

**MODEL EKSPANSI KAPASITAS YANG
MEMPERTIMBANGKAN PERSAINGAN DUOPOLI DAN
INOVASI TEKNOLOGI UNTUK HORIZON
PERENCANAAN TERBATAS
Studi Kasus: Jaringan Akses Kabel Telekomunikasi**

Farham H. M. Saleh

*Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14 Yogyakarta 55501*

ABSTRAK

The changes of market structure from monopoly to duopoly is proposed to introduce the competition to the company. In the new market structure, duopoly, the company must be establish the competitive strategy that could be implemented and then establish the best competitive strategy. This research addresses the problem of capacity expansion, i.e., to formate a capacity expansion model for a local access cable broadband telecommunication network. The model covers the market structure, duopoly, and the technological innovation. In the model, the market structure was represented by the market leader and market challenger, while the technological innovation was represented by the rate of technological innovation paramater. Market leader was established three competitive strategy, i.e., preemptive defense, position defense, and counteroffensive defense, while market challenger was established two competitive strategy, i.e., encirclement attack and frontal attack. The model was optimized by the first derivative. Numerical experience and analysis are shown in this paper.

Keywords: capacity expansion, local access cable telecommunication network, duopoly market, technological innovation.

1. PENDAHULUAN

Tahun 2001 pemerintah Indonesia melakukan terminasi dini hak eksklusif (monopoli) PT Telkom pada bisnis jasa *fixed line* (kabel) telekomunikasi nasional, yaitu sebagai operator telepon lokal, yang semula sampai tahun 2010 menjadi Agustus 2002, dan sebagai operator SLJJ (Sambungan Langsung Jarak Jauh), yang semula tahun 2005 menjadi Agustus 2003. Pada saat yang bersamaan, pemerintah melakukan terminasi dini bisnis jasa telekomunikasi SLI (Sambungan Langsung Internasional) yang selama ini menjadi hak eksklusif PT Indosat, yang semula tahun 2004 menjadi tahun 2003. Pemerintah melakukan hal tersebut untuk memenuhi amanat UU No, 36 tahun 1999 tentang telekomunikasi nasional, yang menghendaki persaingan yang sehat dalam bisnis jasa telekomunikasi nasional. Implementasi dari keputusan pemerintah di atas berarti mulai tahun 2003 pasar bisnis jasa *fixed line* telekomunikasi nasional, baik untuk sambungan lokal, SLJJ maupun SLI, berstruktur duopoli. Pergeseran struktur pasar jasa *fixed line* telekomunikasi dari monopoli menjadi duopoli dapat terjadi di negara lain.

Hasil survei yang dilakukan oleh ITU (International Telecommunication Union) pada tahun 2000 (Konvergen, edisi Mei 2000) mengungkapkan bahwa trafik telepon dunia pada tahun 1997 mencapai 40 miliar menit, namun diprediksikan akan mencapai 210 miliar menit pada tahun 2009. Hasil survei tersebut juga mengungkapkan bahwa pertumbuhan permintaan akan jasa telepon dunia mencapai 12-15% per tahun tetapi penetrasi pasar telepon di negara-negara berkembang kurang dari 5%. Sementara Kato dan Yomogita [9] mengungkapkan bahwa volume pemakaian *broadband internet* mengalami pertumbuhan dua kali lipat setiap tahun. Jasa-jasa *broadband* antara lain TV interaktif, multimedia, *teleconference*, dan *e-commerce*, merupakan jasa-jasa telekomunikasi yang membutuhkan *bandwidth* yang sangat besar dibandingkan kebutuhan *bandwidth* telepon biasa (*voice*).

Pertumbuhan permintaan jasa-jasa telekomunikasi ternyata disertai inovasi teknologi perangkat teknologi yang berkembang pesat. Kato and Yomogita [9] mengemukakan bahwa pada tahun 1987 kecepatan transmisi melalui kabel serat optik baru mencapai 600 Mbps per *fiber*, namun dengan teknologi multipleks yang ada pada tahun 2001, dapat dicapai kecepatan 3,2 Tbps per *fiber*. Sementara itu pada media transmisi kabel tembaga, hingga pertengahan tahun 1990-an dengan menggunakan multiplekser DSL (Digital Subscriber Line) baru dicapai kecepatan 160 Kbps per *pair* kabel, namun pada pertengahan tahun 1997 dengan multiplekser VDSL (Very High data rate DSL) telah dicapai kecepatan 55 Mbps per *pair* kabel [1].

Inovasi teknologi berdampak pada semakin mudahnya biaya-biaya unit seperti biaya investasi, biaya operasi dan biaya perawatan ([13] dan [15]), yang menyebabkan investasi pada bisnis jasa telekomunikasi semakin kompetitif.

Pada kondisi terjadi pergeseran struktur pasar, pertumbuhan pasar dan inovasi teknologi, perusahaan harus mengevaluasi dan menentukan strategi bersaing yang tepat pada lingkungan persaingan yang berubah. Apalagi pada pergeseran dari pasar monopoli menjadi pasar duopoli, yang berarti dari kondisi tidak terjadi persaingan menjadi kondisi terjadi persaingan. Pada kondisi seperti ini kedua perusahaan dalam pasar duopoli tersebut harus memilih strategi bersaing yang tepat untuk mempertahankan atau memperluas pangsa pasar.

Hayes and Wheelwright [7] mengemukakan bahwa terdapat tiga strategi ekspansi kapasitas, yaitu (1) strategi ekspansi kapasitas dengan kapasitas perusahaan selalu lebih besar dari permintaan pasar, (2) strategi ekspansi kapasitas dengan kapasitas perusahaan selalu lebih kecil dari permintaan pasar, dan (3) strategi ekspansi kapasitas dengan perusahaan membolehkan terjadi kelebihan atau kekurangan kapasitas. Penelitian ini mempertimbangkan strategi bersaing yang diterapkan perusahaan melalui ketiga strategi dasar ekspansi kapasitas tersebut dan menentukan strategi terbaik yang diterapkan masing-masing perusahaan dalam pasar persaingan duopoli.

Penelitian permasalahan ekspansi kapasitas pada pasar duopoli antara lain dilakukan oleh Powel and Owen [14] dan Basyam [2]. Powel and Owen [14] mengembangkan model ekspansi kapasitas berbasiskan *output* dengan posisi

bersaing terdiri dari *leader* dan *follower*. Sementara itu Basyam [2] mengembangkan model ekspansi kapasitas berbasis harga dengan posisi bersaing tidak dikemukakan secara eksplisit. Sedangkan penelitian ini mengembangkan model ekspansi kapasitas berbasis *output* dengan posisi bersaing yang terdiri dari *leader* dan *challenger*. Selain itu model yang dikembangkan dalam penelitian ini juga mempertimbangkan inovasi teknologi dan secara eksplisit mengemukakan strategi bersaing yang diterapkan oleh *leader* dan *challenger*.

Keputusan permasalahan ekspansi kapasitas berkaitan dengan dua hal, yaitu (1) ukuran ekspansi kapasitas, dan (2) saat melakukan ekspansi kapasitas. Dalam formulasi model pada penelitian ini, ukuran ekspansi kapasitas dinyatakan dengan interval waktu pemenuhan permintaan pasar, sedangkan saat ekspansi kapasitas dimodelkan saat terjadi kesetimbangan dalam pasar. Inovasi teknologi direpresentasikan oleh parameter laju inovasi teknologi.

2. PASAR DUOPOLI

Persaingan duopoli merupakan bentuk yang paling sederhana dari struktur pasar oligopoli, yang hanya terdiri dari dua perusahaan yang bersaing dalam pasar. Kedua perusahaan tersebut dapat menempati salah satu dari empat posisi bersaing relatif dalam pasar (Kotler and Armstrong [10]) yaitu *market leader*, *market challenger*, *market follower* dan *market nicher*. Dalam penelitian ini kedua perusahaan diasumsikan berposisi bersaing sebagai *market leader* dan *market challenger*, yang untuk selanjutnya disebut *leader* dan *challenger*.

Kotler and Armstrong [10] mengemukakan bahwa dalam usaha memperluas atau mempertahankan pangsa pasar, *leader* dapat menerapkan enam strategi bersaing yaitu *position defense*, *flanking defense*, *preemptive defense/strategy*, *counteroffensive defense*, *mobile defense* dan *contraction defense*, sedangkan *challenger* dapat menerapkan lima strategi bersaing yaitu *frontal attack*, *flanking attack*, *encirclement attack*, *bypass attack* dan *guerilla attack*. Strategi bersaing yang diterapkan oleh *leader* dan *challenger* tersebut jika dikaitkan dengan tiga strategi dasar ekspansi kapasitas maka terdapat tiga strategi bersaing melalui strategi ekspansi kapasitas yang secara rasional digunakan oleh *leader* yaitu *preemptive strategy* (PS), *position defense* (PD) dan *counteroffensive defense* (COD) dan dua strategi bersaing oleh *challenger* yaitu *encirclement attack* (EA) dan *frontal attack* (FA). Berikut adalah uraian dari masing-masing strategi bersaing tersebut:

a. *Preemptive strategy* (PS)

Yaitu melakukan ekspansi kapasitas beberapa saat lebih awal dari yang seharusnya. Dengan strategi ini *leader* didefinisikan melakukan ekspansi kapasitas sebesar estimasi pertambahan volume pasar yang dilakukan beberapa saat lebih awal dari yang seharusnya dengan tujuan mencegah perusahaan pesaing melakukan ekspansi kapasitas.

b. Position defense (PD)

Yaitu leader melakukan ekspansi kapasitas dengan kapasitas perusahaan selalu lebih besar dari permintaan pasar dengan tujuan agar perusahaan selalu dapat memenuhi permintaan pasar dengan produksi sendiri.

c. Conteroffensive defense (COD)

Yaitu melakukan ekspansi kapasitas dengan perusahaan membolehkan terjadi kelebihan atau kekurangan kapasitas. Strategi ini diimplementasikan dengan cara pada saat tertentu perusahaan membiarkan terjadi kekurangan kapasitas sampai batas tertentu sebelum melakukan ekspansi kapasitas. Dengan strategi ini leader bertujuan untuk mengidentifikasi batas kekuatan perusahaan pesaing.

d. Encirclement attack (EA)

Yaitu challenger menggunakan segala potensi dan kemampuan yang dimiliki untuk menyerang leader dari berbagai sisi. Strategi ini dapat diartikan sebagai menggunakan strategi paling menguntungkan dalam arti menghasilkan keuntungan terbesar di antara strategi tersedia. Dalam konteks tiga strategi bersaing yang diterapkan leader diartikan bahwa challenger menerapkan strategi bersaing yang lebih besar atau sama tingkat keuntungannya dibandingkan dengan strategi bersaing yang diterapkan leader. Artinya jika leader menerapkan strategi bersaing PS maka challenger akan menerapkan strategi bersaing PS. Namun jika leader menerapkan strategi bersaing position defense, maka challenger akan menerapkan strategi bersaing preemptive strategy.

e. Frontal attack (FA)

Merupakan usaha challenger untuk memperluas pangsa pasar dengan cara berhadapan langsung dengan leader, dalam pengertian bahwa challenger akan memasarkan produk dengan performansi dan kuantitas yang sama dengan yang dipasarkan leader. Dalam konteks tiga strategi bersaing yang diterapkan leader, dengan strategi ini challenger menerapkan strategi bersaing yang sama dengan yang diterapkan leader. Artinya jika leader menerapkan strategi bersaing preemptive strategy maka challenger menerapkan strategi bersaing preemptive strategy atau jika leader menerapkan strategi bersaing position defense, challenger akan menerapkan strategi bersaing position defense.

3. FORMULASI MODEL

Notasi-notasi yang digunakan dalam formulasi model adalah:

$c(t)$	biaya marjinal pada saat t , Rp/Mbps
$C(t_0)$	kapasitas jaringan saat awal horison perencanaan, Mbps
$C(t_T)$	kapasitas jaringan saat t_T , Mbps
$c^P(t)$	biaya <i>over supply</i> per Mbps pada saat t , Rp/Mbps
$c^S(t)$	biaya <i>lack of supply</i> per Mbps pada saat t , Rp/Mbps
c_0^P	biaya <i>over supply</i> per Mbps saat awal horison perencanaan, Rp/Mbps

c_0^S	biaya <i>lack supply</i> per Mbps saat awal horison perencanaan, Rp/Mbps
$d(t)$	kuantitas permintaan pasar pada saat t , Mbps
d_0	kuantitas permintaan pasat saat awal horison perencanaan, Mbps
F	komponen biaya tetap pada fungsi tujuan model Cournot, Rp
T	interval waktu pemenuhan permintaan pasar, tahun
T_0	interval waktu pemenuhan permintaan pasar dengan kapasitas awal jaringan, tahun
t_a	saat kapasitas awal jaringan habis digunakan untuk memenuhi permintaan pasar
t_N	saat akhir horison perencanaan
t_0	saat awal horison perencanaan
t_T	saat akhir pemenuhan permintaan pasar dengan kapasitas hasil ekspansi
T_1	interval waktu pemenuhan permintaan pasar oleh <i>leader</i> dengan kapasitas hasil ekspansi, tahun
T_2	interval waktu pemenuhan permintaan pasar oleh <i>challenger</i> dengan kapasitas hasil ekspansi, tahun
α	laju inovasi teknologi, dalam % per tahun
β	laju pertumbuhan permintaan pasar, dalam % per tahun
$\Delta C(t_T-t_a)$	ukuran ekspansi kapasitas, Mbps
ρ	harga jual per Mbps
π_1	proporsi <i>over supply</i>
π_2	proporsi <i>lack of supply</i>

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam model yang diusulkan:

1. Permintaan pasar berpola eksponensial dengan laju pertumbuhan konstan selama horison perencanaan
2. Jaringan akses kabel hanya mempunyai satu node
3. Selama horison perencanaan hanya sekali terjadi ekspansi kapasitas
4. Pasar jasa *fixed line* telekomunikasi berstruktur duopoli selama horison perencanaan
5. Strategi bersaing EA dan FA yang diterapkan *challenger* mempunyai pengertian implementasi yang sama dengan strategi bersaing PS dan PD yang diterapkan *leader*
6. Strategi bersaing yang diterapkan *leader* dan *challenger* tidak berubah selama interval waktu pemenuhan permintaan pasar masing-masing

Mendasarkan pada asumsi (1), jika pada saat awal horison perencanaan jaringan masih mempunyai kapasitas untuk memenuhi permintaan pasar selama interval waktu T_0 tahun, maka ukuran ekspansi kapasitas untuk memenuhi permintaan pasar selama interval waktu T tahun dapat diformulasikan seperti berikut:

$$\Delta C(t_T-t_a)=C(t_T)-C(t_0) \quad (1)$$

dengan:

$$d(t) = d_0 e^{\beta \cdot t}, \quad t \text{ dari saat } t_0 \text{ sampai saat } t_N \quad (2)$$

$$C(t_0) = d_0 e^{\beta \cdot t_0} = d_0 e^{\beta \cdot T_0} \quad (3)$$

$$C(t_T) = d_0 e^{\beta \cdot t_T} = d_0 e^{\beta \cdot (T_0 + T)} \quad (4)$$

Formulasi model dalam penelitian ini didasarkan pada konsep yang dikemukakan oleh Cournot [1838] dalam Laidler and Estrin [11]. Cournot mengembangkan model untuk menentukan hasil persaingan pada pasar duopoli tidak berkolusi dengan asumsi-asumsi berikut;

- produk kedua perusahaan identik
- kedua perusahaan menjual produk dengan harga yang sama
- masing-masing mengetahui kurva permintaan pesaing (linier)
- masing-masing menganggap perusahaan pesaing tidak akan mengubah jumlah *output* (kapasitas) walaupun perusahaan tersebut mengubah tingkat outputnya
- ketika memutuskan tingkat *output*, perusahaan mengetahui dengan pasti

Mendasarkan pada asumsi tersebut di atas, Persamaan (3) dan (4) disubstitusikan ke Persamaan (1) kemudian persamaan hasil substitusi tersebut ditransformasikan menjadi fungsi linier dan hasilnya adalah:

$$Y = v_0 + \beta \cdot T \quad (5)$$

$$Y = \ln \left(\frac{\Delta C_{(t_T - t_0)} - C(t_0)}{d_0} \right) \quad (6)$$

$$v_0 = \beta T_0 \quad (7)$$

Dengan ukuran ekspansi kapasitas sesuai Persamaan (5) maka kurva permintaan industri dapat diformulasikan seperti berikut (Laidler and Estrin [1989]):

$$\rho = \rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2)) \quad (8)$$

Dan fungsi keuntungan dari *leader* (Π^L) dan *challenger* (Π^C) dapat diformulasikan seperti berikut (Laidler and Estrin [1989]):

$$\Pi^L = (\rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))(v_0 + \beta T_1) - F - c(t)(v_0 + \beta T_1) \quad (9)$$

$$\Pi^C = (\rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))(v_0 + \beta T_2) - F - c(t)(v_0 + \beta T_2) \quad (10)$$

Telah dikemukakan pada Sub bab 2 bahwa *leader* menerapkan tiga strategi bersaing yaitu PS, PD dan COD sedangkan *challenger* menerapkan dua pilihan strategi bersaing yaitu EA dan FA yang mempunyai pengertian implementasi yang sama dengan strategi bersaing PS dan PD yang diterapkan *leader*. Dengan

demikian terdapat enam alternatif pasangan strategi bersaing yang terjadi dalam pasar selama horison perencanaan yaitu:

(1) PS-EA

Berdasarkan definisi strategi PS yaitu perusahaan melakukan ekspansi kapasitas sebesar pertambahan volume pasar yaitu sebesar estimasi pertambahan volume pasar *leader* sendiri sebesar $v_0 + \beta T_1$ ditambah sebesar estimasi pertambahan volume pasar *challenger* yaitu sebesar $v_0 + \beta T_2$, sehingga pada pasangan strategi ini *leader* dan *challenger* melakukan ekspansi kapasitas masing-masing sebesar $2v_0 + \beta(T_1 + T_2)$. Karena *output leader* dan *challenger* masing-masing sebesar: $v_0 + \beta T_1$ dan $v_0 + \beta T_2$, maka terjadi *over supply* dalam pasar sebesar $2v_0 + \beta(T_1 + T_2)$. Jika $c^p(t)$ =biaya *over supply* per Mbps pada saat t dan dimisalkan sama untuk kedua perusahaan dan π_1 =proporsi *over supply* yang diderita *leader*, maka biaya yang harus ditanggung *leader* dan *challenger* karena *over supply* masing-masing sebesar: $c^p(t)\pi_1(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))$ dan $c^p(t)(1 - \pi_1)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))$. Biaya *over supply* per unit kapasitas dipengaruhi oleh inovasi teknologi dan dinyatakan seperti berikut: $c^p(t) = c_0^p e^{-\alpha \cdot t}$ dengan c_0^p : biaya *over supply* saat $t=0$

(2) PS-FA

Pada pasangan strategi ini *leader* dan *challenger* masing-masing melakukan ekspansi kapasitas sebesar $2v_0 + \beta(T_1 + T_2)$ dan $v_0 + \beta T_2$ (definisi strategi PD atau FA dapat dilihat Sub bab 2) sehingga akan terjadi *over supply* dalam pasar sebesar estimasi pertambahan volume pasar *challenger* yaitu sebesar $v_0 + \beta T_2$. Jika dimisalkan masing-masing perusahaan mengalami *over supply* sebesar setengah dari *over supply* yang terjadi dalam pasar yaitu *leader* sebesar $(v_0 + \beta T_2)/2$ dan *challenger* sebesar $(v_0 + \beta T_1)/2$, maka *over supply* dalam pasar sebesar $\frac{(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$. Menggunakan pendekatan tersebut, biaya *over supply* yang ditanggung *leader* dan *challenger* masing-masing sebesar $\frac{c^p(t)\pi_1(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$ dan $\frac{c^p(t)(1 - \pi_1)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$.

(3) PD-EA

Pada pasangan strategi ini *leader* dan *challenger* masing-masing melakukan ekspansi kapasitas sebesar $v_0 + \beta T_1$ dan $2v_0 + \beta(T_1 + T_2)$ sehingga terjadi *over supply* sebesar estimasi pertambahan volume pasar *leader* yaitu $v_0 + \beta T_1$. Menggunakan pendekatan seperti poin (2) maka terjadi *over supply* dalam pasar sebesar $\frac{(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$ dan biaya *over supply* yang harus ditanggung *leader* dan *challenger* masing-masing sebesar $\frac{c^p(t)\pi_1(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$ dan $\frac{c^p(t)(1 - \pi_1)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$.

(4) PD-FA

Pada pasangan strategi bersaing ini tidak terjadi *over supply* maupun *lack of supply* dalam pasar

(5) COD-EA

Pada pasangan strategi bersaing ini *leader* dan *challenger* melakukan ekspansi kapasitas sebesar $(1 - \pi_2)(v_0 + T_1)$ dan $2v_0 + \beta(T_1 + T_2)$, dengan π_2 =proporsi kekurangan kapasitas terhadap ukuran ekspansi kapasitas *leader*. *Leader* tidak memenuhi permintaan pasar sebesar $\pi_2(v_0 + \beta T_1)$ dan *challenger* melakukan penambahan kapasitas dengan kelebihan sebesar $v_0 + \beta T_1$. Dengan demikian terjadi *over supply* dalam pasar sebesar $(v_0 + \beta T_1 - \pi_2(v_0 + \beta T_1)) = (1 - \pi_2)(v_0 + \beta T_1)$. Menggunakan pendekatan yang sama seperti poin (2) maka terjadi *over supply* dalam pasar sebesar $\frac{((1 - \pi_2)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))}{2}$, sehingga biaya *over supply* yang ditanggung *leader*

dan *challenger* masing-masing sebesar $\frac{c^0 \pi_1 ((1 - \pi_2)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))}{2}$ dan $\frac{c^0 (1 - \pi_1)((1 - \pi_2)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))}{2}$

(6) COD-FA

Pada pasangan strategi bersaing ini *leader* dan *challenger* melakukan ekspansi kapasitas masing-masing sebesar $(1 - \pi_2)(v_0 + \beta T_1)$ dan $v_0 + \beta T_2$ sehingga yang terjadi adalah *lack of supply* dalam pasar sebesar $\pi_2(v_0 + \beta T_1)$. Menggunakan pendekatan seperti poin (2) maka *lack of supply* yang terjadi dalam pasar sebesar $\frac{\pi_2(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$, sehingga masing-masing

menanggung biaya *lack of supply* sebesar $\frac{c^S(t) \pi_3 \pi_2 (2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$ dan $\frac{c^S(t) (1 - \pi_3) \pi_2 (2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2}$, dengan π_3 =proporsi *lack of supply* yang dialami *leader* dan $c^S(t) = c_0^S e^{\alpha \cdot t}$ dengan $c^S(t)$: biaya *lack of supply* pada saat t dan c_0^S : biaya *lack of supply* saat $t=0$.

Jika enam alternatif di atas diformulasikan dalam dua model, dihasilkan model HAPE-L (Hasil Persaingan *Leader*) dan HAPE-C (hasil Persaingan *Challenger*) seperti berikut:

Model HAPE-L
Memaksimumkan

$$\begin{aligned} \Pi^L = & \int_0^{\tau} e^{-it} \{(\rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))(1 - Y\pi_2)(v_0 + \beta T_1) - c(t)(1 - Y\pi_2)(v_0 + T_1)\} dt \\ & - \int_0^{\tau} e^{-it} \{ - Xc(t)(v_0 + \beta T_2) - Xc(t)(v_0 + \beta T_2) \} dt \\ & + \int_0^{\tau} e^{-it} \{ - c^p(t) Xk\pi_1(1 - Y\pi_2)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2)) \} dt \\ & - \int_0^{\tau} e^{-it} \left\{ \frac{c^S(t) Y\pi_2\pi_3(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2} \right\} dt \end{aligned} \quad (11)$$

$$X + Z = 0,1 \quad (12a)$$

$$X, Y, Z = 0,1 \quad (12b)$$

$$k = [1, 1/2, 0] \quad (12c)$$

$$T_1 \geq 0 \quad (12d)$$

Model HAPE-C
Memaksimumkan

$$\begin{aligned} \Pi^C = & \int_0^{\tau} e^{-it} \{(\rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2)))(v_0 + \beta T_2) - c(t)(X(v_0 + \beta T_1) + v_0 + \beta T_2)\} dt \\ & + \int_0^{\tau} e^{-it} \{ - c^p(t) Xk(1 - \pi_1)(1 - Y\pi_2)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2)) \} dt \\ & + \int_0^{\tau} e^{-it} \left\{ - \frac{c^S(t) Y\pi_2(1 - \pi_3)(2v_0 + \beta(T_1 + T_2))}{2} \right\} dt \end{aligned} \quad (13)$$

$$X + Z = 0,1 \quad (14a)$$

$$X, Y, Z = 0,1 \quad (14b)$$

$$k = [1, 1/2, 0] \quad (14c)$$

$$T_2 \geq 0 \quad (14d)$$

dengan:

X=1 jika kedua perusahaan melakukan ekspansi kapasitas dengan ukuran ekspansi yang menyebabkan terjadi *over supply* dalam pasar, dan **X=0** jika lainnya

Y=1 jika *leader* menggunakan strategi bersaing COD, dan **Y=0** jika lainnya.

Z=1 jika terjadi *lack of supply* dalam pasar, **Z=0** jika lainnya

4. SOLUSI MODEL

Penelusuran optimalitas solusi model HAPE-L dan HAPE-C menggunakan kaidah ekstrim matematik yaitu diferensial pertama sama dengan nol atau $\partial \Pi^L / \partial T_1 = 0$ (Persamaan (11)) dan $\partial \Pi^C / \partial T_2 = 0$ (Persamaan (13)).

Teorema 4.1:

Untuk model hasil persaingan jika *leader* menggunakan strategi bersaing PD dan *challenger* menggunakan strategi bersaing FA (alternatif 4), maka pada saat terjadi kesetimbangan kedua perusahaan menghasilkan *output* yang sama.

Bukti:

Untuk pasangan strategi bersaing PD-FA, nilai $\{X, Y, Z, k\} = \{0, 0, 0, 0\}$ disubstitusikan ke Persamaan (11) dan (13). . Dimisalkan kesetimbangan terjadi pada saat t_N atau $\tau = t_N$, maka Persamaan (11) dan (13) jika diintegrasikan akan menjadi:

$$\Pi^L = v_1 \cdot (\rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2))) (v_0 + \beta T_1) - c_0 v_2 (v_0 + \beta T_1) \quad (15)$$

$$\Pi^C = v_1 \cdot (\rho - (2v_0 + \beta(T_1 + T_2))) (v_0 + \beta T_2) - c_0 v_2 (v_0 + \beta T_2) \quad (16)$$

dengan:

$$v_1 = \left(\frac{1 - e^{-i \cdot t_N}}{i} \right) \quad (17a)$$

$$v_2 = \left(\frac{1 - e^{-(\alpha+i)t_N}}{(\alpha+i)} \right) \quad (17b)$$

$$v_3 = \left(\frac{e^{(\alpha-i)t_N} - 1}{(\alpha-i)} \right) \quad (17c)$$

Keuntungan kedua perusahaan mencapai maksimum pada $\partial \Pi^L / \partial T_1 = 0$ dan $\partial \Pi^C / \partial T_2 = 0$, yang menghasilkan:

$$T_1 = \frac{\rho - 3v_0 - \frac{c_0 v_2}{v_1}}{2\beta} - \frac{T_2}{2}, \text{ untuk } T_1 \geq 0 \quad (18a)$$

$$T_2 = \frac{\rho - 3v_0 - \frac{c_0 v_2}{v_1}}{2\beta} - \frac{T_1}{2}, \text{ untuk } T_2 \geq 0 \quad (18b)$$

Persamaan (18a) dan (18b) merupakan fungsi reaksi dari *leader* dan *challenger*. Kesetimbangan terjadi pada saat fungsi reaksi kedua perusahaan saling berpotongan, maka diperoleh:

$$T_1 = T_2 = \frac{\rho - 3v_0 - \frac{c_0 v_2}{v_1}}{3\beta}, \text{ terbukti. } \blacksquare$$

5. PEMBAHASAN

5.1 Pergeseran Struktur Pasar dari Monopoli menjadi Duopoli

Dalam sub bab ini dibahas kesetimbangan yang terjadi dalam pasar duopoli untuk pasangan strategi bersaing PD-FA, pada saat terjadi kesetimbangan kedua perusahaan masing-masing menghasilkan *output* sebesar:

$$T_1 = T_2 = \frac{\rho - 3v_0 - c_0 \left(\frac{v_2}{v_1} \right)}{3\beta} \text{ dengan total output sebesar } \frac{2 \left(\rho - 3v_0 - c_0 \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right)}{3\beta} \text{ dan}$$

harga jual sebesar $\frac{\left(\rho + 2c_0 \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right)}{3}$ (Persamaan (8)). Jika dibandingkan dengan

kondisi monopoli yaitu hanya satu perusahaan saja dalam pasar, misalnya hanya ada leader berarti $T_2=0$, dari Persamaan (18a) total output industri sebesar

$$\frac{\left(\rho - 3v_0 - c_0 \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right)}{3\beta} \text{ dan harga jual } \frac{\left(\rho - v_0 + c_0 \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right)}{2}. \text{ Dari uraian tersebut di atas}$$

menunjukkan bahwa total output pasar duopoli lebih besar dibandingkan pasar monopoli sedangkan harga jual pasar duopoli lebih rendah dibandingkan harga jual pasar monopoli.

5.2 Strategi Dominan dan Kesetimbangan Nash

Analisis lebih jauh perlu dilakukan terhadap persaingan yang terjadi antara *leader* dan *challenger*, untuk mengetahui strategi bersaing terbaik yang sebaiknya diterapkan masing-masing. Untuk kebutuhan analisis tersebut, digunakan data-data hipotetik berikut: $d_0=30$ Mbps, $C_0=40$ Mbps, $\alpha=1\%$, $\beta=12\%$, $\rho=\$5$, $c_0=\$1,5$, $c_0^P=\$1,5$, $c_0^S=\$3$ dan $t_N=5$ tahun. Hasil perhitungan keuntungan (kerugian) *leader-challenger* berdasarkan hasil optimasi dari keenam alternatif untuk proporsi *over supply* dan *lack of supply leader* dari 0 sampai 1, untuk keenam pasangan strategi bersaing ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa jika *leader* menggunakan strategi bersaing PS dan mampu menjaga agar *over supply* (π_1) $\leq 0,3$, maka *leader* masih mendapatkan keuntungan namun jika terjadi *over supply* $> 0,3$ maka *leader* menderita kerugian. Sementara jika menggunakan strategi bersaing PD dan *challenger* menggunakan strategi bersaing EA, *leader* tetap mendapatkan keuntungan walaupun semakin kecil, namun jika *challenger* menerapkan strategi bersaing FA maka kedua perusahaan mendapatkan keuntungan yang konstan sebesar \$5,21. Hal ini disebabkan pada pasangan strategi bersaing PD-FA tidak terjadi *over supply*

maupun *lack of supply* (π_3). Sedangkan jika *leader* menerapkan strategi bersaing COD dan *challenger* menerapkan strategi bersaing EA, maka *leader* harus mampu menjaga *over supply* $\leq 0,7$ agar tetap mendapatkan keuntungan, namun jika *challenger* menerapkan strategi bersaing FA, maka kedua perusahaan tetap mendapatkan keuntungan. Selain hal tersebut di atas, Tabel 1 setidaknya menunjukkan dua hal yaitu: (1) *Leader* mempunyai strategi dominan, dan (2) terjadi kesetimbangan Nash dalam persaingan antara *leader* dengan *challenger* pada proporsi *over supply* dan *lack of supply* masing-masing sbesar 0,3 sampai 0,7. Strategi dominan merupakan strategi yang paling baik bagi perusahaan, tidak peduli strategi apapun yang diterapkan perusahaan pesaing [16].

Tabel 1. Keuntungan-Kerugian Ledare-Challenger pada proporsi *over supply* dan *lack of supply* dari 0 sampai 1 untuk keenam pasangan strategi bersaing

		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
PS-EA	L	5,60	3,76	1,97	0,09	-1,75	-3,54	-5,43	-7,27	-9,10	-10,94	-12,78
	C	-12,78	-10,94	-9,10	-7,27	-5,43	-3,54	-1,75	0,09	1,97	3,76	5,60
PS-FA	L	2,06	1,14	0,22	-0,70	-1,62	-2,53	-3,54	-4,37	-5,29	-6,21	-7,13
	C	4,29	4,14	3,98	3,82	3,67	3,51	3,35	3,20	3,04	2,88	2,73
PD-EA	L	6,76	6,11	5,64	4,81	4,16	3,51	2,86	2,21	1,56	0,91	0,26
	C	-3,1	-2,99	-2,87	-2,76	-2,65	-2,53	-2,42	-2,31	-2,20	-2,08	-1,97
PD-FA	L	5,21										
	C	5,21										
COD-EA	L	6,61	5,76	4,90	4,05	3,20	2,34	1,49	0,64	-0,22	-1,07	-1,92
	C	-9,13	-7,84	-6,54	-5,25	-3,96	-2,66	-1,37	-0,07	1,22	2,51	3,81
COD-FA	L	5,11	4,91	4,71	4,51	4,31	4,11	3,92	3,72	3,52	3,32	3,12
	C	2,38	2,74	3,11	3,47	3,83	4,19	4,55	4,92	5,28	5,64	6,00

Keterangan: L : Leader, C : Challenger

Tabel 1 menunjukkan bahwa *leader* memiliki strategi dominan yaitu *position defense*. Hal lain yang ditunjukkan oleh Tabel 1 adalah terjadi kesetimbangan Nash. Samuelson and Nordhaus [16] mengemukakan bahwa kesetimbangan Nash mempunyai karakteristik bahwa tidak ada pemain yang dapat memperbaiki nilai hasilnya dengan adanya strategi tertentu dari pemain lain. Dalam hal persaingan *leader-challenger* yang ditunjukkan Tabel 1, karena sudah dapat dipastikan *leader* akan menerapkan strategi dominannya yaitu PD, maka strategi yang paling baik hasilnya bagi *challenger* adalah FA. Dengan demikian kesetimbangan Nash terjadi pada interaksi strategi bersaing PD yang diterapkan *leader* dengan strategi bersaing FA yang diterapkan *challenger*.

6. SIMPULAN

Dari uraian dan analisis yang dilakukan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model yang diformulasikan dapat menunjukkan bahwa total *output* pasar duopoli lebih besar dari pasar monopoli sedangkan harga jual pasar duopoli lebih murah dari pasar monopoli
2. Market *leader* mempunyai strategi bersaing dominan yaitu *position defense*
3. Strategi terbaik yang dapat diimplementasikan *market challenger* adalah *frontal attack* karena terjadi kesetimbangan Nash (*Nash equilibrium*)

PUSTAKA

- [1] Anggen,D,1997, Perkembangan Teknologi xDSL, *GEMATEL*,06/XXVIII, 53-58
- [2] Basyam, T.C.A, 1996, Competitive Capacity Expansion under Demand Uncertainty, *European Journal of Operational Research*, Vol. 95(1), 89-114
- [3] Farham, H.M.S., Taroepratjeka,H., Siregar,A.B dan Halim, A.H., 2000, Metodologi Pengembangan Model Ekspansi Kapasitas, Kasus Industri Pengguna Produk padat Teknologi, *Prosiding Seminar Nasional Perencanaan Industri*, 2000, Bandung, 139-147
- [4] Farham, H.M.S., Taroepratjeka,H., Siregar,A.B dan Halim, A.H., 2003, Model Ekspansi Kapasitas yang Mempertimbangkan Pergeseran Struktur Pasar Untuk Horison Perencanaan Terbatas, *Prosiding Seminar Nasional Sistem Produksi VI*, 2003, Yogyakarta
- [5] Fishwick, F., 1995, *Strategi Persaingan (Making Sense of Competition Policy)*, Elex Media Komputindo, Jakarta
- [6] Freeman, R.L., 1996, *Telecommunication System Engineering*, John Willey & Sons, New York
- [7] Hayes, R.H. and Wheelwright, S.C., 1984, *Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing*, John Willey and Sons, New York
- [8] Karnani, A., 1984, The Value of Market Share and the Product Life Cycle-A Game-Theoretic Model, *Management Science*, Vol. 30, No. 6
- [9] Kato, M and Yomogita, H., 2001, WDM, Optical Switches Bolster Network Backbones, *Nikkei Electronics Asia*, 24 – 34
- [10] Kotler, P. and G. Armstrong, 1991, *Principles of Marketing*, 5th ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall International, Inc.
- [11] Laidler, D and Estrin, S.,1989, "*Introduction to Microeconomics*", Third Edition, Philip Allan, London
- [12] Luss, H., 1982, Operation Research and Capacity Expansion Problems: A Survey, *Operations Research*, Vol. 30, No. 5, 907-947
- [13] McDysan, D.E. and Spohn, D.L., 1995, *ATM Theory and Application*, McGraw-Hill, Inc, New York
- [14] Powel; S.G and Oren, S.S, 1989, The Transition to Nondepletable Energy: Social Planning and market Models of Facility Expansion, *Operations Research*, Vol. 37 No. 3, 373-383
- [15] Rajagopalan, S., Singh, M.R.and Morton, T.E., 1998, Capacity Expansion and Replacement in Growing Markets with Uncertain Technological Breakthroughs, *Management Science*, Vol. 44, No. 1 , 12 – 30
- [16] Samuelson, P.A and Nordhaus, W.D., 1995, *Mikro Ekonomi*, Edisi keempatbelas, cetakan ketiga, Penerbit Erlangga Jakarta

- [17] Saydam, G., 1992, *Kamus Istilah Telekomunikasi*, Penerbit Djambatan Jakarta
- [18] Saydam, G., 1997, *Prinsip Dasar Teknologi Jaringan Telekomunikasi*, Penerbit Angkasa, Bandung
- [19] Siregar, A.B., 1996, Model Optimasi Kapasitas Jangka Panjang dengan Mempertimbangkan Penyempurnaan Teknologi , *Proceedings Seminar Nasional Teknik Industri*, Bandung, 62-70
- [20] Tjiptono, F., 1995, *Strategi Pemasaran*, Cetakan Pertama, Andi Offset, Yogyakarta
- [21] Wangsaatmadja, M., 1997, Pemanfaatan Kabel Tembaga dengan Teknologi ADSL, *GEMATEL*, 02/XXVIII, 39-42
- [22] Wernerfelt, B., 1985, The Dynamics of Prices and Market Shares over Product Life Cycle, *Management Science*, Vol. 31, No. 8, 928-939