

ALGORITMA DAN KOMPUTASI METODOLOGI KURVA- k DALAM PENGUJIAN KINERJA PERSEDIAAN OPTIMAL DENGAN BEBAN KERJA MAKSIMAL YANG MUNGKIN UNTUK DITANGANI

Dani Pratomo, R. Heri Soelistyo U., S.Si., M.Si.
dan Dr. Widowati, S.Si., M.Si.
Jurusan Matematika FSM Undip Semarang

elementaryindo@gmail.com, robertusutomo@yahoo.com

ABSTRAK. Metodologi Kurva- k (KCM) pada dasarnya adalah sebuah algoritma. Komputasi KCM perlu dilakukan untuk memudahkan perusahaan dalam menggunakan KCM. KCM mengklasifikasikan x barang persediaan sesuai dengan nilai penggunaan tahunannya ke dalam n kelas yang telah ditentukan terlebih dahulu dengan frekuensi pemesanan umum masing-masing. Dengan melenturkan parameter pengendalinya, yaitu k , kita dapat menghitung klasifikasi-klasifikasi yang berbeda. Hasil-hasilnya kemudian dapat dilukiskan sebagai kurva pertukaran yang disebut Kurva- k yang mewakili keseimbangan optimal antara persediaan rata-rata dan jumlah pemesanan. Setelah membandingkan kinerja persediaan yang ada dalam hal persediaan rata-rata terhadap Kurva- k , kinerja optimal dapat dihitung menggunakan Metode Biseksi, dengan asumsi beban kerja yang ada adalah beban kerja maksimal yang mungkin untuk ditangani. Komputasi dilakukan menggunakan Sistem Komputer Aljabar (CAS), bernama Maxima.

Kata Kunci: KCM, CAS, algoritma, biseksi, persediaan

I. PENDAHULUAN

Kepemilikan persediaan adalah mutlak bagi perusahaan manufaktur. Faktor ketidak-pastian dari ketersediaan barang mentah merupakan pendorong utama dalam memiliki persediaan. Fakta di lapangan sering kita jumpai persediaan dengan bermacam-macam barang. Dalam proses pemesanan barang di sebuah perusahaan sering kali dikehendaki untuk membentuk beberapa kelas dimana semua barang di dalam setiap kelas tersebut memiliki siklus pemesanan yang sama. Hal tersebut memudahkan pengelolaan persediaan bermacam-macam barang. Klasifikasi ABC adalah metode yang umum digunakan untuk pengelompokan. Klasifikasi ABC membagi bermacam-macam barang persediaan menjadi 3 kelas berdasarkan nilai penggunaan tahunannya [2]. Metodologi Kurva- k (KCM, *K-Curve Methodology*) merupakan sebuah algoritma untuk meng-klasifikasikan bermacam-macam barang persediaan ke dalam sejumlah kelas tertentu dengan frekuensi pemesanan umum.

Algoritma KCM melibatkan banyak proses perulangan yang tidak dapat dise-

lesaikan dengan proses manual. Sebuah alat komputasional menjadi wajib dibutuhkan untuk melakukan KCM. Perangkat lunak Maxima yang merupakan Sistem Komputer Aljabar dapat menjawab kebutuhan itu. Algoritma matematis KCM perlu diterjemahkan dan ditulis terlebih dahulu ke dalam sintaksis-sintaksis Maxima. Penulisan perlu memperhatikan fleksibilitas sehingga mungkin untuk mengubah nilai variabel-variabel pengendali.

Algoritma KCM dapat menghasilkan klasifikasi-klasifikasi yang menunjukkan keseimbangan optimal antara persediaan rata-rata dan jumlah pemesanan. Hal tersebut mungkin dilakukan berkat parameter pengendali yaitu parameter k . Hasil dari KCM dapat digambarkan sebagai kurva keseimbangan yang disebut Kurva- k . Dibutuhkan kurang lebih belasan nilai k untuk menggambarkan sebuah Kurva- k . Sebelumnya kinerja persediaan yang ada perlu dinyatakan terlebih dahulu dalam persediaan rata-rata dan jumlah pemesanan. Persediaan rata-rata menyatakan investasi rata-rata yang dibelanjakan perusahaan untuk menyediakan barang. Jumlah pemesanan menggambarkan beban kerja manajemen persediaan perusahaan. Dengan Metode Biseksi bisa dihitung kinerja optimal dengan asumsi beban kerja yang ada adalah beban kerja maksimal yang mungkin untuk ditangani. Metode Biseksi dilakukan antara dua nilai k yang berdekatan. Kedua nilai k tersebut adalah nilai-nilai k yang menghasilkan jumlah pemesanan yang berdekatan dan mengapit beban kerja persediaan yang ada.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metodologi Kurva- k mengelompokkan bermacam-macam barang persediaan ke dalam beberapa kelas menurut tingkat kepentingannya. Barang-barang dalam kelas tersebut kemudian dipesan dengan frekuensi pemesanan umum yang sesuai dengan tingkatan kelasnya. Kelas atas dipesan lebih sering daripada kelas bawah. Metode pengelompokan KCM merupakan pengembangan dari Klasifikasi ABC, yaitu menggunakan nilai penggunaan tahunan (AUV) sebagai indikator tingkat kepentingan suatu barang. Namun KCM memiliki kriteria pengelompokan yang lebih optimal daripada Klasifikasi ABC. Kriteria pengelompokan tersebut didasar-

kan pada Model EOQ yang dimodifikasi. KCM menggunakan rasio biaya, yaitu parameter k , yang bisa dilenturkan daripada harus menghitung atau memperkirakan biaya pengadaan dan biaya penyimpanan untuk tiap macam barang yang hampir mustahil untuk dilakukan. Perhatikan Model EOQ berikut

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot S}{H}}$$

Model EOQ bisa dinyatakan sebagai Frekuensi Pemesanan Ekonomis yang merupakan hasil bagi antara kuantitas penggunaan (barang) tahunan dengan kuantitas pemesanan ekonomis

$$F = \frac{U}{EOQ}$$

Substitusikan EOQ dengan persamaan yang sesuai kita peroleh

$$F = \frac{U}{\sqrt{2 \cdot U \cdot S}} \sqrt{H}$$

Kedua ruas kita pangkat-duakan

$$F^2 = \frac{U^2}{2 \cdot U \cdot S} H$$

Bawa $P \cdot U$ ke ruas kiri

$$F^2 = \frac{U}{2 \cdot S} P \cdot I$$

$$P \cdot U = \frac{2 \cdot S}{I} F^2$$

KCM mengelola barang-barang secara keseluruhan sehingga biaya pemesanan (S) dan biaya penyimpanan (I) untuk setiap barang diasumsikan sama. Oleh karena itu rasio biaya ($2 \cdot S / I$) bisa diperlakukan sebagai parameter. Huruf k dipakai sebagai simbol parameter rasio biaya tersebut. Perkalian harga barang dan pemakaian tahunan akan disubstitusikan dengan B yang digunakan sebagai batas-batas kelas dalam pengelompokan. Kita substitusikan $k = 2 \cdot S / I$ dan $B = P \cdot U$ ke dalam persamaan di atas, akan diperoleh persamaan berikut

$$B = k \cdot F^2$$

Akan kita ganti parameter k dengan berbagai nilai rasio biaya untuk meramalkan kinerja optimal manajemen persediaan yang mungkin dalam hal pemesanan total

dan persediaan rata-rata total sesuai dengan metode pemesanan yang dihasilkan dari nilai k tersebut. Setelah itu, dari nilai-nilai pemesanan total dan persediaan rata-rata yang diperoleh dari w kali iterasi pengelompokan bisa kita gambarkan kurva pertukaran, yang disebut Kurva- k , sebagai alat bantu manajemen persediaan untuk mengambil keputusan dalam menetapkan sasaran.

Riwayat persediaan perusahaan yang dibutuhkan untuk menjalankan Metodologi Kurva- k adalah harga barang dan kuantitas penggunaan tahunan tiap macam barang. Diasumsikan penggunaan tahunan tidak berubah, tidak ada harga diskon untuk pemesanan borongan dan dalam tulisan ini surplus persediaan tidak dipertimbangkan terlebih dahulu. Oleh karena KCM berdasarkan model EOQ maka metodologi ini pun hanya berlaku pada barang belian, yaitu barang yang diperoleh dengan cara dipesan. Data perlu diurutkan dahulu menurut nilai penggunaan tahunan dari nilai terbesar ke terkecil sebelum diolah dengan KCM.

$$AUV_i = P_i \cdot U_i$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, x$. Kemudian AUV_i diurutkan sedemikian sehingga

$$AUV_1 > AUV_2 > \dots > AUV_x$$

Konsekuensi dari pengurutan tersebut adalah indeks $i = 1, 2, 3, \dots, x$ mulai sekarang mengindikasikan macam barang terurut dari besar ke kecil berdasarkan nilai penggunaannya.

Dengan KCM sebanyak x macam barang persediaan belian akan dikelompokkan ke dalam n kelas dengan F masing-masing yang dilakukan sebanyak w kali iterasi pengelompokan. Batas-batas bawah dan atas kelas sedemikian sehingga pengelompokan menghasilkan optimal ditentukan melalui persamaan berikut, dengan catatan nilai $UB_{(z,0)} = \infty$ dan $LB_{(z,n)} = 0$

$$LB_{(z,j)} = k_z \cdot F_j^2$$

$$UB_{(z,j+1)} = k_z \cdot F_j^2$$

dimana $j = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $z = 1, 2, 3, \dots, w$. Besar ukuran kelompok, dengan frekuensi pemesanan umum yang bersesuaian, bergantung pada besar parameter k . Untuk setiap $z = 1, 2, 3, \dots, w$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$ dilakukan pengelompokan (klasifikasi) dengan mendefinisikan anggota kelas himpunan

$$G_{(z,j)} = \{AUV_i | LB_{(z,j)} \leq AUV_i < UB_{(z,j)}, i = 1, 2, 3, \dots, x\}$$

Setelah anggota setiap kelas diketahui, banyak anggota tiap kelas adalah

$$x_{(z,j)} = |G_{(z,j)}|$$

Jumlah pemesanan tiap kelas dengan mudah dihitung dengan

$$N_{(z,j)} = F_j \cdot x_{(z,j)}$$

Nilai penggunaan tahunan tiap kelas merupakan jumlahan AUV dari semua barang yang merupakan anggota kelas tersebut

$$AUV_{(z,j)} = \sum_{i \in G_{(z,j)}} AUV_i$$

Dan berikut ini adalah persediaan rata-rata tahunan untuk masing-masing kelas

$$A_{(z,j)} = \frac{1}{2} \frac{AUV_{(z,j)}}{F_j}$$

Terakhir, nilai pemesanan total (N) dan persediaan rata-rata total (A) dinyatakan sebagai berikut untuk setiap $z = 1, 2, 3, \dots, w$

$$N_z = \sum_{j=1}^n N_{(z,j)}$$

$$A_z = \sum_{j=1}^n A_{(z,j)}$$

Dengan ini bisa dibuat Kurva-k dengan nilai-nilai N_z sebagai sumbu-x dan nilai-nilai A_z sebagai sumbu-y. Dari pembahasan di atas dapat dicermati bahwa Metodologi Kurva-k pada dasarnya adalah sebuah algoritma untuk mengelompokkan banyak macam barang ke dalam kelas-kelas pemesanan yang telah ditentukan sebelumnya.

Penggunaan teknologi pada umumnya dan perangkat lunak pada khususnya adalah penting dalam efisiensi kinerja persediaan di sebuah perusahaan manufaktur. Perangkat lunak mendorong baik peningkatan kinerja manajemen itu sendiri maupun proses riset untuk meningkatkan kinerja manajemen perusahaan. Metodologi Kurva-k tidak mungkin dilakukan tanpa perangkat lunak. KCM melibatkan banyak macam barang sehingga otomatis akan dijumpai banyak proses perulangan dalam pengolahan data yang tidak mungkin dilakukan dengan cara manual. Sebagai gambaran singkat untuk proses pengelompokan, dimisalkan bahwa di se-

buah perusahaan terdapat $x = 500$ macam barang belian yang akan dikelompokkan ke dalam 6 kelas sehingga ada $500 \cdot 6 = 3000$ kali perhitungan belum lagi proses pengelompokan diulang sebanyak w kali juga. Di sinilah perangkat lunak berperan dalam melakukan proses pengolahan data yang mustahil dilakukan manusia.

Dalam isu komputasional digunakan algoritma untuk menyatakan urutan langkah-langkah pemecahan masalah. Dalam kasus KCM, dikehendaki keluaran berupa pengelompokan x macam barang persediaan ke dalam n kelas yang dilakukan w kali sehingga diperoleh N dan A untuk membentuk Kurva- k . Keluaran akan disajikan dalam tabel. Sedangkan masukannya adalah harga barang (P) dan kuantitas penggunaan tahunan (U) barang. Metodologi Kurva- k dapat ditulis dalam algoritma uraian deskriptif sebagai berikut:

1. Baca harga barang dan kuantitas penggunaan tahunan tiap macam barang
2. Tentukan banyak kelas, banyak pengelompokan, asumsi hari kerja dalam setahun, periode pemesanan setiap kelas dan nilai awal parameter k
3. Hitung nilai penggunaan tahunan tiap macam barang frekuensi pemesanan setiap kelas, nilai-nilai parameter k
4. Hitung batas bawah dan batas atas setiap kelas
5. Kelompokkan barang-barang ke dalam kelas-kelas berdasarkan nilai penggunaan tahunnya yang memenuhi syarat pengelompokan yaitu di antara batas bawah dan batas atas dari masing-masing kelas
6. Hitung banyak macam barang dan jumlahan nilai penggunaan tahunan yang ada di dalam tiap kelas
7. Hitung jumlah pemesanan dan persediaan rata-rata setiap kelas
8. Hitung jumlah pemesanan dan persediaan rata-rata setiap pengelompokan
9. Lukiskan Kurva- k dengan jumlah pemesanan sebagai sumbu- x dan persediaan rata-rata sebagai sumbu- y
10. Sajikan informasi-informasi yang diperoleh ke dalam tabel-tabel

Dengan memodifikasi algoritma KCM di atas bisa ditulis algoritma untuk menentukan titik kinerja persediaan optimal dengan diasumsikan beban kerja yang ada adalah beban kerja maksimal yang mungkin untuk ditangani.

1. Baca jumlah pemesanan dan persediaan rata-rata dari kinerja yang ada

2. Tentukan dua jumlah pemesanan pengelompokan hasil dari algoritma KCM yang mengapit jumlah pemesanan dari kinerja persediaan yang ada beserta dua nilai k yang bersangkutan
3. Tentukan nilai toleransi untuk menghentikan iterasi
4. Hitung nilai tengah dari dua nilai k tersebut
5. Hitung batas bawah dan batas atas setiap kelas menggunakan nilai tengah tersebut
6. Kelompokkan barang-barang ke dalam kelas-kelas berdasarkan nilai penggunaan tahunnya yang memenuhi syarat pengelompokan yaitu di antara batas bawah dan batas atas dari masing-masing kelas
7. Hitung banyak macam barang dan jumlah nilai penggunaan tahunan yang ada di dalam tiap kelas
8. Hitung jumlah pemesanan dan persediaan rata-rata setiap kelas
9. Hitung jumlah pemesanan dan persediaan rata-rata pengelompokan ini
10. Jika jumlah pemesanan dari pengelompokan ini sama dengan jumlah pemesanan kinerja persediaan yang ada atau ada pada jangkauan nilai toleransi maka iterasi bisa dihentikan jika tidak iterasi bisa diteruskan dengan dua nilai k baru yang sesuai

Algoritma tersebut di atas didasarkan pada Metode Biseksi. Seperti yang telah kita ketahui Metode Biseksi digunakan dalam melakukan iterasi guna mencari nilai c yang memenuhi $f(c) = Y$. Misalkan diketahui nilai a dan b dimana $a < c < b$ maka $c = (a + b) / 2$, serta galat sebesar ε diperbolehkan pada nilai Y . Jika $f(c) = Y \pm \varepsilon$ maka iterasi berhenti dan diperoleh nilai c , lainnya jika $f(a) < f(c) < Y - \varepsilon$ maka iterasi dilanjutkan dengan $a = c$ dan $b = b$, lainnya jika $Y + \varepsilon < f(c) < f(b)$ maka iterasi dilanjutkan dengan $a = a$ dan $b = c$.

Algoritma-algoritma di atas berpadu menjadi algoritma Metodologi Kurva- k dalam pengujian kinerja persediaan optimal dengan beban maksimal yang mungkin untuk ditangani. Adalah mungkin untuk menuliskan algoritma-algoritma itu ke dalam kode semu (*pseudocode*) dan diagram alir sebelum menulis program yang sesungguhnya. Penulisan kode semu berbeda-beda tergantung pada bahasa pemrograman apa yang digunakan sebagai dasar penulisannya. Penulis memakai

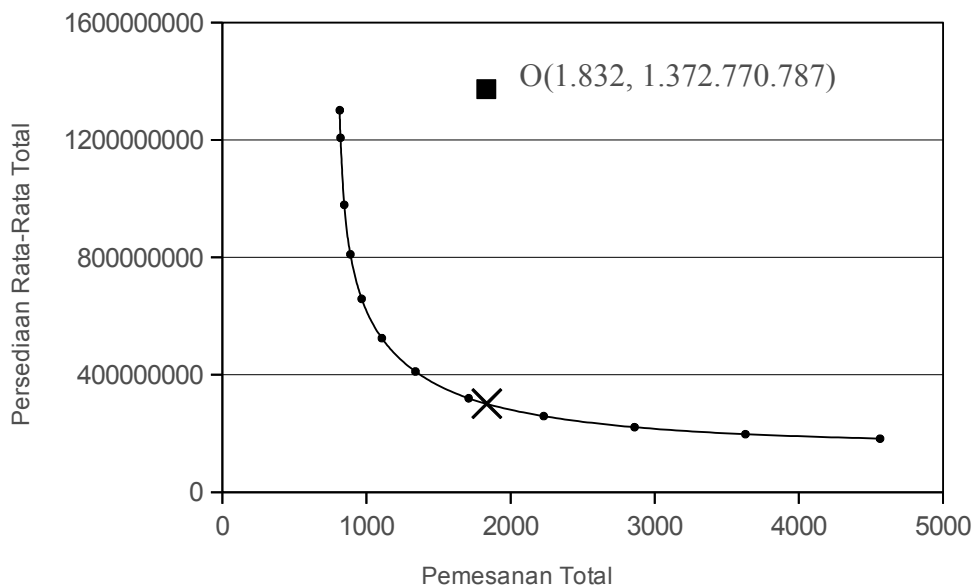
perangkat lunak Maxima dalam komputasi.

Sebagai peragaan, komputasi KCM dilakukan pada barang persediaan belian di PT Ploss Asia. Komputasi tersebut menghasilkan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel Klasifikasi Persediaan Optimal

G_j	F_j	x_j	AUV_j (Rp)	N_j	A_j (Rp)
1	12	21	2.660.863.322	252	110.869.305
2	6	61	703.735.958	366	58.644.663
3	4	78	296.624.364	312	37.078.045
4	3	70	132.700.664	210	22.116.777
5	2	120	123.638.938	240	30.909.734
6	1	455	84.271.320	455	42.135.660
Total		805		1.835	301.754.186

Klasifikasi tersebut terletak pada titik X pada gambar Kurva- k berikut. Bandingkan dengan titik ■, yaitu kinerja persediaan sebelumnya, yang terletak jauh dari Kurva- k yang merupakan keseimbangan optimal antara jumlah pemesanan dan persediaan rata-rata.



Gambar Kinerja Persediaan Optimal PT Ploss Asia di 2010-2011

Ada 805 macam barang persediaan belian di PT Ploss Asia di tahun 2010. Barang-barang tersebut dipesan sebanyak 1.832 kali, di tahun yang sama, dengan persediaan rata-rata senilai Rp 1.372.770.787,00. Nilai penggunaan barang-barang persediaan belian di tahun 2010 adalah mencapai Rp 4.001.834.566,00 dengan nilai penggunaan tahunan masing-masing macam barang bervariasi antara paling kecil Rp 400,00 hingga paling besar senilai Rp 1.123.057.088,00. Macam-macam barang diurutkan secara menurun dari nilai penggunaan tahunan paling besar hingga yang paling kecil. Dari komputasi Metodologi Kurva- k dalam pengujian kinerja persediaan optimal diperoleh nilai $kX = \text{Rp } 165.625,00$. Dengan nilai parameter k tersebut, barang belian PT Ploss Asia diklasifikasikan ke dalam kelas G_j seperti nampak pada Tabel Klasifikasi Persediaan Optimal. Kinerja persediaan yang dicapai dengan klasifikasi tersebut, yaitu titik $X(1.835, 301.754.186)$ adalah optimal dengan catatan beban kerja yang ada adalah beban kerja maksimal yang mungkin untuk ditangani pihak manajemen. Pada komputasi diperbolehkan galat sebesar +5 dari besar beban kerja yang ada.

III. KESIMPULAN

Komputasi Metodologi Kurva- k (KCM) berhasil dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Maxima. Komputasi berdasarkan algoritma KCM dalam pengujian kinerja persediaan optimal dengan asumsi beban kerja yang ada adalah beban kerja maksimal yang mungkin untuk ditangani. Hal tersebut ditunjukkan oleh peragaan komputasi dengan mengolah data riwayat persediaan PT Ploss Asia tahun 2010. Hasil penting yang diperoleh dari komputasi tersebut secara singkat adalah apabila di tahun 2011 PT Ploss Asia memiliki perencanaan produksi dan beban kerja yang tidak terlampaui jauh dengan tahun 2010, maka perusahaan cukup berinvestasi untuk persediaan rata-rata senilai Rp 301.754.186,00 di tahun 2011. Nilai itu lebih hemat 78% daripada persediaan rata-rata yang dibelanjakan pada tahun 2010.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burcher, P., Dupernex, S. & Relph, G. 1995. Competitive Advantage for Batch Manufacturing Using Capacitated Batch Sizing within MRP, dalam *Jurnal BPICS Control*, Agustus/September, 25–30.
- [2] Gaspersz, V. 1998. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, Jakarta: Gramedia.
- [3] Harris, F.W. 1913. How Many Parts to Make at Once, dalam *Jurnal Factory - The Magazine of Management*, Februari, 135–136 dan 152.
- [4] Kalangi, J.B. 1997. *Matematika untuk Ekonomi dan Bisnis*, Yogyakarta: BPFE.
- [5] Ravindran, A.R., Azadivar, F. & Rangarajan, A. 2008. *Operations Research and Management Science Handbook*, Boca Raton: CRC Press.
- [6] Relph, G., Browne, L., Dupernex, S. & Dance, R. 1994. Improved Inventory Performance into the 21st Century, dalam *Jurnal BPICS Control*, Juni/Juli, 23–26.
- [7] Schwarz, M. 1999. *Muti-Item Inventory Control: The K-Curve Methodology*, Jerman: Universitas Hamburg.
- [8] Shah, S., Burcher, P. & Relph, G. 1990. Extending the Pareto Principle to MRP Controlled Parts and Regaining MRP Control, dalam *Jurnal BPICS Control*, April/Mei, 39–45.