



MODEL OPTIMASI UNTUK MENENTUKAN TINGKAT PRODUKSI PRODUK *MULTI ITEM* BERKATAGORI CEPAT RUSAK

Dadang Arifin¹, Zaenal Muttaqien², Gianti Puspawardhani¹

¹)Program Studi Teknik Industri, Universitas Jenderal Achmad Yani, Indonesia

²)Program Magister Manajemen Teknologi, Universitas Jenderal Achmad Yani, Indonesia

Abstrak: Tulisan ini berisi mengenai model optimasi untuk menentukan tingkat produksi optimal bagi produk-produk berumur pendek atau produk katagori cepat rusak (*perishable products*). Tulisan ini sebagai kelanjutan dari model single item yang telah dikembangkan sebelumnya. Tujuan dari model ini adalah untuk menentukan tingkat produksi optimal untuk multi produk (*multi item*) bagi produk yang memiliki umur pendek atau cepat rusak. Kriteria yang digunakan adalah minimasi **biaya total** dari biaya-biaya yang dipertimbangkan dalam model yaitu biaya produksi, biaya *set-up*, biaya penyimpanan dan biaya kadaluarsa (*expired cost*). Metodologi penelitian dimulai dengan observasi dari sistem ril yang menganut sistem produksi batch (*batch production system*), kemudian mempelajari beberapa referensi yang dianggap relevan sehingga diperoleh model optimasi berupa model matematis. Model *multi item* ini semua produk menggunakan fasilitas yang sama sehingga kegiatan produksi untuk tiap item dilakukan secara bergantian dengan mengikuti ukuran tertentu. Model yang dikembangkan adalah untuk menentukan ukuran batch setiap item dalam tiap putaran produksi sehingga dapat meminimasi biaya total, meminimasi kelangkaan serta mengurangi penumpukan yang berakibat terhadap terjadinya kadaluarsa. Fungsi pembatas yang dipertimbangkan adalah kapasitas, demand, dan umur produk (*life time*). Model yang dihasilkan divalidasi secara matematis dan empiris, di mana prosenya dapat dilihat mulai dari persamaan 1 sampai persamaan 7 di halaman berikutnya. Validasi secara matematis dilakukan dengan menggunakan konsep turunan, sedangkan empiris menggunakan metode numerasi dari contoh kasus. Dengan adanya model ini diharapkan akan memberikan manfaat praktis bagi para praktisi maupun bagi kalangan akademisi khususnya mahasiswa.

Kata kunci: biaya, optimal, kadaluarsa, kekurangan, kelebihan

I. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai pengembangan model optimasi merupakan penelitian yang cukup menarik dan penting sebagai jawaban terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan. Beberapa model banyak dikembangkan dalam permasalahan

manajemen produksi seperti yang dimuat dalam beberapa buku, namun model yang dimuat mayoritas masih dalam bentuk konsep dasar sehingga untuk beberapa permasalahan yang lebih kompleks diperlukan pengembangan atau modifikasi. Beberapa hal dalam manajemen produksi yang seringkali terabaikan diantaranya adalah, variasi waktu proses, kerusakan mesin, kegagalan atau persentase cacat, usia produk, kapasitas penyimpanan dan lain sebagainya. Pada tulisan ini dikembangkan model untuk menentukan tingkat produksi optimal dengan

¹) arifinddg@gmail.com, dadang.arifin@lecture.unjani.ac.id

Diterima: 8 Mei 2024

Direvisi: 15 Juni 2024

Disetujui: 25 Juni 2024

DOI: 10.23969/infomatek.v26i1.13659

mempertimbangkan usia produk atau kadaluarsa. Model yang dikembangkan ini diyakini ini akan bermanfaat untuk mengelola produk-produk dengan katagori cepat rusak. (Arifin, D, 2020) telah mengembangkan model untuk menentukan tingkat produksi optimal produk katagori cepat rusak dengan judul *Determining Production Quantity Models for Short-Age (Perishable) Products*, yang diterbitkan dalam jurnal *Food Science Technology* 8(2): 23-27,2020. Model tersebut bertujuan untuk menentukan tingkat produksi optimal (dalam ukuran *batch*) untuk produk tunggal katagori berumur pendek atau cepat rusak.

Berdasarkan observasi di lapangan banyak kegiatan produksi yang menggunakan sistem produksi berdasarkan *batch* di antaranya adalah perusahaan yang memproduksi makanan olahan seperti roti, tahu, kue, dan sejenisnya. Salah satu yang menjadi perhatian peneliti adalah perusahaan yang membuat beberapa jenis produk (*multi product*) yang harus dikerjakan dengan menggunakan beberapa fasilitas produksi yang sama. Karakteristik sistem produksi seperti inilah yang menjadi objek kajian dalam tulisan ini dengan cara mengembangkan model optimasi untuk menentukan tingkat produksi optimal bagi beberapa jenis produk yang berkatagori cepat rusak atau berumur pendek. Salah satu model yang dikembangkan oleh peneliti terdahulu yang sesuai dengan karakteristik sistem produksi tersebut adalah model Multi Item *Economic Production Quantity* (EPQ), (Richard J Tersine, 1994). Model yang dimuat dalam buku tersebut tidak mempertimbangkan usia produk, karena itu dalam tulisan ini peneliti mengembangkan model penentuan tingkat produksi optimal (*batch*) multi produk katagori produk usia pendek atau cepat rusak (*perishable product*) sebagai kelanjutan dari penelitian tahun 2020. Diharapkan model ini

bisa memberikan banyak manfaat terutama bagi perusahaan pengolahan makanan dan minuman dimana produk tersebut rata-rata memiliki umur relatif pendek (*non durable goods*), jika dibandingkan dengan produk lainnya. Sementara jenis produk dengan umur pendek jumlahnya relatif lebih banyak dibandingkan dengan produk dengan umur panjang (*durable goods*). Selain itu tingkat kebutuhan barang-barang tersebut selalu mengalami tren yang meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia dan mahluk hidup yang lainnya. Hal ini memberikan sebuah peluang dan sekaligus tantangan bagi para pengusaha di bidang ini untuk mampu mengelola produk tersebut dengan sebaik-baiknya.

Penelitian tentang pengelolaan produk berumur pendek sudah cukup banyak dilakukan, diantaranya adalah, (Linh N.K. Duong et al., 2015) mengembangkan sebuah sistem manajemen persediaan multi kriteria untuk produk pengganti dan cepat rusak. Makalah tersebut mengusulkan untuk menggunakan pendekatan multi-metrik, termasuk rasio varians Tingkat pemesanan, persediaan rata-rata, dan tingkat pemenuhan. Makalah ini cukup memperluas teori persediaan dengan mempertimbangkan manajemen persediaan produk yang memiliki masa pakai multi-periode, waktu tunggu, tingkat layanan pelanggan yang diperlukan, tetapi setiap kriteria tersebut diperlakukan secara terpisah.

(Jing Chen et al., 2018) mengembangkan sebuah model untuk mengelola pengiriman produk berumur pendek dengan mempertimbangkan tingkat kesegarannya. Model berorientasi pada kualitas produk dengan metode yang digunakan salah satunya adalah metode perancangan eksperimen. (Liu Hengyu et al., 2018)

mengembangkan model untuk menentukan tingkat pembelian optimal dan kebijakan penambahan ulang persediaan untuk produk pertanian yang bersifat musiman dan mudah rusak. Makalah ini membahas keputusan mengenai jumlah pembelian dan pengambilan persediaan yang optimal dengan mempertimbangkan biaya penyimpanan, kekurangan dan kelebihan, prospek harga dan permintaan di masa depan, dan kerusakan produk.

(Zhixiang Chen et al., 2018) Mengembangkan model optimasi tingkat produksi dan persediaan dengan mengendalikan harga dan promosi untuk produk berumur pendek pada kasus pemasok tunggal multi pembeli. (Arifin Dadang et al., 2018) mengembangkan model pemesanan material single item single supplier dengan mempertimbangkan usia produk dan minimum order quantity. Tulisan ini sebagai hasil penelitian di salah satu perusahaan pembuat pesawat terbang yang berlokasi di Bandung, Inonesia. (Arifin Dadang et al., 2019) sebagai kelanjutan dari penelitian tahun 2018 mengembangkan model pemesanan dengan interval tetap untuk multi item single supplier dengan mempertimbangkan usia produk dan ukuran pemesanan minimum. (Devapriya, et al., 2017) melakukan penelitian tentang penjadwalan produksi dan distribusi terintegrasi untuk produk cepat rusak. Penelitian ini berfokus pada masalah praktis berkaitan dengan produk yang mudah rusak yang harus diproduksi dan didistribusikan sebelum menjadi tidak dapat digunakan dengan tujuan meminimasi. Model yang digunakan adalah pemrograman bilangan bulat campuran diformulasikan untuk memecahkan masalah dan, heuristik berdasarkan algoritma evolusioner disediakan untuk menyelesaikan model tersebut. Itulah beberapa referensi yang penulis bahas

berkaitan dengan tulisan ini, dan masih banyak referensi lainnya yang tidak penulis bahas satu persatu (lihat daftar pustaka). Berdasarkan studi literatur dari beberapa referensi yang ditemukan penulis berpendapat bahwa model yang dikembangkan dalam artikel ini belum ada meskipun sudah banyak yang memiliki kemiripan.

II. METODOLOGI

Metodologi yang diuraikan dalam tulisan ini tidak semua tahap disampaikan dalam artikel ini tetapi hanya beberapa langkah yang penting saja.

2.1 Langkah Pengembangan

Beberapa langkah penting dalam pengembangan model ini di antaranya.

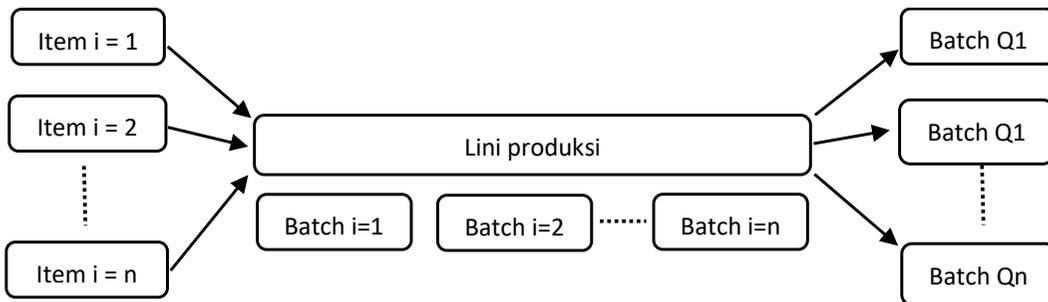
1. Mengidentifikasi karakteristik sistem ril yang ada. Model yang dikembangkan tidak hanya bersifat lateral tetapi diambil dari kasus ril yang sering dihadapi di lapangan. Karena itu dalam pengembangan model ini perlu tahap karakterisasi sistem yang diperoleh melalui beberapa observasi langsung.
2. Menentukan tujuan pemodelan, tahap ini tahap yang paling penting untuk memformulasikan model optimasi yang sejalan dengan kebijakan dan tujuan perusahaan.
3. Mengidentifikasi variabel keputusan dan parameter biaya yang harus dipertimbangkan dalam model, kemudian memformulasikan dalam bentuk matematis.
4. Mengidentifikasi batasan-batasan (constraints) yang ada dalam sistem di antaranya kebutuhan pasar, usia produk, dan kapasitas produksi.
5. Memformulasikan model dalam bentuk matematis atau berupa algoritma untuk memperoleh solusi optimal.
6. Validasi model/algoritma yang diperoleh pada langkah 5. Validasi dilakukan secara

matematis dengan menggunakan konsep turunan dan validasi secara empiris pada saat implementasi.

7. Implementasi model. Dalam implementasi model peneliti menggunakan contoh pada perusahaan makanan yang atas permintaan pihak perusahaan tidak disebutkan namanya.

2.2 Karakterisasi sistem

Perusahaan manufaktur memproduksi sebanyak n jenis produk dimana setiap produk menggunakan fasilitas yang sama, sehingga setiap item produk dibuat berdasarkan *batch*



Gambar 1. Ilustrasi sistem produksi

2.3 Pemodelan

Permasalahan dalam pemodelan adalah berapa ukuran batch setiap item agar mampu memenuhi kebutuhan (*demand*) tetapi menghasilkan biaya total minimum. Biaya yang dipertimbangkan di antaranya adalah biaya produksi per unit, biaya set-up, biaya penyimpanan dan biaya kadaluarsa (atau biaya akibat kerusakan barang). Permasalahan berikutnya adalah menentukan urutan produksi, dalam hal ini penulis menggunakan metode ROT (*run out method*) dari Richard J Tersine.

Dalam pemodelan difokuskan pada satu putaran produksi yang harus memproduksi seluruh item i yang berbeda masing-masing berukuran dalam batch Q_i dimana $i = 1, 2, \dots, n$. Perhitungan biaya total dilihat dalam satu

secara bergantian dengan pertimbangan meminimasi biaya *set-up* dan kemudahan dalam berproduksi. Setiap putaran produksi akan diproduksi seluruh item $i = 1, 2, \dots, n$, secara berurutan dengan ukuran batch yang berbeda dengan ukuran batch masing-masing sebanyak Q_i (ukuran batch item i). Ukuran setiap produksi (*batch*) setiap item didasarkan atas pertimbangan kebutuhan tahunan, usia produk, dan kapasitas produksi yang dimiliki yang dianggap sebagai batasan model. Gambar 1 memperlihatkan ilustrasi dari sistem ril pada gambar berikut ini.

horizon perencanaan tahunan yang terdiri dari beberapa putaran produksi (m). Atas dasar ini, variabel keputusan yang akan berpengaruh terhadap ongkos total selain ukuran batch setiap item adalah jumlah putaran produksi (m) dalam satu tahun perencanaan. Variabel inilah yang akan dioptimalkan terlebih dahulu, kemudian tingkat produksi optimal untuk setiap item dapat dihitung. Model biaya total dapat dilihat dalam rumus dibawah ini, dimana biaya total terdiri dari biaya produksi, biaya set-up, biaya simpan dan biaya kadaluarsa. Beberapa notasi parameter yang diperlukan dalam model ini adalah sebagai berikut.

- P_i = Biaya produksi untuk item i
- R_i = Keptuhan tahunan untuk item i
- C_i = Biaya set-up untuk item i
- H_i = Biaya simpan per unit per tahun item i

p_i = Tingkat produksi harian untuk item i
 r_i = Tingkat kebutuhan harian untuk item i
 Lt_i = Usia produk untuk item i

n = Jumlah total item
 E_i = Biaya kadaluarsa untuk for item i
 m = Jumlah putaran produksi per tahun

Fungsi tujuan adalah meminimasi biaya total dengan formulasi ditulis seperti berikut ini,

$$TC(m) = \sum_{i=1}^n P_i R_i + m \sum_{i=1}^n C_i + \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{R_i}{m} - Lt_i r_i \right) E_i$$

$$TC(m) = \sum_{i=1}^n P_i R_i + m \sum_{i=1}^n C_i + \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} + \sum_{i=1}^n \frac{E_i R_i}{m} - \sum_{i=1}^n Lt_i r_i E_i \quad (1)$$

Untuk memperoleh total biaya minimum dilakukan penurunan terhadap m , $\frac{dTC(m)}{dm} = 0$ di tetapkan sama dengan nol sebagai berikut

$$TC'(m) = \frac{dTC(m)}{dm} = 0 + \sum_{i=1}^n C_i - \frac{1}{2m^2} \sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} - \frac{1}{m^2} \sum_{i=1}^n E_i R_i$$

$$TC'(m) = \sum_{i=1}^n C_i - \frac{1}{2m^2} \left(\sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} + 2 \sum_{i=1}^n E_i R_i \right) \quad (2)$$

Kemudian disederhanakan menjadi

$$\sum_{i=1}^n C_i = \frac{1}{2m^2} \left(\sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} + 2 \sum_{i=1}^n E_i R_i \right), \quad (3)$$

Karena itu diperoleh nilai m dengan rumus sebagai berikut

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} + 2 \sum_{i=1}^n E_i R_i}{2 \sum_{i=1}^n C_i}}, \quad (4)$$

kemudian simbol m bisa diganti dengan m^* , adalah jumlah putaran produksi yang meminimumkan biaya total.

2.4 Validasi Model

Untuk meyakinkan bahwa nilai m tersebut menghasilkan biaya minimum peneliti melakukan validasi melalui tununan ke-dua dari persamaan (2). Jika turunan ke-dua bernilai positif atau lebih dari nol artinya nilai m merupakan nilai ekstrim minimum.

$$TC''(m) = \frac{1}{m^3} \left(\sum_{i=1}^n \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} + 2 \sum_{i=1}^n E_i R_i \right), \quad (5)$$

Terlihat bahwa $TC''(m) > 0$ atau bernilai positif artinya m^* menghasilkan biaya total paling minimum. Selain validasi dengan turunan ke-

dua, model pada persamaan 4 akan divalidasi dengan metode numerasi (lihat tabel 3).

Untuk kelayakan penggunaan persamaan di atas, maka jika N adalah jumlah hari dalam satu tahun, maka model tersebut layak jika memenuhi persamaan dibawah ini.

$$\frac{N}{m^*} \geq \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{p_i} \quad (6)$$

Tingkat produksi (batch) optimum tiap item dapat dihitung dengan

$$Q_i = \frac{R_i}{m} \quad (7)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menyajikan implementasi model sebagai contoh penerapan dari model yang dikembangkan. Untuk contoh penerapan digunakan contoh kasus yang ada pada buku *Principles of inventory and Materials Management* (Richard J Tersine, 1994 hal 129) dengan menambahkan variabel biaya kadaluarsa. Diketahui ada 5 jenis produk yang harus dibuat melewati stasiun produksi yang sama sehingga pengerjaan di stasiun tersebut dilakukan dengan cara bergantian (berurutan) berdasarkan ukuran *batch* (Q) tertentu,

dengan rincian seperti dalam tabel di bawah ini. Kebutuhan produk tiap periodenya bervariasi, tetapi rata-ratanya bisa diperkirakan berdasarkan peramalan yang sesuai. Konsumen diasumsi datang langsung

untuk melakukan pembelian barang. Data biaya produksi, biaya simpan, biaya set-up dan biaya kadaluarsa dianggap sudah melalui proses perhitungan yang benar. Adapun data dan perhitungan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 Data kebutuhan dan data biaya (\$) yang terlibat

Item (i)	Kebutuhan tahunan (R)	Biaya produksi per unit (P)	Laju produksi per hari (p)	Biaya simpan per unit per tahun (H)	Biaya set-up (Ci)	Laju kebutuhan harian (r)	Biaya kadaluarsa per unit (Ei)	Umur produk (hari)
A	5000	6	100	1,6	40	20	7	3
B	10000	5	400	1,4	25	40	6	3
C	7000	3	350	0,5	30	28	4	3
D	15000	4	200	1,15	27	60	5	3
E	4000	6	100	1,65	80	16	7	3
Jumlah					202			

Untuk mempermudah perhitungan persamaan 4 di atas dilakukan perhitungan melalui Tabel 2 pada halaman berikutnya. Hasil dari persamaan 4 diperoleh jumlah putaran produksi sebagai berikut.

$$m = \sqrt{\frac{39839 + 2(226000)}{2(202)}} = 34,9$$

Tabel 2. Perhitungan untuk menentukan putaran produksi optimal

(1) Item	(2) Laju produksi (p)	(3) Laju kebutuhan (r)	(4) $\frac{(p_i - r_i)R_i}{p_i}$	(5) Biaya simpan (H)	(6) Kol. 4 x kol. 5	(7) $E_i \cdot R_i$	(8) $Q_i = \frac{R_i}{m}$	(9) Q_i/p_i	(10) Q_i/r_i
A	100	20	4000	1,6	6400	35000	143	1,43	7
B	400	40	9000	1,4	12600	60000	286	0,71	7
C	350	28	6440	0,5	3220	28000	200	0,57	7
D	200	60	10500	1,15	12075	75000	429	2,14	7
E	100	16	3360	1,65	5544	28000	114	1,14	7
Jumlah					39839	226000	6		

Dari perhitungan melalui Tabel 2 untuk persamaan 4 di atas, jumlah putaran produksi optimal diperoleh 34,9 kali atau dibulatkan menjadi 35 kali dalam satu tahun. Setiap putaran produksi memerlukan waktu 6 hari kerja dengan ukuran (*batch*) tiap item masing-masing dapat dilihat pada Tabel 2 kolom 8.

Dari hasil perhitungan yang diperoleh melalui persamaan 4, kemudian dilakukan validasi dengan menggunakan metode numerasi (Tabel 3). Dengan cara memasukan (substitusi) nilai *m* pada fungsi tujuan atau model ongkos total pada persamaan 1, dimulai dari nilai *m* cukup kecil positif ($m > 0$) sampai diperoleh nilai biaya total terkecil. Ini dapat dilihat

(ditelusuri) pada Tabel 3 yaitu dimulai terjadi penurunan biaya total sampai terjadi kenaikan biaya total (kolom 6) yaitu pada $m = 35$ (lihat pada tabel 3 diberi warna kuning).

Hasil perolehan nilai m melalui metode numerasi sama dengan nilai m yang diperoleh melalui persamaan 4. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi yang diturunkan di atas valid.

Karena itu jumlah putaran produksi optimal dalam satu tahun adalah sebanyak 35 kali.

Kemudian untuk melihat ketersediaan waktu dalam satu tahun dengan kebutuhan waktu produksi keseluruhan (semua item dalam satu tahun) dicek dengan menggunakan persamaan 6, hasilnya diperoleh.

$$250 \geq \sum_{i=1}^n \frac{5000}{100} + \frac{10000}{400} + \frac{7000}{350} + \frac{15000}{200} + \frac{4000}{100}$$

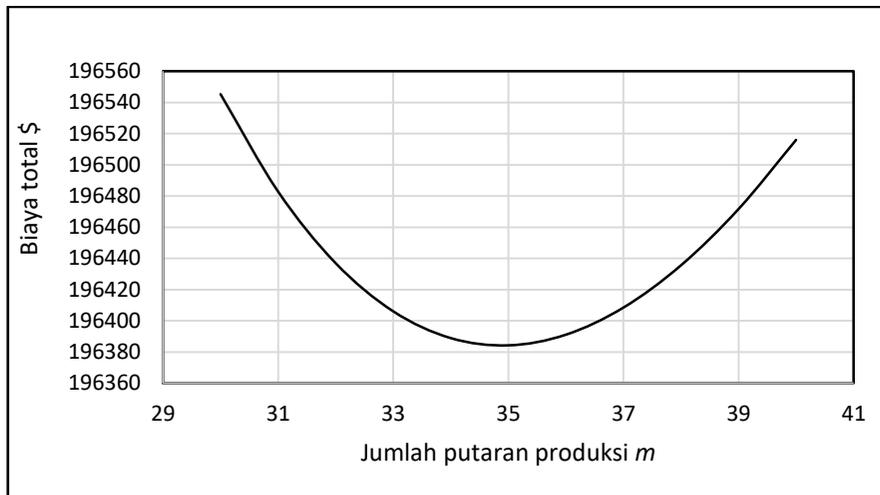
Nilai 250 diketahui sebagai jumlah hari kerja yang tersedia dalam satu tahun. Sedangkan kebutuhan waktu produksi selama satu tahun adalah 210 hari. Artinya waktu yang tersedia selama satu tahun mencukupi (melebihi) waktu yang dibutuhkan selama satu tahun. Kelonggaran waktu diperkirakan selama 40 hari.

Karena itu jika hari kerja dalam satu tahun adalah 250 hari, maka rata-rata waktu untuk satu putaran produksi adalah $(250/35) = 7,14$ hari. Artinya dalam waktu 7,14 hari semua item A, B, C, D dan E harus diproduksi masing-masing sebanyak Q yang dihitung dari persamaan 7, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 kolom 8.

Tabel 3. Validasi nilai m berdasarkan biaya total minimum (\$)

Jumlah putaran produksi (m)	Biaya produksi	Biaya Set-up	Biaya simpan	Biaya kadaluarsa	Biaya total TC(m)
30	185000	6060	664,0	4821,3	196545,3
31	185000	6262	642,6	4578,3	196482,9
32	185000	6464	622,5	4350,5	196437,0
33	185000	6666	603,6	4136,5	196406,1
34	185000	6868	585,9	3935,1	196388,9
35	185000	7070	569,1	3745,1	196384,3
36	185000	7272	553,3	3565,8	196391,1
37	185000	7474	538,4	3396,1	196408,5
38	185000	7676	524,2	3235,4	196435,6
39	185000	7878	510,8	3082,9	196471,6
40	185000	8080	498,0	2938,0	196516,0

Untuk menghemat ruang dalam tabel ini hanya ditunjukkan nilai m mulai dari 30 sampai 40 saja. Untuk memperjelas hasil perhitungan tabel di atas berikut menunjukkan kurva biaya minimum pada putaran produksi $m = 35$. Biaya total pada $m = 35$ dapat di lihat pada Tabel 3 yaitu sebesar \$.196.384,3 selama satu tahun.



Gambar 2. Kurva biaya

Tingkat produksi optimal untuk setiap item dapat dilihat dalam tabel 3.2, kolom 8. Kolom 9 menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi setiap item dalam tiap putaran produksi, sehingga waktu yang dibutuhkan tiap putaran untuk semua item adalah 6 hari. Waktu yang tersedia dalam tiap putaran adalah 7 hari sehingga ada jeda atau sisa waktu satu hari yang bisa digunakan untuk kegiatan lain seperti *maintenance* dan lain lain.

Untuk menentukan urutan pengerjaan dari ke lima produk peneliti menggunakan metode ROT (*run out method*) dari Richard J Tersine. ROT melihat perbandingan antara posisi persediaan terakhir dengan tingkat kebutuhan pada periode tersebut. Item yang memiliki ROT terkecil diprioritaskan untuk menjadi urutan pertama produksi, hal ini dilakukan untuk meminimasi resiko terjadi kekurangan.

$$ROT_i = \frac{\text{current inventory position of item } i}{\text{demand per period for item } i} \quad (8)$$

Tabel 4. Perhitungan ROT untuk menentukan urutan produksi

(1) Item	(2) Waktu proses (jam per unit)	(3) Ukuran produksi batch (Q)	(4) Perkiraan kebutuhan per period	(5) Posisi persediaan terakhir	(6) Waktu standar jam per batch	(7) ROT (kol. 5)/ (kol. 4)	(8) Urutan produksi
A	0,070	143	96	15	10	0,156	4
B	0,018	286	192	10	5	0,052	2
C	0,020	200	135	12	4	0,089	3
D	0,035	429	288	14	15	0,049	1
E	0,070	114	77	13	8	0,169	5

Urutan pengerjaan berdasarkan ROT terkecil yaitu D, B, C, A, E.

Kelayakan hasil perhitungan akan tergantung pada waktu yang tersedia dalam setiap periode (tahunan). Jika waktu yang tersedia lebih pendek dari pada waktu yang

dibutuhkan, maka rencana produksi dengan ukuran batch di atas terlalu besar. Solusinya adalah penambahan jumlah hari kerja atau

penambahan jam kerja (dengan kerja lembur jika memungkinkan).

Life time yang terlalu pendek akan menyebabkan biaya kadaluarsa lebih besar meskipun dari formulasi yang diturunkan secara matematis tidak berpengaruh langsung dalam menentukan jumlah putaran produksi maupun dalam menentukan ukuran *batch* optimal. Ketika biaya kadaluarsa cukup mahal, jumlah putaran produksi menjadi lebih banyak yang berakibat waktu setiap putaran produksi menjadi lebih pendek. Hal ini sebagai konsekuensi dari meminimasi resiko terjadi banyaknya kadaluarsa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan, validasi model dan implementasi ada beberapa yang bisa disimpulkan dalam tulisan ini, di antaranya.

1. Model optimasi yang diperoleh melalui konsep turunan menghasilkan hasil yang sama dibandingkan dengan hasil melalui metode enumerasi.
2. Model optmasi yang dikembangkan untuk single item dan multi item akan cocok jika parameter-parameter yang berkaitan dengan demand, kapasitas, maupun parameter ongkos dianggap konstan selama periode perencanaan. Unsur-unsur probabilistik dalam model ini tidak di pertimbangkan.
3. Model biaya yang dikembangkan hanya melibatkan biaya produksi, biaya set-up, biaya penyimpanan dan biaya kadaluarsa akibat adanya keterbatasan usia produk.
4. Dari penurunan rumus di atas dalam contoh kasus ini usia produk tidak memberikan pengaruh langsung terhadap perhitungan optimal yang diwakili oleh biaya kadaluarsa.
5. Perlu dibuat validasi lanjutan dengan menggunakan kasus lain untuk

meyakinkan bahwa model tersebut benar benar realistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo-Ojeda, A., & Chen, M. (2020). Multi-level lot-sizing with raw-material perishability, deterioration, and batch ordering: an application of production planning in advanced composite manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 145, 106484.
- Amorim, P., Belo-Filho, M. A. F., Toledo, F. D., Almeder, C., & Almada-Lobo, B. (2013). Lot sizing versus batching in the production and distribution planning of perishable goods. *International Journal of Production Economics*, 146(1), 208-218.
- Arifin D, Charisma C, (2018). Material Procurement Model Considering Life Time and Minimum Order Quantity, *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operation Management (IEOM)*, Bandung-Indonesia.
- Arifin D, Yusuf E, & Charisma C. (2019). Fixed Order Quantity Model for Multi Item Single Supplier Considering Life Time and Minimum Order Quantity, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume1, 179.
- Arifin, D., Muttaqien, Z. & Yusriski, R. (2020). Determining Production Quantity Models for Short-Age (Perishable) Products, *Food Science Technology* 8(2): 23-27.
- Benjamin, B. (2004). *Logistics Engineering and Management*, sixth edition, Prentice-Hall.
- Broekmeulen, R. (2009). A heuristic to manage perishable inventory with batch ordering, positive lead-times, and time-varying demand. *Computers & Operations Research*, 36(11), 3013-3018.
- Castellano, D., Gallo, M., Grassi, A. & Santillo, L.C. (2019). Batching decisions in multi-item production systems with learning

- effect. *Computers & Industrial Engineering*, 131: 578-591.
- Charnprasitphon, A. (2007). *Modeling and analysis of the batch production scheduling problem for perishable products with setup times*, 68(05).
- Chen, J., Dong, M., & Xu, L. (2018). A perishable product shipment consolidation model considering freshness-keeping effort. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 115, 56-86.
- Chen, Z. (2018). Optimization of production inventory with pricing and promotion effort for a single-vendor multi-buyer system of perishable products. *International Journal of Production Economics*, 203, 333-349.
- Chiu, Y.P., Chang, H.H., Chiu, T. & Chiu, S.W. (2021). A multi-item batch fabrication problem featuring delayed product differentiation, outsourcing, and quality assurance. *International Journal of Industrial Engineering Computations*. 12(1): 63-78.
- Devapriya, P. (2017). Integrated production and distribution scheduling with a perishable product. *European Journal of Operational Research*, 259.3: 906-916.
- Duong, L. N., Wood, L. C. & Wang, W. Y. (2015). A multi-criteria inventory management system for perishable & substitutable products. *Procedia Manufacturing*, 2, 66-76.
- Eilon, S. (1985). Multi-product batch production on a single machine—a problem revisited. *Omega*, 13.5: 453-468.
- Kırcı, M., Biçer, (2019). Optimal replenishment cycle for perishable items facing demand uncertainty in a two-echelon inventory system. *International Journal of Production Research*, 57(4), 1250-1264.
- Liu, H., Zhang, J., Zhou, C., & Ru, Y. (2018). Optimal purchase and inventory retrieval policies for perishable seasonal agricultural products. *Omega*, 79, 133-145.
- Meng, G., & Heragu, S. S. (2004). Batch size modeling in a multi-item, discrete manufacturing system via an open queuing network. *IIE transactions*, 36(8), 743-753.
- Mitwasi, M. (1994). Production planning for a multi-item, single-stage kanban system. *The International Journal of Production Research*, 32(5), 1173-1195.
- Richard J, Tersine. (1994). *Economic Production Quantity, Material Management and Inventory Analysis*, Texbook 1994.
- Santos, C., & Magazine, M. (1985). Batching in single operation manufacturing systems. *Operations Research Letters*, 4(3): 99-103.
- Seyedhosseini, S. M., & Ghoreyshi, S. M.. (2014). An integrated model for production and distribution planning of perishable products with inventory and routing considerations. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-10.
- Silver, E.A., Pyke, D.F., & Peterson, R. (1998) *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, Third edition, John Wiley & Son Inc.
- Tayyab, M., & Sarkar, B. (2016). Optimal batch quantity in a cleaner multi-stage lean production system with random defective rate. *Journal of cleaner production*, 139, 922-934.