



Pemodelan Sistem Dinamik pada Sistem Persediaan Darah (Studi Kasus)

System Dynamic Modeling in Blood Supply System (Case Study)

Eva Oktaviana¹, Andriansyah*¹, Raihan Dara Lufika¹, Nissa Prasanti²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

ARTICLE INFO

Article history:

Diterima 12-09-2021

Diperbaiki 30-10-2021

Disetujui 30-12-2021

Kata Kunci:

Persediaan darah, Sistem dinamik, *Causal loop diagram*, *Stock and flow diagram*

Keywords:

Blood inventory, System dynamic, *Causal loop diagram*, *Stock and flow diagram*

ABSTRAK

XYZ merupakan salah satu instansi yang menangani pendistribusian darah dengan jumlah pasokan yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan bersifat tidak pasti. Permasalahan terjadi pada manajemen persediaan yang berdampak pada fluktuasi stok darah. Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan sistem dinamik untuk merancang model persediaan darah pada XYZ serta memberikan rekomendasi skenario terbaik terhadap permasalahan ada berdasarkan prioritas indikator tujuan. Struktur model digambarkan dalam *causal loop diagram* dan *stock and flow diagram*. Fungsi tujuan model pemodelan ini adalah meminimumkan ketidakstabilan terhadap persediaan darah sehingga dapat menstabilkan antara pemasukan dan pengeluaran donor darah. Empat skenario kebijakan yang disimulasikan pada model dengan parameter yang digunakan adalah jumlah donor pengganti dan darah kadaluwarsa yang rendah. Hasil simulasi skenario yang terbaik adalah skenario yang memiliki jumlah donor sebanyak 230 kantong setiap 15 hari dengan kebijakan pengadaan donor dua kali dalam satu bulan.

ABSTRACT

XYZ is one of the agencies that handle the distribution of blood with the amount of supply needed to meet demand is uncertain. Problems occur in inventory management which has an impact on bloodstock fluctuations. This research was conducted using a dynamic system approach to design a blood supply model at XYZ and provide recommendations for the best scenario for existing problems based on the priority indicators of the objectives. The structure of the model is described in causal loop diagrams and stock and flow diagrams. The objective function of this modeling model is to minimize the instability of the blood supply so that it can stabilize the intake and output of blood donors. Four policy scenarios are simulated in the model with the parameters used is the number of replacement donors and low expired blood. The simulation result for the best scenario is a scenario that has 230 donor bags every 15 days with a policy of procuring donors twice in one month.

1. Pendahuluan

Manajemen persediaan adalah suatu sistem yang dapat merencanakan atau mengelola seluruh aktivitas yang berkaitan dengan pengadaan barang maupun jasa [1]. Selain itu manajemen persediaan memiliki peran untuk dapat meningkatkan nilai pada produk terutama pada sistem yang memasok produk yang memiliki sumber daya yang langka serta *perishable* (mudah rusak).

Darah merupakan suatu komponen yang sangat dibutuhkan oleh manusia dalam proses penyembuhan dari penyakit yang diderita. Persoalan darah sangat kompleks mulai dari sifatnya yang mudah rusak serta dapat terjadi kemungkinan bahwasanya terdapat ketikesesuaian antara

pasokan dan permintaan dari konsumen [2]. Penerapan manajemen persediaan darah tidak mudah dan harus dilakukan secara optimal karena darah ini merupakan suatu hal yang penting bagi manusia untuk memenuhi kebutuhannya dari penyakit baik secara kuantitas maupun kualitas.

XYZ merupakan suatu lembaga yang mengatasi persoalan yang berkaitan dengan aktivitas kerelawanan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015, transfusi darah merupakan pelayanan kesehatan yang memanfaatkan darah manusia sebagai bahan dasar dengan tujuan kemanusiaan dan dilarang diperjual belikan.

Salah satu fokus yang dijalankan oleh XYZ adalah unit untuk mendonorkan darah. Unit ini merupakan fasilitas pelayanan kesehatan dalam kegiatan donor darah, pengelolaan darah hingga pendistribusian darah [3]. Sistem persediaan darah pada XYZ masih tidak dapat terpenuhi secara maksimal, hal ini disebabkan oleh banyak faktor yaitu seperti darah yang kadaluwarsa, serta kekurangan pada pemasukan dan tingginya permintaan darah.

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah ketidakpastian jumlah persediaan dan permintaan darah yang menyebabkan fluktuasi. Hal ini akan mengakibatkan tidak terpenuhinya permintaan masyarakat yang memiliki kebutuhan darurat. Ketidakstabilan persediaan ini terjadi akibat dari permintaan darah melebihi prediksi, sehingga akan berdampak pada kuantitas sisa persediaan darah tersebut [4]. Berdasarkan sumber dari XYZ tahun 2020 terjadi perbedaan yang sangat signifikan terhadap jumlah produksi komponen darah dengan permintaan darah. Total produksi darah sebesar 4823 kantong darah sedangkan total permintaan darah sebesar 5359 kantong darah berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa XYZ tidak dapat memenuhi semua permintaan dari masyarakat dan berdasarkan data, terjadi penurunan bahkan mengalami kekosongan terhadap persediaan darah. Hal ini terjadi diakibatkan oleh salah satu dampak dari pandemi virus COVID-19.

Permasalahan ini dapat diselesaikan secara efektif dengan melakukan *monitoring* seluruh aktivitas dari hulu ke hilir untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah menggunakan model sistem dinamik pada persediaan darah sehingga menghasilkan darah yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Sistem dinamik merupakan suatu pemodelan dan simulasi yang memiliki sekumpulan elemen yang saling berhubungan yang menawarkan pendekatan dari suatu struktur yang kompleks yang terdapat pada dunia nyata [1]. Sistem dinamik telah banyak diterapkan di berbagai sektor antara lainnya adalah di bidang *oil palm* [5], makanan [6], industri perdagangan [7], penggunaan energi terbarukan [8] di bidang kesehatan [9], industri garmen [10] dan masih banyak di bidang lainnya.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh XYZ sebagai gambaran atau pemodelan yang tepat untuk menggambarkan kondisi persediaan pada darah untuk dijadikan pertimbangan dalam mengambil keputusan dan kebijakan yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi terhadap sistem donor darah yang dilakukan oleh XYZ.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian menampilkan hal-hal yang dilakukan oleh peneliti untuk menjawab pertanyaan penelitian. Secara garis besar metode penelitian memaparkan penjelasan mengenai pendekatan yang digunakan dalam melakukan penelitian apakah penelitian merupakan penelitian kuantitatif maupun kualitatif. Bagian ini juga memuat informasi mengenai deskripsi objek dan sampel yang digunakan (responden/ profil kasus), metode pengumpulan data, ukuran sampel, dan metode analisis

2.1 Tahapan Penelitian

Pada tahap awal dilakukan studi pendahuluan terhadap permasalahan yang dikaji rantai pasok darah yang terdapat pada XYZ yang akan dimodelkan pada proses penelitian. Studi literatur dan lapangan dilakukan untuk memperoleh data serta pemahaman yang akan dijadikan sebagai pemahaman dasar yang berkaitan dengan topik penelitian. Pada tahap selanjutnya akan ditentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian terhadap permasalahan yang terjadi. Pada tahap pengumpulan data ini terdiri dari data darah kadaluwarsa, data permintaan darah serta data jumlah pemasukan darah. Berikut merupakan uraian pada tahapan pengolahan data pada sistem persediaan darah menggunakan metode sistem dinamik.

2.1.1 Membangun *causal loop diagram* (CLD)

Pada tahapan ini diawali dengan membangun CLD berdasarkan data yang telah diperoleh dari objek penelitian pada tahap pengumpulan data. CLD yang telah dibangun diharapkan bisa menggambarkan secara aktual dengan hubungan sebab akibat yang telah tergambar melalui *feedback loop*. CLD diperoleh dari wawancara dan literatur yang terkait dengan topik penelitian yang dijadikan sebagai acuan dalam membangun CLD.

2.1.2 Validasi CLD

Setelah CLD tersebut dibangun maka langkah selanjutnya dilakukan validasi CLD berdasarkan studi literatur maupun secara langsung kepada pihak *expert* dari pihak XYZ. Validasi ini dilakukan untuk memastikan setiap variabel telah sesuai dengan kondisi nyata. Proses validasi dilakukan menggunakan CLD yang telah dibangun dan apabila dinyatakan tervalidasi maka akan digunakan sebagai model akhir.

2.1.3 Membangun *stock and flow diagram* (SFD)

SFD dibangun dari CLD yang telah valid untuk melihat hubungan antar elemen serta perilaku dinamis dari sistem tersebut. Pada tahap membangun SFD akan ditentukan *stock* atau *flow* dari elemen dan variabel tersebut serta akan dimasukkan rumus yang sesuai yang dapat menggambarkan hubungan antar variabel yang telah dibangun di CLD.

2.1.4 Validasi SFD

Validasi SFD dilakukan untuk memastikan kembali hubungan antar variabel dengan cara memeriksa satu per satu perilaku sistem yang telah tergambar secara tepat.

2.1.5 Simulasi model

Model dilakukan simulasi untuk melihat perilaku sistem yang menggambarkan kondisi sistem secara nyata pada persediaan darah.

2.1.6 Validasi model

Model yang telah dibuat dilakukan validasi kembali untuk mengetahui perilaku sistem yang telah dibuat sesuai atau tidak dengan kondisi nyata. Model ini dikatakan telah tervalidasi apabila hasil yang telah di jalankan menggunakan *software* Powersim tidak mengalami error.

2.1.7 Perumusan skenario

Suatu upaya untuk melakukan pemodelan sistem dinamik untuk menghasilkan hasil akhir paling optimal yang dapat menjawab fungsi tujuan berdasarkan keadaan dan parameter yang telah dirancang.

2.1.8 Analisis, kesimpulan, dan saran

Tahapan ini terdiri dari analisis hasil simulasi yang telah dibangun. Pada tahap ini dapat mengetahui luaran proses yang dilakukan peneliti berupa pemodelan sistem dinamik yang tepat menggambarkan sistem persediaan darah pada XYZ. Berdasarkan hasil analisis tersebut dilakukan tahap mengambil kesimpulan dan saran untuk perbaikan terhadap penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Persediaan darah di XYZ melalui beberapa proses aktivitas yaitu dimulai dari melakukan pemeriksaan pendahuluan, darah diproses, darah siap digunakan serta darah dapat memenuhi permintaan dari pasien atau rumah sakit. Pada proses persediaan darah memiliki batas waktu yang tidak boleh melebihi dari 30 hari yang akan menyebabkan darah tersebut tidak dapat digunakan lagi oleh pasien sehingga diperlukan kestabilan antara pemasukan darah dan permintaan darah untuk mengurangi terjadinya darah yang kadaluwarsa. Terdapat 15 kegiatan aktivitas pada manajemen persediaan darah di XYZ. Pada tahapan ini kita dapat mengetahui bagian yang terlibat langsung dalam proses persediaan darah yaitu pendonor, petugas, dokter serta pasien. Selain itu, unit juga sangat berperan dalam mengetahui dimana proses itu dilakukan pada saat mengelola persediaan darah. Pengelolaan persediaan darah dimulai dari melakukan pemeriksaan pendahuluan yaitu mengecek berat badan minimum sebesar 45 kg, tekanan darah, denyut nadi sekitar 50-100 kali/menit dan kadar hemoglobin untuk pria minimal 12,5 gr% sedangkan wanita minimal 12 gr % sehingga setelah memenuhi semua syarat maka akan dilanjutkan ke tahap pemeriksaan kesehatan dan jika tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan maka calon pendonor tidak dapat melanjutkan proses donornya.

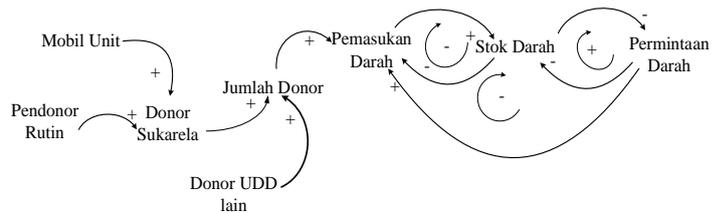
Darah merupakan salah satu produk yang bersifat sensitif dan mudah rusak sehingga setelah dinyatakan sehat oleh dokter pada pemeriksaan kesehatan akan dilakukan penyadapan darah serta dilanjutkan ke uji IMLTD (Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah) untuk mengetahui darah yang telah didonorkan bisa digunakan atau tidak. Selain itu, darah juga harus dilakukan pemisahan komponen darah di ruang *crossmatch* untuk mengetahui darah yang telah didonorkan cocok atau tidak dengan resepiennya. Berikutnya dilakukan uji kelulusan produk darah sehingga darah yang dihasilkan siap untuk digunakan. Kendala umum yang terjadi pada manajemen persediaan darah ini adalah salah satunya diakibatkan oleh terjadi ketidakstabilannya permintaan darah dikarenakan jumlah pemasukan darah lebih sedikit dari pada jumlah permintaan darah sehingga berdampak pada ketidakstabilan persediaan darah yang ada pada XYZ yang dapat mengakibatkan tidak dapat terpenuhinya permintaan pasien.

Variabel utama merupakan variabel yang memiliki peran penting dan memiliki pengaruh besar terhadap aktivitas persediaan darah di XYZ karena hal ini dianggap memiliki nilai yang bersifat dinamis sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan. Identifikasi variabel utama tersebut ditentukan dari hasil wawancara dengan XYZ serta hal ini digunakan untuk melakukan perancangan terhadap CLD yang akan dibangun. Terdapat 2 variabel yang bersifat dinamis yaitu variabel stok darah dan pendonor pengganti seperti Tabel 1. Kedua variabel ini menjadi variabel kunci dalam pemenuhan fungsi tujuan yang dilakukan oleh peneliti terhadap penelitiannya. Variabel stok darah dapat menggambarkan jumlah stok yang harus dipenuhi oleh pihak XYZ untuk dapat memenuhi permintaan oleh pasien maupun rumah sakit. Variabel pendonor pengganti dapat menggambarkan berapa orang yang harus dipersiapkan untuk menjadi pengganti apabila stok darah mengalami kekosongan. Penentuan kedua variabel ini untuk menstabilkan stok yang ada pada XYZ sehingga dapat mengurangi darah yang kadaluwarsa serta dapat memenuhi segala kebutuhan pasien dengan cepat. Sehingga variabel stok darah dan pendonor pengganti menjadi fokus utama dalam melakukan simulasi sistem dinamik ini.

Tabel 1. Variabel Utama

No.	Nama Variabel	Satuan
1	Stok Darah	Kantong
2	Pendonor Pengganti	Kantong

Gambar 1 merupakan CLD berdasarkan literatur dan wawancara.



Gambar 1 Causal Loop Diagram (CLD)

Berdasarkan Gambar 1 variabel pada jumlah donor ini dipengaruhi oleh berapa banyak jumlah donor yang masuk sehingga jumlah donasi dipengaruhi oleh donor sukarela dan donor unit donor darah (UDD) lain. Hal ini ditandai dengan semakin meningkat jumlah donor sukarela dan donasi UDD lain maka semakin meningkat pula jumlah donor yang masuk. Variabel pemasukan darah dapat dipengaruhi oleh variabel jumlah donor dan variabel stok darah. Hal ini dapat dilihat bahwa apabila jumlah donor darah meningkat maka akan dapat meningkatkan pula total pemasukan darahnya. Untuk variabel permintaan darah memiliki hubungan dengan stok darah, hal ini dipengaruhi apabila permintaan darah ini meningkat maka stok darah akan berkurang begitu pula sebaliknya. Dari beberapa variabel tersebut memiliki hubungan keterkaitan antara satu dengan yang lainnya. Dari CLD dapat dilihat bahwa terdapat satu *balancing loop* dan dua *reinforcing loop*. Simbol *Balancing loop* yaitu pada variabel permintaan darah dan stok darah. *Balancing loop* ini menunjukkan saling berkaitan antara kedua variabel tersebut dalam satu putaran

loop yang ditandai dengan memiliki simbol positif dan negatif. Simbol *reinforcing loop* pertama terdapat pada variabel pemasukan darah dan stok darah. Sedangkan *reinforcing* kedua terdapat hubungan antara pemasukan darah, stok darah, dan permintaan darah.

Membangun SFD dapat melihat hubungan antar variabel secara spesifik dan dapat membentuk sebuah aliran informasi dan model matematis dari model simulasi persediaan darah. SFD dirancang berdasarkan CLD yang telah valid. Berikut ini merupakan SFD yang telah dibangun berdasarkan CLD yang telah divalidasi seperti Gambar 2. Variabel yang menjadi level/stok pada simulasi ini adalah stok persediaan darah. Ini menunjukkan dari fungsi utama yang menjadi tujuan dari pembangunan model ini untuk mengetahui persediaan yang harus disediakan oleh pihak XYZ. Variabel *inflow* pada model yang telah dibangun ini adalah pada variabel pemasukan serta yang menjadi *outflow* yaitu variabel permintaan darah. Sehingga dapat diketahui bahwa stok darah dapat meningkat oleh *inflow* dan dapat berkurang oleh *outflow*.

untuk mengetahui nilai dari setiap variabel, terutama pada variabel stok darah. Simulasi ini akan bergerak secara harian untuk memprediksi beberapa periode ke depan seperti Gambar 4. Berikut merupakan hasil dari simulasi awal terhadap SFD yang telah valid.



Gambar 4 Prilaku model pada kondisi awal

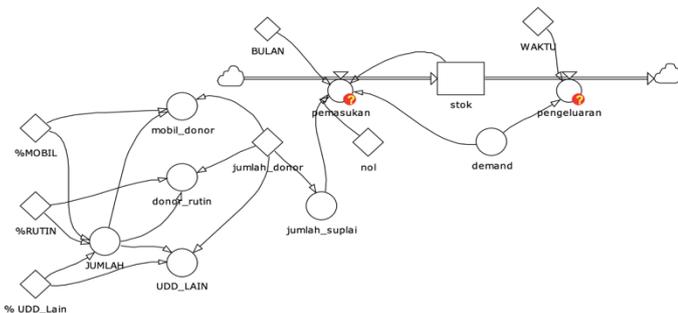
Skenario ini dilakukan untuk menyesuaikan antara variabel kontrol dan variabel utama. Variabel kontrol ini berperan sebagai kendali untuk dapat mengubah variabel utama sesuai dengan keinginan pemodel sehingga dapat tercapai sesuai dengan apa yang telah dirumuskan sebelumnya. Pada simulasi model manajemen persediaan darah dapat diketahui bahwa variabel jumlah donor akan mempengaruhi ketersediaan stok darah yang ada pada XYZ sehingga stok darah harus dijadwalkan agar pergerakan pemasukan dan pengeluaran darah dapat stabil sehingga tidak banyak terdapat darah yang kadaluwarsa atau kekurangan persediaan darah.

Variabel kontrol pada persediaan darah ini terdapat pada variabel jumlah pendonor. Jumlah pendonor ini baik berupa donor sukarela maupun donor pengganti yang dapat digunakan disaat stok darah telah mengalami kekosongan. Hal ini tergantung pada stok darah apabila dalam waktu kurang lebih 30 hari tersebut darah mengalami kekosongan maka akan dicarikan pendonor pengganti untuk memenuhi permintaan darah pada hari tersebut sebelum dilakukan penyetokan kembali darah tersebut pada bulan berikutnya.

Hasil observasi, pada XYZ sering mengalami kekosongan stok darah sehingga tidak dapat terpenuhinya permintaan dari pasien. Oleh sebab itu, kekosongan stok darah dapat dikontrol pada jumlah pendonor yang akan dipasok oleh pihak XYZ untuk menutupi hal-hal yang dapat menyebabkan kekosongan darah tersebut. Berdasarkan skenario yang telah ditentukan dilakukan perbandingan nilai hasil antara skenario dengan cara melihat jumlah donor pengganti yang digunakan, serta jumlah donor yang ditargetkan. Sehingga dapat terpilih skenario terbaik yang lebih efektif dan efisien untuk diterapkan dalam menstabilkan persediaan darah yang ada pada XYZ.

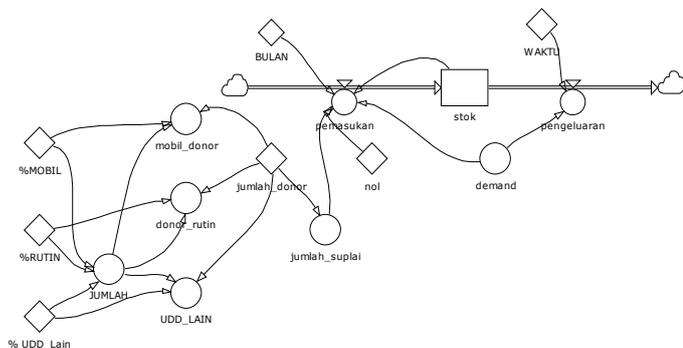
Berikut merupakan skenario yang akan digunakan pada simulasi model.

- a. Skenario ke-1, mengatur target pendonor sesuai dengan kapasitas maksimum penyimpanan yaitu 250 kantong setiap 30 hari. Berdasarkan Gambar 5, setelah dilakukan pengadaan rutin pada tanggal 1 sejumlah 250 kantong, maka diperoleh hasil kekurangan stok darah pada tanggal 18 hingga 30 sehingga diperlukan penentuan kebijakan donor pengganti.



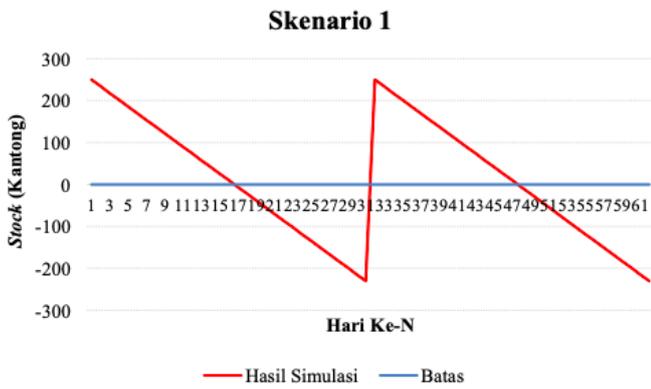
Gambar 2 Stock and Flow Diagram (SFD)

Setelah dilakukan pemodelan menggunakan SFD maka harus dilakukan validasi oleh peneliti terhadap kasus yang sesuai dengan keadaan di lapangan sehingga SFD yang telah dibangun dapat disimulasikan. Validasi pada SFD dengan melihat kembali hubungan antar variabel yang memiliki keterkaitan dengan variabel pemasukan dan pengeluaran maka SFD dapat dikatakan valid hal ini ditandai dengan tidak terdapat tanda tanya pada *software*. Sehingga simulasi sistem dinamik pada persediaan darah dapat dijalankan. Berikut ini merupakan SFD yang telah dinyatakan valid seperti Gambar 3.



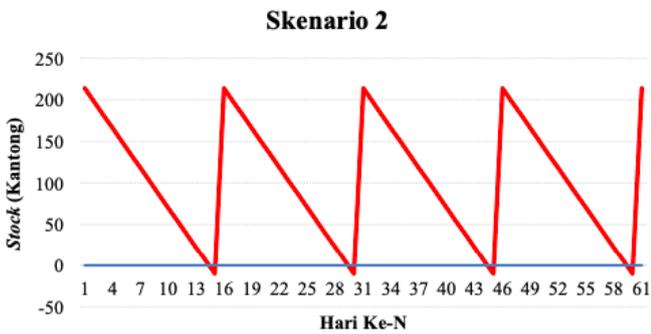
Gambar 3 Stock and Flow Diagram (SFD) valid

Setelah melakukan validasi terhadap SFD yang telah dibangun, maka SFD tersebut akan dilakukan simulasi model



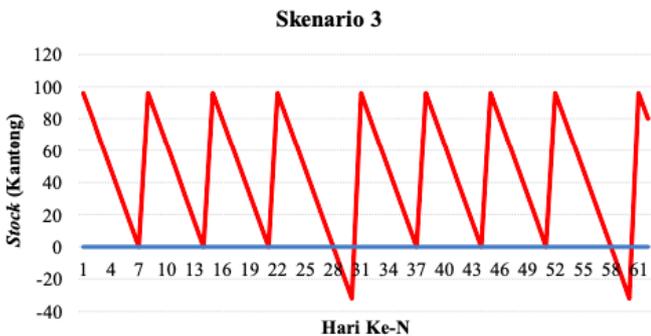
Gambar 5 Hasil simulasi skenario pertama

- b. Skenario ke-2, mengatur jumlah pendonor sebanyak 230 kantong darah setiap 15 hari atau 2×230 kantong dalam 1 bulan. Berdasarkan Gambar 6, setelah dilakukan pengadaan rutin pada tanggal 1 dan 15 masing-masing sejumlah 230 kantong, maka diperoleh hasil kekurangan stok darah selama dua hari pada bulan pertama sehingga diperlukan penetapan kebijakan donor pengganti.



Gambar 6 Hasil simulasi skenario kedua

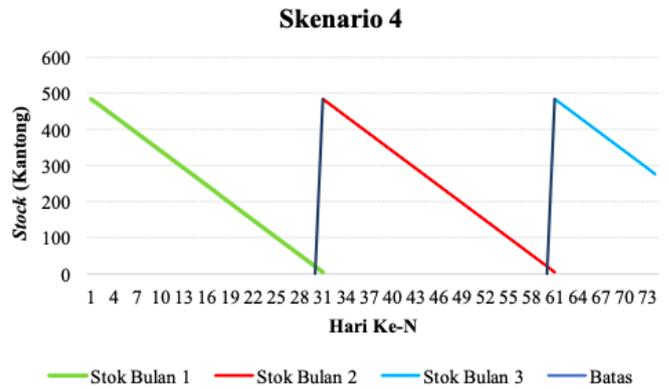
- c. Skenario ke-3, mengatur jumlah pendonor sebanyak 96 kantong darah setiap 7 hari atau 4×96 kantong dalam 1 bulan. Berdasarkan Gambar 7, setelah dilakukan pengadaan rutin pada tanggal 1, 7, 14, 21 dan 28 masing-masing sejumlah 96 kantong, maka diperoleh hasil kekurangan stok darah selama dua hari setiap bulan sehingga diperlukan penetapan kebijakan donor pengganti.



Gambar 7 Hasil simulasi skenario ketiga

- d. Skenario ke-4, menambah kapasitas penyimpanan, sehingga kapasitas maksimum penyimpanan yaitu 2×250

kantong setiap 30 hari. Berdasarkan Gambar 8, hasil simulasi pada skenario keempat dapat diketahui bahwa jumlah donor yang dilakukan melebihi batas umur darah yaitu lebih selama 2 hari sehingga tidak diperlukan penetapan donor pengganti akan tetapi diperlukan kebijakan pengurangan stok.



Gambar 8 Hasil simulasi skenario keempat

Analisis dilakukan untuk melihat skenario terbaik. Tabel 2 merupakan rekapitulasi hasil simulasi dari beberapa parameter masing-masing skenario.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Skenario

Parameter	Skenario ke-			
	1	2	3	4
Jumlah donor pengganti (kantong)	208	10	32	-
Jumlah darah kadaluwarsa (kantong)	-	-	-	52
Jumlah suplai darah (kantong)	250/30	230/15	96/7	500/30
Lead Time (hari)	30	15	7	30
Jumlah pengadaan donor	1 kali	2 kali	4 kali	1 kali

Berdasarkan Tabel 2, kebijakan dan skenario terbaik untuk parameter jumlah donor pengganti, terjadi pada skenario kedua dan skenario keempat. Untuk parameter jumlah darah kadaluwarsa terjadi pada skenario pertama, skenario kedua, dan skenario ketiga. Untuk parameter jumlah suplai darah, terjadi pada skenario ketiga. Untuk parameter *lead time* terjadi pada skenario ketiga. Untuk parameter jumlah pengadaan donor terjadi pada skenario pertama dan skenario keempat.

Berdasarkan tujuan penelitian skenario terbaik dipilih berdasarkan jumlah donor pengganti dan darah kadaluwarsa terendah. Sehingga skenario terpilih yaitu skenario kedua. Skenario kedua melakukan target suplai donor sebanyak 230 per 15 hari dalam sebulan dan diperlukan jumlah donor pengganti sebanyak 10 kantong untuk memenuhi permintaan selama sebulan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan, jika memilih skenario yang tidak menyebabkan adanya darah kadaluwarsa yaitu

pada skenario pertama, kedua, dan ketiga. Di antara skenario tersebut, jumlah donor pengganti paling sedikit yaitu skenario kedua. Pemilihan skenario terbaik dilakukan berdasarkan jumlah darah kadaluwarsa terendah dan memiliki jumlah donor pengganti melakukan target donor darah sejumlah 230 kantong dengan pengadaan rutin dua kali dalam sebulan.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan variabel seperti ketersediaan jumlah moda transportasi, penggunaan aplikasi pendonor darah, serta memperluas cakupan pelayanan donor darah. Selain itu, golongan darah belum dipertimbangkan dalam penelitian ini, sehingga perlu diperhitungkan untuk penelitian selanjutnya agar model yang dikembangkan mendekati sistem nyata.

Referensi

- [1] F. Ricciardi, P. De Bernardi, and V. Cantino, "System dynamics modeling as a circular process: The smart commons approach to impact management," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 151, p. 119799, Feb. 2020.
- [2] N. Laila, D. A. Yuli, and N. Dini, "Simulasi Sistem Dinamis Pengendalian Persediaan Darah Palang Merah Indonesia Kota Yogyakarta," *Pros. ISLI*, Sep. 2017, Accessed: Nov. 07, 2021.
- [3] "Studi Pengaruh Warna pada Interior Terhadap Psikologis Penggunanya, Studi Kasus pada Unit Transfusi Darah Kota X | Marsya | Jurnal Desain Interior."
- [4] "System Dynamics Modeling with R (Lecture Notes in Social Networks): Duggan, Jim: 9783319340418: Amazon.com: Books."
- [5] A. Ibragimov, S. F. Sidiq, and Y. S. Tey, "Productivity for sustainable growth in Malaysian oil palm production: A system dynamics modeling approach," *J. Clean. Prod.*, vol. 213, pp. 1051–1062.
- [6] R. R. P. Langroodi and M. Amiri, "A system dynamics modeling approach for a multi-level, multi-product, multi-region supply chain under demand uncertainty," *Expert Syst. Appl.*, vol. 51, pp. 231–244.
- [7] Ikal R. Gusdinar, "Analisis Sistem Pengendalian Persediaan Barang Dagang Pada Pt. Adidaya Multi Niaga," diploma, Universitas Narotama, 2016. Accessed: Nov. 07, 2021.
- [8] D. Oktaviani and A. Sofyan, "Sistem Dinamik Optimalisasi Penggunaan Energi Sektor Domestik di Dua Desa Kabupaten Bandung Barat," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 21, no. 1, Art. no. 1.
- [9] M. Yegül, "Simulation analysis of the blood supply chain and a case study," *Kan tedarik zincirinin benzetim analizi ve bir örnek çalışma.*, 2007.
- [10] T. L. Anh Nguyen and T. H. Le VO., "CSR implementation for the sustainable supply chain performance: A system dynamic approach," *IFAC-Pap.*, vol. 52, no. 13, pp. 1949–1954.