,1	826	5159,7
2005	36751	1487,3	1508,2	812	40558,5
2006	13738,2	4460,9	5067,9	839,8	24106,8
Jumlah (ton)	89974,2	8114,8	8183,0	6393,9	112665,9
Rata-rata	8997,42	811,48	818,3	639,39	11266,59

Sumber: Data Statistik Jawa Timur, 1998-2007

Pada Tabel 2 dapat dilihat perkembangannya dari tahun 1997 hingga 2006 melalui grafik jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada Lampiran 1b. Hasil tangkapan rata-rata dari jaring insang hanyut meningkat pada 3 tahun terakhir, yaitu pada tahun 2004 hingga 2006 sebesar 60,46% dibandingkan dengan alat tangkap lain yang peningkatannya hanya 0,55% pada tahun 2004 hingga 2006. Hal ini dikarenakan jaring insang hanyut banyak menangkap ikan pelagis, sedangkan alat tangkap lain tidak terlalu spesifik dalam menangkap ikan. Meskipun hasil tangkapan dari jaring insang hanyut rata-rata meningkat tiap tahunnya, tapi tak sebagus hasil tangkapan pada bagan tancap. Kembali melihat pada Tabel 1 bahwa jumlah alat tangkap bagan tancap rata-rata meningkat tiap tahunnya diikuti pula jumlah hasil tangkapannya, hal ini disebabkan bagan tancap



kemungkinan lebih banyak menangkap ikan pelagis seperti, ikan teri, ikan lemuru, dan ikan tembang yang sifatnya selain bergerombol (*schooling*) juga bersifat *fototaksis positif* yaitu tertarik oleh cahaya. Meningkatnya hasil tangkapan ikan yang tertangkap dengan bagan tancap tiap tahunnya, jumlah hasil tangkapan ikan yang tertangkap oleh purse seine ternyata lebih unggul dibanding dengan hasil tangkapan bagan tancap, dikarenakan selain ikan yang tertangkap didominasi oleh ikan lemuru dimana sifatnya tertarik cahaya pula juga bias saja disebabkan waktu/jumlah trip dari alat tangkap purse seine dan bagan tancap berbeda. Purse seine melakukan pengoperasian hampir tiap hari (*one day trip*) sedangkan pada bagan tancap hanya beroperasi 2 hingga 3 kali dalam seminggu.

Masyarakat nelayan Kota Probolinggo biasa menyebut ikan lemuru adalah "caek". Adapun perkembangan hasil tangkapan ikan lemuru tahun 1997-2006 yang didaratkan di Kota Probolinggo disajikan dalam Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah hasil tangkapan ikan lemuru di Kota Probolinggo tahun 1997-2006

Tahun	Produksi ikan lemuru (ton)
1997	1023,5
1998	1135,2
1999	1355,2
2000	1968,3
2001	2128,1
2002	3438,5
2003	3470,5
2004	4603,5
2005	10116,6
2006	12464,9
Jumlah	41704,3

Sumber: Data Statistik Jawa Timur, 1998-2007

Perkembangan jumlah hasil tangkapan ikan lemuru dari tahun 1997 hingga 2006 dapat dilihat pada Lampiran 1c. Hasil tangkapan ikan lemuru yang didaratkan di Kota Probolinggo mengalami peningkatan selama 10 tahun terakhir dari tahun 1997 hingga 2006 sebesar 28,39%. hasil tangkapan ikan lemuru



tertinggi terjadi pada tahun 2006 yaitu sebesar 12464,9 ton sedangkan hasil tangkapan terendah adalah 1023,5 ton yang terjadi pada tahun 1997. Peningkatan hasil tangkapan ini terjadi karena banyak alat tangkap purse seine yang pindah ke cantrang, awalnya alat tangkap ini banyak didominasi oleh ikan lemuru, dengan banyaknya purse seine yang pindah ke cantrang kemungkinan daya saing untuk memperoleh ikan lemuru pun berkurang sehingga hasil tangkapannya meningkat. Banyak sedikitnya ikan lemuru yang ada di perairan Kota Probolinggo tidak hanya dari nelayan lokal saja yang mengeksploitasinya tapi bisa juga dari nelayan andon yang mengeksploitasi ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo. Atau bisa juga dipengaruhi oleh keadaan musim atau ketersediaan ikan yang begitu besar pada tahun tersebut.

4.4 Standarisasi Alat Tangkap

Kota Probolinggo yang terletak di Jawa Timur memiliki karakteristik perikanan *multi-gear*, dimana satu spesies ikan akan dapat ditangkap oleh lebih dari satu jenis alat tangkap. Oleh karena itu perlu dilakukan standarisasi alat tangkap ke dalam alat tangkap dominan, apakah sesuai dengan wilayah tersebut. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa alat tangkap dijadikan satu satuan setara dengan alat tangkap yang dianggap standar. Berdasarkan Data Statistik Perikanan Kota Probolinggo tahun 2008, alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan lemuru terdiri dari purse seine, jaring insang hanyut, bagan tancap, dan alat tangkap lain.

Metode standarisasi alat tangkap (*standart effort*) yang berbeda dapat dilakukan dengan asumsi bahwa semua unit upaya alat tangkap adalah seragam. Selanjutnya Sparre et al mengatakan bahwa jika dua kapal/alat tangkap atau lebih dioperasikan pada kondisi yang sama maka alat tangkap yang dominan yang dipakai sebagai upaya standar. Untuk mengetahui jenis alat

tangkap yang standar, digunakan konversi alat tangkap berdasarkan hasil tangkapan yang dihasilkan oleh masing-masing alat tangkap yang dapat menangkap ikan pelagis kecil. *Relatif Fishing Power* (RFP) atau kemampuan penangkapan relatif dihitung dengan membandingkan produktivitas penangkapan masing-masing alat tangkap terhadap produktivitas alat tangkap standar. Dari hasil perhitungan menunjukkan nilai RFP tertinggi pertama adalah purse seine, diikuti oleh bagan tancap, alat tangkap lain dan jaring insang hanyut. Nilai RFP alat tangkap selanjutnya digunakan sebagai indeks konversi (faktor penggali) untuk menghitung jumlah alat tangkap standar (purse seine) tiap tahunnya. Konstanta kemampuan penangkapan relatif yang berbeda untuk seluruh alat tangkap menunjukkan nilai konversi masing-masing alat kedalam alat standar. Alat tangkap yang mempunyai nilai RFP= 1 digunakan sebagai standar, dalam hal ini alat tangkap purse seine, sehingga dihitung satu alat tangkap standart dihitung sebagai 1 effort alat standar. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4 konversi alat tangkap yang dapat menangkap ikan lemuru.

Tabel 4. Konversi CpUE dan RFP alat tangkap utama yang menangkap ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo

Jenis alat tangkap	catch rata-rata	porsi	effort rata-rata	CpUE	% CpUE	RFP	Rasio (unit)
Purse Seine	8997,42	0,7986	79,8	90,0410	97,9568	1	1
Jaring insang hanyut	811,48	0,0720	141,1	0,4142	0,4506	0,0046	217
Bagan tancap	818,3	0,0726	49,8	1,1934	1,2983	0,0132	75
Alat tangkap Lain	639,39	0,0568	134,2	0,2703	0,2941	0,0030	333
Jumlah	11266,59	1	404,9	91,9191	100		

Adanya standarisasi alat tangkap, dimaksudkan untuk menyatukan effort kedalam bentuk satu satuan yang dianggap standart dan sesuai untuk dioperasikan pada daerah tertentu dengan tujuan sebagai bahan pertimbangan untuk penentuan kebijakan yang dianggap perlu oleh pemerintah. Ditetapkannya



purse seine sebagai alat tangkap standar karena memiliki CpUE paling besar diantara alat tangkap lainnya. Dengan nilai RFP purse seine 1 maka, perbandingan satu unit purse seine dengan jaring insang hanyut adalah 0,0046 artinya satu unit purse seine setara dengan 217 unit jaring insang hanyut dalam melakukan operasi penangkapan begitu pula selanjutnya, perbandingan satu unit purse seine dengan bagan tancap adalah 0,0132 artinya satu unit purse seine setara dengan 75 unit bagan tancap, dan perbandingan satu unit purse seine dengan alat tangkap lain adalah 0,0030 artinya satu unit purse seine setara dengan 333 unit alat tangkap lain dalam operasi penangkapan dengan perolehan hasil yang sama.

Setelah diketahui nilai RFPnya, selanjutnya adalah melakukan standarisasi ke dalam satu alat tangkap yang dianggap standar. Standarisasi alat tangkap untuk perikanan lemuru diperairan Probolinggo selama 10 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah unit alat tangkap dominan dan hasil konversi untuk perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo (1997-2006)

Tahun	Alat tangkap				Jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk ikan lemuru				
	Purse seine	Jaring insang hanyut	Bagan tancap	Alat tangkap lain	Purse seine	Jaring insang hanyut	Bagan tancap	Alat tangkap lain	Alat tangkap dominan
	1	0,0046	0,0132	0,0030	1	0,0046	0,0132	0,0030	1
1997	75	170	20	75	75	0,7820	0,2650	0,2252	76
1998	80	250	20	90	80	1,1501	0,2650	0,2702	82
1999	80	250	25	90	80	1,1501	0,3313	0,2702	82
2000	105	135	28	105	105	0,6210	0,3711	0,3153	106
2001	135	127	28	111	135	0,5842	0,3711	0,3333	136
2002	135	129	30	119	135	0,5934	0,3976	0,3573	136
2003	115	130	31	186	115	0,5980	0,4108	0,5585	117
2004	33	60	106	186	33	0,2760	1,4049	0,5585	35
2005	20	65	105	190	20	0,2990	1,3917	0,5705	22
2006	20	95	105	190	20	0,4370	1,3917	0,5705	22

Hasil dari pengkonversian ketiga alat tangkap diatas dapat dilihat nilainya terhadap standar purse seine pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Hasil konversi alat tangkap Jaring Insang Hanyut (JIH) terhadap standar Purse Seine (PS) tahun 1997-2006 di perairan Kota Probolinggo

Tahun	JIH	RFP	1/RFP	Konversi JIH ke standar PS
1997	170	0,0046	217,372	0,782
1998	250			1,150
1999	250			1,150
2000	135			0,621
2001	127			0,584
2002	129			0,593
2003	130			0,598
2004	60			0,276
2005	65			0,299
2006	95			0,437

Tabel 7. Hasil konversi alat tangkap bagan tancap (BT) terhadap standar Purse Seine (PS) tahun 1997-2006 di perairan Kota Probolinggo

Tahun	BT	RFP	1/RFP	Konversi BT ke standar PS
1997	20	0,0132	75,446	0,265
1998	20			0,265
1999	25			0,331
2000	28			0,371
2001	28			0,371
2002	30			0,397
2003	31			0,410
2004	106			1,404
2005	105			1,391
2006	105			1,391

Tabel 8. Hasil konversi alat tangkap lain (ATL) terhadap standar Purse Seine (PS) tahun 1997-2006 di perairan Kota Probolinggo

Tahun	ATL	RFP	1/RFP	Konversi ATL ke standar PS
1997	75	0,0030	333,007	0,225
1998	90			0,270
1999	90			0,270
2000	105			0,315
2001	111			0,333
2002	119			0,357
2003	186			0,558
2004	186			0,558
2005	190			0,570
2006	190			0,570



4.5 Pendugaan Status Sumberdaya Perikanan Lemuru di Perairan Kota Probolinggo

Estimasi kondisi maksimum berimbang lestari (*Maximum Sustainable Yield*) sumberdaya ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo dilakukan berdasarkan 3 pendekatan, yaitu: model Schaefer (1959), model Fox (1970), dan model Walter and Hilborn (1976). Ketiga pendekatan ini mengacu pada prinsip Model Produksi Surplus (*Surplus Production Models*). Model Schaefer dan Fox disebut juga model keseimbangan (*Equilibrium State Model*). Hasil perhitungannya hanya bisa memperoleh nilai estimasi kondisi MSY yaitu produksi optimum (C_e) dan alat tangkap optimum (E_e). Status perikanan dan tingkat eksploitasi dapat dianalisa melalui perbandingan nilai produksi optimum dengan nilai produksi pada tahun terakhir atau bisa juga melalui jumlah alat tangkapnya.

Sedangkan untuk model Walter and Hilborn disebut model *Non Equilibrium State*, karena estimasinya dilakukan tanpa memperhatikan kondisi keseimbangan dan dapat memperkirakan stok ikan hingga tahun kedepan. Model terakhir ini selain bisa mengestimasi nilai MSY sumberdaya ikan juga bisa menduga nilai parameter populasi, yaitu kecepatan pertumbuhan intrinsik (r), *carring capacity* (k), kemampuan penangkapan (*catchability coefisien*) (q). Dari ketiga parameter tersebut, selanjutnya bisa digunakan untuk menduga potensi dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) serta tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru. Berdasarkan analisa model Schaefer pada Lampiran 3, model Fox pada Lampiran 5 dan model Walter and Hilborn pada Lampiran 8 diperoleh hasil dengan melihat Tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9. Estimasi beberapa model pendugaan

Variabel	Schaefer	Fox	Walter and Hilborn
a	431,25	5,95	
b	3,71	0,02	
r			4,28
k			23.569,62
q			0,02
Ce		5.279,42	25.222,79
Ee		37	90
Ue		141,87	279,12
Pe			11.784,81
JTB			20.178,23

Keterangan:

- a = Intercep
- b = Slope
- r = Kecepatan pertumbuhan intrinsik populasi (%/tahun)
- k = Daya dukung maksimum dari perairan (*carring capacity*) (ton/tahun)
- q = Kemampuan penangkapan (*catchability coeficien*)
- Ee = *Effort* (alat tangkap) optimum dalam kondisi MSY (unit)
- Ce = Hasil tangkap pada kondisi MSY (ton)
- Ue = CpUE pada kondisi MSY (ton/unit)
- Pe = Potensi sumberdaya ikan lemuru ($1/2 k$) (ton/tahun)
- JTB = Jumlah tangkapan yang diperbolehkan (ton)

► Model Schaefer

Hasil output model Schaefer diperoleh nilai Multiple R (koefisien korelasi) adalah sebesar 0,78. Koefisien korelasi sebesar 0,78 bisa diartikan bahwa hubungan antara nilai *effort* dan CpUE adalah tinggi. R Square (koefisien determinasi) adalah sebesar 0,60 dengan Adjusted R Square sebesar 0,56. Dari output terlihat bahwa nilai koefisien determinasi adalah sebesar 0,60 yang berarti sebesar 60,9% perubahan atau variasi dari *effort* bisa dijelaskan oleh perubahan atau variasi dari CpUE, sedangkan 39,1% oleh variabel yang lain. R Square ini adalah untuk melihat kebaikan model, apabila nilai R Square semakin mendekati 1 maka semakin baik model regresi tersebut karena dapat menjelaskan keeratan hubungan antara *dependent variable* (Y) dengan *independent variable* (X) secara tepat dan dinyatakan dalam persen.



Hasil analisis regresi linear untuk model Schaefer diperoleh nilai a atau intercept sebesar 431,25 dan nilai b atau slope sebesar 3,71 dimana nilai a dan b merupakan nilai konstanta dalam persamaan linier. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh $E_{msy} = 58,08$ unit/tahun yang menunjukkan jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk tingkat produksi maksimum lestari (C_{msy}) sebesar 12.525,50 ton/tahun. Untuk hasil tangkapan per unit berimbang lestari (U_{msy}) sebesar 215,62 ton/unit. Analisa model schaefer ini nilai produksi lestarnya sebesar 12.525,50 ton/tahun, yang jika dibandingkan dengan nilai produksi ikan lemuru tahun terakhir yaitu pada tahun 2006 sebesar 12.464,9 ton, maka dapat dikatakan bahwa kondisi di perairan Kota Probolinggo masih berada dalam kondisi *underfishing*.

Akan tetapi dapat dilihat pada Lampiran 4a bahwa gambar grafik hubungan $CpUE$ -effort menurun secara linier dengan meningkatnya effort. Begitu pula pada Lampiran 4b, grafik hubungan catch-effort melebihi batas 0 (nol) hingga mencapai nilai negatif. hal ini berarti sama berdasarkan asumsi dari Wiadnya, dkk (2003) bahwa suatu saat nelayan yang pergi melaut tidak akan mendapatkan ikan sama sekali, tapi pada kenyataan di lapang hal ini tidak mungkin terjadi. Oleh sebab itu untuk catch, effort dan catch per unit effort pada model Schaefer dalam kondisi berimbang lestari tidak ditampilkan pada Tabel 9 disebabkan tidak dapat digunakan lebih lanjut karena memiliki *error* yang besar.

Berdasarkan Wiadnya, dkk (1993), model Schaefer yang termasuk *equilibrium state* memiliki kelemahan, dengan menggunakan model seperti ini apakah dapat menjawab dan mungkinkah semua kondisi alami di lapang dapat dijelaskan sesederhana ini, untuk itu terdapat asumsi sebagai berikut:

- Setiap kondisi stok biomass diasumsikan selalu konstan pada *catchability coefficient* (q), padahal kenyataan di lapang mengatakan bahwa q dapat berubah setiap tahunnya.



- Pola logistik selalu diikuti pertumbuhan stok, biomas populasi, sedangkan di alam kondisi ini tidak dapat dimanipulasi.

- Bahwa *catch per unit effort* dan *effort* berhubungan secara negatif, dimana *catch per unit effort* menurun secara linier dengan meningkatnya *effort*. Yang berarti bahwa suatu saat nelayan yang pergi melaut tidak akan mendapatkan ikan sama sekali, tapi pada kenyataan di lapangan hal ini tidak mungkin terjadi.

Karena bagaimanapun besarnya tekanan terhadap stok, setiap nelayan masih bisa mempunyai peluang untuk mendapatkan ikan walaupun dalam jumlah yang sangat rendah.

- Model Schaefer tidak bisa memberikan kwantifikasi dari masing-masing parameter populasi seperti koefisien *catchability* (q), laju pertumbuhan intrinsik (r) dan daya dukung alami maksimum (k) karena, selalu berpedoman pada titik maksimum atau kondisi keseimbangan biomass stok.

Kelebihan dari model Schaefer adalah terlepas dari semua kelemahannya, dalam mengestimasi stok biomass model ini dapat memberikan ide yang paling dasar sehingga peneliti-peneliti selanjutnya selalu mengacu dan bertitik tolak dari pendekatan ini.

➤ Model Fox

Hasil output model Fox diperoleh nilai Multiple R (koefisien korelasi) adalah sebesar 0,801. Koefisien korelasi sebesar 0,801 bisa diartikan bahwa hubungan antara nilai *effort* dan $\ln C_{pUE}$ adalah sangat tinggi. R Square (koefisien determinasi) adalah sebesar 0,641 dengan Adjusted R Square sebesar 0,597. Dari output terlihat bahwa nilai koefisien determinasi adalah sebesar 0,641 yang berarti sebesar 64,1% perubahan atau variasi dari *effort* bisa dijelaskan oleh perubahan atau variasi dari $\ln C_{pUE}$, sedangkan 35,9% oleh variabel yang lain.

R Square ini adalah untuk melihat kebaikan model, apabila nilai R Square semakin mendekati 1 maka semakin baik model regresi tersebut karena dapat



menjelaskan keeratan hubungan antara *dependent variable* (Y) dengan *independent variable* (X) secara tepat dan dinyatakan dalam persen.

Hasil analisis regresi linear untuk model Fox diperoleh nilai intercept c sebesar 5,95 dan nilai slope d sebesar 0,02, dimana nilai c dan d merupakan nilai konstanta dalam persamaan linier. Dari perhitungan tersebut maka diperoleh $E_{msy} = 37,21$ unit/tahun. Nilai ini menunjukkan jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk tingkat produksi maksimum lestari (C_{msy}) sebesar 5.279,42 ton/tahun. Untuk hasil tangkapan per unit berimbang lestari (U_{msy}) sebesar 141,87 ton/unit.

Analisa model Fox ini nilai produksi lestarnya sebesar 5.279,42 ton/tahun yang dibandingkan dengan nilai produksi ikan lemuru tahun terakhir yaitu pada tahun 2006 sebesar 12.464,9 ton, maka dapat dikatakan bahwa kondisi di perairan Kota Probolinggo berada dalam kondisi *overfishing*. Berdasarkan Mulyana (2007), dari enam macam *overfishing* yang dikutip dari Natural Resources Modelling tahun 1989 *overfishing* dari penelitian disini termasuk *overfishing* biologi, yaitu kombinasi dari *overfishing* pertumbuhan dan *overfishing* rekrutmen, yang terjadi ketika tingkat pemanfaatan (*fishing effort*) yang telah ditetapkan mengakibatkan penurunan hasil tangkapan secara keseluruhan, atau *fishing effort* melampaui MSY (*Maximum Sustainable Yield*). Model Fox dapat digunakan di perairan Kota Probolinggo dimana kondisinya *overfishing*. Dapat dilihat pada Lampiran 6a bahwa grafik hubungan CpUE-effort terjadi secara eksponensial. Begitu pula pada Lampiran 6b, grafik hubungan catch-effort tidak sampai melebihi batas 0 (nol) hal ini berarti sama berdasarkan asumsi dari Wiadnya, dkk (2003) bahwa berapapun besarnya hasil tangkapan/*fishing effort* (E), nelayan masih mendapatkan hasil tangkap (C), walaupun dengan jumlah yang sangat rendah.



Menurut Wiadnya, dkk (1993), kelebihan model Fox didasarkan dari asumsi bahwa berapapun besarnya hasil tangkapan/*fishing effort* (E), nelayan masih bisa mendapatkan hasil tangkap (C), walaupun dengan jumlah yang sangat rendah. Hubungan antara $CpUE$ (U) dengan *effort* (E) tidak akan pernah mencapai nol atau negatif karena, penurunan pada model Fox terjadi secara eksponensial.

Sama halnya dengan model Schaefer, model Fox memiliki kelemahan yaitu selalu berpedoman pada titik maksimum sehingga, tidak bisa memberikan kwantifikasi dari masing-masing parameter populasi seperti *koefisien catchability* (q), laju pertumbuhan intrinsik (r) dan daya dukung alami maksimum (k).

➤ Model Walter and Hilborn

Hasil output model Walter and Hilborn diperoleh nilai Multiple R (koefisien korelasi) adalah sebesar 0,96. R Square (koefisien determinasi) adalah sebesar 0,93 dengan Adjusted R Square sebesar 0,74. Dari output terlihat bahwa nilai koefisien determinasi adalah sebesar 0,93 yang berarti sebesar 93,4% perubahan atau variasi dari variabel Y bisa dijelaskan oleh perubahan atau variasi dari variabel X_1 , X_2 , X_3 , sedangkan 6,6% oleh variabel yang lain.

Dibandingkan dengan nilai R Square Schaefer dan Fox maka nilai R Square Walter and Hilborn yang paling mendekati 1, apabila mendekati 1 maka semakin baik model tersebut. Karena dapat menjelaskan keeratan hubungan antara *dependent variable* (X) dengan *independent variable* (Y) secara tepat dapat dinyatakan dalam persen.

Berdasarkan model Walter and Hilborn menunjukkan laju pertumbuhan intrinsik (r) sebesar 4,28% per tahun dengan daya dukung lingkungan (k) sebesar 23.569,62 ton/tahun dan nilai koefisien penangkapan (q) mencerminkan efisiensi dari alat tangkap tersebut. Artinya nilai q dapat ditentukan melalui efisiensi teknologi alat tangkap tersebut. Berdasarkan fungsi dari q ini, nilai yang disarankan untuk menangkap ikan lemuru adalah 0,023. Dari analisis diperoleh



$E_{msy} = 90,36$ unit/tahun. Nilai ini menunjukkan jumlah unit alat tangkap standar purse seine untuk tingkat produksi maksimum lestari (C_{msy}) sebesar 25.222,79 ton/tahun. Untuk hasil tangkapan per unit berimbang lestari (U_{msy}) sebesar 279,12 ton/unit.

Kapasitas daya dukung alami lingkungan ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo (k) diestimasi sebesar 23.569,62 ton/tahun. Jika sistem eksploitasi menggunakan prinsip kehati-hatian (*precautionary approach*) maka potensi lestari sumberdaya ikan lemuru yang ada (P_e) sekitar 11.784,81 ton/tahun.

Berdasarkan hasil output model Walter and Hilborn diperoleh variabel b_1 , b_2 , dan b_3 sehingga didapatkan perhitungan nilai jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) sebesar 20.178,23 ton/tahun. Apabila dibandingkan dengan nilai *catch* ikan lemuru pada tahun terakhir yaitu tahun 2006 sebesar 12.464,9 ton, maka kondisinya *underfishing*.

Menurut Wiadnya, dkk (1993), Model Walter and Hilborn berbeda dengan model Schaefer dan model Fox. Model ini tidak tergantung pada kondisi keseimbangan dari suatu stok biomassa perikanan. Model ini mampu mengestimasi nilai-nilai parameter populasi di dalam model sehingga menjadikan pendugaan lebih dinamis dan mendekati kenyataan di lapangan.

4.6 Hasil Kondisi Pendugaan Status Sumberdaya Perikanan Lemuru di Perairan Kota Probolinggo

Kondisi pendugaan status sumberdaya perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo berdasarkan tiga metode yaitu Schaefer, Fox dan Walter and Hilborn berbeda-beda. Perlu diketahui bahwa kondisi perairan Kota Probolinggo pada ikan lemuru saat *underfishing* terjadi pada model Schaefer dan Walter and Hilborn, kemungkinan terjadi diakibatkan karena banyaknya alat tangkap purse seine di Kota Probolinggo yang pindah ke cantrang. Awalnya alat tangkap purse seine ini didominasi dengan banyak menangkap ikan lemuru, dengan banyaknya



purse seine yang pindah ke cantrang kemungkinan daya saing untuk memperoleh ikan lemuru pun berkurang, mengakibatkan produksinya meningkat sehingga tingkat pemanfaatan dari ikan lemuru pun berkurang dan kurang maksimal. Atau bisa juga dipengaruhi oleh musim ikan lemuru yang ketersediaannya begitu besar pada tahun-tahun tertentu.

Sedangkan kondisi perairan Kota Probolinggo pada saat *overfishing* terjadi pada model Fox, kemungkinan dapat terjadi yang mengeksploitasi ikan lemuru tidak hanya dari nelayan lokal saja tapi bisa juga dari nelayan andon yang berasal dari daerah lain yang tempatnya tidak jauh dari perairan Kota Probolinggo seperti, Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo sendiri yang mengeksploitasi ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo sehingga, terjadi persaingan untuk mendapatkan stok ikan. Tiap-tiap daerah/wilayah dalam memperoleh stok ikan tidak hanya diperoleh dari daerah/wilayahnya sendiri melainkan bisa juga mengambil stok ikan di perairan lain karena perikanan bersifat *open access*.

Hasil kondisi pendugaan status sumberdaya perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo dari ketiga model yaitu Schaefer, Fox dan Walter and Hilborn memang memiliki kekurangan dan kelebihan, sehingga tidak dapat dirata-rata begitu saja. Oleh karena itu, dapat disimpulkan dengan mengambil dan mengacu pada model Fox bahwa kondisi perikanan lemuru di perairan Kota Probolinggo mengalami kondisi *overfishing*, meskipun terdapat dua model yang kondisinya *underfishing*. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat pada Lampiran 4a dan 4b dimana grafik hubungan antara catch dan effort semakin menurun hingga mencapai batas di bawah 0 (nol). Kondisi ini (*overfishing*) bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk di perairan Kota Probolinggo, karena sudah dijelaskan dari paragraf sebelumnya bahwa kondisi *overfishing* kemungkinan dapat terjadi dalam pengeksploitasi ikan lemuru yang tidak



hanya dari nelayan lokal saja tapi bisa juga dari nelayan andon yang berasal dari daerah lain yang letaknya tidak jauh dari perairan Kota Probolinggo.

Dari hasil komunikasi personal dengan Wiadnya pada tahun 2008, menjelaskan bahwa pengelolaan perikanan Selat Madura berdasarkan prinsip kehati-hatian yang menyimpulkan bahwa Selat Madura telah *overfishing*. Kondisi ini juga mempertimbangkan literatur berdasarkan Freelists (2005), Kepala Sub Dinas Pengelolaan Hasil Laut Dinas Perikanan Jawa Timur mengatakan bahwa Selat Bali dan Selat Madura sudah *overfishing* dan hanya laut selatan Jawa Timur yang kini potensinya khususnya ikan tuna, masih cukup besar untuk dieksplorasi. Dan mencontohkan di Selat Madura yang potensinya hanya sekitar 214 ribu ton per tahun, kini sudah ditangkap hingga 227 ribu ton per tahun. Penangkapan yang berlebihan seperti itu sangat berdampak terhadap penurunan potensi tangkap dalam waktu kedepan jika tidak ada pembatasan. Di selat Bali misalnya, produksinya kini menurun sekitar 9.000 ton dari 36.000 ton pada 2003 menjadi hanya 27 ribu ton pada 2004. Penurunan itu, berdasarkan penelitian dari Universitas Brawijaya (Unibraw) Malang diperkirakan sudah berlangsung lima tahun lalu.

Meskipun kondisi perikanan ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo berdasarkan model Schaefer dan Walter and Hilborn mengalami *underfishing*, tetapi tetap tidak bisa digunakan sebagai parameter utama. Karena berdasarkan Wiryawan dalam Solihin dan Sondita (2006), adanya perbedaan nilai MSY dengan produksi riil tidak bisa diartikan sebagai ruang untuk memperluas armada perikanan karena, terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yang terkait dengan perhitungan nilai MSY. Diantara ketiga hal penting tersebut adalah sebagai berikut:

- 1.) Hasil perhitungan sangat tergantung dari kualitas statistik perikanan yang digunakan sebagai input,



2.) Metode perhitungan selalu berdasarkan atas sejumlah asumsi yang sangat jarang sekali terpenuhi. Dua asumsi yang paling penting diantaranya adalah stok ikan berada dalam kondisi keseimbangan serta hasil tangkapan per unit usaha (hasil tangkapan per armada per hari) merupakan petunjuk yang baik bagi ukuran besarnya populasi,

3.) Hasil dari perhitungan diterjemahkan berbeda dari kondisi seharusnya.

Berdasarkan hasil literatur yang ada, maka:

→ Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan akibat dari lemahnya sistim pencatatan data statistik yang dihubungkan dengan keterbatasan sumberdaya yang dimiliki oleh Kementerian Perikanan untuk menerapkan sistem tersebut dengan benar dan konsisten

→ Sehingga dalam penelitian dianjurkan untuk berhati-hati pula dalam pengurangan maupun penambahan jumlah kuota tangkapan supaya kondisi perairan di Kota Probolinggo tetap berada dalam kondisi seimbang lestari.

4.7 Strategi Perencanaan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Lemuru di Perairan Kota Probolinggo

Berdasarkan hasil analisa kondisi MSY yang mengacu pada model Fox dimana kondisi perairan di Kota probolinggo mengalami *overfishing*. Maka, diperlukannya penerapan pengelolaan sumberdaya perikanan lemuru supaya dimanfaatkan secara seimbang atau optimal, sehingga dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat nelayan Kota Probolinggo. Untuk memperoleh alternatif/tindakan yang dapat ditempuh dengan mencapai kebijakan yang bertanggungjawab maka, yang seharusnya dapat dilakukan adalah dengan penerapan kuota jumlah tangkapan. Berdasarkan acuan dari model Fox maka, jumlah tangkapan maksimal ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo yang seharusnya ditangkap adalah sebesar 5.279,42 ton/tahun. Untuk jumlah tangkapan ikan lemuru pada tahun terakhir yaitu tahun 2006 sebesar 12.464,9



ton, maka dapat dikatakan bahwa jumlah ini telah melewati batas jumlah tangkapan optimum yang disarankan. Sehingga diperoleh nilai untuk dapat menurunkan hasil tangkapan ikan lemuru secara berimbang lestari maka, disarankan dengan mengurangi hasil tangkapan sebesar 7.185,47 ton.

Disamping kebijakan yang telah disebutkan di atas, penggunaan teknologi dan alat tangkap yang ramah lingkungan disarankan agar tidak terjadi penangkapan yang melampaui batas optimum. Pemantauan (*monitoring*), pengendalian (*controlling*), dan pengawasan (*surveillance*) sangat perlu dilakukan agar tidak melampaui batas penangkapan yang disarankan guna menghindari penangkapan yang ilegal dan akan mempertahankan perikanan lemuru dalam keadaan lestari.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pendugaan potensi sumberdaya ikan lemuru berdasarkan hasil tangkapan yang di daratkan di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat tangkap standar bagi perikanan lemuru yang sesuai di perairan Kota Probolinggo adalah purse seine dengan nilai sebesar 90,04 karena memiliki CpUE paling besar diantara alat tangkap lain.
2. Dari analisa model Schaefer didapatkan nilai C_e sebesar 12.525,50 ton/tahun, E_e sebesar 58,08 unit/tahun. Untuk model Fox didapatkan nilai C_e sebesar 5.279,42, E_e sebesar 37,21. Sedangkan untuk model Walter and Hilborn nilai C_e sebesar 25.222,79 unit/tahun dan E_e sebesar 90,36 unit/tahun.
3. Kondisi status perikanan tangkap ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo Jawa Timur melalui pendekatan model Schaefer kondisinya *underfishing*, melalui pendekatan Fox kondisinya *overfishing* dan melalui pendekatan Walter and Hilborn kondisinya *underfishing*.
4. Hasil analisa kondisi MSY dari ketiga model tidak dapat dirata-rata begitu saja. Hal ini mengacu pada model Fox yang kondisinya *overfishing* dimana bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk di perairan Kota Probolinggo dengan pengelolaan sumberdaya perikanan berdasarkan prinsip kehati-hatian. Oleh sebab itu, disarankan untuk menurunkan/mengurangi hasil tangkapan ikan lemuru sebesar 7.185,47 ton supaya kondisi perairan tetap berimbang lestari.



5.2 Saran

1. Adanya keterbatasan kualitas data penelitian (data sekunder) karena dalam pengambilan data sekunder terkadang tidak sesuai dengan kondisi lapangan, sehingga perlu pencermatan dalam mencari sumber-sumber terbaru mengenai keakuratan datanya.
2. Penggunaan teknologi dan alat tangkap yang ramah lingkungan disarankan agar tidak terjadi penangkapan yang berlebihan. Pemantauan (*monitoring*), pengendalian (*controlling*), dan pengawasan (*surveillance*) sangat diperlukan supaya dalam penangkapan tidak melampaui batas dan menghindari adanya penangkapan ilegal.
3. Penangkapan yang berlebihan terhadap sumberdaya ikan lemuru di perairan Kota Probolinggo, hendaknya pemerintah khususnya pemerintah daerah membuat suatu kebijakan mengenai pengurangan jumlah produksi tangkapan dengan prinsip kehati-hatian.

DAFTAR PUSTAKA

Dinas Kelautan dan Perikanan. 2006. Laporan Statistik Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Timur. Dinas Kelautan dan Perikanan. Surabaya.

Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian. 1991. Standard Statistik Perikanan. Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian. Jakarta.

Eurocbc. 2008. Puse Seine Laut Jawa. <http://eurocbc.org/purses seine.gif>. Diakses pada tanggal 17 September 2008.

Fish base. 2008. *Sardinella lemuru*. <http://www.fishbase.com/Summary/speciesSummary.php?ID=1510&genusname=Sardinella&speciesname=lemuru>. Diakses pada tanggal 17 September 2008.

FishyForum. 2008. Lemuru. <http://FishyForum.com>. Diakses pada tanggal 09 April 2008.

Freelist. 2005. Laut di Jatim Sudah Over Fishing. http://www.freelists.org/post/list_indonesia/ppiindia-Laut-di-Jatim-Sudah-Over-Fishing.2. Diakses pada tanggal 19 Desember 2008.

Ghaffar, M. A. 2006. Optimasi Pengembangan Usaha Perikanan Mini Purse Seine di Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan. <http://www.Damandiri.or.id/det>. Diakses pada tanggal 09 April 2008.

Indomedia. 2008. Rakus Ikan Menyehatkan. <http://www.indomedia.com/intisari/1998/februari/ikan/htm>. Diakses pada tanggal 09 April 2008.

Jatim. 2008. SDA Kelautan dan Perikanan. <http://jatim.go.id>. Diakses pada tanggal 09 April 2008.

Litbangda. 2008. Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut Dalam Perspektif Otonomi Daerah Di Sulawesi Selatan. <http://www.litbangda-sulsel.go.id>. Diakses pada tanggal 01 April 2008.

Merta, I. G. S. 1993. Status Perikanan Kembung (*Rastrelliger brachysoma*) di Kalimantan Barat. Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 79. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Jakarta.

Mulyana, Ridwan. Pengelolaan Perikanan Dan Teori Perizinan. Subdit Pemantauan dan Evaluasi Direktorat PUP, Ditjen Perikanan Tangkap. <http://www.Berita.htm>. Diakses pada tanggal 31 Desember 2008.



Nazir, M. 2003. Metode Penelitian. Gahlia Indonesia. Jakarta.

Nps. 2008. Subsequent Fisheries. <http://nps.gof...isro/rakestraw/sec3.htm>. Diakses pada tanggal 17 September 2008.

Pical, V. J. 2008. Sistim Pembinaan Masyarakat Nelayan. <http://walhijabar.blogspot.com/2008/01/sistim-pembinaan-masyarakat-nelayan.html>. Diakses pada tanggal 01 April 2008.

Pulau Seribu. 2008. 33 Bagan Tancap di Perairan Kep Seribu Dibongkar Aparat. <http://www.pulauseribu.net/modules/news/print.php?storyid=495>. Diakses pada tanggal 17 September 2008.

Regionalinvestment. 2008. Sentra dan Wilayah Potensi Komoditi Ikan Tangkap. http://regionalinvestment.com/sipid/id/userfiles/komoditi/1/ikan_se_ntrawilayah.pdf. Diakses pada tanggal 2 Mei 2008.

Researchkahaku. 2008. Clupeidae. <http://research.kahaku.go.jp/zoology/FishGuide/data/fish138.html>. Diakses pada tanggal 21 April 2008.

Salahuddin, Widadjanegara, Usman, Arifin, Hutagaol. 2006. Tinjauan Umum Dinamika Pesisir Jawa Timur. <http://hotmutdflow.wordpress.com/2006/10/03/tinjauan-umum-dinamika-pesisir-jawa-timur/>. Diakses pada tanggal 21 April 2008.

Setyohadi, D. 1996. Pendugaan Stok Beberapa Jenis Ikan Pelagis dan Demersal di Perairan Selat Madura Serta Alternatif Pengelolaanya. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Solihin, I dan Sondita A. 2006. Kumpulan Pemikiran Tentang Teknologi Perikanan Tangkap Yang Bertanggungjawab. Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Subani, W dan H.R. Barus. 1989. Alat Penangkapan dan Udang Laut di Indonesia. Jurnal Penelitian Perikanan Laut, No. 50 Tahun 1988/1989. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta. 245 hal.

Sudirman dan Mallawa. 2004. Teknik Penangkapan Ikan. Rineka Cipta. Jakarta.

Surakhmad, W. 1980. Pengantar Penelitian Ilmiah. Tarsito. Bandung.

Suyedi, R. 2001. Sumber Daya Ikan Pelagis. [Http://tumouto.net/3 sem1_012/risfan s.htm](http://tumouto.net/3_sem1_012/risfan_s.htm). Diakses pada tanggal 02 April 2008.

Wiadnya, G. D. R. 1992. Analysis of Catch and Effort Data on Marine Capture Fisheries in East Java Indonesia. Department of Fish Culture and Fisheries wageningen Agricultural University the Netherlands.

Wiadnya, Sutini dan Lelono. 1993. Pengelolaan Perikanan Over-Fishing: Model Shaefer (1959). Fakultas Perikanan Universita Brawijaya. Malang.



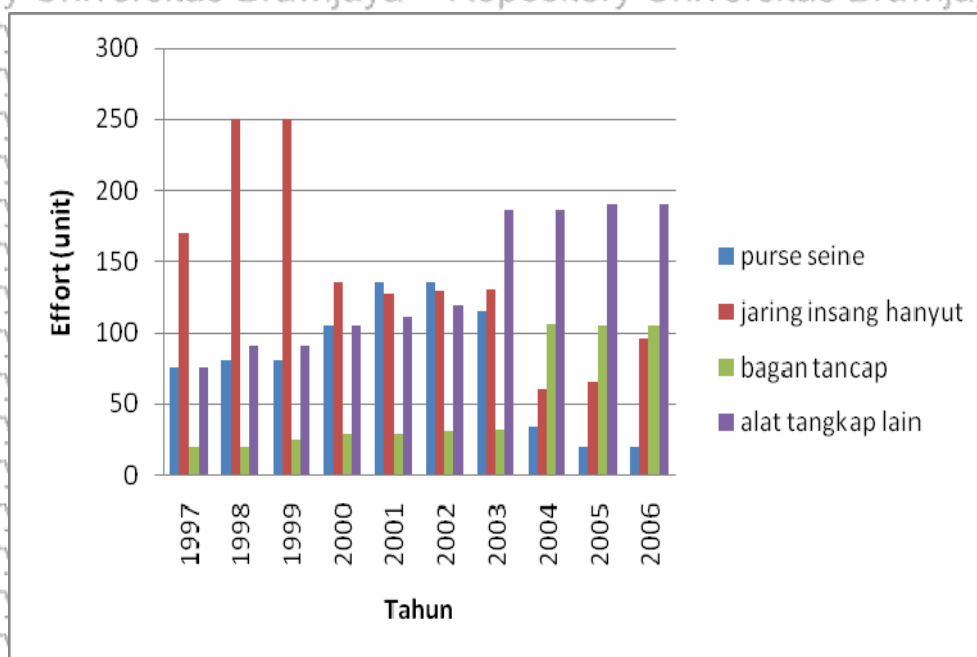
Wikipedia. 2008. Selat Madura. http://id.wikipedia.org/wiki/Selat_Madura.
Diakses pada tanggal 09 April 2008.

Wiyono, E. S. 2005. Stok Sumber Daya Ikan dan Keberkelanjutan Kegiatan Perikanan. <http://ikanmania.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 21 April 2008.

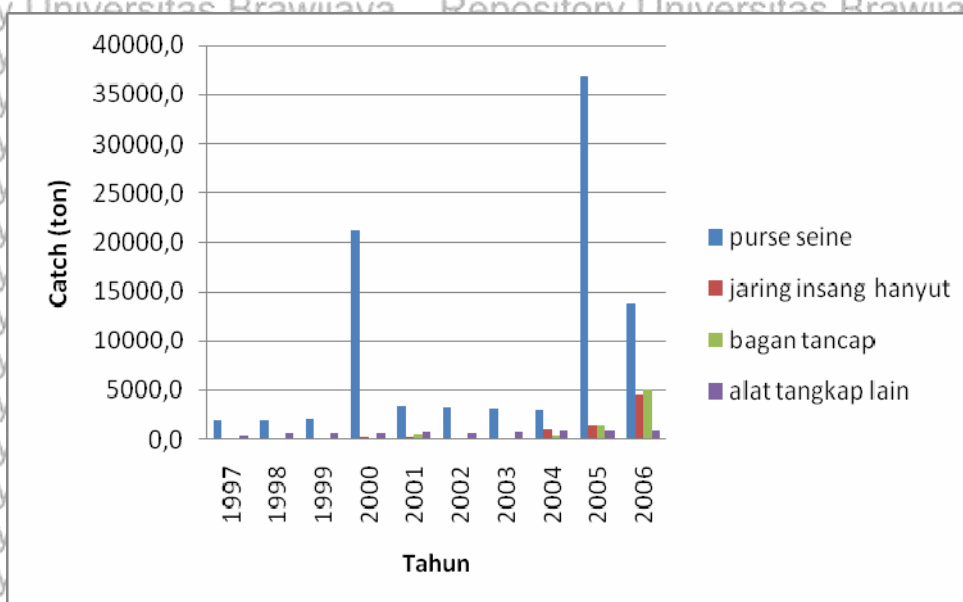


LAMPIRAN

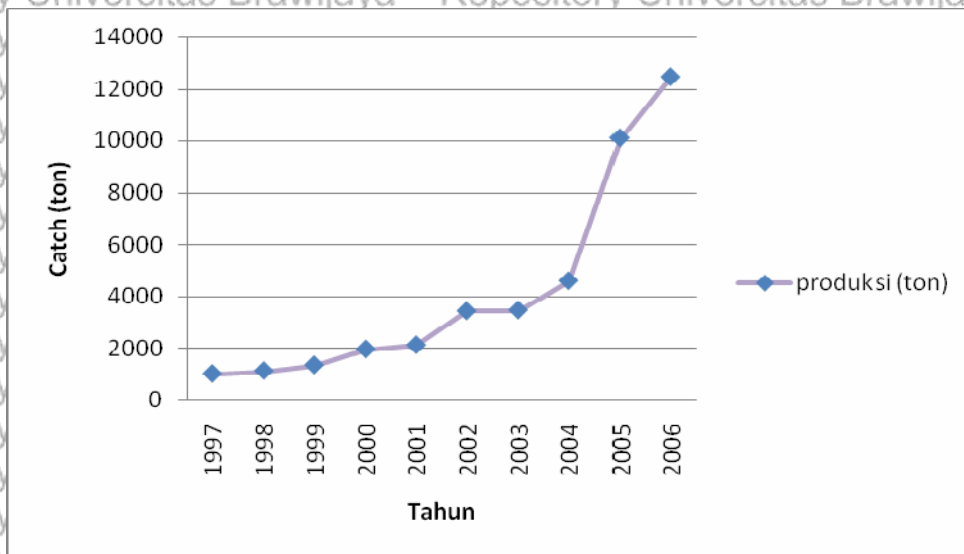
Lampiran 1. Gambar grafik jumlah alat tangkap, hasil tangkapan ikan pelagis kecil, dan hasil tangkapan ikan lemuru



a. Grafik jumlah alat tangkap yang menangkap ikan lemuru di Kota Probolinggo tahun 1997-2006



b. Grafik jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil di Kota Probolinggo tahun 1997-2006



c. Grafik jumlah hasil tangkapan ikan lemuru di Kota Probolinggo tahun 1997-2006

Lampiran 2. Estimasi potensi model Schaefer dan Fox

Tahun	Effort standar purse seine (unit)	Catch (ton)	CpUE (ton/unit)	U ₋ Estimasi Schaefer	C ₋ Estimasi Schaefer	Ln U	U ₋ Estimasi Fox	C ₋ Estimasi Fox
1997	76	1023,5	13,46	149,14	11334,69	2,60	50,02	3802,12
1998	82	1135,2	13,84	126,86	10403,24	2,62	42,57	3491,40
1999	82	1355,2	16,52	126,86	10403,24	2,80	42,57	3491,40
2000	106	1968,3	18,56	37,78	4004,81	2,92	22,34	2368,05
2001	136	2128,1	15,64	-73,57	-10006,63	2,75	9,97	1356,74
2002	136	3438,5	25,28	-73,57	-10006,63	3,23	9,97	1356,74
2003	117	3470,5	29,66	-3,05	-356,91	3,38	16,62	1944,87
2004	35	4603,5	131,52	301,33	10546,62	4,87	150,56	5269,72
2005	22	10116,6	459,84	349,58	7690,93	6,13	213,52	4697,47
2006	22	12464,9	566,58	349,58	7690,93	6,33	213,52	4697,47

Lampiran 3. Summary output model Schaefer dan hasil perhitungan

A. Summary output model Schaefer

Regression Statistics								
Multiple R	0,780828159							
R Square	0,609692615							
Adjusted R Square	0,560904191							
Standard Error	137,208675							
Observations	10							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	235264,984	235264,984	12,4966657	0,007675014			
Residual	8	150609,764	18826,2205					
Total	9	385874,748						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	431,2514131	95,85614494	4,498943843	0,00200489	210,2066035	652,2962226	210,2066035	652,2962226
X Variable 1	-3,711982507	1,050047257	-3,535062334	0,007675014	-6,13339739	-1,290567624	-6,13339739	-1,290567624



B. Hasil perhitungan model Schaefer

a $= 431,25$

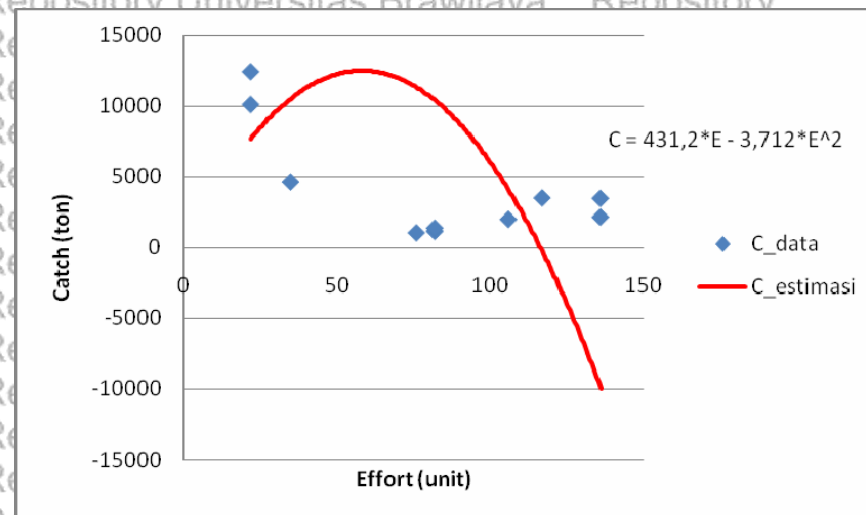
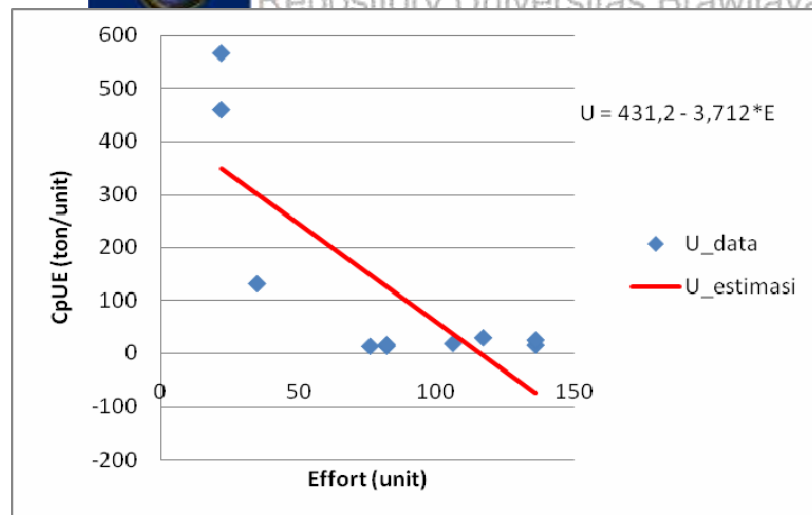
b $= 3,71$

Eopt (a/2b) $= 58,08$ unit

Cmsy (a²/4b) $= 12.525,50$ ton

Umsy (Cmsy /Eopt) $= 215,62$ ton/unit

Lampiran 4. Gambar grafik hubungan CpUE-effort dan hubungan catch-effort model Schaefer



a.

b.

Keterangan:

a. Gambar grafik hubungan CpUE-effort model Schaefer

b. Gambar grafik hubungan catch-effort model Schaefer

Lampiran 5. Summary output model Fox dan hasil perhitungan

A. Summary output model Fox

Regression Statistics							
Multiple R	0,801244499						
R Square	0,641992747						
Adjusted R Square	0,59724184						
Standard Error	0,927105086						
Observations	10						

ANOVA		df	SS	MS	F	Significance F
Regression		1	12,33065679	12,33065679	14,34591598	0,005330037
Residual		8	6,876190721	0,85952384		
Total		9	19,20684751			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	5,954949113	0,647690239	9,194131324	1,58362E-05	4,461371778	7,448526448	4,461371778	7,448526448
X Variable 1	-0,026873262	0,007095063	-3,787600293	0,005330037	-0,043234516	-0,010512007	-0,043234516	-0,010512007



B. Hasil perhitungan model Fox

c $= 5,95$

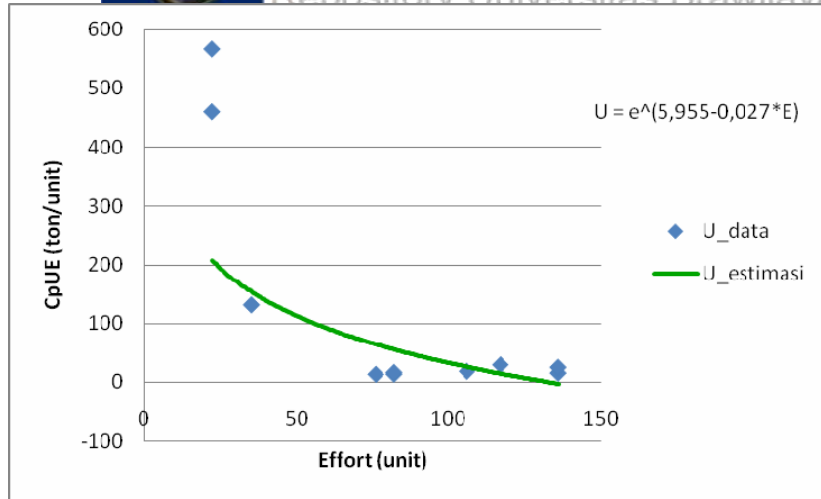
d $= 0,02$

Eopt (1/d) $= 37,21$ unit

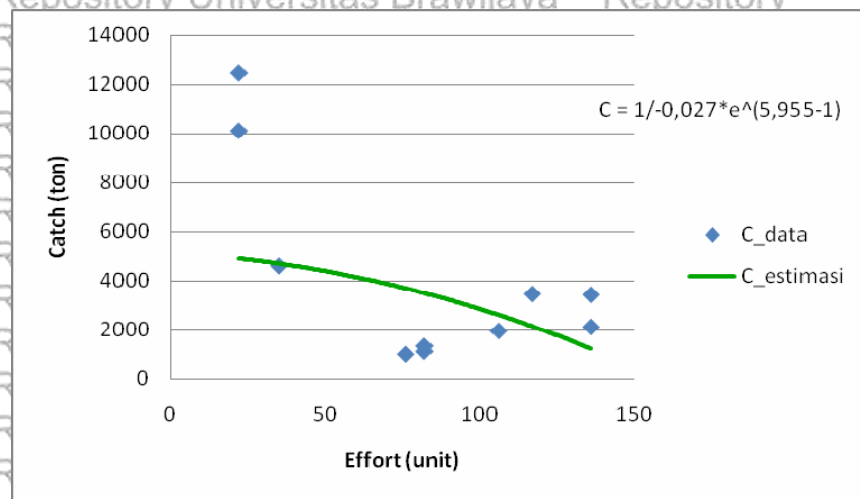
Cmsy (1/d)*(e^c-1) $= 5.279,42$ ton

Umsy (Cmsy/n_{msy}) $= 141,87$ ton/unit

Lampiran 6. Gambar grafik hubungan CpUE-effort dan hubungan catch-effort model Fox



a.



b.

Keterangan:

a. Gambar grafik hubungan CpUE-effort model Fox

b. Gambar grafik hubungan catch-effort model Fox

Lampiran 7. Estimasi potensi model Walter and Hilborn

Tahun	Catch (ton)	Effort standar purse seine (unit)	CpUE	In CpUE	Ut+1-Ut (Y)	Ut (X1)	Ut2 (X2)	Ut*Et (X3)
1997	1023,5	76	13,46	2,60	0,37	13,46	181,36	1023,5
1998	1135,2	82	13,84	2,62	2,68	13,84	191,65	1135,2
1999	1355,2	82	16,52	2,80	2,04	16,52	273,13	1355,2
2000	1968,3	106	18,56	2,92	-2,92	18,56	344,80	1968,3
2001	2128,1	136	15,64	2,75	9,63	15,64	244,85	2128,1
2002	3438,5	136	25,28	3,23	4,37	25,28	639,23	3438,5
2003	3470,5	117	29,66	3,38	101,86	29,66	879,85	3470,5
2004	4603,5	35	131,52	4,87	328,31	131,52	17299,76	4603,5
2005	10116,6	22	459,84	6,13	106,74	459,84	211457,84	10116,6
2006	12464,9	22	566,58	6,33				

Lampiran 8. Summary output dan hasil perhitungan model Walter and Hilborn

A. Summary output model Walter and Hilborn

Regression Statistics								
Multiple R	0.966501991							
R Square	0.934126099							
Adjusted R Square	0.745501465							
Standard Error	37.73476397							
Observations	9							

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	121150.9011	40383.6337	28.36103776	0.001448952
Residual	6	8543.474473	1423.912412		
Total	9	129694.3756			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
X Variable 1	4.280559399	0.699445597	6.119931872	0.000869178	2.569077683	5.992041115	2.569077683	5.992041115
X Variable 2	-0.007667786	0.001145262	-6.695223818	0.000538613	-0.010470142	-0.004865431	-0.010470142	-0.004865431
X Variable 3	-0.023685248	0.010501511	-2.255413318	0.064956183	-0.04938152	0.002011024	-0.04938152	0.002011024

B. Hasil perhitungan model Walter and Hilborn

$$r = b1$$

$$= 4,28$$

$$b2 = r/(k*q)$$

$$= 0,007$$

$$q = b3$$

$$= 0,02$$

$$k = r/(b2*b3)$$

$$= 23.569,62 \text{ ton/tahun}$$

$$Ce = (r/k)/4$$

$$= 25.222,79 \text{ ton}$$

$$Ee = r/(2*q)$$

$$= 90,36 \text{ unit}$$

$$Ue = Ce/Ee$$

$$= 279,12 \text{ ton/unit}$$

$$Pe = 0,5*k$$

$$= 11.784,81 \text{ ton/tahun}$$

$$JTB = 80\%*Ce$$

$$= 20.178,23 \text{ ton}$$