

# Model Dinamis Persediaan Tiga Produk dengan Penjualan Bersama

**Hennie Husniah<sup>†</sup>**

Jurusan Teknik Industri, Universitas Langlangbuana  
Jalan Karapitan 116, Bandung, 40261 INDONESIA  
Tel: 022-4218084, Fax: 022-4218084 Email: hennie.husniah@gmail.com

**Asep K. Supriatna**

Departemen Matematika, Universitas Padjadjaran  
Jalan Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363 INDONESIA  
Tel: 022-7794696, Fax: 022-7794696 Email: aksupriatna@gmail.com

**Abstract.** Dalam makalah ini dibahas mengenai model sistem dinamik dari tingkat persediaan tiga jenis produk yang dijual secara bersamaan oleh sebuah tim pemasaran. Laju penjualan diasumsikan merupakan fungsi yang dipengaruhi oleh jumlah anggota tim pemasaran ini. Ketiga produk diasumsikan diproduksi dengan tingkat pertumbuhan produksi logistik (Verhulst) yang dimodifikasi, sehingga dapat mengakomodir berbagai bentuk pertumbuhan, seperti pertumbuhan hampir linier sampai dengan pertumbuhan sigmoid. Tingkat persediaan jangka panjang (*steady state/long-term inventory level*) untuk masing-masing produk dicari dan kestabilannya diperlihatkan untuk syarat tertentu. Kemudian juga beberapa contoh numerik diberikan sebagai ilustrasi dari sifat solusi sistem dinamis yang terbentuk.

**Keywords:** Pemasaran bersama multi-produk, sistem dinamis, pertumbuhan sigmoid, tingkat persediaan.

## 1. PENDAHULUAN

Di dalam rantai pasok, pengendalian tingkat persediaan stok suatu produk/barang/komoditas merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam kelancaran penjualan, yang juga berakibat pada keuntungan yang akan diperoleh dari penjualan produk tersebut. Pengendalian tingkat persediaan sangat bergantung kepada tipe produksi dan parameter lain dari produk yang bersangkutan, seperti cara pemasaran. Di dalam makalah ini dibahas mengenai dinamika ketersediaan stok tiga buah produk berbeda yang dipasarkan secara bersamaan. Penjelasan formulasi model mengikuti Sana (2013) sebagaimana yang akan dijelaskan sebagai berikut. Misalkan ada tiga buah produk  $X$  dan  $Y$ , dengan  $X(t)$ ,  $Y(t)$  dan  $Z(t)$  merupakan tingkat ketersediaan produk  $X$ ,  $Y$  dan  $Z$  pada saat  $t$ . Diasumsikan bahwa produksi ketiga barang tersebut sangat bergantung kepada kapasitas produksi masing-masing produk yang berbeda setiap saat bergantung kepada sumberdaya yang dimilikinya, dengan  $C_x(t)$ ,  $C_y(t)$  dan  $C_z(t)$  menunjukkan kapasitas produksi untuk  $X$ ,  $Y$  dan  $Z$  pada saat  $t$ . Untuk menggambarkan dinamika ketersediaan barang tersebut diasumsikan bahwa laju perubahannya bergantung kepada

produksi dan pemasaran (suatu asumsi yang logis), sebagai berikut:

$$\frac{d\Omega}{dt} = P_{\Omega}(\Omega) - D_{\Omega}(\Omega, N) \quad (1)$$

dengan  $P_{\Omega}(\Omega)$  dan  $D_{\Omega}(\Omega)$  masing-masing merupakan laju produksi dan laju penjualan/pemasaran/permintaan, di mana  $\Omega \in \{X, Y, Z\}$ . Produksi bergantung kepada jumlah barang yang tersedia dan kapasitas produksi yang diasumsikan tumbuh secara sigmoid. Sedangkan penjualan bergantung kepada jumlah barang yang tersedia  $\Omega \in \{X, Y, Z\}$  dan kemampuan sejumlah  $N$  salesman yang secara bersama-sama memasarkan kedua barang tersebut, yang diasumsikan mempunyai tingkat saturasi. Hal seperti ini di dalam literatur (Sana, 2011a) dikenal sebagai *Sales's Team Initiative* (STI). Selanjutnya kapasitas produksi meningkat dari waktu ke waktu secara sigmoid menuju kapasitas maksimum  $C_{\Omega_{max}}$  yang kemudian dipengaruhi juga oleh berkurangnya sumber daya manusia yang beralih menjadi tenaga pemasaran. Secara umum persamaan dinamikanya berbentuk:

---

<sup>†</sup> :Corresponding Author

$$\frac{dC_\Omega}{dt} = K_\Omega(\Omega) - L_\Omega(\Omega, N) \quad (2)$$

Pada bagian berikut akan dibahas model pertumbuhan sigmoid yang mengikuti persamaan Verhulst yang dimodifikasi dengan mengasumsikan bahwa kecepatan pertumbuhan produksi bervariasi untuk mengakomodir produksi yang sangat cepat, biasa dan lambat. Pada model ini yang dibahas hanya kuantitas dari tingkat persediaan *steady state* tanpa memperhitungkan aspek ekonomi (harga jual, biaya penyimpanan, biaya produksi, biaya pengiklanan, dsb). Pengaruh kompleksitas ekonomi tersebut masih sedang diteliti.

## 2. FORMULASI DAN ANALISIS MODEL

### 2.1 Model Dasar

Pada makalah Anggriani *et al.* (2015) dibahas sebuah model pengendalian persediaan optimal untuk dua buah produk berbeda di mana permintaan sangat dipengaruhi oleh volume STI sebagaimana yang digambarkan oleh persamaan (1) dan (2). Model dasar pada makalah tersebut serupa dengan model dalam Sana (2011b, 2012, 2013) dengan beberapa pengembangan. Model pada Anggriani *et al.* (2015) berbentuk

$$\frac{dX}{dt} = r_x X \left(1 - \frac{X}{C_x}\right) - \tau_x X \left(1 - \frac{1}{1+N}\right) \quad (3)$$

$$\frac{dY}{dt} = r_y Y \left(1 - \frac{Y}{C_y}\right) - \tau_y Y \left(1 - \frac{1}{1+N}\right) \quad (4)$$

$$\frac{dC_x}{dt} = q_x C_x \left(1 - \frac{C_x}{C_{x\max}}\right) - \gamma_x N C_x \quad (5)$$

$$\frac{dC_y}{dt} = q_y C_y \left(1 - \frac{C_y}{C_{y\max}}\right) - \gamma_y N C_y \quad (6)$$

dengan  $r_x$ ,  $\tau_x$ ,  $q_x$ ,  $\gamma_x$ , dan  $C_{x\max}$  berturut-turut merupakan parameter produk X untuk laju pertumbuhan potensial produksi, laju pertumbuhan potensial pemasaran yang diusahakan oleh  $N$  salesman, laju pertumbuhan potensial kapasitas produksi, laju pengurangan kapasitas produksi akibat beralihnya sejumlah  $N$  personil SDM menjadi salesman. Parameter produk Y didefinisikan secara serupa.

Pada model di atas diasumsikan bahwa laju tingkat produksi (pada persamaan (1) dan (2)) serta laju tingkat kapasitas produksi ketika tidak ada STI ( $N=0$ ) berbentuk fungsi Verhulst (1838). Analisis standar untuk model tersebut di atas adalah dengan melakukan analisis pada solusi *steady state* (titik tetap) untuk memperlihatkan kondisi jangka panjang (*long-term behavior*) dari sistem persamaan diferensial tersebut di atas (Wiggins, 1990). Dengan mengacu pada Tabel 1 pada Anggriani *et al.* (2015),

diperoleh empat titik tetap untuk pasangan  $(X, Y, C_x, C_y)$ , yakni  $(0, 0, C_x^*, C_y^*)$ ,  $(0, Y^*, C_x^*, C_y^*)$ ,  $(X^*, 0, C_x^*, C_y^*)$ , dan  $(X^*, Y^*, C_x^*, C_y^*)$ , dengan masing-masing komponen yang tidak nol diberikan oleh:

$$X^* = C_{x\max} \left(1 - \frac{\gamma_x N}{q_x}\right) \left(1 - \frac{\tau_x N}{r_x(1+N)}\right) \quad (7)$$

$$Y^* = C_{y\max} \left(1 - \frac{\gamma_y N}{q_y}\right) \left(1 - \frac{\tau_y N}{r_y(1+N)}\right) \quad (8)$$

$$C_x^* = C_{x\max} \left(1 - \frac{\gamma_x N}{q_x}\right) \quad (9)$$

$$C_y^* = C_{y\max} \left(1 - \frac{\gamma_y N}{q_y}\right) \quad (10)$$

Penjelasan keempat titik tetap tersebut adalah sebagai berikut: titik tetap pertama, yakni  $(0, 0, C_x^*, C_y^*)$  memperlihatkan bahwa masing-masing produk tidak tersedia; titik tetap kedua, yakni  $(0, Y^*, C_x^*, C_y^*)$  memperlihatkan bahwa hanya produk kedua yang tersedia; titik tetap ketiga, yakni  $(X^*, 0, C_x^*, C_y^*)$  memperlihatkan bahwa hanya produk pertama yang tersedia; dan titik tetap keempat, yakni  $(X^*, Y^*, C_x^*, C_y^*)$  memperlihatkan bahwa kedua produk tersedia.

Anggriani *et al.* (2015) mengklaim bahwa hanya titik tetap keempat saja, yakni  $(X^*, Y^*, C_x^*, C_y^*)$ , yang bersifat stabil lokal dengan tidak memperlihatkan syarat kestabilan tersebut selain nilai eigen yang harus semuanya negatif. Dengan kata lain syarat yang membuat keempat nilai eigen untuk setiap titik tetap pada Tabel 1 (Anggriani *et al.* 2015) tidak diperlihatkan. Kestabilan titik tetap  $(X^*, Y^*, C_x^*, C_y^*)$  memberikan arti bahwa berapapun tingkat produksi awal dan tingkat kapasitas produksi masing-masing produk, maka dalam jangka panjang pada akhirnya tingkat persediaan untuk produk pertama dan kedua masing-masing akan diberikan oleh persamaan (5) dan (6). Jika kedua nilai pada persamaan (5) dan (6) tersebut positif artinya persediaan untuk kedua produk tersebut ada.

Selanjutnya Anggriani *et al.* (2015) melakukan pengendalian jumlah salesman ( $N$ ) yang optimal yang dapat memberikan laba bersih (yang didefinisikan pada Sana (2011)) mencapai tingkat maksimum. Dalam makalah ini kita hanya akan memperlihatkan syarat eksistensi dan kestabilan titik tetap keempat, yakni tersedianya stok untuk setiap produk dan kaitannya dengan parameter produksi serta parameter permintaan.

Kestabilan suatu titik tetap dalam sistem dinamis sangat penting. Dalam hal ini, kestabilan ini menunjukkan bahwa berapa pun tingkat persediaan awal dan tingkat kapasitas produksi awal, maka pada akhirnya sistem akan menuju kepada titik tetap stabil tersebut. Kondisi

sebaliknya terjadi jika titik tetap tidak stabil, yakni pada akhirnya sistem akan menjauhi titik tetap tidak stabil tersebut. Kestabilan titik tetap diidentifikasi oleh nilai eigen dari matriks Jacobi di titik tetap tersebut. Dengan mengacu pada Tabel 1 dalam Anggriani *et al.* (2015), nilai eigen dari matriks Jacobi untuk titik tetap yang keempat adalah:

$$\lambda_1 = -r_x \left( 1 - \frac{\tau_x N}{r_x(1+N)} \right), \lambda_2 = -r_y \left( 1 - \frac{\tau_y N}{r_y(1+N)} \right),$$

$$\lambda_3 = -q_x \left( 1 - \frac{\gamma_x N}{q_x} \right), \lambda_4 = -q_y \left( 1 - \frac{\gamma_y N}{q_y} \right) \quad (11)$$

Syarat kestabilan bagi titik tetap keempat, di mana persediaan untuk kedua produk selalu ada, adalah semua nilai eigen di atas harus bernilai negatif (Wiggins, 1990). Dengan demikian diperlukan kondisi: Syarat-syarat di atas mempunyai arti bahwa untuk masing-masing jenis produk:

$$r_x > \tau_x \frac{N}{1+N}, r_y > \tau_y \frac{N}{1+N}, q_x > \gamma_x N, q_y > \gamma_y N \quad (12)$$

Syarat di atas mempunyai arti: 1. laju pertumbuhan potensial produksi lebih besar dibandingkan dengan laju permintaan akibat usaha yang dilakukan oleh sejumlah  $N$  salesman; 2. laju pertumbuhan kapasitas produksi lebih besar dibandingkan dengan laju perubahan pengalihan SDM penunjang kapasitas produksi yang menjadi salesman.

## 2.2 Model Persediaan Tiga Produk

Model dinamis tingkat persediaan untuk tiga produk sebagai perluasan persamaan (3) – (6) apabila diasumsikan bahwa ada fleksibilitas pertumbuhan yang sangat cepat, biasa dan lambat dengan faktor  $a$  diberikan oleh:

$$\frac{dX}{dt} = r_x X \left( 1 - \left( \frac{X}{C_x} \right)^a \right) - \tau_x X \left( 1 - \frac{1}{1+N} \right) \quad (13)$$

$$\frac{dY}{dt} = r_y Y \left( 1 - \left( \frac{Y}{C_y} \right)^a \right) - \tau_y Y \left( 1 - \frac{1}{1+N} \right) \quad (14)$$

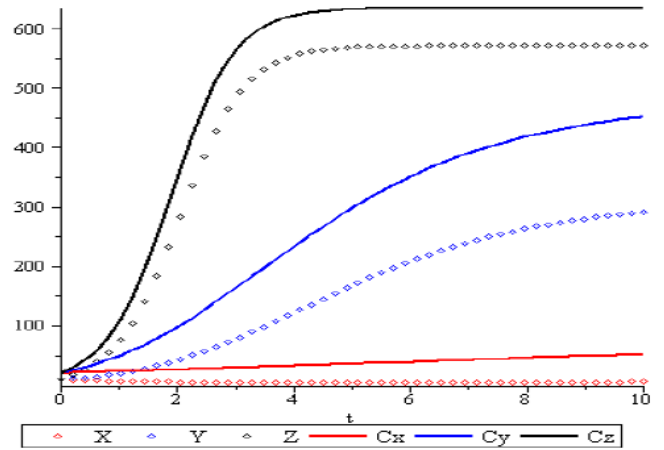
$$\frac{dZ}{dt} = r_z Z \left( 1 - \left( \frac{Z}{C_z} \right)^a \right) - \tau_z Z \left( 1 - \frac{1}{1+N} \right) \quad (15)$$

$$\frac{dC_x}{dt} = q_x C_x \left( 1 - \left( \frac{C_x}{C_{x\max}} \right)^a \right) - \gamma_x N C_x \quad (16)$$

$$\frac{dC_y}{dt} = q_y C_y \left( 1 - \left( \frac{C_y}{C_{y\max}} \right)^a \right) - \gamma_y N C_y \quad (17)$$

$$\frac{dC_z}{dt} = q_z C_z \left( 1 - \left( \frac{C_z}{C_{z\max}} \right)^a \right) - \gamma_z N C_z \quad (18)$$

Gambar 1 memperlihatkan pengaruh faktor fleksibilitas pertumbuhan tersebut terhadap *steady state* tingkat persediaan, dimana diambil untuk  $a = 0.05, 0.25$  dan 1 untuk menunjukkan pertumbuhan yang sangat lambat (hampir linier), sedang (sigmoid datar) dan cepat (sigmoid hampir tegak).



Gambar 1: Tingkat persediaan untuk tiga produk yang mempunyai karakteristik yang identik kecuali faktor pertumbuhan  $a$  yang berbeda:  $a = 0.05$  (merah),  $a = 0.25$  (biru), dan  $a = 1$  (hitam).

Sama dengan bagian sebelumnya, analisis standar untuk model tersebut di atas adalah dengan melakukan analisis pada solusi *steady state* (titik tetap) untuk memperlihatkan kondisi jangka panjang (*long-term behavior*) dari sistem persamaan diferensial tersebut di atas. Dengan cara yang sama, diperoleh delapan titik tetap untuk pasangan  $(X, Y, C_x, C_y)$ , yakni:

- $(0, 0, 0, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(X^*, 0, 0, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(0, Y^*, 0, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(X^*, Y^*, 0, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(0, 0, Z^*, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(X^*, 0, Z^*, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(0, Y^*, Z^*, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$
- $(X^*, Y^*, Z^*, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$

dengan masing-masing komponen yang tidak nol diberikan oleh:

$$X^* = C_{x\max} \left( 1 - \frac{\gamma_x N}{q_x} \right)^{1/a} \left( 1 - \frac{\tau_x N}{r_x(1+N)} \right)^{1/a} \quad (19)$$

$$Y^* = C_{y\max} \left( 1 - \frac{\gamma_y N}{q_y} \right)^{1/a} \left( 1 - \frac{\tau_y N}{r_y(1+N)} \right)^{1/a} \quad (20)$$

$$Z^* = C_{z\max} \left( 1 - \frac{\gamma_z N}{q_z} \right)^{1/a} \left( 1 - \frac{\tau_z N}{r_z(1+N)} \right)^{1/a} \quad (21)$$

$$C_x^* = C_{x\max} \left( 1 - \frac{\gamma_x N}{q_x} \right)^{1/a} \quad (22)$$

$$C_y^* = C_{y\max} \left( 1 - \frac{\gamma_y N}{q_y} \right)^{1/a} \quad (23)$$

$$C_z^* = C_{z\max} \left( 1 - \frac{\gamma_z N}{q_z} \right)^{1/a} \quad (23)$$

Penjelasan keempat titik tetap tersebut sama seperti pada bagian sebelumnya, di mana: titik tetap pertama, yakni  $(0, 0, 0, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$  memperlihatkan bahwa masing-masing produk tidak tersedia; titik tetap kedua, yakni  $(X^*, 0, 0, C_x^*, C_y^*, C_z^*)$  memperlihatkan bahwa hanya produk pertama yang tersedia; titik tetap lainnya dapat dijelaskan dengan cara yang sama. Setelah dilakukan penyederhaanaan, nilai eigen pada model ini diberikan oleh:

$$\lambda_1 = r_x A_x (1 - A_x^{a-1} (1+a)) \quad \lambda_2 = r_y A_y (1 - A_y^{a-1} (1+a))$$

$$\lambda_3 = r_z A_z (1 - A_z^{a-1} (1+a))$$

$$\lambda_4 = -q_x \left( 1 - \frac{\gamma_x N}{q_x} \right)^a (1+a) + (q_x - \gamma_x N)$$

$$\lambda_5 = -q_y \left( 1 - \frac{\gamma_y N}{q_y} \right)^a (1+a) + (q_y - \gamma_y N)$$

$$\lambda_6 = -q_z \left( 1 - \frac{\gamma_z N}{q_z} \right)^a (1+a) + (q_z - \gamma_z N)$$

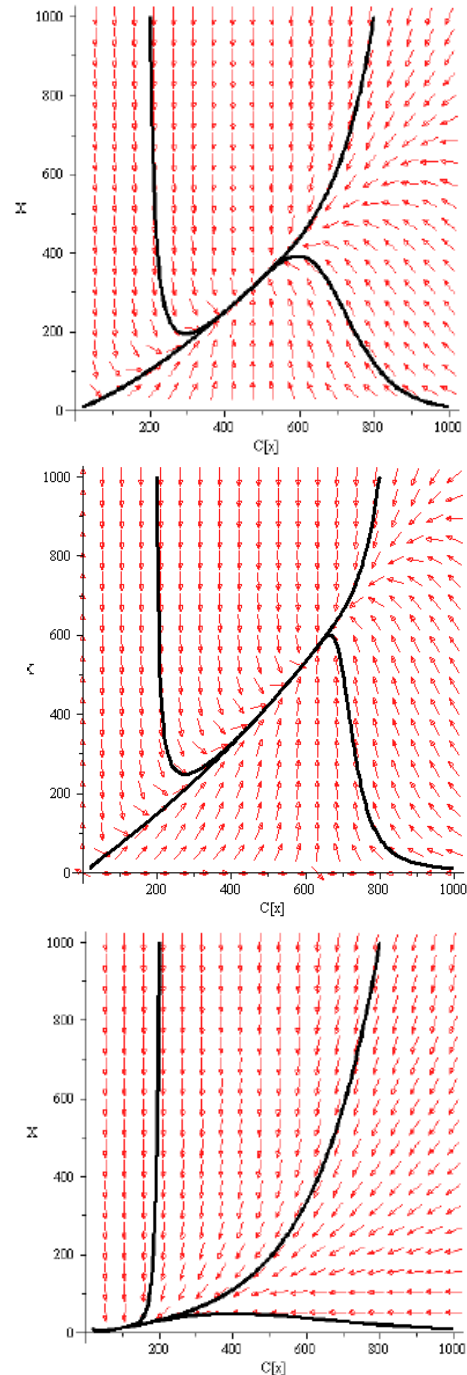
$$\text{Dengan } A_\Omega = \left( 1 - \frac{\tau_\Omega N}{r_\Omega (1+N)} \right)$$

Perhatikan bahwa untuk nilai  $a = 1$ , semua titik tetap beserta nilai eigennya persis sama dengan yang ada pada Anggriani *et al.* (2015). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa parameter  $a$  memegang peranan dalam menentukan eksistensi dan kestabilan *steady state* ketersediaan setiap produk. Dalam bagian selanjutnya akan diperlihatkan secara numerik bahwa nilai parameter  $a$  ini memegang peranan dalam menentukan sifat solusi dari sistem persediaan yang dimodelkan dengan persamaan (13) – (18).

### 3. CONTOH NUMERIK

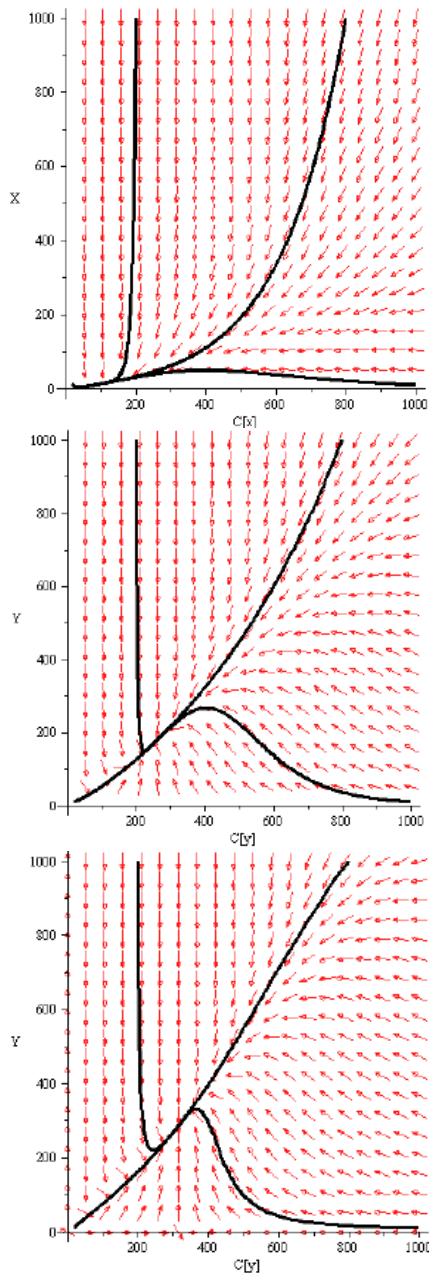
Di dalam bagian ini akan diberikan contoh numerik untuk sistem persediaan tiga produk dengan nilai parameter yang dipakai adalah  $r_x = 8$ ,  $\tau_x = 0,8$ ,  $q_x = 2$ ,  $\gamma_x = 0,001$  dan  $C_{x\max} = 700$  dengan nilai parameter  $a$  yang bervariasi  $a = 0,05$ ,  $a = 0,25$ , dan  $a = 1$ . Solusi yang ditampilkan berupa diagram fase (*phase portrait*) dari tingkat persediaan terhadap kapasitas produksi dengan

berbagai nilai awal sebagai solusi model. Nilai awal yang dipakai untuk trayektori pada ketiga jenis produk adalah sama, yakni  $(C_x(0)=20, X(0)=10)$ ,  $(C_x(0)=200, X(0)=1000)$ ,  $(C_x(0)=800, X(0)=1000)$ , dan  $(C_x(0)=1000, X(0)=10)$  (lihat Gambar 2).



Gambar 2: Diagram fase dari tingkat persediaan produk X (dengan  $C_{x\max}=700$ ), untuk  $a = 0,05$  (atas),  $a = 0,25$  (tengah), dan  $a = 1$  (bawah) terhadap kapasitas produksi dengan berbagai nilai awal sebagai solusi model.

Nilai awal yang dipakai untuk trayektori pada ketiga gambar adalah sama, yakni berturut-turut searah jarum jam:  $(C_x(0)=20, X(0)=10)$ ,  $(C_x(0)=200, X(0)=1000)$ ,  $(C_x(0)=800, X(0)=1000)$ , dan  $(C_x(0)=1000, X(0)=10)$ . Terlihat bahwa nilai  $a$  sangat berpengaruh terhadap nilai *steady state* persediaan.

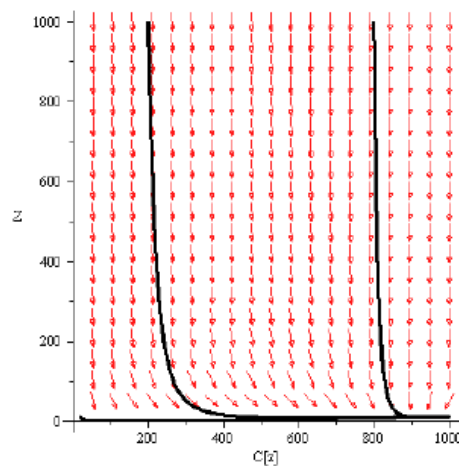


Gambar 3: Diagram fase dari tingkat persediaan produk Y (dengan  $C_{xmax} = 350$ ), untuk  $a = 0,05$  (atas),  $a = 0,25$  (tengah), dan  $a = 1$  (bawah) terhadap kapasitas produksi dengan berbagai nilai awal sebagai solusi model.

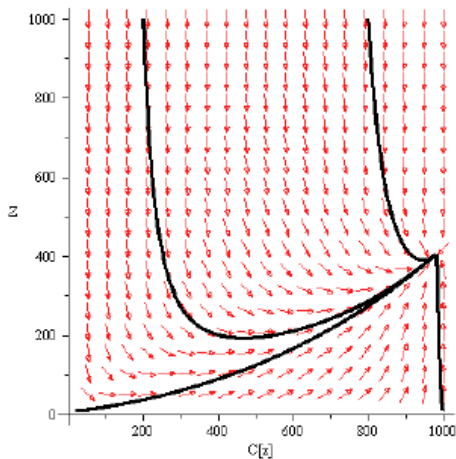
Pada Gambar 3 parameter yang dipakai sama seperti pada Gambar 2, yakni  $r_x = 8$ ,  $\tau_x = 0,8$ ,  $q_x = 2$ , dan  $\gamma_x = 0,001$ , hanya saja di sini  $C_{xmax} = 350$  dengan nilai parameter  $a$  yang bervariasi.  $a=0,05$ ,  $a=0,25$ , dan  $a=1$ . Solusi yang ditampilkan berupa diagram fase (*phase portrait*) dari tingkat persediaan terhadap kapasitas produksi dengan nilai awal juga sama seperti pada Gambar 2.

Nilai awal yang dipakai untuk trayektori pada ketiga gambar adalah sama, yakni berturut-turut searah jarum jam:  $(C_x(0)=20, X(0)=10)$ ,  $(C_x(0)=200, X(0)=1000)$ ,  $(C_x(0)=800, X(0)=1000)$ , dan  $(C_x(0)=1000, X(0)=10)$ . Terlihat bahwa nilai  $a$  sangat berpengaruh terhadap nilai *steady state* persediaan.

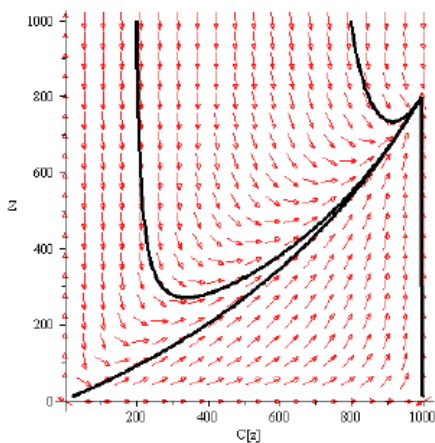
Untuk contoh berikutnya parameter yang dipakai sangat berbeda, yakni  $r_x = 5$ ,  $\tau_x = 1$ ,  $q_x = 2$ , dan  $\gamma_x = 0,00005$ , dengan  $C_{xmax} = 1000$  dengan nilai parameter  $a$  yang bervariasi.  $a = 0,05$ ,  $a = 0,25$ , dan  $a = 1$ . Solusi yang ditampilkan berupa diagram fase (*phase portrait*) dari tingkat persediaan terhadap kapasitas produksi dengan nilai awal juga sama seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 4: Diagram fase dari tingkat persediaan produk Z (dengan  $C_{xmax}=1000$ ), untuk  $a = 0,05$  terhadap kapasitas produksi dengan berbagai nilai awal sebagai solusi model. Nilai awal yang dipakai untuk trayektori berturut-turut searah jarum jam:  $(C_x(0)=20, X(0)=10)$ ,  $(C_x(0)=200, X(0)=1000)$ ,  $(C_x(0)=800, X(0)=1000)$ , dan  $(C_x(0)=1000, X(0)=10)$ .



Gambar 5: Diagram fase dari tingkat persediaan produk Z (dengan  $C_{xmax}=1000$ ), untuk  $a = 0,25$  terhadap kapasitas produksi dengan berbagai nilai awal sebagai solusi model. Nilai awal yang dipakai untuk trayektori berturut-turut searah jarum jam:  $(C_x(0)=20, X(0)=10)$ ,  $(C_x(0)=200, X(0)=1000)$ ,  $(C_x(0)=800, X(0)=1000)$ , dan  $(C_x(0)=1000, X(0)=10)$ .



Gambar 6: Diagram fase dari tingkat persediaan produk Z (dengan  $C_{xmax}=1000$ ), untuk  $a = 1$  terhadap kapasitas produksi dengan berbagai nilai awal sebagai solusi model. Nilai awal yang dipakai untuk trayektori berturut-turut searah jarum jam:  $(C_x(0)=20, X(0)=10)$ ,  $(C_x(0)=200, X(0)=1000)$ ,  $(C_x(0)=800, X(0)=1000)$ , dan  $(C_x(0)=1000, X(0)=10)$ .

Dari Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 terlihat bahwa nilai  $a$  sangat berpengaruh terhadap nilai *steady state* persediaan.

## REFERENCES

- Angriani, N., Lesmana, L., Supriatna, A.K., Husniah, H. , dan Yudha, M. (2015) Analisis Dinamik pada Model Pengendalian Persediaan Dua Produk Berbeda dengan Kapasitas Produksi Terbatas Serta Inisiatif Tim Sales Bersama, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. **17**(1), 17-26.
- Sana, S.S. (2011a) An EOQ Model of Homogeneous Products while Demand is Salesmen's Initiatives and Stock Sensitive, *Computers and Mathematics with Applications*, **62**, 577-578.
- Sana, S.S. (2011b) An EOQ Model for Salesmen's Initiatives, Stock and Price Sensitive Demand of Similar Products-A Dynamical System, *Applied Mathematics and Computation*, **218**, 3277-3288.
- Sana, S.S. (2012) The EOQ Model-A Dynamical System. *Applied Mathematics and Computation*, **2**(18), 2012, 8736-8749.
- Sana, S.S. (2013) Sales Team's Initiatives and Stock Sensitive Demand-A Production Control Policy, *Economic Modelling*, **31**, 783-788.
- Verhulst, P.F. (1838) Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement, *Corr. Mat. et Phys.*, **10**, 113-121.
- Wiggins, S. (1990), *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*, Springer-Verlag, New York.