



Pemodelan Dinamis Proses Produksi *Batch* Satu Tahap Dalam Satu Mesin Dengan Memperhatikan Waktu *Loading* dan Waktu Proses

Petrus Setya Mardapa, Chatarina Dian Indrawati, Theresia Liris Windyaningrum

Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: April 02, 2024

Revised: June 27, 2024

Accepted: June 30, 2024

KEYWORDS

Batch Process, Loading, Models, System Dynamics, Unloading.

CORRESPONDENCE

Name: Chatarina Dian Indrawati

E-mail: chdian.indrawati@ukwms.ac.id

A B S T R A C T

In the batch process, the company uses the same process facilities to produce various types of products. This allows businesses to change production in response to changes in market demand. Batch processes are widely used in industry. In many cases, batch processes provide several benefits over continuous processes, especially when the industry wants to ensure and maintain the quality standards of its products. This paper proposes a behavioral model of a single-stage batch processing system, using the language of system dynamics. When run, the behavioral model will provide an overview of how the system behaves. The system dynamics language is a formulation of a system of ordinary differential equations that is extracted from the real system being studied, in the form of a stock and flow diagram. The computation of this diagram is further implemented using software. Because it is actually a calculus method, the system dynamics language provides output data much faster than discrete simulation modeling. In this paper, the system behavior modeled is mainly loading, processing and unloading activities. The verification results carried out by testing it on two different case examples show that the model can sufficiently describe the behavior of the conceptual system logically so that the model can enrich experimental tool options related to batch production processes in the future.

PENDAHULUAN

Proses produksi *batch* merupakan suatu cara produksi dimana suatu produk dibuat dalam kelompok atau jumlah tertentu dan dalam jangka waktu tertentu [1]. Proses produksi secara *batch* biasanya dilakukan terhadap produk-produk yang mempunyai nilai tinggi atau proses pembuatannya memerlukan keterampilan tertentu. Produksi *batch* digunakan untuk berbagai jenis industri yang mungkin memerlukan jumlah produksi lebih kecil sekaligus untuk memastikan standar kualitas tertentu tercapai [2]. Proses produksi dapat dikontrol secara cermat pada berbagai tahapan proses produksi.

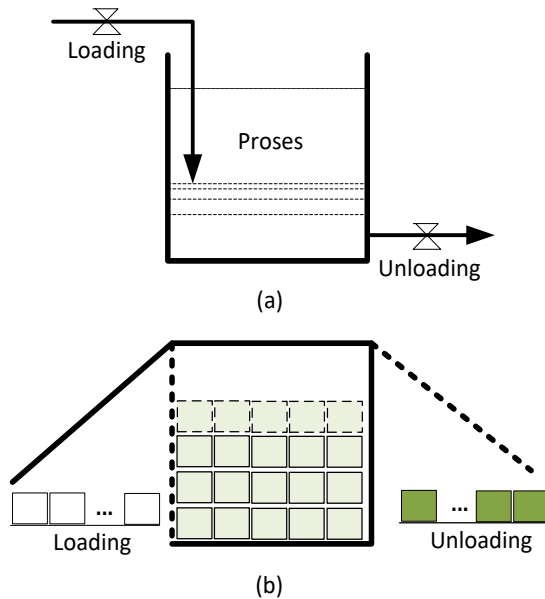
Metode produksi *batch* ini sering digunakan di berbagai bisnis dan sektor [3],[4],[5],[6] karena menawarkan banyak aplikasi yang berguna dan memberikan

keuntungan yang lebih baik dibandingkan dengan proses kontinyu.

Pada proses *batch*, dengan menggunakan fasilitas yang sama, perusahaan dapat mengubah-ubah jenis produk yang dihasilkan untuk merespons perubahan permintaan pasar secara lebih cepat. Selain itu, pelaku usaha dapat mengelola kualitas setiap *batch* dengan lebih leluasa sehingga deteksi kesalahan atau cacat produk dapat dilakukan lebih cermat dan tindakan perbaikan dapat diambil sebelum menimbulkan cacat barang lebih lanjut.

Proses *batch* satu tahap divisualisasikan pada Gambar 1. Material terlebih dulu dimuat (*loaded*) secara berangsur ke dalam mesin hingga sejumlah ukuran *batch*nya yang umumnya sesuai dengan kapasitas mesinnya. Setelah pemuatan (*loading*) selesai, maka proses dimulai dan

akan berlangsung selama *time* untuk proses. Material hasil proses (produk) kemudian dikeluarkan (*unloaded*) dari mesin untuk kemudian disimpan dalam ruang produk.

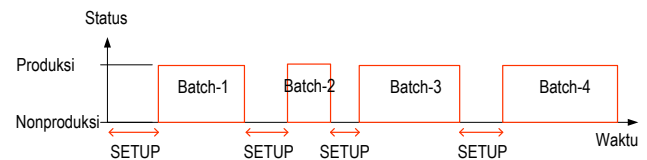


Gambar1. Visualisasi sederhana dari proses *batch* satu tahap (a) material kontinu, (b) material diskrit (Sumber: Hasil pengolahan data)

Meskipun memiliki keunggulan dalam menekan biaya produksi, proses produksi *batch* juga memiliki beberapa tantangan yang harus dihadapi. Pustaka [7] menyebutkan bahwa pada proses *batch* akan terjadi banyak interupsi yang disebabkan oleh adanya perubahan di tiap antara dua *batch* yang berturutan untuk mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan proses yang diperlukan. Misalnya, diperlukannya penataan atau setup ulang terkait peletakan mesin-mesin ataupun setup terhadap perangkat-perangkat pada mesin. Akibat dari ini ialah penggunaan waktu yang tidak efisien. Selain itu, perubahan *batch* juga akan menuntut perubahan bahan baku sehingga ketersediaan atau *stock* bahan baku masing-masing akan mejadi persoalan tersendiri dalam upaya meluncurkan proses keseluruhannya. *Loading* material pada setiap kali pergantian *batch* juga merupakan aktivitas nonproduktif yang berpotensi cukup membuang banyak waktu. Secara visual, gambaran ini diberikan oleh [7] dalam Gambar 2. Dua status di dalam gambar, yaitu produksi dan nonproduksi, akan bergantung pada ada tidaknya perubahan *batch*. Perubahan *batch* akan memicu adanya setup, yang akan menambah kegiatan nonproduksi.

Untuk dapat menganalisis kinerja ataupun menyusun perencanaan produksi berbasis proses *batch* maka diperlukan suatu model sebagai sarana perhitungan-perhitungannya. Model tersebut kemudian dapat digunakan untuk analisis keputusan kebijakan terkait

operasional proses *batch* tersebut. Berbagai bentuk model analitis dapat dikembangkan [5]. Pemahaman perilaku sistem memerlukan model analisis berbasis perilaku (*performance model*), bukan berbasis optimisasi [8]. *Performance modeling* sering diimplementasikan ke dalam model matematik berbasis teori antrian. Kesulitan dalam pemodelan berbasis antrian ialah diperlukannya pemahaman konsep matematika probabilistik secara cukup. Umumnya hal ini hanya dapat dimiliki oleh para ahli matematik [9],[10],[11].



Gambar 2. Perubahan *batch* memerlukan setup ulang (Adaptasi dari [7])

Untuk keperluan praktis, diperlukan teknik pemodelan yang jauh praktis yang dapat dikuasai secara mudah oleh para insinyur industri. Pemodelan simulasi diskrit sesungguhnya masuk ke dalam kategori pemodelan yang lebih mudah, namun teknik ini memerlukan pengumpulan data dan *running* simulasi yang cukup panjang. Pemodelan berbasis *system dynamics* merupakan pemodelan matematik Forrester [12],[13],[14],[15], seorang profesor manajemen berlatar belakang teknik elektro, berhasil menuangkan persamaan diferensial ke dalam bentuk diagram *stock and flow* yang kemudian dapat diselesaikan komputasinya secara numerik. Karena sesungguhnya adalah pemodelan matematis maka keunggulan pemodelan ini ialah komputasi dan pengumpulan data output yang jauh lebih cepat [15],[16].

Paper ini bertujuan mengungkap suatu alternatif model yang disusun dengan basis perilaku, menggunakan bahasa atau metodologi *system dynamics* [17]. Bahasa yang bersifat grafis ini dikembangkan oleh [12],[13]. Komputasi terhadap model dilakukan dengan *software* Vensim® [18].

METODOLOGI

Penelitian ini berbasis pemodelan. Model disusun dalam bahasa *system dynamics* dan komputasinya diimplementasikan menggunakan *software* Vensim®. Bahasa *system dynamics* merupakan metode penyelesaian sistem persamaan diferensial (*ordinary*) di mana masalahnya divisualisasikan secara grafis dalam bentuk diagram *stock and flow* [17],[12],[13],[14]. Diagram ini disusun dengan mendasarkan problema fisiknya (Gambar 1), dengan terlebih dahulu

mendefinisikan sistem dalam variabel-variabel yang relevan. Variabel-variabel ini terutama yang merupakan variabel *stock*, variabel *flow*, dan variabel pembantu/konverter. Dalam paper ini diasumsikan sistem *batch* yang dikaji merupakan sistem diskrit.

Hipotesis penelitian ini ialah bahwa model yang tersusun dapat menunjukkan adanya perbedaan kinerja kapasitas produksi per horison waktu tertentu secara benar ketika ada perbedaan *loading rate* (dan/ataupun *unloading rate*).

Tabel 1. Daftar variabel dalam sistem yang diakomodasi dalam model

No.	Nama variabel	Tipe Variabel	Satuan	Keterangan
1	<i>Loading rate</i>	<i>flow</i>	unit/hour	endogen
2	Material dalam proses <i>loading</i>	<i>stock</i>	unit	endogen
3	<i>Loading</i> selesai dan proses mulai	<i>flow</i>	unit/hour	endogen
4	Time untuk <i>loading</i>	-	hour	eksogen
5	Kapasitas proses	-	unit	eksogen
6	Material dalam proses	<i>stock</i>	unit	endogen
7	Status proses	konverter	dmnl	endogen
8	Status selesai	konverter	dmnl	endogen
9	Time untuk <i>loading</i>	-	hour	eksogen
10	Time untuk proses	-	hour	eksogen
11	Time untuk <i>unloading</i>	-	hour	eksogen
12	Kuantitas hasil proses	<i>stock</i>	unit	endogen
13	Kuantitas <i>unloading</i>	<i>flow</i>	unit/hour	endogen
14	<i>Unloading</i>	<i>flow</i>	unit/hour	endogen
15	FG Inventory	<i>stock</i>	unit	eksogen

Dari permasalahan fisiknya, dapat dipahami bahwa jumlah material yang berada di dalam mesin untuk pemrosesan merupakan variabel *stock*. Proses *loading* merupakan variabel *flow*. Karena proses *loading* memerlukan waktu, maka akan ada sejumlah material dalam perjalanan proses *loading* tersebut. Jadi jumlah material dalam proses *loading* juga merupakan variabel *stock*. Ketika proses *loading* selesai maka mesin ditutup dan proses produksi pun dimulai. Proses produksi ini akan berlangsung selama *time* untuk proses, untuk kemudian material hasil proses dikeluarkan dari mesin (*unloaded*). Proses *unloading* ini sesungguhnya juga memerlukan waktu. Pada pemodelan ini *time* untuk proses dan waktu *unloading* disatukan. Secara lengkap daftar variabel ditampilkan dalam Tabel 1. Berdasarkan daftar variabel tersebut pada Tabel 1, maka langkah penelitian selanjutnya ialah penyusunan diagram *stock and flow*, disertai kuantifikasi atau pendefinisian relasi antar variabel secara benar untuk kemudian dapat dituangkan ke dalam *software* Vensim agar dapat disimulasikan.

Beberapa analisis dapat disusun mengikuti eksperimen yang dilakukan. Eksperimen tersebut ialah dikenakan terhadap dua contoh kasus yang berbeda dalam *loading time*-nya. Kasus pertama mempunyai *loading time* 1 hour, sedangkan kasus kedua 0,5 hour. Kapasitas produksi per horison waktu tertentu yang diperoleh dapat dilihat untuk menilai apakah model sudah berperilaku dengan benar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

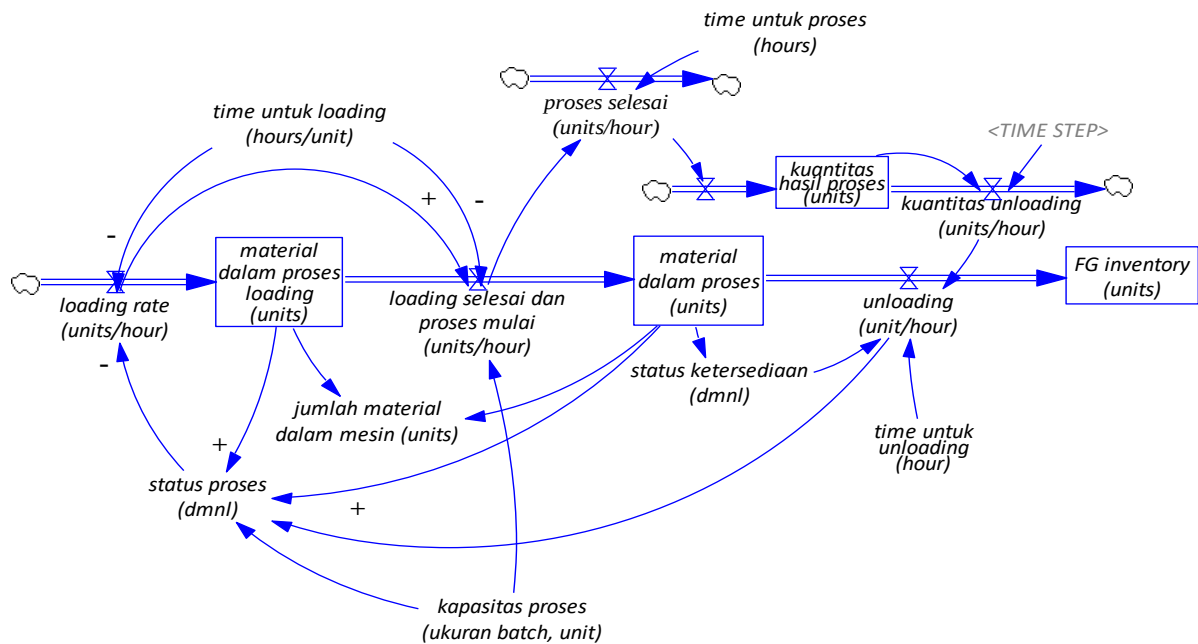
Model

Pemodelan dilakukan secara “susun dan perbaiki”, yang berlangsung secara iteratif. Relasi antar variabel dalam diagram disusun bersamaan dengan aktivitas “susun dan perbaiki”. Setelah beberapa kali dilakukan iterasi diperoleh susunan final dari relasi antar variabel diperlihatkan pada persamaan (1) hingga (16). Beberapa variabel bersifat eksogen (diketahui), dan beberapa bersifat endogen (terhitung). Diagram *stock and flow* final ditampilkan pada Gambar 3.

Model dalam bentuk diagram *stock and flow* pada Gambar 3. beserta rumusan relasi antar variabel yang dinyatakan dalam persamaan-persamaan (1) hingga (16) lebih lanjut dituangkan dalam *software* Vensim® untuk kemudian digunakan sebagai sarana simulasi eksperimen. Satu contoh *output* diperlihatkan pada Gambar 4. Diperlihatkan bahwa beberapa variabel, yaitu: *loading rate*, material dalam proses *loading*, *loading* selesai dan proses mulai, material dalam proses, proses selesai, dan *unloading*, dimunculkan profil grafisnya seturut waktu. Pada awalnya proses *loading* akan memasukkan material secara unit demi unit dengan laju tertentu (dalam hal ini ialah satu unit per jam), menyesuaikan dengan *time* untuk *loading*, ke dalam mesin (kurva hijau) hingga mencapai jumlah 15 unit yang merupakan *kapasitas proses* per *batch*

(ukuran *batch*). Saat ukuran *batch* terpenuhi proses dimulai (dinyatakan oleh variabel *loading selesai* dan

proses mulai dengan kurva hitam, merupakan “event” sesaat), dan berlangsung selama *time untuk proses*.



Gambar 3. Diagram Stock and flow

$$\text{loading rate (unit/hour)} = \quad (1)$$

$$\frac{1}{\text{"time untuk loading (hour/unit)"}} * (1 - \text{"status proses (dmnl)"})$$

$$\text{loading selesai dan proses mulai (unit/hour)} \quad (2)$$

$$= \text{DELAY BATCH}(\text{loading rate (unit/hour)}, \\ \text{kapasitas proses (ukuran batch, unit)}, \text{time untuk loading (hour)}, 0, 0, 0)$$

$$\text{material dalam proses (unit)} \quad (3)$$

$$= \text{INTEG}(\text{loading selesai dan proses mulai (unit/hour)} \\ - \text{proses sekaligus unloading selesai (unit/hour)}, 0)$$

$$\text{material dalam proses loading (unit)} \quad (4)$$

$$= \text{INTEG}(\text{loading rate (unit/hour)} - \text{loading selesai dan proses mulai (unit/hour)}, 0)$$

$$\text{proses selesai (unit/hour)} = \quad (5)$$

$$\text{DELAY FIXED}(\text{loading selesai dan proses mulai (unit/hour)}, \\ \text{time untuk processing (hour)}, 0)$$

$$\text{kuantitas hasil proses} = \text{INTEG} (\quad (6)$$

$$\text{"proses selesai (unit/hour)" - kuantitas unloading, 0})$$

$$\text{kuantitas unloading} = \quad (7)$$

$$\text{IF THEN ELSE}(\text{kuantitas hasil proses} \geq 0, \text{TIME STEP}, 0)$$

$$\text{unloading (unit/hour)} = \quad (8)$$

$$\text{DELAY FIXED}(\text{proses selesai (unit/hour)}, \text{time untuk unloading (hour)}, 0)$$

$$\text{status proses (dmnl)} = \text{IF THEN ELSE}(\text{material dalam proses loading (unit)} \quad (9)$$

$$> \text{kapasitas proses (ukuran batch, unit)} : \text{OR: material dalam proses (unit)} > 0, 1, 0) \quad (10)$$

$$\text{jumlah material dalam mesin (units)} = \quad (10)$$

$$\text{material dalam proses (units)} + \text{material dalam proses loading (units)} \quad (11)$$

$$\text{FG inventory (unit)} = \text{INTEG}(\text{proses sekaligus unloading selesai (unit/hour)}, 0) \quad (11)$$

$$\text{TIME STEP} = 1 \quad (12)$$

$$\text{kapasitas proses (ukuran batch, unit)} = 15 \quad (13)$$

$$\text{time untuk loading (hour/unit)} = 1 \quad (14)$$

$$\text{time untuk proses (hour)} = 6 \quad (15)$$

$$\text{time untuk unloading (hour/unit)} = 1 \quad (16)$$

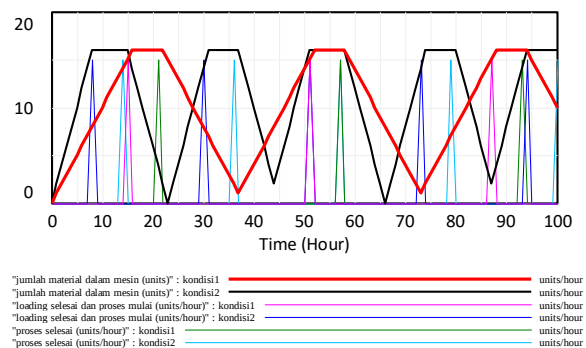
Ketika proses selesai (kurva merah), material hasil proses dikeluarkan dari mesin (*unloading*, kurva biru muda). *Proses selesai* dan *Unloading selesai* juga merupakan “event” sesaat. *Loading rate* akan bergantung pada *time untuk loading* melalui persamaan (1). *Material dalam proses* akan tertahan pada jumlah 15 unit selama *time untuk proses* (*proses selesai* ditandai dengan kurva *pulse* hijau muda, Gambar 4). Pada model ini terdapat pendekatan *material dalam proses* masih tidak berkurang hingga saat *unloading selesai* (kurva biru muda).

Pembahasan

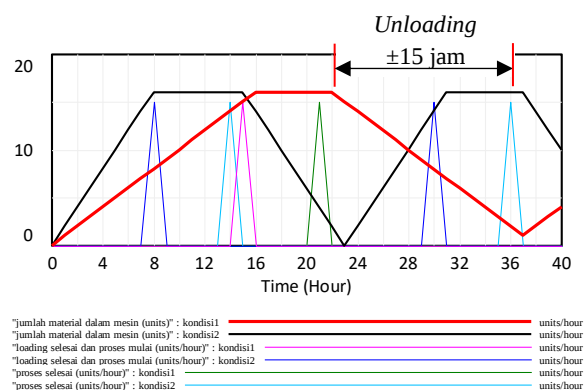
Diagram *stock and flow* beserta persamaan-persamaan (1) hingga (16), meskipun dapat dipahami, beberapa diantaranya perlu dijelaskan; Pertama, persamaan (2) mendefinisikan variabel *loading selesai* dan *proses mulai* dari variabel *loading rate*, *kapasitas proses*, *time untuk loading*, dengan menggunakan fungsi *DELAY BATCH*, untuk mengakomodasi fakta bahwa *loading* akan terus berlangsung hingga mesin termuat 15 unit material (sesuai dengan *kapasitas proses*).

Kedua, status proses mendefinisikan kondisi proses setiap waktu, apakah proses sedang berlangsung atau tidak. Dalam model kondisi ini ditentukan dari apakah *material dalam proses loading* melebihi *kapasitas proses* (artinya *loading* sedang berlangsung), atau apakah *material dalam proses* lebih dari nol (artinya proses sedang berlangsung). Ketiga, saat proses sudah selesai, maka saat itu proses *unloading* dimulai. Material hasil proses dikeluarkan dari mesin, yang memerlukan waktu selama *time untuk unloading*. Variabel *flow* proses selesai ditampilkan sebagai komponen terpisah karena *event* proses selesai tidak menyebabkan pengurangan material dalam proses. Proses *unloading*-lah yang akan mengurangi kuantitas

itu. Sebagaimana proses *loading*, proses *unloading* juga berlangsung secara berangsur. Maka akan diperlukan waktu yang cukup lama, yaitu 15 jam, untuk menurunkan semua hasil proses (terlihat pada Gambar 4, kurva berwarna merah). Proses *unloading* dimodelkan dengan struktur yang terdiri dari variabel *stock*: kuantitas hasil proses, dan variabel *flow*: kuantitas *loading*. Struktur-struktur *stock and flow* itu saling membentuk *coflow* [13].



(a) Proses selama 100 jam simulasi



(b) Proses selama 40 jam simulasi

Gambar 4. Tampilan output dari model ketika semua durasi bersifat random

Dua eksperimen dapat dilakukan. Misalnya, jika *time untuk loading* dan *time* untuk proses dapat dipersingkat, dari 1 *hour* (kondisi-1) menjadi 0.5 *hour* (kondisi-2), maka dapat dilihat dampaknya seperti pada Gambar 4a, yang dapat di-zoom in ke Gambar 4b. Ketika *loading* dan *unloading* dapat dipersingkat maka kapasitas produksi akan bertambah. Dalam kisaran waktu operasional selama 100 *hour*, kondisi-2 dapat memproses hampir lima *batch*, sedangkan kondisi-1 hanya dapat memproses kurang dari tiga *batch*, seperti terlihat pada Gambar 4.

Proses produksi *batch* untuk material diskrit lebih sering dimodelkan dengan simulasi diskrit ataupun pemodelan matematis berbasis teori antrian [9]. Pada material kontinyu yang umum terjadi pada proses-proses kimia atau biologi, pemodelan lebih sering dilakukan secara matematis [10]. Pemodelan proses *batch* dalam paper ini mengasumsikan material yang diproses ialah material diskrit. Terlihat bahwa pemodelan lebih pada penyusunan diagram *stock and flow* daripada penyusunan model matematis. Relasi matematis yang terlibat lebih hanya pada relasi logis (persamaan 1 hingga 16).

KESIMPULAN

Paper ini memberikan pemodelan dasar untuk proses *batch*, secara kuantitatif dalam bahasa *system dynamics*, yang diimplementasikan menggunakan *software Vensim®*. Model yang disusun berhasil menggambarkan proses *loading* material ke dalam mesin, yang berlangsung selama waktu tertentu hingga target *loading* tercapai, dilanjutkan dengan proses *unloading*. Proses *loading* dan *unloading* diasumsikan terjadi secara berangsur, unit demi unit, dengan waktu satuannya, masing-masing tertentu. Yang terjadi ialah bahwa waktu *loading* dan waktu *unloading* total akan menyesuaikan dengan kapasitas proses. Pemodelan proses *unloading* membutuhkan beberapa struktur *stock and flow* yang secara keseluruhan membentuk *coflow*. Secara umum model berhasil menggambarkan profil kondisi dari proses *batch* yang berlangsung.

Model yang tersusun dapat menjadi sarana cara alternatif untuk keperluan analisis keputusan dalam upaya memaksimalkan kapasitas produksi selama horizon waktu tertentu dari proses-proses *batch* satu tahap. Untuk lebih mendekatkan model dengan sistem riilnya, maka penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan memperhatikan reliabilitas mesin. Dalam hal ini misalnya, dapat ditambahkan variabel *nature: time to failure*, dan *time to repair*.

ACKNOWLEDGEMENT

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan Dana Hibah Penelitian dengan nomor surat kontrak 66/LPPM.WMM/10/2022

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. K. Ramadhani, A. H. Halim, and A. S. Helmi, "Model Penjadwalan Batch pada Mesin Pemroses Batch Tunggal dengan Penjadwalan Perawatan," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, 2023, pp. 443–453.
- [2] L. Wang, Z. Lu, and X. Han, "Joint optimisation of production, maintenance and quality for batch production system subject to varying operational conditions," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 24, pp. 7552–7566, 2019.
- [3] M. D. Astuti and A. H. Halim, "Model Penjadwalan Pada Batch Processor Tunggal Dengan Waktu Proses Total Waktu Tinggal Aktual," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 62–67, 2017.
- [4] F. Sarlinda, S. Sarto, and M. Hidayat, "Kinerja dan kinetika produksi biohidrogen secara batch dari sampah buah melon dalam reaktor tangki berpengaduk," *J. Rekayasa Proses*, vol. 12, no. 1, p. 32, 2018.
- [5] P. Giudici, A. Baiano, P. Chiari, L. De Vero, B. Ghanbarzadeh, and P. M. Falcone, "A mathematical modeling of freezing process in the batch production of ice cream," *Foods*, vol. 10, no. 2, pp. 1–35, 2021.
- [6] M. S. Triyastuti, T. Finarianingrum, and T. Octaviani, "Validasi Model pada Pengeringan Batch Pada Wortel," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 17, no. 1, p. 48, 2018.
- [7] M. P. Groover, *Work Systems and the Methods, Measurement, and Management of Work*. Pearson Prentice Hall 2007, 2007.
- [8] Tayfur Altıok, *Analysis of manufacturing systems*. New York: Springer Science + Business Media, 1997.
- [9] A. Jain, A. E. B. Lim, and J. G. Shanthikumar, "On the optimality of threshold control in queues with model uncertainty," *Queueing Syst.*, vol. 65, no. 2, pp. 157–174, 2010.
- [10] N. Laloue, F. Couenne, Y. Le Gorrec, M. Kohl, D. Tanguy, and M. Tayakout-Fayolle, "Dynamic modeling of a batch crystallization process: A stochastic approach for agglomeration and attrition process," *Chem. Eng. Sci.*, vol. 62, no. 23, pp. 6604–6614, 2007.
- [11] P. S. Murdapa, "Modeling the Multi-channel Section in the Supply Chain System using the

- Multiserver Queue Analogy,” *J. Tek. Ind.*, vol. 23, no. 1, pp. 47–54, 2021.
- [12] J. Forrester, *World Dynamics*. Massachusetts: Wright-Allen Press Inc., 1968.
- [13] J. Sterman, *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin McGraw-Hill, 2000.
- [14] J. Sterman, R. Oliva, K. Linderman, and E. Bendoly, “System dynamics perspectives and modeling opportunities for research in operations management,” *J. Oper. Manag.*, vol. 39–40, no. 15, pp. 1–5, 2015.
- [15] P. W. Anggoro, T. Yuniarto, B. Bawono, D. B. Setyohadi, P. S. Murdapa, and J. Jamari, “System dynamics modelling for calculation of carbon footprint on a non-homogeneous production system: A case in a ceramic studio,” *Results Eng.*, vol. 17, no. May 2022, p. 100812, 2023.
- [16] C. D. Indrawati and P. S. Murdapa, “Pemodelan Multi Channel dengan Lotsize Berbeda: Menggunakan Pendekatan Kontinyu,” *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 71–79, 2022.
- [17] C. D. Indrawati, D. J. Pitoyo, and P. S. Murdapa, “Metodologi Pendekatan Sistemik: Metode Manajerial Mendasar Dan Powerful Yang Perlu Diimplementasikan,” *JUSTER J. Sains dan Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–16, 2024.
- [18] Ventana, “Vensim Help,” 2019. [Online]. Available: <https://www.vensim.com/documentation/21740.html>. [Accessed: 09-Dec-2021].