

PEMODELAN *SYSTEM DYNAMICS* PROSES PENGADAAN BAHAN BAKU YANG MENGGUNAKAN MEKANISME (R, Q)

Tan Maria Prajitno Putri¹, Yusufitus Gugun², Syahrul Fadhil Hanafi³, Kornelis Ratini⁴, Yubilius Ardido Laminto⁵, Petrus Setya Murdapa^{6*}

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Rekayasa Industri FT UKWMS
Jl Manggis 15-17 Kota Madiun

¹tanmariaz85@gmail.com, ²yusufitusgugungugun@gmail.com, ³syahrulh067@gmail.com,
⁴ardidolaminto100300@gmail.com, ⁵kornelisratini@gmail.com, ⁶petrus.setya@ukwms.ac.id

ABSTRAK

Paper ini membahas bagaimana proses pengadaan bahan baku produksi dapat dimodelkan dengan menggunakan metode *system dynamics*. Proses pengadaan bahan baku tersebut memperhatikan durasi waktu pemrosesan order oleh pihak *supplier* dan durasi waktu untuk transportasi dari lokasi *supplier* ke lokasi gudang bahan baku di pabrik. Pemodelan ini dilakukan dengan terlebih dahulu menyusun stock and flow diagram. Di balik diagram tersebut terdapat sehimpunan persamaan yang beberapa di antaranya merupakan persamaan diferensial ordiner. Persamaan-persamaan tersebut harus diselesaikan secara simultan. Persoalan yang muncul ialah munculnya pengiriman berkali-kali (dalam hal ini tiga kali) ketika hanya keputusan pemesanan hanya dilakukan satu kali. Paper ini memaparkan cara menyelesaikan persoalan tersebut. Caranya adalah dengan menambahkan aspek "memori" ke dalam diagram maka permasalahan pun dapat diatasi. Eksekusi program dilakukan dengan software Vensim PLE.

Kata Kunci: stock replenishment, mekanisme (Q,R), *system dynamics*

ABSTRACT

This paper discusses how the process of procuring production raw materials can be modeled using the system dynamics method. The raw material procurement process takes into account the duration of order processing time by the supplier and the duration of time for transportation from the supplier location to the raw material warehouse location at the factory. This modeling is conducted by first compiling a stock and flow diagram. Behind the diagram is a set of equations, some of which are ordinary differential equations. These equations must be solved simultaneously. The problem that arises is the emergence of multiple deliveries (in this case three times) when the decision to order is only made once. This paper describes how to solve this problem. The trick is to add the "memory" aspect to the diagram, then the problem can be overcome. Program was executed on free Vensim PLE software.

Key Word: stock replenishment, (Q,R) mechanism, *system dynamics*.

PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan baku produksi bersifat vital sehingga diperlukan adanya sistem pengadaan bahan baku yang baik. Pemenuhan kebutuhan bahan baku tersebut secara tepat akan memastikan proses produksi dapat berjalan lancar (Nurhasanah dan Tamam, 2013; Martha dan Setiawan, 2018). Adanya pengendalian terhadap persediaan bahan baku secara tepat membantu perusahaan meraih keefisienan yang tinggi dalam penggunaan bahan baku (Juventia dan Hartanti, 2016) sehingga meminimasi total inventory cost (Prima *et al*, 2014; Nalapradipta *et al*, 2019). Namun, kelebihan persediaan bahan baku juga akan menimbulkan masalah karena untuk menyimpan juga menimbulkan resiko dan biaya. Untuk bisa mengendalikan stok bahan

baku diperlukan suatu sistem pengadaan bahan baku (Utomo *et al*, 2022).

Sistem pemesanan bahan baku pada suatu pabrik merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan ketika stok berada di bawah tingkat yang telah ditentukan oleh perusahaan tersebut. Meskipun sesungguhnya merupakan proses yang sederhana namun transaksi yang dilakukan di dalam perusahaan tersebut sering tidak optimal karena belum terkomputerisasi (Saleh dan Dharmayanti, 2012) dan durasi-durasi proses yang bersifat random. Umumnya digunakan mekanisme (R, Q) di mana pemesanan sejumlah Q (order quantity) ke supplier dilakukan ketika stock bahan baku berada di bawah R (reorder point). Nilai R dan Q diputuskan oleh pengelola. Di dalamnya juga turut diperhatikan tambahan kuantitas

sebagai *safety stock*. Penetapan *R* memperhatikan *safety stock* dan *leadtime* pengadaan ataupun *service level* (Puspika *et al*, 2013). Umumnya, nilai *Q* dapat ditentukan dengan perhitungan *economic order quantity* atau *EOQ* (Guntara *et al*, 2020; Putri dan Permatasari, 2018) ataupun dengan memperhatikan parameter lainnya seperti diskon, biaya pengiriman, biaya penyimpanan dan lain sebagainya (Andries, 2019) sifat independensi barang dari barang lainnya (Rismaya, 2020), dan pihak *supplier*-nya sendiri (Nurrahman *et al*, 2018).

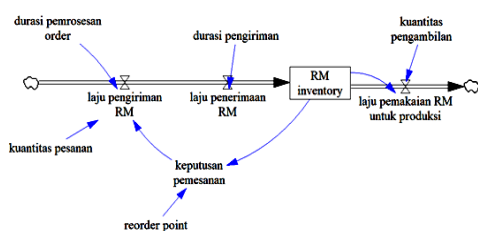
Paper ini membahas proses pengadaan bahan baku ke *supplier* menggunakan konsep (*R, Q*) di mana untuk suatu nilai *R* tertentu nilai *Q* diseleksi dengan konsep *EOQ*. Pemodelan dilakukan dalam bahasa *system dynamics* dalam Vensim PLE. Persoalan yang dihadapi ialah terlupakannya aspek “memori” pengambilan keputusan dalam model *stock and flow*. Paper ini menampilkan penyisipan aspek tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian pada paper ini dilaksanakan dengan langkah-langkah yang dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

1. Deskripsi sistem yang dikaji

Paper ini mengkaji suatu sistem pengendalian *stock* bahan baku untuk produksi di pabrik. Hanya dibahas satu jenis bahan baku. Dipesan ke *supplier* dengan mekanisme (*R, Q*). Ketika *stock* bahan baku di gudang telah berada di bawah *R*, maka langkah pemesanan harus segera diambil oleh pengelola. Pemesanan disampaikan ke *supplier* yang akan segera memprosesnya. Diperlukan durasi waktu tertentu, misalnya dua jam untuk memproses pemesanan secara administratif. Pemesanan kemudian dipenuhi dengan mulai merealisasikan pengiriman. Proses pengiriman membutuhkan durasi waktu tertentu, misalnya 4 jam, untuk sampai di lokasi gudang bahan baku di pabrik pemesan.



Gambar 1. Diagram model awal

2. Diagram *stock and flow* awal

Model disusun dalam bahasa *system dynamics*, yaitu dalam bentuk diagram *stock and flow* dan kauntifikasi relasi antar variabelnya. Semua diakomodasi dalam software Vensim PLE (Gambar 1).

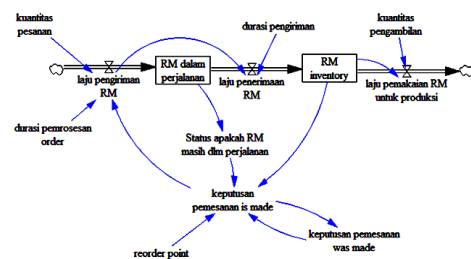
3. Uji coba model awal, verifikasi, evaluasi dan koreksi model

Verifikasi model awal dilakukan dengan mencobakan model tersebut pada suatu kasus. Ketidaksesuaian terjadi ketika suatu keputusan pemesanan diambil terlihat ada tiga kali realisasi pemesanan (Gambar 2).

Time (Day)	"keputusan pemesanan"	keputusan pemesanan
0	pemesanan	1
1	Runs:	1
2	current:	1
3		0
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0
11		0
12		0
13		0
14		0
15		0

Gambar 2. Run dari model awal - ada tiga kali realisasi pemesanan meskipun keputusan pemesanan hanya diambil satu kali.

Langkah koreksi dilakukan dengan menambahkan aspek “memori” pengambilan keputusan pada saat “status” sistem belum berubah. Permasalahan terjadi karena sistem lupa bahwa keputusan pemesanan telah diambil. Maka, status yang menunjukkan “laporan proses” ditambahkan melalui variabel: “RM dalam perjalanan”, dan “keputusan pemesanan was made”. Hasilnya diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram model revisi

Hasil run terlihat pada Gambar 4. Terlihat bahwa koreksi telah berhasil dilakukan.

Time (Day)	keputusan pemesanan is made	keputusan pemesanan is made
0	0	0
1	1	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	1	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0

Gambar 4. Run dari model revisi - hanya terjadi satu kali realisasi pemesanan ketika diambil satu kali keputusan pemesanan

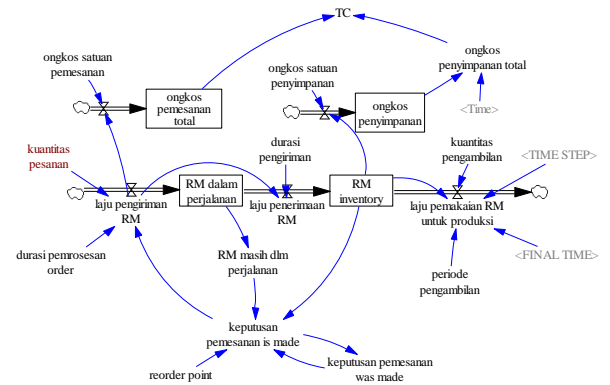
4. Penerapan model untuk menentukan kuantitas order yang ekonomis (EOQ)

Model yang diperoleh digunakan untuk penentuan EOQ secara eksperimen. Langkah pertama ialah menambahkan penghitungan ongkos (pemesanan, dan penyimpanan) ke dalam diagram model. Langkah kedua, melakukan penghitungan ongkos untuk tiap variasi Q (pada R tetap). Pada paper ini dilakukan penentuan pada R tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

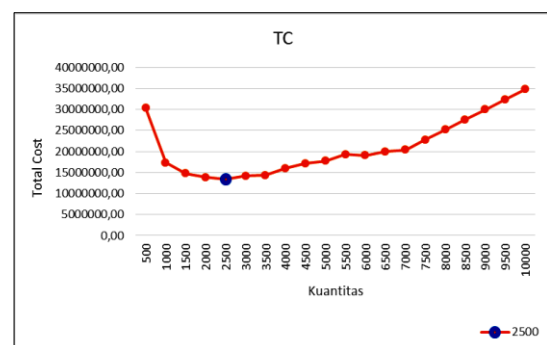
Hasil pengitungan ongkos total (jumlahan dari ongkos pemesanan total dan penyimpanan total) pada berbagai nilai nilai kuantitas pemesanan (Q) pada *reorder point* (R) tertentu diperlihatkan pada Gambar 6 berikut ini.

Berdasarkan Gambar 6, nilai kuantitas pemesanan 2500 memberikan ongkos total terkecil. Ini merupakan metode EOQ dengan metode simulasi dengan menggunakan model dalam *system dynamics*, dengan software Vensim PLE. Hasil yang sama akan diperoleh dengan metode analitis matematis.



Gambar 5. Diagram stock and flow yang sudah mengakomodasi penghitungan ongkos

Aspek “memori” diberikan dengan dua langkah: menambahkan “thermostat control – like” melalui variabel konverter: keputusan pemesanan was made (bandingkan dengan variabel konverter: keputusan pemesanan is made, lihat www.Vensim.com/help untuk penjelasan yang lebih rinci), dan menambahkan variabel stock: RM dalam perjalanan. Keduanya harus diketahui oleh variabel konverter: keputusan pemesanan is made, ketika meng-update status sistem.



Gambar 6. Kurva ongkos total vs nilai Q

Ongkos pemesanan dalam diagram model akan muncul ketika variabel flow: laju pengiriman RM, mempunyai nilai. Nilai ini bersifat *pulse* (sesaat), yang diakumulasikan hingga akhir simulasi. Sedikit berbeda, penghitungan ongkos penyimpanan muncul ketika variabel stock: RM inventory, mempunyai nilai, diakumulasikan kemudian dibagi dengan variabel waktu simulasi saat itu.

Keunggulan dari penghitungan dengan model *system dynamics* daripada dengan model analitis matematis ialah pada potensi penggunaannya yang besar yaitu fleksibel dalam berbagai situasi kasus. Apakah sistem berada dalam situasi laju penggunaan dan

leadtime yang random dalam berbagai bentuk distribusi probabilitas apapun, akan dapat di-handle oleh model ini secara mudah. Juga, dalam situasi di mana armada pengiriman dari *supplier* tidak reliabel sepenuhnya, model dapat digunakan dengan modifikasi sedikit dengan relatif mudah.

SIMPULAN DAN SARAN

Pemodelan *system dynamics* dapat digunakan untuk menganalisis sistem persediaan dengan keunggulannya yang jauh lebih fleksibel untuk diterapkan dalam berbagai situasi dibandingkan dengan metode analitis matematis. Hanya saja diperlukan penambahan aspek “memori” ke dalam model ketika satu variabel status tertentu membaca dinamika sistemnya secara terus-menerus.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Program Studi Rekayasa Industri dan Laboratorium Komputasi dan Simulasi Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya – Kampus Kota Madiun, untuk segala fasilitas yang tersedia dan dukungan publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andries, A. L. (2019). Analisis Persediaan Bahan Baku Kedelai Pada Pabrik Tahu Nur Cahaya Di Batu Kota Dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ). *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 7(2).
- Guntara, D., Nasution, M. I. P., dan Nasution, A. B. (2020). Implementasi metode economic order quantity pada aplikasi pengendalian bahan produksi sandal Mirado. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(1), 31-42.
- Jessica, J., & Hartanti, L. P. S. (2016). Analisis Persediaan Bahan Baku PT. BS dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ). Repository.ukwms.ac.id
- Martha, Kuku Anggara, and Putu Yudi Setiawan. (2018). Analisis Material Requirement Planning Produk Coconut Sugar Pada Kul-Kul Farm.
- Nurrahman, Dede, Muhamad Tabrani, and Dian Ardiansyah. (2018). Optimasi Sistem Informasi Pembelian Bahan Baku pada Pizza Hut Karawang." *Jurnal Sistem Informasi* 7 (1): 84-90.
- Nalapradipta, S., Octavia, T., & Widyadana, I. G. A. (2019). Perancangan Sistem Pengambilan Keputusan Pemesanan Barang dengan Harga Fluktuatif pada CV X. *Jurnal Titra*, 7(2), 1-8.
- Nurhasanah, N., & Tamam, M. A. (2013). Analisis pemilihan *supplier* untuk pemesanan bahan baku yang optimal menggunakan metode AHP dan Fuzzy AHP: Studi kasus di PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri*, 3(3)
- Puspika, J., & Anita, D. (2013). Inventory control dan perencanaan persediaan bahan baku produksi roti pada Pabrik Roti Bobo Pekanbaru. *Jurnal Ekonomi*, 21(03).
- Putri, W. R., & Sari, I. P. (2018). Sistem pengendalian persediaan bahan baku, inventory dan produksi pada Home Industry Mamake dengan metode reorder point berbasis web. *Jurnal Multinetics*, 4(2), 22-27.
- Prima, D. S., Setyanto, N. W., & Tantrika, C. F. M. (2014). Penerapan Sistem Mrp Untuk Pengendalian Persediaan Bahan Baku Animal Feedmill Dengan Lot Sizing Berdasarkan Algoritma Wagner-Within Dan Silver-Meal (Studi Kasus: PT. Sierad Produce, Tbk.). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(4), 130965.
- Rishmaya, R. (2020). Sistem Informasi Pengendalian Bahan Baku Menggunakan Metode Material Requirement Planning Pada PD. Samijaya Sukabumi Berbasis Web. *Jurnal Sistem Komputer*, 10(1), 17-23.
- Saleh, F. (2015). Penerapan Material Requirement Planning (MRP) pada Sistem Informasi Pesanan dan Inventory Control pada CV. ABC. *KOMPUTA: Jurnal Komputer dan Informatika*, 1(1).
- Utomo, A. W. (2022). Analisis Proses Pengadaan Bahan Baku Terigu dengan Model Sistem Dinamis pada Produksi Mi di UD. Maju Makmur Kota Madiun. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(1)