

BIO-EKONOMI PENANGKAPAN IKAN : MODEL STATIK

oleh

Purwanto¹⁾**ABSTRACT**

BIO ECONOMICS OF FISHING : STATIC MODEL. *The objective of fishery management are essentially economic. This article provides an overview of the bio-economics static model of fishing industry. The model consider together both of the population dynamics of fish stock and of the economics of fishing in order to arrive at a rational basis of considering the problem of fishery management.*

Two models are presented; the first or traditional model use the assumption of fixed prices of harvested fish, and the second model relaxing this assumption. Numerical examples of both models also presented.

PENDAHULUAN

Secara umum usaha penangkapan ikan berbeda dari usaha manufaktur maupun usaha budidaya.

Pada usaha manufaktur dan usaha budidaya, pengusaha mampu secara langsung mengendalikan tingkat keluarannya melalui pengaturan masukan, karena tingkat keluaran pada usaha tersebut berhubungan langsung dengan tingkat masukannya.

Pada usaha penangkapan ikan, nelayan dengan menggunakan kapal dan sejumlah masukan hanya dapat secara langsung mengendalikan produksi upayanya, sedangkan hasil tangkapannya tidak dapat dikendalikan secara langsung. Hal itu disebabkan karena jumlah hasil tangkapan tergantung pada tingkat upaya penangkapan dan besarnya populasi ikan. Besarnya populasi ikan itu sendiri bervariasi dipengaruhi oleh intensitas penangkapan (ANDERSON 1986).

WIDODO (1986) telah menulis secara berseri, dalam Oseana, mengenai dinamika populasi ikan dan telah menunjukkan berbagai model fungsi produksi perikanan.

Usaha perikanan, seperti halnya usaha lainnya, ditujukan untuk mendapatkan keuntungan. Dengan menggunakan model-model produksi, yang didasarkan pada sifat biologis (dinamika populasi), akan dapat diketahui potensi produksi dari sumberdaya perikanan dan dapat ditentukan tingkat produksi maksimumnya. Akan tetapi, dengan model tersebut belum dapat ditunjukkan perilaku dan potensi ekonomi industri penangkapan ikan, dan belum dapat ditentukan tingkat perusahaan yang akan menghasilkan keuntungan ekonomi maksimum bagi masyarakat.

Untuk memahami perilaku ekonomi dari industri penangkapan ikan, teori ekonomi perikanan didasarkan atas sifat dasar biologis populasi ikan, khususnya dampak

1). Direktorat Bina Prasarana, Ditjen-Perikanan Departemen Pertanian, Jakarta.

kegiatan manusia melalui upaya penangkapannya terhadap pertumbuhan populasi ikan (MUNRO & SCOTT, 1984; ANDERSON, 1986). Pendekatan yang memadukan kekuatan ekonomi yang mempengaruhi industri penangkapan dan faktor biologi yang menentukan produksi dan suplai ikan disebut sebagai pendekatan bio-ekonomi (CLARK 1985). Model bio-ekonomi penangkapan ikan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu : (1) model statik, dan (2) model dinamik.

Model statik tidak memperhatikan dinamika karena faktor waktu, sedangkan model dinamik memasukkan pula faktor waktu dalam analisis. Model statik ini meliputi : (1) model dengan harga tetap dan (2) model dengan harga berubah.

Pada kesempatan ini akan diuraikan model statik bio-ekonomi penangkapan ikan, dan akan ditunjukkan penerapannya untuk menentukan tingkat optimum perusahaan sumberdaya perikanan.

MODEL DENGAN HARGA TETAP

Model ini dikembangkan pertamakali oleh GORDON (1954) dengan dasar fungsi produksi biologis dari SCHAEFER (1957), sehingga disebut model Gordon-Schaefer.

Model Gordon-Schaefer merupakan model yang pertama dikembangkan untuk menjelaskan perilaku ekonomi usaha penangkapan ikan (MUNRO & SCOTT, 1984).

Deskripsi Model

Model Gordon-Schaefer disusun dari : (1) model fungsi produksi biologis dari Schaefer, (2) biaya penangkapan, dan (3) harga ikan. Model ini dinyatakan sebagai fungsi dari upaya penangkapan.

Asumsi yang mendasari model ini adalah : (1) perubahan pada tingkat keluaran (produksi) tidak akan mempengaruhi harganya, karena perikanan yang dianalisis merupakan salah satu dari sejumlah perikanan kecil, (2) terdapat kebebasan untuk ikut-

serta maupun berhenti berusaha menangkap ikan, (3) seluruh kondisi alam dan hubungan biologis adalah konstan, (4) selektivitas alat tangkap tidak berubah, dan (5) terdapat hubungan linear antara biaya dengan tingkat upaya penangkapan (ANDERSON 1973).

Model fungsi produksi biologis dari SCHAEFER (1957) menghubungkan antara tingkat upaya penangkapan (E) dengan tingkat produksi ikan (Q) sebagai berikut :

$$Q = aE - bE^2. \quad \dots (1)$$

dengan produksi maksimum lestari (MSY) = $a^2 / 4b$ yang dihasilkan dengan upaya penangkapan $E_{msy} = a / 2b$.

Sesuai dengan asumsi bahwa harga ikan perkilogram (p) dan biaya penangkapan per unit upaya (c) adalah konstan, maka total pendapatan (TR) dan total biaya penangkapan (TC) berturut-turut dapat dirumuskan sebagai berikut :

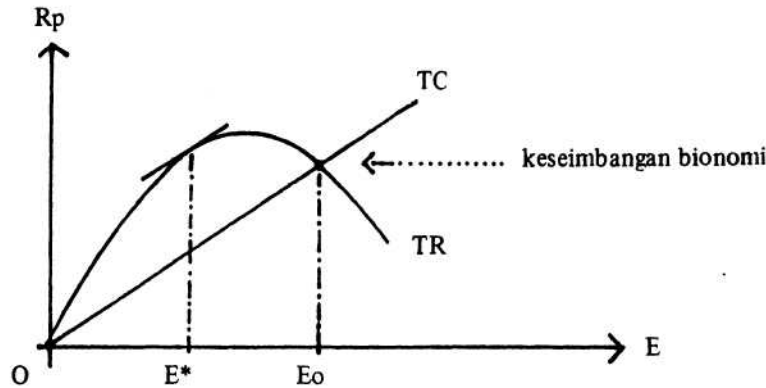
$$TR = p.Q = p (aE - bE^2). \quad \dots (2)$$

$$\text{dan } TC = c.E. \quad \dots (3)$$

sehingga keuntungan usaha penangkapan ikan (π) dapat dihitung dengan rumus :

$$\pi = TR - TC \\ = p (aE - bE^2) - cE \quad \dots (4)$$

Pada perikanan terbuka, dimana terdapat kebebasan bagi nelayan untuk ikut serta menangkap ikan, terdapat kecenderungan pada nelayan untuk menangkap sebanyak mungkin sebelum didahului oleh nelayan lainnya. Kecenderungan ini menyebabkan usaha tidak lagi didasarkan pada efisiensi ekonomi. Pengembangan upaya penangkapan terus dilakukan hingga pendapatan nelayan sama dengan biaya penangkapan ikan, atau harga lelang ikan (Rp/kg) setara dengan rata-rata biaya penangkapannya (Rp/kg); tingkat keseimbangan ini disebut keseimbangan bionomi GORDON (1954) (Gambar 1). Pada tingkat keseimbangan bionomi keuntungan usaha penangkapan tidak diperoleh.



Gambar 1. Tingkat upaya penangkapan optimum (E^*) dan tingkat upaya penangkapan pada keseimbangan perikanan terbuka (E_o) (SCHAEFER 1957).

Tingkat upaya penangkapan pada saat dicapai keseimbangan bionomi (E_o) dapat ditentukan dengan rumus yang disusun dari :

$$TR = TC$$

$$p(a - bE)E = cE.$$

sehingga diperoleh :

$$E_o = a/b - c/bp. \quad \dots (5)$$

Bila E_o disubstitusikan kedalam persamaan (1) akan diperoleh :

$$Q_o = ac/bp - c^2 / bp^2 = c.E_o/p \quad \dots (6)$$

Keuntungan maksimum dicapai pada saat $d\pi / dE = 0$ dengan syarat $d^2\pi / dE^2 < 0$. Tingkat upaya penangkapan dan produksi saat dicapai keuntungan maksimum (E^* , Q^*) dapat dihitung dengan rumus yang disusun dari :

$$d\pi / dE = p(a - 2bE) - c = 0.$$

sehingga :

$$E^* = a/2b - c/2bp = 0.5E_o. \quad \dots (7)$$

Persamaan (7) kemudian disubstitusikan kedalam persamaan (1) dan akan diperoleh rumus :

$$Q^* = a^2 / 4b - c^2 / 4bp^2 \quad \dots (8)$$

Q^* juga disebut sebagai tingkat hasil ekonomi maksimum (maximum economic yield = MEY).

Berdasarkan persamaan (8) tersebut dapat dijelaskan, bahwa bila $c = 0$ maka keuntungan maksimum dicapai pada saat dicapai MSY; sedangkan bila $c > 0$ maka $Q^* < MSY$. Semakin besar nilai c akan semakin kecil nilai Q^* dan E^* ; sedangkan semakin besar nilai p akan semakin besar nilai Q^* dan E^* .

Contoh Perhitungan

Sebagai contoh penerapan model Gordon-Schaefer digunakan data dan parameter estimasi hasil penelitian Purwanto (1988), sebagai berikut :

Fungsi produksi :

$$Q = 158,03758E - 0,00518E^2.$$

Biaya penangkapan :Rp. 363.320 per unit, upaya (trip) penangkapan.

Harga udang : Rp. 6.500 per kg.

Menggunakan rumus (5) dan (6) akan diperoleh :

$E_o = 19.719$ trip penangkapan/tahun,
dan $Q_o = 1.102,2$ ton/tahun.

Menggunakan rumus (7) dan (8) akan diperoleh :

$E^* = 9.859$ trip penangkapan/tahun,
dan $Q^* = 1.054,6$ ton/tahun.

MSY = 1205,4 ton per tahun yang dihasilkan dengan upaya sekitar 15.254 trip penangkapan kapal standar per tahun.

Bila hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan data tingkat upaya penangkapan tahun 1986, yaitu 15.950 trip kapal standar, ternyata tingkat pengusaha sumberdaya perikanan udang di pantai selatan Jawa Tengah dan sekitarnya tahun 1986 secara ekonomis dan biologis telah berlebihan.

MODEL DENGAN HARGA BERUBAH

Bila harga output (hasil tangkapan) berubah-ubah karena perubahan jumlah ikan yang dipasarkan, maka analisis akan sulit dilakukan bila modelnya dinyatakan sebagai fungsi upaya penangkapan (CUNNINGHAM *et al.* 1985). COPES (197)) mentransformasikan standar analisis ekonomi yang berlaku pada optimisasi industri penangkapan ikan dengan analisis mikro-ekonomi. Copes memang bukan ekonom pertama yang menggambarkan kurva biaya industri penangkapan ikan dalam hubungan dengan keluaran, tetapi ia adalah orang pertama yang memperlihatkan hubungan langsung antara analisis yang sudah diterima pada ekonomi perikanan dengan analisis mikro-ekonomi standar ANDERSON (1973).

Sebagian besar analisis mikro-ekonomi yang berkaitan dengan produksi mendasarkan biaya per unit keluaran. Pada model dari COPES (1970), analisis biaya dihubungkan dengan keluaran (hasil tangkapan), tetapi bukan sebagai fungsi keluaran sebagaimana pengertian umum karena sebenarnya biaya adalah fungsi dari upaya penangkapan ANDERSON (1973).

Deskripsi Model

Model ini disusun dari 3 model dasar, yaitu : (1) model fungsi permintaan akan udang, (2) model fungsi produksi perikanan, dan (3) model fungsi biaya penangkapan ikan.

Fungsi permintaan dapat menggunakan salah satu diantara berbagai model yang dipilih berdasarkan hasil analisis ekonometrika. Pada tulisan ini digunakan model fungsi berpangkat (power function). Variabel bebas yang digunakan antara lain terdiri dari : harga ikan (P), harga barang substitusi (Ps), harga barang komplementer (Pc) dan pendapatan masyarakat (I). Variabel bebas yang significant, selain harga ikan, kemudian dibuat konstan dengan memasukkan nilai masing-masing pada tahun yang bersangkutan dan menggabungkannya dalam intersep (do) sehingga diperoleh persamaan :

$$Q = d_o \cdot P^{-d_1} = D(P) \quad \dots \dots (9)$$

Persamaan ini dapat dirubah susunannya menjadi :

$$P = Q^{-1/d_1} d_o^{1/d_1} = D(Q) \quad \dots \dots (10)$$

Model fungsi produksi menggunakan model dari SCHAEFER (persamaan 1). Model fungsi biaya menggunakan model dari GORDON (persamaan 2). Kedua model ini kemudian digabung untuk menyusun model penawaran bio-ekonomi (BELL 1978). Penggabungan ini dilakukan melalui perubahan susunan persamaan (1) menjadi :

$$E1 = [-a + (a^2 - 4bQ)^{1/2}] / -2b, \text{ untuk } E < \text{Emsy, dan}$$

$$E2 = [-a - (a^2 - 4bQ)^{1/2}] / -2b, \text{ untuk } E > \text{Emsy, atau secara umum ditulis :}$$

$$E1,2 = [-a \pm (a^2 - 4bQ)^{1/2}] / -2b \dots\dots (11)$$

Rumus terakhir ini kemudian digabung dengan model fungsi biaya dari GORDON (1954) menjadi :

$$TC = c [-a \pm (a^2 - 4bQ)^{1/2}] / -2b \dots\dots (12)$$

Pada perikanan terbuka, karena kriteria pengembangan usaha penangkapan didasarkan pada perimbangan antara total perolehan dengan total biaya penangkapan, atau harga ikan (Rp. per kg) sama dengan rata-rata biaya penangkapan (Rp. per kg); maka kurva biaya rata-rata adalah juga merupakan kurva penawaran bio-ekonomi jangka panjang dari perikanan terbuka (COPEL 1970; BELL 1978). Persamaan fungsi biaya rata-rata (AC) adalah :

$$AC = TC/Q = 2c/[a \pm (a^2 - 4bQ)^{1/2}] \dots\dots (13)$$

Tingkat keseimbangan industrinya akan terjadi pada saat kurva permintaan memotong kurva biaya rata-rata ANDERSON (1986) (Gambar 2).

Tingkat produksi optimal pada usaha penangkapan ikan dicapai pada saat terjadi keseimbangan antara permintaan akan ikan dengan biaya marginal untuk menghasilkannya COPEL (1970), atau harga produksi setara dengan biaya marginal untuk menghasilkannya BELL (1978). Produksi optimal ini disebut hasil ekonomi maksimum (Maximum Economic Yield = MEY), sebab pada tingkat keluaran ini harga yang ingin dibayarkan oleh pembeli untuk unit terakhir hasil perikanan setara biaya marginal untuk menghasilkannya ANDERSON (1986).

Bila industri penangkapan dikendalikan tingkat upaya penangkapannya hingga harga produksi setara dengan biaya marginal untuk menghasilkannya, maka kurva biaya marginal juga mencerminkan kurva penawaran bio-ekonomi industri perikanan dimaksud (BELL 1978). Persamaan fungsi biaya marginal (MC) adalah :

$$MC = dTC/dQ = c (a - 4bQ)^{-1/2} = S (Q) \dots\dots (14)$$

Bila susunan rumus terakhir dirubah, akan diperoleh :

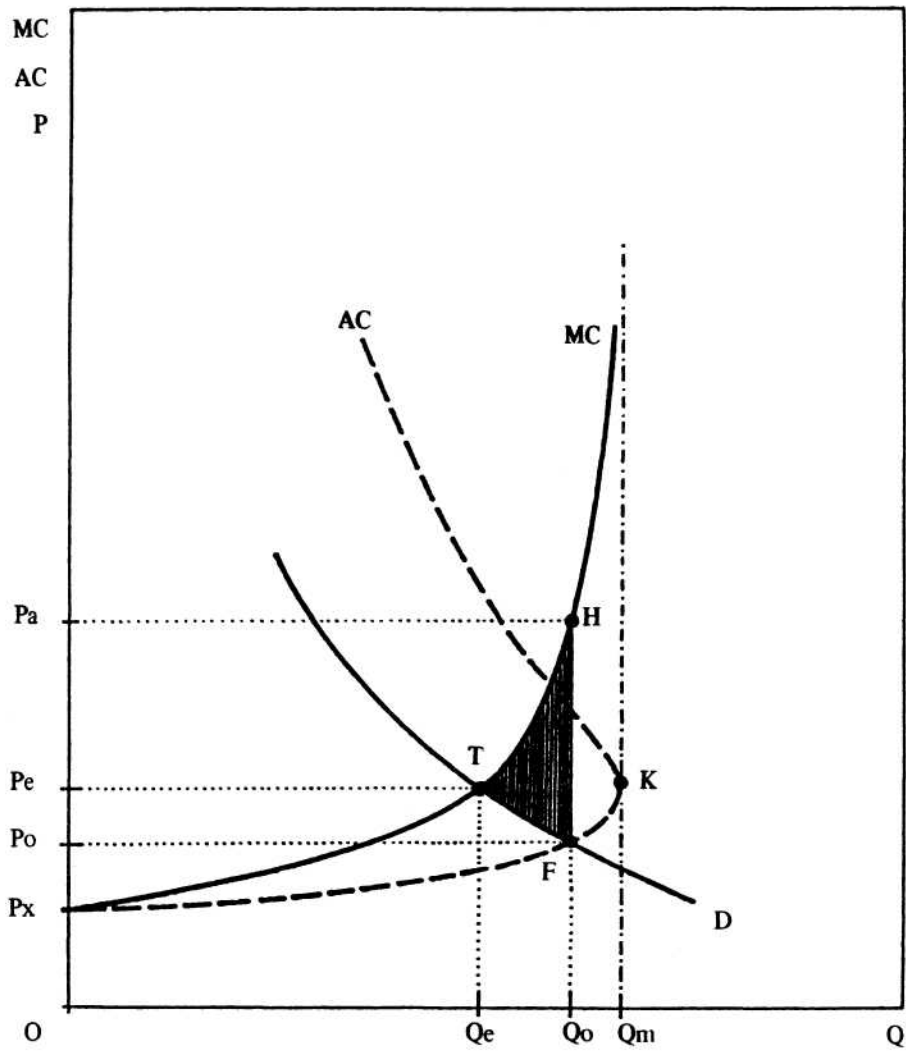
$$Q = a/4b - c^2 / 4bP^2 = S (P); \text{ disini } MC = P \dots\dots (15)$$

Analisis Dampak Ekonomi

Menggunakan kurva penawaran bio-ekonomis dan kurva permintaan akan ikan (Gambar 2), dapat dihitung dan dibandingkan perubahan surplus pembeli atau konsumen, keuntungan nelayan dan biaya sosial pada pengusahaan sumberdaya perikanan secara bebas (perikanan terbuka) dan secara terkendali pada $MC = P$.

Bila pengusahaan sumberdaya perikanan bersifat terbuka hingga dicapai keseimbangan bionomi, pembeli atau konsumen ikan akan memperoleh tambahan keuntungan (surplus) yang berasal dari sebagian potensi perolehan nelayan. Nelayan tidak memperoleh keuntungan ekonomis dari usaha penangkapannya. Disamping itu, terdapat kehilangan efisiensi atau biaya sosial karena penangkapan yang secara ekonomis berlebihan (HIRSHLEIFER, 1980; CUNNINGHAM *et al.* 1985).

Pada tingkat keseimbangan antara permintaan akan ikan dengan penawaran bio-ekonomi yang dicerminkan oleh biaya marginal untuk menghasilkannya, jumlah keuntungan (surplus) pembeli atau konsumen ditambah keuntungan nelayan adalah maksimum. Tingkat produksi optimal tersebut memang bukan tingkat terbaik bagi pihak



Gambar 2. Tingkat optimum industri penangkapan udang (Q_e, P_e) dan tingkat keseimbangan perikanan terbuka (Q_o, P_o). (CUNNINGHAM et al. 1985).

- $P_e - T - F - P_o$ = tambahan surplus konsumen;
- $P_e - T - P_x$ = keuntungan nelayan;
- THF = biaya sosial penangkapan berlebih;
- Q_m = tingkat hasil maksimum lestari.

pembeli ataupun pihak nelayan secara sendiri-sendiri, tetapi adalah tingkat terbaik untuk masyarakat. Pada tingkat optimum tersebut, masing-masing anggota masyarakat memperoleh manfaat atau keuntungan sesuai bagiannya tanpa harus mengurangi bagian yang seharusnya menjadi hak anggota masyarakat yang lainnya (MC. CLOSKEY 1982; ANDERSON 1982).

Menggunakan Gambar 2 akan dijelaskan cara penghitungan keuntungan nelayan, surplus konsumen dan biaya sosial yang ditimbulkan oleh industri penangkapan ikan.

Keuntungan nelayan (KN) pada tingkat optimum adalah sama dengan luas bidang PeTPx dan dapat dihitung dengan rumus :

$$KN = \int_{P_x}^{P_e} S(P) dP \quad \dots\dots (15)$$

Perubahan surplus konsumen (PSK) sebagai dampak perubahan intensitas penangkapan dari tingkat optimum ke tingkat keseimbangan perikanan terbuka, adalah sama dengan luas bidang PeTFPo dan dapat dihitung dengan rumus :

$$PSK = \int_{P_o}^{P_e} D(P) dP \quad \dots\dots (16)$$

Besarnya kerugian masyarakat atau biaya sosial karena penangkapan yang secara ekonomis berlebih (BS) pada tingkat keseimbangan perikanan terbuka, adalah sama dengan luas bidang THF dan dapat dihitung dengan rumus :

$$BS = \int_{Q_e}^{Q_o} S(Q) dQ - \int_{Q_e}^{Q_o} D(Q) dQ$$

Contoh perhitungan.

Sebagai contoh penerapan model kedua, kembali digunakan data dan parameter estimasi hasil penelitian PURWANTO (1988), sebagai berikut :

Fungsi produksi model SCHAEFER :

$$Q = 158,03758E - 0,00518E^2$$

Fungsi biaya model GORDON :

$$TC = 363.320E.$$

Fungsi penawaran bio-ekonomi sebagai turunan dari gabungan fungsi biaya dan fungsi produksi :

$$MC = 363.320 (24.975,877 - 0,02072Q)^{-1/2}$$

$$AC = 726.640 / [158,03758 \pm (24.975,877 - 0,02072Q)^{1/2}]$$

Fungsi permintaan akan udang :

$$Q = P^{-1,0983} e^{23,4113}$$

Hasil analisis bio-ekonomi disajikan pada Tabel 1 dan secara grafis dilukiskan pada Gambar 3.

KESIMPULAN

Hasil tangkapan nelayan tergantung pada tingkat upaya penangkapan dan besarnya stock ikan pada daerah penangkapan. Dengan demikian dalam optimisasi ekonomi penangkapan ikan perlu memadukan kekuatan ekonomi yang mempengaruhi industri perikanan dan faktor biologi yang menentukan produksi dan suplai ikan.

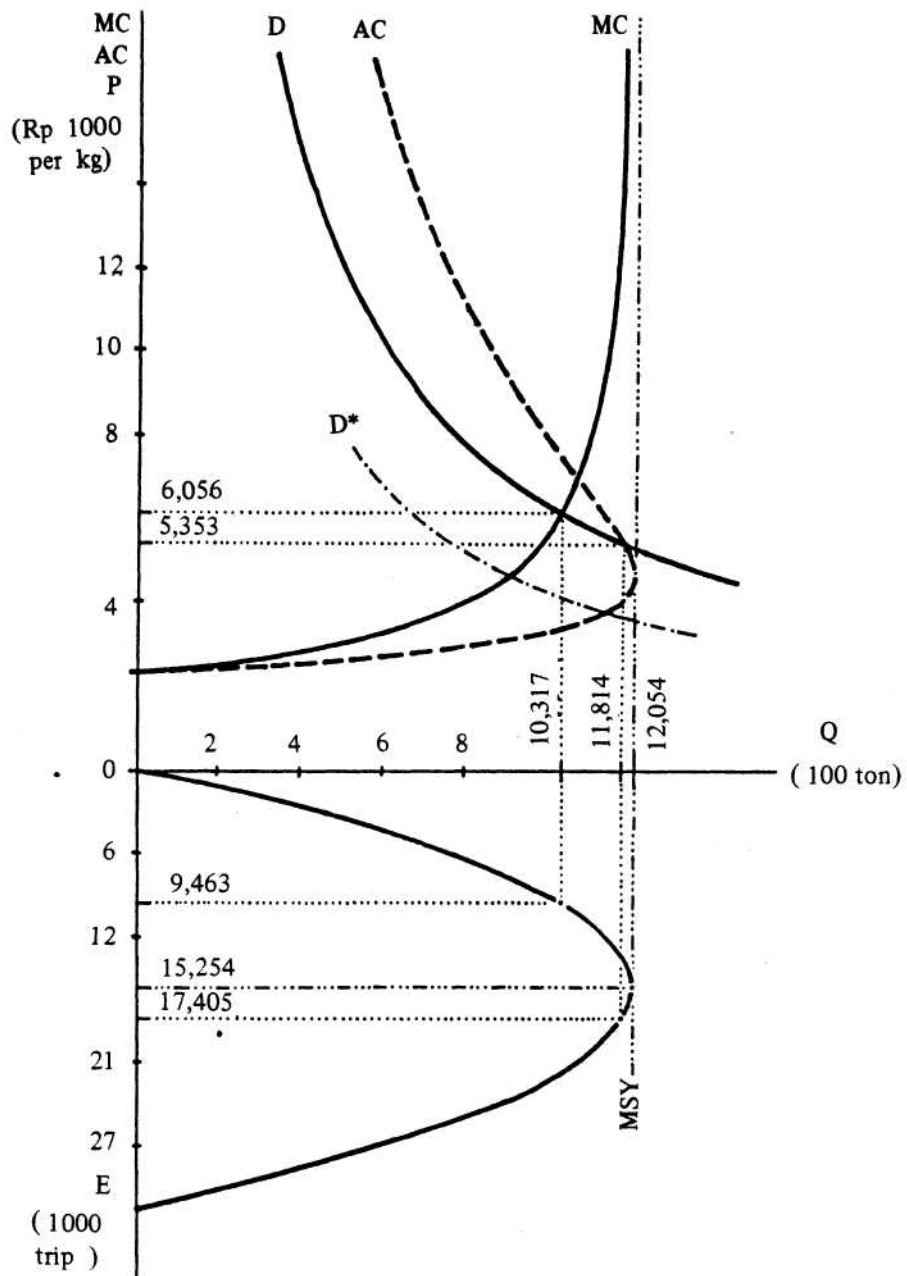
Untuk efisiensi ekonomi industri penangkapan ikan perlu dilaksanakan pengendalian produksi dengan pengaturan tingkat upaya penangkapan hingga harga hasil tangkapan setara biaya marjinal.

Tabel 1. Dampak ekonomi dari berbagai tingkat pengusahaan sumberdaya perikanan udang di Pantai Selatan Jawa Tengah dan sekitarnya pada harga konstan (tahun 1986 = 100)

No.	Uraian	Perikanan terbuka	Perikanan pada tingkat MEY
1.	Tingkat upaya penangkapan (trip)	17.405	9.463
2.	Total produksi udang (ton/tahun)	1.181	1.032
3.	Harga lelang udang (Rp/kg)	5.353	6.056
4.	Biaya rata-rata produksi (Rp/kg)	5.353	3.333
5.	Total perolehan nelayan (juta Rp/tahun)	6.324	6.247
6.	Total biaya penangkapan (juta Rp/tahun)	6.324	3.438
7.	Total keuntungan nelayan (juta Rp/tahun)	0	2.809
8.	Tambahan surplus pembeli dari sebagian potensi perolehan nelayan (juta Rp/tahun)	776	0
9.	Biaya sosial	x/	0

Keterangan :

x/. Secara teoritis ada, tetapi tidak dapat dihitung dengan model yang diterapkan dalam analisis. (PURWANTO 1988).



Gambar 3. Hubungan antara Biaya Marjinal (MC), Biaya Rata-rata (AC), Harga (P) dan Tingkat Upaya Penangkapan (E) dengan Produksi Udang (Q) Pantai Selatan Jawa Tengah dan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ANDERSON, L.G. 1973. Optimum economic yield of a fishery given a variable price of output. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30 : 509 - 18.
- ANDERSON, L.G. 1986. *The economics of fisheries management*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 296 pp.
- BELL, F.W. 1978. *Food from the sea : The economics and politics of oceans fisheries*. Westview Press, Boulder : 380 pp.
- CLARK, F.W. 1985. *Bioeconomic modeling and fisheries management* John Wiley and Sons Inc., New York : 219 pp.
- COPEL, P. 1970. The backward-bending supply curve of the fishing industry. *Scot. J. Polit. Econ.*, 17 : 60 -77.
- CUNNINGHAM, S., M.R. DUNN, and D. WHITMARSH 1985. *Fisheries economics : an introduction*. Mansell Publishing Ltd., London : 372 pp.
- GORDON, H.S. 1954. The economic theory of a common—property resource : The fishery. *J. Polit Econ.*, 62 : 124-42
- HIRSHLEIFER, J. 1980. *Price theory and applications*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs : 620 pp.
- Mc. CLOSKEY, D.N. 1982. *The applied theory of price*. Macmillan Publishing Co. Inc., New York.
- MUNRO, G.R., and A.D. SCOTT 1984. *The economics of fisheries management*. The University of British Columbia, Vancouver : 96 pp.
- PURWANTO 1988. *Optimisasi ekonomi penangkapan udang di Pantai Selatan Jawa Tengah dan sekitarnya*. Tesis S-2. Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada : 109 hal.
- SCHAEFER, M.B. 1957. Some considerations of population dynamics and economics in relation to the management of the commercial marine fisheries. *J. Fish Res. Board Can.*, 14 : 669 - 81.
- WIDODO, J 1986. Surplus production models and analysis of exploited population in fisheries. *Oseana* 11 : 119 - 130.