MANAJEMEN PERSEDIAAN DARAH UNTUK MEMINIMALKAN *SHORTAGE* DAN *WASTAGE* PADA BANK DARAH PMI JAKARTA

BLOOD INVENTORY MANAGEMENT TO MINIMIZE SHORTAGE AND WASTAGE AT BLOOD BANK PMI JAKARTA

[1]Adi Budipriyanto, [2]Fefty Anggraini

[1,2]Fakultas Teknik, Universitas Bakrie
email : [1]adi.budipriyanto@bakrie.ac.id; [2]anggraini.fefty@gmail.com

ABSTRACT

The inventory policy on blood components is a complex problem due to the uncertain of supply and demand. The uncertain of supply and demand will cause shortage and wastage of blood components because it has a pherishable product but has a high level of service. Therefore, the purpose of this study is to determine the most optimal inventory policy decisions in order to meet the expected service level by considering shortage and wastage. The object of this research is an inventory of blood components packed red cells, platelats and plasma at UTD PMI DKI Jakarta using the continuous riview system method. Continuous reporting system continuously, regardless of time interval, which will always be known. The results of this study obtained an alternative service level decision using the pay off matrix use for each component in order to obtain 95% for the component of packed red cells, 85% for the platelet component and 85% for the plasma component. From each service level, the safety stock and reorder point can be determined with the best expected pay off value wich can be used as a reference for blood bank distribution laboratorium for PMI DKI Jakarta to determine inventory policy decisions.

Keywords: Service Level, Continuous Riview System, Expected Pay Off, Safety Stock, Reorder Point

ABSTRAK

Kebijakan *inventory* pada komponen darah merupakan suatu permasalahan yang kompleks dikarenakan adanya ketidakpastian *supply* dan *demand*. Ketidakpastian *supply* dan *demand* akan menyebabkan terjadinya *shortage* dan *wastage* pada komponen darah dikarenakan darah memiliki umur pakai yang terbatas, namun memiliki tingkat *service level* yang tinggi. Oleh karena itu, tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui keputusan kebijakan *inventory* yang paling optimal agar dapat memenuhi *service level* yang diharapkan dengan mempertimbangkan *shortage* dan *wastage*. Objek penelitian ini adalah *inventory* pada komponen darah *packed red cells*, trombosit dan plasma di UTD PMI DKI Jakarta dengan menggunakan metode *continuous riview system*. *Continuous riview system* merupakan metode pengendalian tingkat persediaan secara terus menerus, tanpa memperhatikan interval waktu, sehingga posisi stok akan selalu diketahui. Hasil penelitian ini diperoleh keputusan alternatif *service level* dengan menggunakan matriks *pay off* yang digunakan pada masing-masing komponen sehingga diperoleh 95% untuk komponen *packed red cells*, 85% untuk komponen trombosit dan 85% untuk komponen plasma. Dari masing-masing *service level* tersebut dapat ditentukan *safety stock* dan *reorder point* dengan nilai *expected payy off* terbaik yang dapat digunakan sebagai acuan *blood bank* lab distribusi PMI DKI Jakarta untuk menentukan keputusan kebijakan *inventory*.

Kata Kunci: ***Service Level, Continuous Riview System, Expected Pay Off, Safety Stock, Reorder Point***

PENDAHULUAN

Darah merupakan sumber daya yang penting dalam perawatan kesehatan, dikarenakan kebutuhan akan darah sangat diperlukan agar dapat melakukan proses tindakan

dan perawatan untuk penyembuhan pada pasien. Produk darah terdiri dari beberapa komponen. Komponen-komponen darah tersebut merupakan kumpulan dari satu unit darah lengkap atau *whole blood*. Setiap komponen memiliki umur pakai yang berbeda-beda. *Whole Blood* umur pakainya 21/35 hari, *Red Blood Cells (RBC)* umur pakainya 42 hari, *Platelets* umur pakainya 3-7 hari, Plasma umur pakainya 1 tahun (Osorio, Brailsford, & Smith, 2018).

Kebutuhan pelayanan darah yang berkualitas semakin dituntut dan diharapkan dapat mengurangi kematian akibat kasus pendarahan serta penanganan kelainan darah darah yang membutuhkan transfusi. Berdasarkan hasil survei pada tahun 2007 di USA terdapat 500 pembatalan operasi setiap harinya karena kekurangan darah (Nagurney, Masoumi, & Yu, 2012), namun di Indonesia belum ada data yang memberikan informasi mengenai kematian seseorang akibat pembatalan operasi karena ketidaktersediaan darah. Oleh sebab itu, diperlukan ketersediaan darah yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Menurut ketentuan *World Health Organization* (WHO) ketersediaan darah secara ideal adalah 2% dari jumlah penduduk. Jika jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2019 adalah 269.000.000, maka idealnya dibutuhkan darah sebanyak 5.380.000 kantong darah. Akan tetapi jumlah donor yang terkumpul tidak mampu memenuhi ketersediaan darah secara ideal, akibatnya rumah sakit sering kali mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan akan transfusi darah (Pusdatin Kemenkes, 2018). Sebagai lembaga organisasi sosial pelayanan darah, Palang Merah Indonesia (PMI) bertanggung jawab dalam pelayanan darah, baik itu penyelenggaraan donor darah maupun pengelolaan darah yang aman, mudah diakses, dan dapat menjamin ketersediaan darah sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Untuk menjamin adanya ketersediaan darah, perlu dilakukan pengelolaan *Blood supply chain* (BSC) yang tepat. Pada umumnya *Supply Chain* merupakan serangkaian kegiatan dari hulu ke hilir mulai dari pemasok, produsen, distribusi dan ritel hingga ke pemakai akhir. Sama halnya dengan *Blood Supply Chain* (BSC) yang mengelola aliran produk darah dari pendonor ke pasien. Dimana pendonor akan bertindak sebagai pemasok darah, *collection center* bertindak sebagai produsen untuk melaksanakan proses donor darah serta pengujian, kemudian *blood bank* yang akan bertindak sebagai *inventory* dan distributor yang nantinya akan didistribusikan ke rumah sakit sebagai ritel (Pirabán, Guerrero, & Labadie, 2019). Tantangan utama pada BSC adalah ketidakpastian *supply* dan *demand* darah,

terbatasnya masa simpan darah, serta tingginya *service level* yang diharapkan (Duan & Liao, 2014). Permintaan akan darah selalu meningkat setiap tahunnya, bahkan (Wells, Mounter, Chapman, Stainsby, & Wallis, 2002) memprediksi permintaan darah akan meningkat 4-5% setiap tahunnya, sehingga sering terjadinya *shortage* akan darah. Tidak hanya *shortage*, namun *wastage* juga sering terjadi pada darah dikarenakan darah merupakan *pherishable product* dan memiliki perbedaan *selflife* (umur simpan). Di Amerika Serikat dan negara-negara Eropa Barat total *platelet* yang terbuang karena *outdate* adalah sebesar 20% (Haijema, van Dijk, van der Wal, & Smit Sibinga, 2009). Persentase *wastage* akan jauh lebih besar di negara-negara berkembang, seperti rumah sakit Guyana ditemukan *wastage* pada *platelet* sebesar 30% (Kurup et al., 2016). *Trade off* yang timbul antara *shortage* dan *wastage* ini yang harus diminimalkan dengan melakukan pengelolaan persediaan darah yang optimal, pendekatan *inventory policy* yang digunakan pada penelitian ini adalah *continuous review system.* Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keputusan kebijakan *inventory* yang paling optimal agar dapat memenuhi *service level* yang diharapkan pada UTD PMI DKI Jakarta dengan mempertimbangkan *shortage* dan *wastage* pada komponen darah.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian yang digunakan adalah sistem persediaan darah pada UTD PMI DKI Jakarta. Untuk melihat bagaimana optimasi persediaan darah pada komponen *Packed Red Cells* (PRC), trombosit (TC) dan *Fresh Frozen Plasma* (FFP). Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksploratif untuk dapat mengetahui kebijakan *inventory* yang paling optimal sehingga dapat meminimalkan *wastage* dan *shortage* pada darah. Pengolahan data dilakukan dengan pendekatan *continuous review system* untuk mendapatkan nilai *service level* yang optimal.

Continuous review system merupakan metode pengendalian tingkat persediaan secara terus menerus dan sistem ini tidak memperhatikan interval waktu (R), dimana R=0 sehingga posisi *stock* selalu diketahui (Russell & Taylor, 2011) Sehingga dapat ditentukan persediaan pengaman, jumlah pemesanan kembali, serta mengetahui tingkat pemenuhan *service level* yang optimal. Yang kemudian akan dilakukan perbandingan terhadap pemenuhan *service level* dengan nilai *shortage* dan *wastage* yang paling minimum pada sistem persediaan darah.

Perhitungan ini juga dilakukan dengan menggunakan *Expected pay off* untuk pengambilan keputusan dengan memilih alternatif nilai harapan *pay off* terbesar atau terkecil pada *demand lead time* distribusi empirik dan *numerical*. Penggunaan *expected pay off* dapat digunakan ketika keadaan berada dalam kondisi ketidakpastian (Mauladani, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Penyimpanan Darah di UTD PMI DKI Jakarta

Sistem penyimpanan darah yang dilakukan oleh UTD PMI DKI menggunakan sistem *First Expired Firs Out* (FEFO). Produk darah yang sudah diproduksi menjadi komponen darah akan dilakukan pemeriksaan pada bagian prolis sebelum dilakukan penyimpananan di *Blood Bank*. Komonen darah yang sudah lulus pada bagian prolis akan diletakkan pada *blood bank* penyimpanan yang kemudian akan diberikan kepada *blood bank* distribusi, *pasien service* dan leferal. Sistem penyimpanan darah dilakukan rutin tiga kali sehari untuk dapat memenuhi ketersediaan komponen darah pada masing-masing *blood bank*. Sistem penyimpanan darah di *blood bank* harus memenuhi sistem manajemen mutu untuk unit penyimpanan darah agar dapat meminimalkan kontaminasi bakteri dan kerusakan pada darah.

B. Sistem Pemusnahan Limbah Darah

Limbah darah akan dibuang dan dimusnahkan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan agar tidak terjadi pencemaran lingkungan. Pemusnahan juga dilakukan di tempat khusus dengan insinerator yang mempunyai sistem kerja pembakaran pada suhu tertentu, sehingga tidak meninggalkan sisa yang mungkin bisa berbahaya. Jenis darah yang harus dimusnahkan adalah darah kadaluarsa, darah terinfeksi penyakit, kantong darah robek, darah bocor, dan selang kantong darah sudah terpotong habis.

Setiap darah yang sudah rusak, infeksi penyakit ataupun kadaluarsa pada masing-masing lab harus dikembalikan pada bagian penyimpanan, kemudian bagian penyimpanan akan memberikan darah tersebut ke bagian K3 yang menangani limbah darah. Pemusnahan limbah darah dilakukan oleh pihak ke tiga yang bekerja sama dengan UTD PMI DKI Jakarta yang akan melakukan proses pemusnahan limbah darah sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Jadwal pengambilan limbah darah oleh pihak ketiga dilakukan tiga kali dalam seminggu.

C. *Demand* Selama *Lead Time*

Perhitungan *demand* selama *lead time* dilakukan pada data harian bulan Desember 2019 dengan menggunakan distribusi empirik dan *numerical*, yang didasarkan pada kondisi nyata yang dihadapi oleh UTD PMI DKI Jakarta dengan *lead time* atau waktu antar pengambilan darah 8 jam atau 0.33 hari. Untuk *demand* selama *lead time* dengan distribusi empirik permintaan darah akan dibagi dalam bebera *cluster* sehingga didapat nilai probabilitasnya untuk masing-masing *cluster*. Sementara untuk *demand* selama *lead time* dengan *numerical* dilakukan dengan men-*generate demand* selama *lead time* dari data permintan.

D. *Safety Stock (SS)*

Perhitungan *safety stock* dilakukan dengan menggunakan tiga *service level* yang berbeda-beda untuk dapat melihat berapa nilai *safety stock* pada masing-masing *service level*. *Service level* yang digunakan yaitu 85%, 95%, dan 100%. Nilai Z untuk *service level* 85% adalah sebesar 1.05; Nilai Z untuk *service level* 95% adalah sebesar 1.65; dan Nilai Z untuk *service level* 100% adalah sebesar 3.59. Standar deviasi *demand* adalah sebesar 312.19 dan *lead time* sebesar 0.33 hari. Nilai *safety stock* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$SS = Z \times \sigma_L$$

Tabel 1 Nilai *Safety Stock* pada *Service Level* Tertentu

Service Level	Nilai *Safety Stock*		
	PRC	TC	FFP
85%	180	11	27
95%	282	17	42
100%	641	37	92

E. Matriks *Payy Off* dengan *Demand Lead Time* pada Distribusi Empirik

Matriks *pay off* ini menggunakan perbandingan *safety stock* dengan *demand lead time* yang diperoleh dari distribusi empirik pada tiga alternatif *service level* yaitu 85%, 95% dan 100%. Jika *safety stock* lebih besar dari *demand* selama *lead time*, maka akan menghasilkan *wastage*. Dan jika *safety stock* lebih kecil dari *demand* selama *lead time*, maka akan terjadi *shortage*. Berikut ini adalah cara perhitungan dengan menggunakan matriks *payy off*.

$$\text{Matriks } pay\ off = (DL - SS)\ x\ Probabilitas$$

Untuk menentukan nilai *service level* pada matrix *pay off* yang terbaik adalah dilihat dari total *wastage* dan *shortage* yang paling sedikit yaitu nilai yang mendekati angka nol. Hasil nilai matriks *pay off* perbandingan *safety stock* dengan *demand* selama *lead time* pada masing-masing komponen darah dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Matriks *Pay Off* Distribusi Empirik

Service level	Komponen		
	PRC	TC	FFP
85%	-97	2	1
95%	5	8	16
100%	337	28	66

F. Matriks *Pay Off* dengan *Numerical Demand Lead Time*

Matriks *payy off* pada *numerical demand lead time* dihitung berdasarkan data permintaan darah yang sudah di-*generate* dari rata-rata *demand* plus minus standar deviasi dikalikan dengan *lead time*. Kemudian dibandingkan nilai *safety stock* dengan *numerical lead time demand*. Dibawah ini terdapat matriks *pay off* dengan *numerical lead time demand*. sehingga diperoleh nilai *demand* selama *lead time*.

Tabel 3 Matriks *Pay Off* dengan *Numerical*

Service level	Komponen		
	PRC	TC	FFP
85%	-3972	12	-71
95%	-810	198	1373
100%	9482	601	1944

G. *Reorder Point* (ROP)

Pemenuhan *service level* yang telah ditentukan berdasarkan perbandingan nilai *shortage* dan *wastage* yang paling minimum, yang diperoleh dari matriks *pay off* terbaik pada masing-masing komponen dengan distribusi empirik maupun *numerical*. Kemudian dihitung nilai ROP dari masing-masing *service level* yang telah dipilih dengan menggunakan rumus:

$$\mathrm{ROP} = \mu_L + SS$$

Untuk komponen PRC pemenuhan *service level* dengan nilai expected *pay off* terbaik adalah 95%. Sehingga nilai ROP pada komponen PRC adalah 509 kantong, pada komponen TC nilai *exected pay off* terbaik adalah 85% sehingga nilai ROP nya sebesar 20 kantong dan

untuk komponen FFP dengan nilai *expected pay off* terbaik 85% nilai ROP nya adalah 53 kantong.

H. Analisa Keputusan Kebijakan *Inventory* terhadap Alternatif *Service Level*

Hasil dari nilai *expected pay off* pada alternatif *service level* 85%, 95% dan 100% menunjukkan tingkat pemenuhan yang harus dipenuhi oleh BB lab distribusi di UTD PMI DKI Jakarta pada masing-masing komponen PRC, TC dan FFP. Berdasarkan hasil matriks *pay off* dengan menggunakan distribusi empirik dan *numerical* dalam perhitungan *demand lead time*, dapat diperoleh nilai *service level* yang optimal pada komponen PRC adalah 95%, TC 85%, dan FFP 85% yang didasarkan dari nilai *wastage* dan *shortage* yang paling minimum. Pemenuhan pada komponen PRC lebih besar dikarenakan permintaan kompenen tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan TC dan FFP. Namun, pada *expected pay off numerical lead time demand* untuk komponen PRC pemenuhan *service level* 95% masih terdapat *shortage* sebesar 810 kantong dan pada komponen FFP dengan *service level* 85% juga masih terdapat *shortage* sebesar 71 kantong. Sementara pada matriks *pay off* dengan distribusi empirik tidak terdapat nilai *shortage* pada pemenuhan *service level* yang telah ditetapkan. Hal tersebut dikarenakan pada distribusi empirik hanya mempertimbangkan pada enam kondisi *demand* sementara pada *numerical* memperhitungkan 31 kondisi *demand* yaitu setiap hari selama sebulan. Sehingga didapat nilai *safety stock* untuk masing-masing komponen adalah 282 kantong pada komponen PRC, 11 kantong pada komponen TC dan 27 kantong pada komponen FFP.

BB lab distribusi perlu untuk melakukan pemenuhan *service level* terhadap BDRS maupun rumah sakit dikarenakan hal tersebut dapat memiliki risiko yang dapat menyebabkan kematian pada pasien jika BDRS tidak mampu memenuhi permintaan darah. Misalkan, asumsi *shortage* di BRDS ataupun rumah sakit diizinkan sebesar 5%, maka permintaan akan darah harus mampu terpenuhi sebesar 95%. Jika rata-rata permintaan darah di rumah sakit sebesar 200 kantong perhari, maka 190 kantong harus mampu dipenuhi oleh rumah sakit dan terdapat 5 kantong yang tidak mampu terpenuhi, artinya jika satu pasien membutuhkan satu kantong berarti terdapat lima pasien yang mungkin akan mengalami kematian. Disamping mempertimbangkan nilai *shortage*, BDRS juga harus mempertimbangkan *wastage* dengan meminimalkan nilai *wastage* tersebut. Karena darah merupakan sumber daya yang langka,

oleh sebab itu sangat disayangkan jika komponen darah yang sudah di peroleh hanya terbuang dengan sia-sia. Besarnya nilai *shortage* dan *wastage* akan menimbulkan biaya yang cukup besar, baiaya *wastage* dapat ditentukan dengan biaya produksi dan biaya simpan, sementara untuk biaya *shortage* sulit untuk ditentukan (*undefined*) karena menyangkut kematian terhadap pasien. Sehingga, BB lab distribusi UTD PMI DKI Jakarta harus mampu membuat keputusan kebijakan *inventory* yang paling optimal dengan mempertimbangkan nialai *shortage* dan *wastage*. Pemenuhan *service level* dari BDRS maupun rumah sakit harus mempertimbangkan jumlah *safety stock* yang akan digunakan yaitu bisa dengan menaikkan jumlah *safety stock*, namun akan terdapat konsekuensi jika *safety stock* ditambah maka akan memungkinkan meningkatnya biaya *inventory*.

Berdasarkan hasil keputusan alternatif *service level* dengan *numerical lead time demand*, jika tidak diizinkan adanya *shortage* tetapi diperboehkan adanya *wastage* maka pemenuhan *service level* yang tepat untuk komponen PRC sebesar 100%, TC 85% dan FFP 95%. Numun, pemilihan keputusan tersebut akan terdapat *wastage* dengan jumlah yang cukup banyak dibandingkan dengan jumlah yang *shortage*. Akan tetatpi, jika diizinkan adanya *shoratage* dengan nilai *shortage* yang paling minimal dari matriks *pay off* dengan *numerical demand leadtime*, maka nilai *service level* yang tepat untuk komponne PRC 95%, TC 85% dan FFP 85%.

Setelah mengetahui alternatif *servive level* yang akan digunakan BB lab distribusi perlu untuk mengetahui kapan akan dilakukan pemesanan ketika jumlah komponen darah sudah mencapai batas *reorder point*. Berdasarkan hasil perhitungan Nilai *Safety stock* dan ROP untuk masing-masing komponen dengan *service level* yang optimal dapat dilihat pada tabel di bwah ini.

Tabel 4 Hasil Keputusan Kebijakan *Inventory*

	PRC	TC	FFP
Service Level	95%	85%	85%
Safety Stock	282	11	27
Reorder Point	509	20	53

KESIMPULAN

Sistem persediaan darah yang dilakukan oleh UTD PMI DKI Jakarta adalah dengan memperhatikan penerimaan dan permintaan darah, sistem penyimpanan yang dilakukan pada masing-masing komponen darah adalah *First Expired First Out* (FEFO). *Blood Bank* UTD PMI DKI Jakarta terdapat empat bagian yaitu BB penyimpanan, BB lab distribusi, BB lab *pasien service*, dan BB lab *leferal*. Dimana BB penyimpannan bertanggung jawab untuk memenuhi persediaan BB lab distribusi, BB lab *pasien service*, dan BB lab *leferal*. Dari hasil perhitungan matriks *pay off* dengan perbandingan *safety stock* dan *demand lead time* distribusi empirik, hasil nilai *service level* yang paling optimal adalah sebesar 95% untuk komponen PRC, 85% untuk komponen TC dan 85% untuk komponen FFP, pemenuhan pada alternatif tersebut tidak terdapat nilai *shortage* namun terdapat nilai *wastage* pada masing-masing komponen. Sementara untuk numerical sama, namun namun pemenuhan tersebut masih terdapat *shortage* pada PRC dan FFP.

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan bagi BB lab distribusi untuk menentukan kebijakan *inventory* dalam pemenuhan *service level* dengan mempertimbangkan adanya nilai *shortage* dan *wastage*. Penelitian lebih lanjut disarankan pada pemakaian komponen darah berdasarkan jenis golongan darahnya.

DAFTAR PUSTAKA

Duan, Q., & Liao, T. W. (2014). Optimization of blood supply chain with shortened shelf lives and ABO compatibility. *International Journal of Production Economics*, *153*, 113–129. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.012

Haijema, R., van Dijk, N., van der Wal, J., & Smit Sibinga, C. (2009). Blood platelet production with breaks: optimization by SDP and simulation. *International Journal of Production Economics*, *121*(2), 464–473. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.11.026

Kurup, R., Anderson, A., Boston, C., Burns, L., George, M., & Frank, M. (2016). A study on blood product usage and wastage at the public hospital, Guyana. *BMC Research Notes*, *9*(1), 1–6. https://doi.org/10.1186/s13104-016-2112-5

Mauladani, F. (2014). *Teori Pengambilan Keputusan*.

Nagurney, A., Masoumi, A. H., & Yu, M. (2012). Supply chain network operations management of a blood banking system with cost and risk minimization. *Computational Management Science*, *9*(2), 205–231. https://doi.org/10.1007/s10287-011-0133-z

Osorio, A. F., Brailsford, S. C., & Smith, H. K. (2018). Whole blood or apheresis donations? A multi-objective stochastic optimization approach. *European Journal of Operational Research*, *266*(1), 193–204. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.09.005

Pirabán, A., Guerrero, W. J., & Labadie, N. (2019). Survey on blood supply chain management: Models and methods. *Computers and Operations Research*, *112*. https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.07.014

Pusdatin Kemenkes. (2018). *Situasi Pelayanan Darah di Indonesia*.

Russell, R. ., & Taylor, B. . (2011). *Operations Management (7th ed)*. John Wiley & Sons (Asia) Pte, Ltd, Singapore.

Wells, A. W., Mounter, P. J., Chapman, C. E., Stainsby, D., & Wallis, J. P. (2002). Where does blood go? Prospective observational study of red cell transfusion in north England. *British Medical Journal*, *325*(7368), 803–804. https://doi.org/10.1136/bmj.325.7368.803