



USAID | **INDONESIA**
FROM THE AMERICAN PEOPLE

INDONESIA MARINE AND CLIMATE SUPPORT (IMACS) PROJECT

Draft

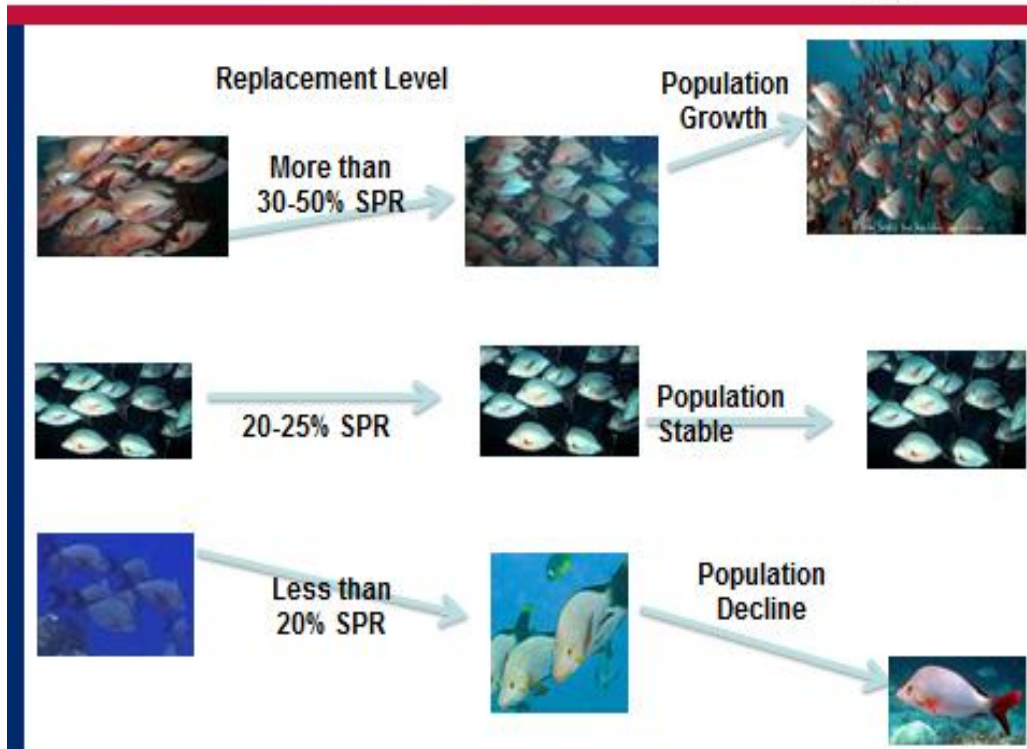
PEDOMAN TEKNIS
PENGAJIAN STOK PERIKANAN ‘DATA-POOR’
ESTIMASI RASIO POTENSI PEMIJAHAN
(Technical guidelines for Data-Poor Fisheries Stock Assessment
Estimation of Spawning Potential Ratio – SPR)



Compile by M. Badrudin
(IMACS Fisheries Specialist)
Based on the work of M. Nadon, N. Vaughan and Jerry Ault
Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science,
University of Miami

Jakarta, March 2013

The author's views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of the United States Agency for International Development or the United States Government.



**Ilustrasi: Spawning Potential Ratio (SPR)
(Rasio Potensi Pemijahan)**

| SPR | < 20% | (20-25) % | > 30-50% |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|
| Status eksploitasi | M E R A H | K U N I N G | H I J A U |
| | Over | Fully | Under |

PEDOMAN TEKNIS
PENGAJIAN STOK PERIKANAN ‘DATA-POOR’
ESTIMASI SPR – SPAWNING POTENTIAL RATIO *)

*) Compile by M. Badrudin - Based on the work of M. Nadon, N. Vaughan and Jerry Ault
Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami

ABSTRAK

Permasalahan tentang ‘miskin’nya data – dimana tidak cukup informasi untuk mengestimasi titik referensi (reference points) dan status stok sudah dirasakan selama sejarah perikanan dunia, termasuk beberapa perikanan pada saat Beverton dan Holt menerbitkan hasil karyanya pada 50-an tahun yang lalu. Pada tulisan ini kita mencoba melihat studi-studi kasus yang mengilustrasi sejumlah pendekatan yang sudah atau berpotensi untuk diterapkan untuk dapat memenuhi persyaratan pengelolaan perikanan dimana informasinya masih kurang atau sangat tidak menentu (*uncertain*). Pendekatan tersebut beragam, mulai dari yang klasik species tunggal yang didasarkan atas dasar informasi hasil tangkapan, upaya dan biologi (contohnya ikan tropis dan ikan laut dalam), melalui penggunaan informasi baru dan informasi dari pasar kepada penggabungan informasi dari species atau perikanan yang serupa. Pengkajian harus dikendalikan oleh sasaran pengelolaan dalam bentuk konservasi sumberdaya, pemanfaatan yang berkelanjutan, tenaga kerja, kelayakan ekonomi, atau suatu kombinasi dari kesemuanya itu atau tujuan lainnya. Tetapi, pendekatan ini hanya akan berhasil jika keinginan untuk pengelolaan cukup kuat dan menerapkan ‘*precautionary approach*’ dalam menghadapi ketidak-pastian. Dal hal ini, semua data yang tersedia harus dipertimbangkan dan digunakan untuk menginformasikan panduan-panduan dan pengendalian pengelolaan yang sederhana dan ‘robust’ terhadap ketidak-pastian dalam perikanan yang ‘data-poor’. Uraian berikut adalah salah satu metode pengkajian Stock Data-poor, yaitu Pendugaan SPR (Spawning Potential Ratio – Rasio Potensi Induk)

1. PENDAHULUAN

Dalam mempertimbangkan untuk mengadopsi langkah pengelolaan, *UN Code of Conduct for Responsible Fisheries, CCRF* (FAO 1995) mencatat agar “best scientific evidence available” harus di gunakan untuk mengevaluasi status eksploitasi dari perikanan. Ini dapat diartikan sebagai pengumpulan data yang tepat (appropriate), keragaan pengakjian stok yang ‘robust’, perbandingan dengan ‘reference points’ , dan mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai tujuan pengelolaan. Beverton dan Holt (1957) dalam bukunya ‘On the dynamics of exploited fish population’ mengembangkan dan memperbaiki metode-metode pengkajian untuk mengeksploitasi informasi biologi dan perikanan secara rinci yang dikumpulkan dari perikanan skala besar. Ini mewakili ‘the state of the art’ dalam perikanan sejak 50 tahunan yang lalu. Metode tersebut menghasilkan pengembangan ‘new reference points’ bagi perikanan, dimana hasil pengakjian harus dibandingkan sebagai dasar pengelolaan (Caddy 1998). Intinya, pendekatan kehati-hatian terhadap pengelolaan perikanan (FAO 1996) memerlukan ‘a realistic appraisal of the range of outcomes possible under fishing and the probabilities of these outcomes under different management actions’. Oleh karena itu pendekatan pengkajian tidak dapat dikembangkan secara terpisah dari tujuan pengelolaan, dan langkah pengelolaan yang diterapkan untuk mencapainya. Tujuan pengelolaan perikanan sering didasarkan atas perjanjian internasional seperti CCRF dan/atau RFMO yang antara lain ‘pengembangan, konservasi dan pengelolaan sumberdaya hayati laut’ dan/atau menjamin agar ‘eksploitasi sumberdaya hayati perairan yang menjamin keberlanjutan kondisi ekonomi, lingkungan dan sosial’. Dalam tujuan regional tersebut tiap Negara dapat menetapkan tujuan masing-masing, yang pada umumnya ada tiga, yaitu keberlanjutan stok ikan, keberlanjutan perikanan dan keberlanjutan tenaga kerja. Yang menarik adalah bahwa pengelolaan sering bertujuan untuk memperoleh keseimbangan antara pencapaian tujuan yang berpotensi konflik seperti menjamin perikanan yang menguntungkan tapi berkelanjutan, tanpa menetapkan prioritas secara khusus bagi tujuan-tujuan yang akan dicapai.

Dalam hal tidak memadainya ‘best scientific information available’ untuk menentukan status saat ini (reference points), maka perikanan dapat dianggap sebagai ‘data-poor’. Keadaan tersebut dapat terjadi karena berbagai hal, seperti: 1) perikanan skala kecil yang berkembang biasanya dengan sejumlah ‘target species’ dari perikanan campuran; 2) perikanan skala besar, tapi akhir-akhir ini perikanan yang maju dimana riset dan pengelolaan tertinggal dari pada eksploitasi; dan 3) perikanan skala besar, dimana kualitas datanya ‘poor, variable’ dan sulit dijamin (karena adanya ‘misreporting and discarding’ akibat langkah pengelolaan yang diterapkan kepada perikanan. Masalah ‘miskin’nya data sudah terbentang lebar pada perikanan dunia dewasa ini, termasuk yang sebagaimana diuraikan dalam publikasi Beverton dan Holt 50-an tahun yang lalu.

2. METODE PENGKAJIAN STOK BERBASIS-PANJANG

Metode pengkajian stok berbasis panjang (*Length-based stock assessment*) adalah salah satu dari sejumlah metode pengkajian stok ‘data-poor’ yang ada, yang pelatihannya sudah di lakukan dibawah kordinasi IMACS dengan intruktur - Dr. Jerrald Ault dari University of Miami-Amerika, M. Nadon dari NOAA-Fisheries, Hawaii dan Dr. Jeremy Prince dari

University of Murdoch, Australia. Pelatihan yang diterima dari Ault dan Nadon berupa latar belakang teoritis ‘Model Analitik’ dengan pendalaman melalui program MAST (Mortality Assessment and fishery Simulation Tool) dengan salah satu hasilnya adalah estimasi SPR (Spawning Potential Ratio – Rasio Potensi Induk), sedangkan dari J.Prince, latihan dilakukan melalui program excel-spreadsheet.

MAST menggabungkan semua alat analisis yang diperlukan untuk pengelolaan populasi ikan yang dieksploitasi berdasarkan pada estimasi mortalitas berbasis panjang dan menyajikannya dalam satu bentuk ‘*user-friendly visual interface*’. MAST diberi kode dalam JAVA 7; yang terdiri dari 3 bagian umum: 1) Estimasi mortalitas berbasis panjang, 2) Model-model teoritis untuk menemukan langkah pengaturan penangkapan ikan yang optimal, dan 3) ‘*Simulator*’ populasi ikan yang dieksploitasi. Ini juga akan segera dilengkapi dengan kemampuan untuk ‘*running stochastic processes*’ melalui simulasi Monte Carlo dalam rangka mengevaluasi ketidak-pastian (*uncertainty*) dan resiko yang menyertai scenario pengelolaan.

Mortalitas, kematangan, dan laju pertumbuhan bersifat ‘*density-independent*’ terhadap populasi yang baru masuk daerah penangkapan (*recruited population*). Rekrutmen dapat bersifat ‘*density-independent*’ atau *density-dependent* (melalui suatu hubungan *stock-recruitment*).

MAST saat ini hanya dapat menerima input dalam ‘*yearly increments*’ (pada versi mendatang akan diubah), kecuali untuk kegiatan rekrutmen musiman yang dispesifikasikan dalam bulanan.

3. DATA

Untuk melakukan kajian SPR ini data yang dibutuhkan relatif sedikit ; yaitu Data Frekwensi ukuran Panjang ikan, Frekuensi Berat ikan, dan Tingkat Kematangan Gonad. Data tersebut adalah data yang sudah merupakan kegiatan rutin bagi para peneliti muda di lingkup Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan (P4KSI) – Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan Perikanan.

4. MORTALITAS

Kohort ikan masuk ke dalam semua matrik perhitungan (i.e.transisi dari larva pelagis ke dasar perairan – atau ikan yang berasosiasi karang). Jumlah rekrut dapat dispesifikasi baik melalui hubungan *stock-recruitment* atau dapat ditetapkan pada nilai tertentu (lihat pd seksi *recruitment* berikut). Begitu jumlah awal rekrut (*initial number of recruits*) ditetapkan, MAST akan menghitung jumlah awal dalam tiap kelompok umur tahunan dengan menggunakan rumus ‘*exponential mortality*’:

$$N_{t+1} = N_t \cdot e^{-(M+F_t)}$$

Nilai awal ini (N) dapat dikonversikan ke ‘jumlah rata-rata’ ,jika perlu, dengan menggunakan persamaan:

$$\bar{N}_t = \frac{N_t}{M + F} \times (1 - e^{-(M+F_t)})$$

Laju kematian alamiah ditentukan oleh pengguna atau diturunkan dari estimasi 'longevity' dengan menggunakan pendekatan 'rule-of-thumb' yang mengasumsikan bahwa sisa jumlah populasi maksimum hanya tinggal 1% atau 5%. Ini diterjemahkan ke dalam persamaan berikut:

$$M = \frac{-\ln(S)}{t_\lambda}$$

dimana S = sintasan ke umur t_λ (0.01 or 0.05). Angka 5% sintasan merupakan estimasi yang konservatif dari mortalitas alami dan ditetapkan sebagai 'default' dalam MAST.

Mortalitas penangkapan F diperoleh dengan mengalikan laju mortalitas penangkapan potensial (i.e. koefisien kematian *instantaneous* dari kelompok umur yang ada/penuh, yang di 'masukkan' oleh pengguna) dengan selektifitas alat tangkap S yang mewakili fraksi dari satu kelompok umur yang 'vulnerable' terhadap penangkapan.

$$F_t = q \cdot f \cdot S_t$$

dimana q = catchability coefficient (i.e. proporsi dari stok yang tertangkap oleh satu unit upaya penangkapan), f = upaya penangkapan, dan S = selektifitas pada umur t. Mortalitas penangkapan di bawah 'minimum age-at-first-capture' dan di atas 'maximum observed-age' (i.e. t_λ) otomatis ditetapkan sebagai Nol (*knife-edge selection if selectivity is set to 1 for all exploited age groups*).

5. PERTUMBUHAN

Saat ini MAST menggunakan pilihan persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy untuk menentukan panjang pada umur tertentu.

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

berat (bobot) pada umur (W_t) diperoleh melalui konversi panjang ikan keberat ikan dengan persamaan:

$$W_t = A \cdot L_t^B$$

Penting: Sangat penting untuk menggunakan koefisien A dan B yang benar untuk satuan panjang dan berat tertentu. Sebagian besar nilai A dan B mengkonversi panjang dalam **cm** dan berat dalam **gram**. MAST akan mengkonversi berat tersebut ke Kilogram dgn membagi 1000 (semua berat, biomass adalah dlm kg). Oleh kerananya disarankan agar meng-input semua informasi panjang dalam cm (mis. L_{inf} , L_c , L_{max} , etc). Ini memungkinkan utk meng-input informasi panjang dalam unit lain (mis. mm) jika menggunakan koefisien A dan B yang benar (i.e. outputnya dalam gram).

Juga sangat penting untuk menggunakan ukuran panjang ikan yang sama dalam meng-input data (mis. Panjang cagak (Fork), standard, atau total).

6. TINGKAT KEMATANGAN

Pengguna dapat memasukan '*age- or size-at-maturity*' (secara otomatis MAST akan mengkonversi satu ke yang lainnya). Kematangan ditetapkan sbg '*knife-edged*' (i.e. 100% dari suatu kohort mencapai kematangan pada umur atau ukuran tertentu). Suatu kurva logistic tersedia pada versi mendatang jika ada peningkatan keperluannya.

7. REKRUTMEN

Untuk sederhananya, tingkat rekrutmen sering ditetapkan pada nilai yg tetap dan diasumsikan sbg '*density-independent*', terutama jika biomass '*spawning stock*' diketahui berada pada tingkat yang '*safe*' (SPR > 30%). Alternatifnya, rekrutmen bias '*dependent*' kepada '*spawning stock biomass (SSB)*'. Rekrutmen saat ini (R_t) biasanya dianggap sebagai suatu fungsi dari '*spawning stock biomass (SSB)*' pada waktu tertentu pada masa lalu setara dengan '*hatching time + pelagic larval stage duration(d)*'.

$$R_t = SSB_{t-d} \cdot f(SSB_{t-d})$$

Versi Beverton-Holt dari persamaan umum (pers. Ricker's akan segera tersedia) yaitu:

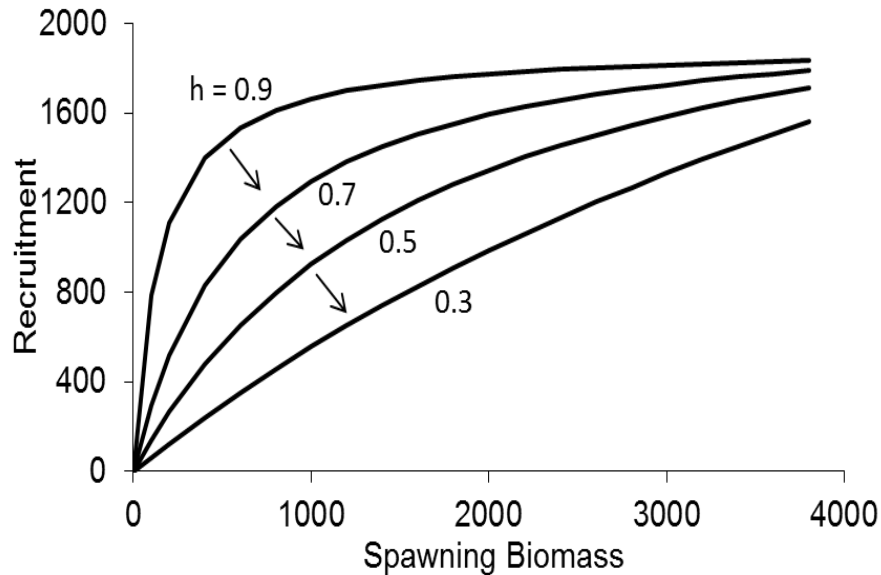
$$R = \frac{SSB}{\alpha + \beta \cdot SSB}$$

Dengan menggunakan '*re-parameterisasi*' Francis (1992)'s, dua parameter dari persamaan dapat ditentukan sebagai

$$\alpha = \frac{B_0(1-h)}{4hR_0} \quad \text{dan} \quad \beta = \frac{5h-1}{4hR_0}$$

dimana B_0 adalah suatu estimasi '*pristine spawning stock biomass*', R_0 =Jumlah recruit pada B_0 , h = '*steepness*' dari kurva '*stock-recruitment*' awal (i.e. fraksi R_0 setara dengan '*spawning stock biomass*' pada 20% B_0). Untuk menggunakan hubungan '*stock-recruitment*' ini, pengguna perlu mendefinisikan B_0 dan h . Ini juga memerlukan '*input*' dari durasi larva dlm *hari* (i.e. waktu antara '*spawning event*' dan '*settlement (menetap)*'). Jadwal memijah ditetapkan (utk saat ini) sebagai terus berlangsung sepanjang tahun, tapi '*extra functionality*' nanti akan ditambahkan, dengan kapabilitas untuk menentukan sifat musiman dari rekrutmen secara lebih tepat.

Berikut adalah contoh kurva '*stock-recruitment Beverton-Holt*' dgn berbagai '*steepness*' h .



8. ESTIMASI MORTALITAS BERBASIS PANJANG

a) MODEL BEVERTON DAN HOLT

Beverton and Holt (1954) adalah yang pertama utk menurunkan persamaan terkait dengan panjang rata-rata dalam hasil tangkapan (\bar{L}) ke mortalitas total (Z).

$$\bar{L} = \frac{\int_{t_c}^{t_\infty} F_t \cdot L_t \cdot N_t \cdot dt}{\int_{t_c}^{t_\infty} F_t \cdot N_t \cdot dt} \rightarrow Z = \frac{K \cdot (L_\infty - \bar{L})}{(\bar{L} - L_c)}$$

Tetapi, Ehrhardt and Ault (1992) menemukan model ini 'bias' karena integrasi ke umur 'infinite' i.e. secara teoritis dipengaruhi oleh ikan yang sangat tua dalam hasil tangkapan, tidak pernah ada yang tercatat. Model ini tidak ada dalam MAST karena masalah ini.

b) MODEL AULT-EHRHARDT

Ault and Ehrhardt (1991) mengusulkan satu versi 'truncated' dari model Beverton-Holt yang mengeset satu 'upper limit' panjang maksimum (L_{\max} or L_λ) yang realistis. Dengan demikian, model ini memerlukan satu parameter tambahan (t_λ atau L_λ).

$$\bar{L} = \frac{\int_{t_c}^{t_\lambda} F_t \cdot L_t \cdot N_t \cdot dt}{\int_{t_c}^{t_\lambda} F_t \cdot N_t \cdot dt} \rightarrow \left(\frac{L_\infty - L_\lambda}{L_\infty - L_c} \right)^{Z/k} = \frac{Z(L_c - \bar{L}) + K(L_\infty - \bar{L})}{Z(L_\lambda - \bar{L}) + K(L_\infty - \bar{L})}$$

Model ini tidak mempunyai bias yang sama sebagaimana model Beverton-Holt, tapi, sebagaimana model B-H, model ini mengasumsi kondisi 'equilibrium' (i.e. rekrutmen

dan mortalitas stabil pada periode waktu yang cukup panjang bagi stabilnya stok berstruktur umur.

c) MODEL VAUGHN-AULT

Satu model yang diperbaiki dewasa ini sedang dikembangkan yang dapat dipakai untuk kondisi mortalitas yang non-equilibrium. Model ini akan menggabungkan model ‘size-truncated’ dari Ehrhardt and Ault (1992) dengan kondisi non-equilibrium yang dikembangkan oleh Gedemke-Hoenig (yang didasarkan atas model Beverton-Holt dan karenanya masih mengandung potensi bias yang sama). Dewasa ini program tersebut belum tersedia dalam MAST 1.0.

9. MODEL-MODEL TEORITIS UNTUK ESTIMASI REGULASI PENGELOLAAN YANG OPTIMAL

Begitu laju mortalitas penangkapan dapat di estimasi, memungkinkan untuk memparameterkan berbagai model untuk mengestimasi status stok dewasa ini dan target pengelolaan yang ‘preferable’. Jika rekrutmen ditetapkan (fix level), kita dapat ‘run’ analisis *yield-per-recruit* (YPR) dan *spawning potential ratio* (SPR). Jika fungsi ‘stock-recruitment’ ditetapkan, kita dapat ‘run’ model dalam bentuk ‘yield’ absolut, yang memperhitungkan pengaruh pengurangan ‘*spawning stock biomass*’ terhadap ‘rekrutment (and yield)’. Model-model tersebut mengasumsi bahwa suatu populasi telah mencapai kondisi ‘equilibrium’.

a. YIELD-PER-REKRUT

MAST menghitung YPR dlm “piece-wise” fashion dengan menerapkan persamaan mortalitas tersebut kepada jumlah rekrut yang ditetapkan (e.g. 1000) dan seterusnya sampai umur maksimum (t_λ), dengan menggunakan waktu secara tahunan. YPR dihitung pada tiap umur tahunan dengan mengalikan (multiplying) biomass rata-rata dengan mortalitas penangkapan F , dengan menjumlahkan semua ‘yield’ tahunan, dan membaginya dengan jumlah rekrut semula (original number of recruits).

$$YPR = \frac{1}{\text{Recruits}} \sum_{t=0}^{t_\lambda} F_t \cdot \bar{N}_t \cdot \bar{W}_t \cdot$$

YPR dihitung untuk sejumlah besar kombinasi dari ‘length-at-first-capture (L_c)’ dan laju mortalitas penangkapan (F). Secara spesifik, YPRs dihitung dari $L_c = 1$ cm sampai L_{\max} dalam $L_{\max}/100$ selang (increments), dan dari $F = 0$ sampai 2.5 dalam increment 0.025. Nilai-nilai YPR untuk semua kombinasi di ‘export’ dari MAST dan dapat di plot dalam Excel atau perangkat lunak lainnya (lihat contoh pada bagian akhir).

b. SPR (SPAWNING POTENTIAL RATIO, RASIO POTENSI PEMIJAHAN)

MAST menghitung ‘spawning potential ratio (SPR)’ dengan cara yang sama dengan YPR. Biomass dihitung untuk setiap umur tahunan dan ‘spawning stock biomass (SSB)’ adalah jumlah dari semua biomass diatas umur matang telur (age at maturity). SSB dihitung sbb.:

$$SSB = \sum_{t=t_m}^{t_\lambda} \bar{N}_t \cdot \bar{W}_t$$

dimana W_t = rata-rata ‘weight-at-age’. SSB dihitung pada tingkat ‘pristine’ (B_0) dan dibawah berbagai skenario pengelolaan (L_c , F), hal yang sama untuk YPR. Lalu SPR dihitung untuk tingkat L_c dan F yang berbeda, dengan membagi SSB yang dieksploitasi dengan SSB yang ‘pristine’.

$$SPR = \frac{SSB_F}{SSB_{F=0}}$$

Grafik isopleth SPR dapat dihasilkan dari output MAST, demikian juga isopleth YPR (lihat contoh berikut).

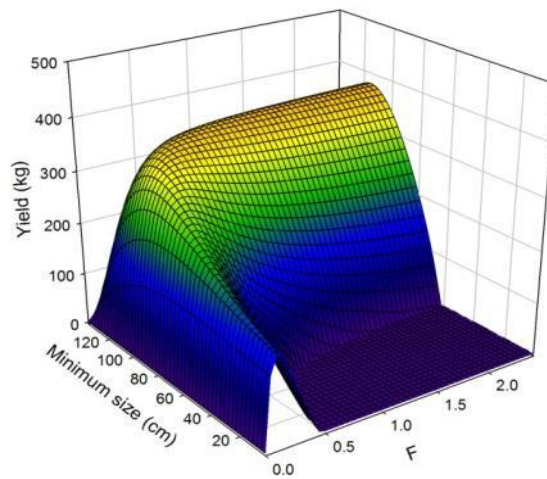
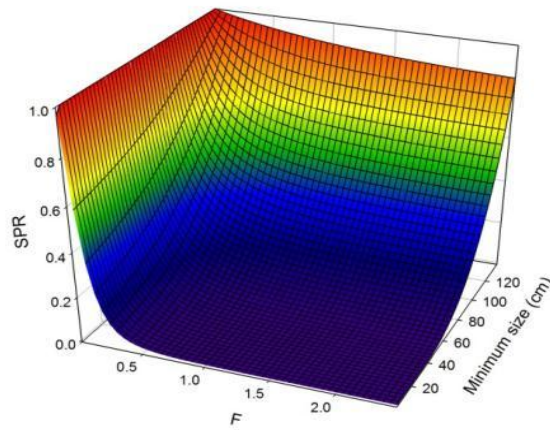
c. YIELD ABSOLUT DENGAN REKRUTMEN YANG BERUBAH-UBAH

Jika fungsi rekrutmen ditetapkan, yield dapat dihitung dalam bentuk absolut. Pertama MAST menghitung jumlah recruit yang masuk populasi dibawah kondisi equilibrium (i.e. untuk nilai L_c dan F tertentu), dengan menggunakan persamaan berikut:

$$R_e = \frac{SSB_e - \alpha}{\beta \times SSB_e}$$

dimana α dan β adalah parameter persamaan stok-rekrutmen Beverton-Holt. Dari tingkat rekrutmen equilibrium, struktur populasi pada equilibrium yang diturunkan dari yield absolut dpat dihitung. Sebagaimana halnya dgn YPR dan SPR, yield absolut dihitung untuk berbagai kombinasi L_c dan F dan dapat di plot dalam Excel.

Berikut adalah contoh grafik SPR (kiri) dan yield absolut (kanan) yang dibuat dalam SigmaPlot.



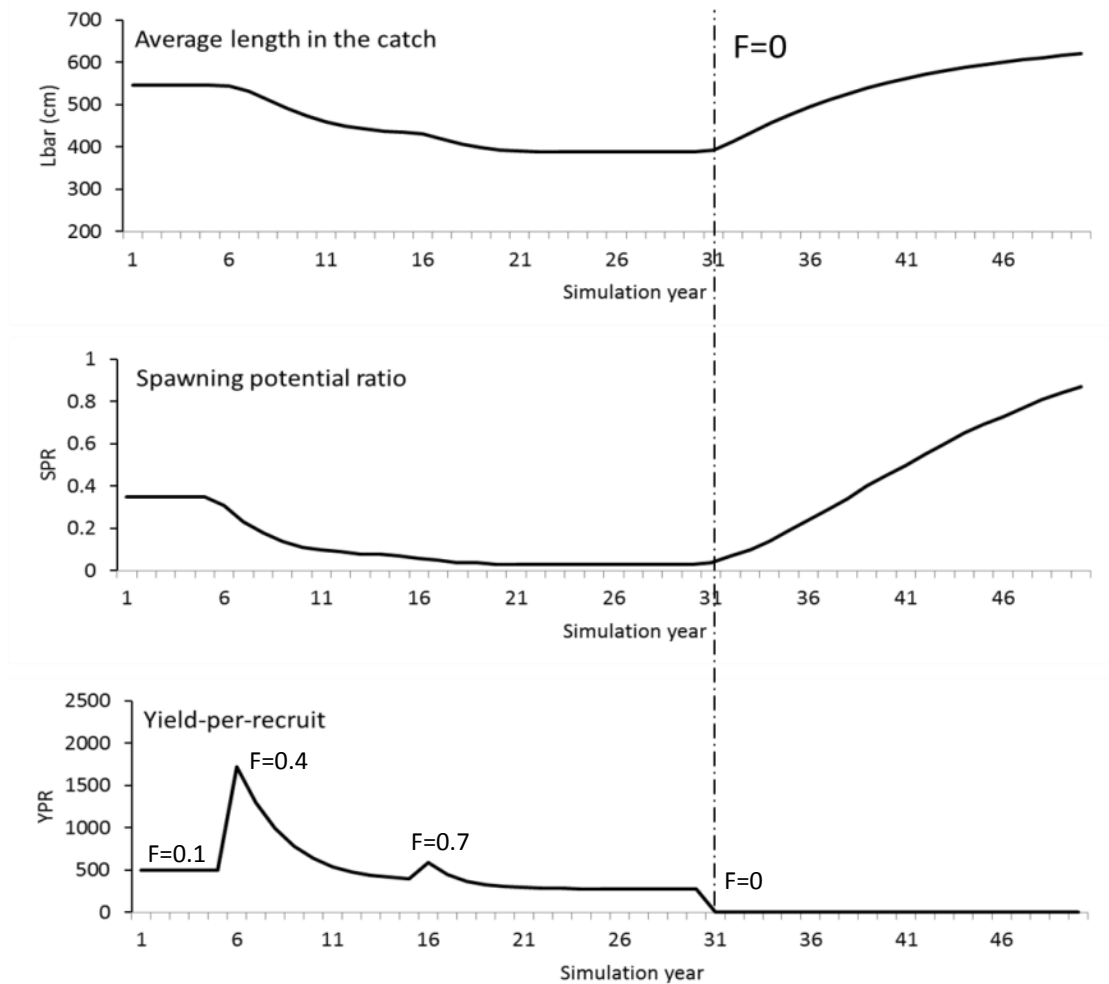
10. SIMULASI POPULASI YANG DIEKSPLOITASI

MAST mempunyai kemampuan dalam simulasi populasi yang memungkinkan pengguna menelusuri L_{bar} , yield, atau SPR ke masa depan dalam step waktu tahunan sesuai dengan berbagai skenario pengelolaan (i.e. L_c dan/atau F berubah sesuai waktu). Untuk itu, pengguna harus menyiapkan vector perubahan tahunan dari 'expected future' dari F dan L_c .

Simulasi ini dapat di 'run' dengan 'fixed recruitment', yang ditetapkan pada tingkat tertentu. Juga dapat di 'run' dengan fungsi 'stock-recruitment' setelah menetapkan 'pristine spawning stock biomass' (B_0), steepness (h), dan durasi 'pelagic larvae'.

Catatan: Secara teoritis, MAST mampu untuk 'running' simulasi populasi ke masa depan tanpa batas, jumlah langkah waktu harian yg tak terbatas, sesuai dengan kapasitas memori komputer (paling tidak ≥ 256 mb). MAST memerlukan memory yang tersedia pada JAVA dan membagi tugas simulasi task dalam blok-blok yang dapat di 'manage'. Makin besar memory komputer, makin besar 'time blocks' dan makin cepat simulasi tersebut di selesaikan.

Berikut adalah contoh output simulasi MAST (*mutton snapper life history* - $L_c = 300$ mm).



11. IMPLIKASI PENGELOLAAN

Pembahasan lanjutan terkait pengelolaan akan di fokuskan kepada pengkajian stok berbasis panjang, dimana langkah penghitungannya hanya memerlukan sedikit data, yaitu: sebaran frekuensi panjang, berat dan tingkat kematangan gonad (TKG). Dari data sebaran frekuensi panjang (bulanan selama 6-12 bulan), dapat diperoleh informasi tentang parameter pertumbuhan Von Bertalanffy (K , L_∞ , dan t_0). Dari pengukuran panjang dan berat, dapat diperoleh parameter regresi A dan B dari persamaan hubungan antara panjang dan berat ikan $\rightarrow L = a L^b$, dan dari informasi TKG dan panjang ikan dapat diperoleh parameter L_m (panjang saat pertama kali matang gonad).

Tersedianya data estimasi parameter pertumbuhan dan mortalitas total, merupakan hal penting dari sebagian besar langkah pengkajian, tapi belum dapat menyatakan tentang status dari stok, dampak eksploitasi dan pengaruh dari berbagai alternatif kebijakan bagi pengembangan dan pengelolaan perikanan pada masa mendatang. Pernyataan tersebut menyiratkan atas adanya tiga hal; yaitu 1) determinasi sederhana bahwa penangkapan ikan berdampak (atau tidak) terhadap stok, dengan sejumlah indikasi seberapa jauh dampak

tersebut; 2) menempatkan pernyataan kualitatif menjadi kuantitatif, seperti determinasi hubungan antara ‘*yield-per-recruit*’ dan ‘*fishing effort*’ yang akan mengarah kepada perumusan advis strategi jangka panjang; dan 3) perumusan advis taktis, misalnya tingkat TAC (JTB) pada tahun berikutnya.

Tahap pertama adalah mendeteksi ‘signal’ dari stok dengan cara merubah jumlah penangkapan, berupa hal – perubahan kelimpahan (*abundance*), atau perubahan komposisi (*composition*). Yang pertama dapat terdeteksi dari perubahan CPUE perikanan komersial, atau dari hasil survey. Signal yang kedua akan timbul karena meningkatkan penangkapan akan menyebabkan peningkatan mortalitas, dan akibatnya ikat berumur tua dan ikan yang berukuran besar akan menjadi lebih sedikit. Pada sebagian besar perikanan, signal yang sederhana dari tekanan penangkapan ikan yang berat adalah terjadi perubahan ukuran ikan.

Parameter-parameter tersebut dimasukkan ke dalam *excel spreadsheet* (Lampiran 1), dimana informasi akhir yang dibutuhkan adalah SSB_F (Spawning Stock Biomass saat ini), dan $SSB_{F=0}$ (Spawning Stock pada saat belum ada penangkapan), sehingga dapat dihitung SPR (lihat rumus pada : Model teoritis 3b). Berdasarkan nilai SPR tersebut dapat dibuat suatu kesepakatan kebijakan (*policy*) berdasarkan karakteristik biologi/dinamika populasi suatu species, yang secara umum dapat mengacu kepada kriteria yang ditetapkan oleh NOAA Fisheries; dimana:

| SPR | < 30% | (30-50) % | > 60% |
|--------------------|-------|------------------|-------|
| Status eksploitasi | MERAH | KUNING | HIJAU |
| | Over | Fully-moderately | Under |

Lampiran 1. Contoh Penghitungan SPR ikan kakap merah, *Lutjanus gibbus* dari Australia (Jeremy Prince, 2013 – PowerPoint presentation - Workshop on data-poor stock assessment – February 26, 2013. Jakarta)

Lampiran 2. Contoh Penghitungan SPR ikan karang di Florida, Miami. (J. Ault, 2012 - PowerPoint presentation - Fisheries Technical Workshop - Length-Based Stock Assessment for Indonesian Coral Reef Fishes. July 23-27, 2012. Jakarta.