

ANALISIS KEBIJAKAN INVENTORI PADA KOMPONEN DARAH PACKED RED CELL (PRC)

ANALYSIS OF INVENTORY POLICY IN PACKED RED CELL (PRC) COMPONENTS

Muchammad Fauzi¹⁾, Senator Nur Bahagia²⁾

¹⁾ Universitas Widyatama, Jln. Cikutra No. 204, Bandung, 40227, Indonesia

²⁾ Institut Teknologi Bandung, Jln Ganesha No. 10, Bandung, 40132, Indonesia

^{*)}Penulis korespondensi : muchammad.fauzi@widyatama.ac.id

DOI Number : **10.30988/jmil.v3i2.218**

Diterima: 20 09 2019

Disetujui: 28 11 2019

Dipublikasi: 29 11 2019

Abstract

By following WHO guidelines, the minimum blood availability is 2% of the population. The total population of Indonesia in 2016 is 261.115.456, so ideally it takes 5.222.309 blood bags. In 2013-2015 for 36 months, there were 26 overstock events and 10 stockout events. The data shows that the frequency of over-supply is more frequent than over-demand. The high overstock has an impact on the high costs incurred by the City of Bandung PMI, if there is overstock there are two costs to be incurred, namely the cost of storing if the blood is still in good use and the cost of overstock if the blood is more than the expiration date. The purpose of this study was to determine the optimal value of inventory levels to reduce wastage of blood culling due to overstock occurring at PMI Bandung. The research method uses a quantitative approach to the optimization model of inventory policy, namely Uncertainty EOQ. The optimal amount of supplies that must be provided is at intervals of 8,705 - 9,375 blood bags with a large safety stock 403 blood bags and the ordering point is at the level of supplies of 5.706 blood bags. This proposal can provide a total inventory cost savings of Rp6.622.659.034/year.

Keywords: *Blood, Overstock, EOQ, Uncertainty*

Abstrak

Sesuai dengan panduan WHO, ketersediaan darah minimal adalah 2% dari jumlah penduduk. Jumlah penduduk Indonesia tahun 2016 adalah 261.115.456 jiwa, maka idealnya dibutuhkan 5.222.309 kantong darah. Tahun 2013-2015 selama 36 bulan, terdapat 26 kejadian overstock dan 10 kejadian stock-out. Data tersebut menunjukkan bahwa frekuensi over-supply lebih sering dibandingkan over-demand. Tingginya overstock berdampak pada tingginya biaya yang dikeluarkan oleh PMI Kota Bandung, jika terjadi overstock ada dua biaya yang harus dikeluarkan, yaitu biaya simpan jika darah masih dalam masa baik digunakan dan biaya overstock jika darah sudah lebih dari tanggal kadaluarsa. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui nilai tingkat persediaan yang optimal untuk mengurangi pemborosan pemusnahan darah akibat overstock yang terjadi di PMI Kota Bandung. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif model optimasi pada kebijakan inventori yaitu EOQ Tak Tentu Berisiko Terkendali. Jumlah persediaan optimal yang harus disediakan berada di interval 8.705 – 9.375 kantong darah dengan besar safety stock 403 kantong darah dan titik pemesanan berada di tingkat persediaan 5.706 kantong darah. Usulan ini dapat memberikan penghematan total biaya persediaan sebesar Rp6.622.659.034/tahun.

Kata kunci: *Darah, Overstock, EOQ, Tak Tentu*

1. PENDAHULUAN

Darah adalah jaringan ikat cair yang terdiri dari kuning pucat, plasma yang mengandung suspensi sel darah merah atau eritrosit, sel darah putih atau leukosit dan trombosit darah [1]. Darah pada manusia biasanya berwarna merah, hal ini disebabkan di dalamnya terdapat *hemoglobin* yang mengikat oksigen dan karbondioksida [2]. Darah yang mengikat oksigen dan karbondioksida menjadi sangat penting dalam sistem kehidupan makhluk hidup, khususnya manusia. Jika manusia kekurangan darah maka manusia akan lemas karena cairan yang mengangkut oksigen ke seluruh tubuh tidak terpenuhi. Oleh karena itu pentingnya mengatur persediaan darah agar tidak terjadi kekurangan. Persediaan adalah suatu sumber daya menganggur (*idle resource*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut [3]. Keberadaan persediaan dapat dipandang sebagai pemborosan (*waste*) dan ini berarti beban bagi suatu unit usaha dalam bentuk ongkos yang lebih tinggi. Jika persediaan tersebut tidak tersedia atau tersedia dalam jumlah yang sangat sedikit dan tidak memadai, peluang terjadinya kekurangan persediaan (*inventory shortage*) pada saat diperlukan akan semakin besar [3]. Oleh karena itu, pengendalian persediaan sangatlah penting untuk mengendalikan jumlah persediaan yang optimal agar meminimasi terjadinya kekurangan persediaan atau kelebihan persediaan.

Seiring dengan perkembangan pertumbuhan penduduk di Indonesia, perkembangan tersebut akan mempengaruhi kebutuhan darah yang harus disimpan sebagai persediaan. Berdasarkan Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan [4] sesuai dengan panduan WHO ketersediaan darah minimal adalah 2% dari jumlah penduduk. Menurut *World Bank* jumlah penduduk Indonesia tahun 2016 adalah 261.115.456 jiwa, maka idealnya dibutuhkan 5.222.309 kantong darah. Pada Tahun 2016, jumlah total UTD (Unit Transfusi Darah) hanya

sanggup menghasilkan 4.201.578 kantong darah [5]. Berdasarkan data tersebut artinya Indonesia mengalami kekurangan stok darah sebesar 1.020.731 kantong darah atau 19,54%. Salah satu daerah dengan kebutuhan paling besar adalah Provinsi Jawa Barat, mencapai 947.588 kantong darah. Namun, hanya 62% atau sebanyak 589.999 kantong darah yang mampu dipenuhi oleh 24 UTD [5].

Pengelolaan persediaan darah di Indonesia melalui UTD saat ini dikelola oleh PMI (Palang Merah Indonesia). PMI adalah sebuah organisasi perhimpunan nasional di Indonesia yang bergerak dalam bidang sosial kemanusiaan yang diakui keberadaannya sesuai dengan Keppres No. 25 Tahun 1950 dan Keppres No. 246 Tahun 1963. UTD di PMI wilayah Provinsi Jawa Barat menduduki urutan ke empat ketersediaan darah terbesar yaitu 589.999 kantong darah atau sekitar 14,04% [5]. Pada [Tabel 1](#) menunjukkan data empat Provinsi ketersediaan darah terbesar di Indonesia:

Tabel 1. Data Ketersediaan Darah

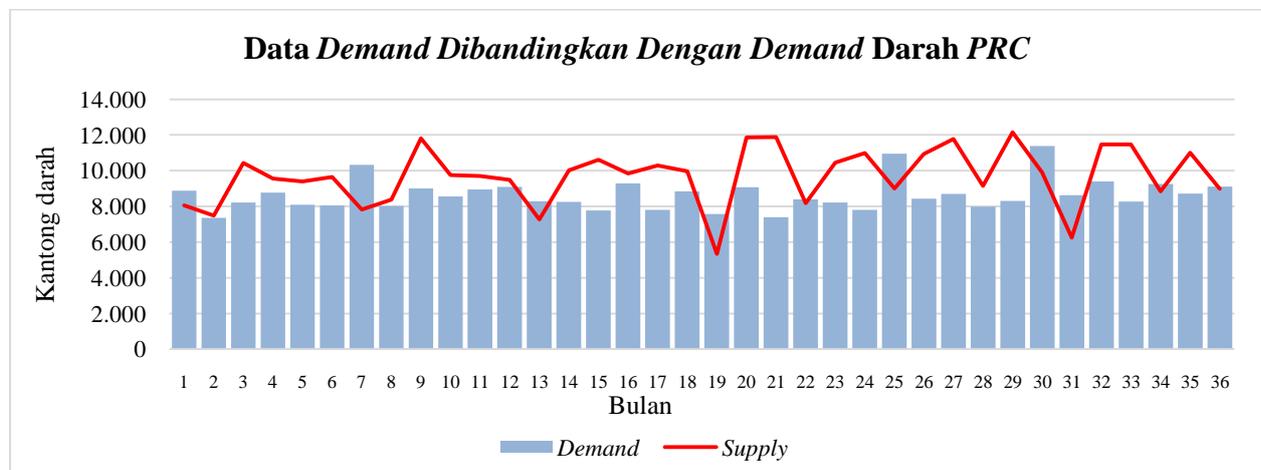
Provinsi	Ketersediaan darah (kantong darah)	Proporsi
Jawa Timur	901.658	21,46%
Jawa Tengah	654.905	15,58%
DKI Jakarta	589.999	14,81%
Jawa Barat	622.136	14,04%
Total	2.768.698	65,89%

Menurut PMI Provinsi Jawa Barat [6], ketersediaan darah pada tahun 2016 di Provinsi Jawa Barat terbesar adalah Kota Bandung sebesar 26,52% atau 212.079 kantong darah. PMI Kota Bandung merupakan instansi yang bergerak dalam bidang sosial kemanusiaan [7] yang berada dalam gerak Kepalang Merah Indonesia, oleh karena itu PMI Kota Bandung harus dapat menentukan ciri khas peranan sosialnya secara tepat dan maksimal, tidak terlepas dari tugas-tugas pokoknya yang telah ditentukan seperti penyelenggaraan donor darah, pendidikan dan pelatihan, pembinaan

terhadap generasi muda PMR (Palang Merah Remaja) dan KSR (Korp Suka Rela) yang peduli terhadap kemanusiaan, peningkatan kemampuan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana alam [8].

Terdapat tujuh komponen darah yang dihasilkan Unit Donor Darah (UDD) Kota Bandung yaitu PRC (*Packed Red Cells*), WRC (*Washed Red Cells*), TC (*Thrombocyte Concentrate*), AHF (*Anti Hemolytic Factor*), FFP (*Fresh Frozen Plasma*), BC (*Buffy Coat*), dan LP (*Liquid Plasma*). Berdasarkan data tahun 2013-2016, *demand* tertinggi

adalah komponen PRC dengan rata-rata *demand* 105.878 kantong darah per tahun. Menurut dr. Hj. Uke Muktimanah, MH.Kes., selaku Kepala UTD PMI Kota Bandung, menyebutkan bahwa masa kadaluarsa darah PRC (*Packed Red Cell*) adalah 35 hari, dr. Uke juga menyebutkan bahwa PMI Kota Bandung merupakan pemasok terbesar di Jawa Barat. Pada [Gambar 1](#) menunjukkan data *demand* dibandingkan dengan *supply* darah komponen PRC selama 36 bulan pada tahun 2013 [9], 2014 [10], dan 2015 [11].



Gambar 1. Data *demand* dibandingkan dengan *supply* komponen darah PRC

Kualitas pelayanan merupakan ukuran seberapa bagus tingkat layanan yang diberikan mampu sesuai dengan ekspektasi pelanggan [12]. Pada persediaan, kualitas pelayanan merupakan ukuran seberapa bagus tingkat layanan berdasarkan jumlah *demand* yang bisa dipenuhi oleh *supplier*. Pada kasus komponen darah PRC, untuk mengukur kualitas pelayanan dihitung berdasarkan jumlah ketersediaan darah dibandingkan dengan jumlah permintaan, artinya *supply* dibandingkan dengan *demand*. Nilai kualitas pelayanan untuk komponen darah PRC di UTD PMI Kota Bandung ditunjukkan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Data Kualitas Pelayanan

Bulan	Kualitas (%) pada Tahun		
	2013	2014	2015
Januari	90,59	87,69	86,20

Bulan	Kualitas (%) pada Tahun		
	2013	2014	2015
Februari	101,53	121,55	128,97
Maret	126,80	136,60	135,49
April	108,84	105,88	114,42
Mei	115,93	131,85	146,29
Juni	118,67	112,63	86,91
Juli	75,60	70,51	72,56
Agustus	104,49	130,89	122,02
September	120,02	160,55	129,26
Oktober	113,96	97,33	95,44
November	108,28	127,20	126,12
Desember	104,44	140,73	98,53

Berdasarkan [Tabel 2](#) terlihat bahwa dari 36 bulan terdapat 26 kejadian *overstock* dan 10 kejadian *stockout*. Data tersebut menunjukkan bahwa frekuensi *overstock* lebih sering karena *supply* berlebih. *Overstock* yang terjadi pada perusahaan akan menurunkan

tingkat efisiensi perusahaan akibat biaya inventori yang meningkat [13]. Pada PMI Kota Bandung, terjadinya *overstock* karena:

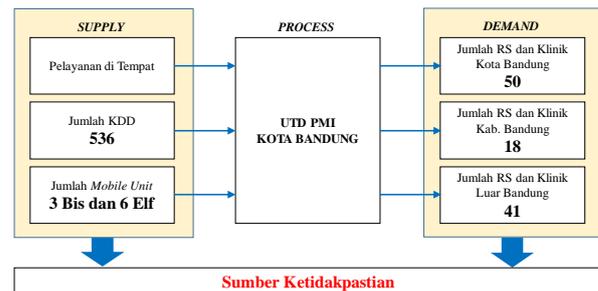
1. Jika darah masih dalam masa baik digunakan tapi tidak ada permintaan sampai umur pakai darah habis maka darah tidak dapat dipakai (*expired*).
2. Jika tingginya pendonor darah melalui kegiatan bakti sosial tapi tidak ada permintaan sampai umur pakai darah habis maka darah tidak dapat dipakai (*expired*).

Persediaan darah dan darah yang tidak dapat dipakai (*expired*) akan menimbulkan biaya yang harus dikeluarkan, yaitu:

1. Jika darah masih dalam masa baik digunakan namun tidak ada permintaan maka akan timbul biaya simpan (*holding cost*).
2. Jika darah sudah lebih dari tanggal kadaluarsa (*expired*) sehingga tidak dapat digunakan maka darah harus dimusnahkan yang dianggap sebagai biaya kelebihan (*overstock cost*). Pemusnahan pada darah tidak hanya karena habisnya masa pakai, tapi ada faktor lainnya, yaitu:
 - a. Pada proses *balanced scale*, jika *volume* darah yang tidak sesuai dengan standar secara signifikan maka darah harus dimusnahkan.
 - b. Jika terjadi kerusakan pada kantong dan selang *blood bag* maka darah harus dimusnahkan.
 - c. Jika waktu pengambilan darah lebih dari 15 menit maka darah harus dimusnahkan.
 - d. Jika penyimpanan dengan parameter yang tidak standar maka darah harus dimusnahkan.

Gejala permasalahan yang terjadi di UTD PMI Kota Bandung adalah terjadinya *overstock* darah karena tidak adanya permintaan sampai umur pakai habis dan tingginya pendonor darah dengan kata lain kelebihan produksi. Menurut konsep TPS (*Toyota Production System*), persediaan dan kelebihan produksi masuk kedalam tujuh jenis pemborosan (*seven wastes*).

Pemborosan pada persediaan darah di UTD PMI Kota Bandung karena tingginya pendonor darah sebenarnya tidak dapat diprediksi. Dapat dilihat pada **Tabel 2** terdapat 10 kejadian *stockout* selama tiga tahun, oleh karenanya fluktuasi *demand* yang terjadi di PMI Kota Bandung karena adanya ketidakpastian dari pendonor (*supply*) dan pemakai yaitu pasien (*demand*) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Sumber ketidakpastian

Gambar 2 menjelaskan bahwa darah dari pendonor (*supply*) dapat diperoleh melalui tiga cara yaitu:

1. Pendonor darah datang ke UTD PMI Kota Bandung melalui pelayanan di tempat.
2. Pendonor darah datang ke KDD (Keluarga Donor Darah) di Kota Bandung. Saat ini terdapat 536 KDD di Kota Bandung.
3. Pendonor darah datang ke Mobil Unit yang sedang beroperasi di wilayah Kota Bandung. Saat ini PMI Kota Bandung memiliki 3 bis dan 6 elf *mobile unit*.

Setelah darah diperoleh dari pendonor, selanjutnya darah akan diproses pemisahan komponen sesuai dengan kebutuhan di UTD PMI Kota Bandung, setelah itu darah dapat diperoleh melalui Rumah Sakit dan Klinik di wilayah Kota Bandung, Kabupaten Bandung, dan Luar Bandung untuk digunakan oleh pasien (*demand*). Jumlah *supply* dari pendonor darah dan *demand* dari pasien merupakan sumber ketidakpastian.

Menurut dr. Uke, PMI Kota Bandung, untuk meredam ketidakpastian memerlukan *safety stock* selama 4 hari. Masalah yang terjadi saat ini adalah *supply* dan *demand* tidak seimbang sehingga timbul *overstock* dan akibat adanya umur pakai setiap jenis darah,

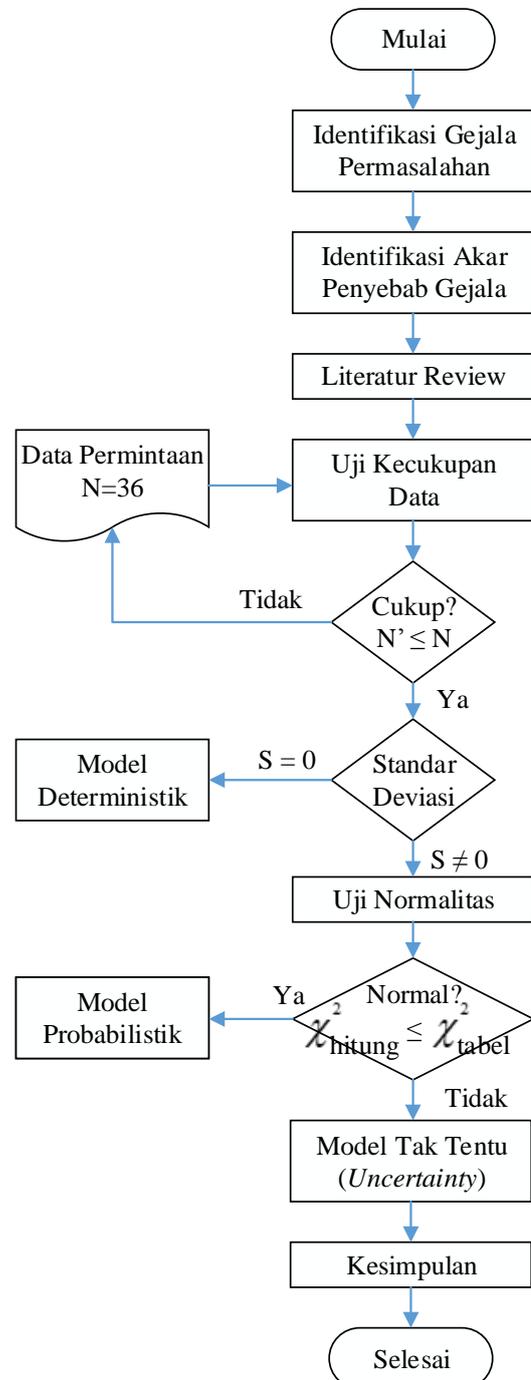
maka akan ada pemusnahan darah bagi jenis darah yang sudah kadaluarsa (*expired*).

Pernyataan besarnya *safety stock* selama 4 hari perlu dianalisis disesuaikan dengan jumlah persediaan yang diperlukan untuk mendapatkan nilai optimal yang dapat mengurangi pemborosan pada persediaan darah di PMI Kota Bandung. Berdasarkan gejala yang sudah diidentifikasi, permasalahan yang dialami PMI Kota Bandung dapat dirumuskan berapa nilai tingkat persediaan, *safety stock*, dan pada posisi stok berapa harus mendapatkan pendonor yang optimal (*reorder point*) untuk mengurangi pemborosan pemusnahan darah sehingga dapat melakukan efisiensi pada total biaya persediaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif model optimasi pada pengendalian persediaan atau kebijakan inventori yaitu EOQ (*Economic Order Quantity*). Data primer yang digunakan yaitu data yang diperoleh dari PMI Kota Bandung secara langsung yaitu data *supply* dan *demand* darah pada tahun 2013-2015 (36 bulan), BPPD (Biaya Penggantian Pengelolaan Darah), dan proses bisnis UTD PMI Kota Bandung. Terdapat penelitian terdahulu pada sistem persediaan darah di PMI UTDC (Unit Transfusi Darah Cabang) Kota Depok menunjukkan karakteristik persediaan bersifat probabilistik [14], sedangkan pada penelitian [15] menyebutkan data permintaan perlu dilakukan pengujian distribusi untuk mengetahui pola distribusi data yang akan mempengaruhi pada pemilihan metode untuk melakukan perencanaan persediaan. Jika nilai ekspektasi dan variansi permintaan diketahui namun pola distribusi kemungkinan teoritisnya tidak diketahui maka disebut sebagai sistem inventori tak tentu berisiko terkendali [3]. Jika nilai ekspektasi dan variansi permintaan tidak diketahui dan pola distribusi kemungkinan teoritisnya tidak diketahui maka disebut sebagai sistem inventori tak tentu murni [3].

Pada penelitian ini, sebelum menentukan metode pengendalian persediaan, dilakukan uji kecukupan data dan uji distribusi pada data *demand*. Alur penelitian secara lengkap ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data bertujuan untuk menguji data secara objektif apakah data yang dijadikan sampel cukup atau tidak. Data yang diperoleh merupakan data diskrit yang diambil selama 36 bulan (3 tahun dari tahun 2013-2015). Data yang diuji adalah data *demand* yang merupakan variabel utama dalam pembahasan. Data dilakukan uji normalitas untuk mengetahui sifat data berdistribusi normal atau tidak [16]. Data ditunjukkan pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Data Demand (kantong darah)

Bulan	Demand		
	2013	2014	2015
Januari	8.886	8.289	10.952
Februari	7.363	8.250	8.432
Maret	8.224	7.773	8.695
April	8.775	9.297	7.991
Mei	8.099	7.802	8.298
Juni	8.049	8.851	11.385
Juli	10.327	7.573	8.623
Agustus	8.011	9.070	9.394
September	9.009	7.399	8.274
Oktober	8.561	8.397	9.251
November	8.956	8.212	8.726
Desember	9.085	7.802	9.110
Total	103.345	98.715	109.131
Rata-rata	8.612	8.226	9.094
<i>Grand Total</i>		311.191	

Tingkat Keyakinan 95%

Tingkat Ketelitian 5%

$$\text{Nilai } Z_{\alpha} = 1 - \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Nilai } Z_{\alpha} = 1 - \frac{0,05}{2}$$

$$\text{Nilai } Z_{\alpha} = 1,96 \approx 2$$

$$N' = \left[\frac{k/\alpha \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right] \quad (1)$$

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{36 \times 2.716.983.813 \times 96.839.838.481}}{311.191} \right]$$

$$N' = 16,05$$

$$N' = 16,05 \leq 36$$

Kesimpulan:

Karena nilai $N' \leq N$ maka data dinyatakan CUKUP

Notasi yang digunakan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

- k Tingkat keyakinan
- α Derajat ketelitian
- N Jumlah data pengamatan
- N' Jumlah data teoritis
- x Data pengamatan

3.2. Uji Normalitas

Uji normalitas yang digunakan adalah metode *Chi Square* karena data tersusun berkelompok dan jumlah sampel lebih dari 30. Hipotesis yang dituju adalah apakah data berdistribusi normal atau tidak. Berikut adalah hipotesis yang diharapkan:

H_0 : Data berdistribusi normal

$$H_0 : \chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$$

Sedangkan hipotesis penentangannya adalah:

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

$$H_1 : \chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$$

Dengan tingkat ketelitian (α) 5%

Tabel 4. Frekuensi pengamatan

Kelas	Batas interval kelas	$f(O_i)$	f_{kum}	p	p_{kum}
1	7.363 - 8.033	8	8	0,222	0,222
2	8.034 - 8.704	13	21	0,361	0,583
3	8.705 - 9.375	11	32	0,306	0,889
4	9.376 - 10.046	1	33	0,028	0,917
5	10.047 - 10.717	1	34	0,028	0,944
6	10.718 - 11.388	2	36	0,056	1,000
Total		36		1,000	

Tabel 5. *Chi Square* hitung

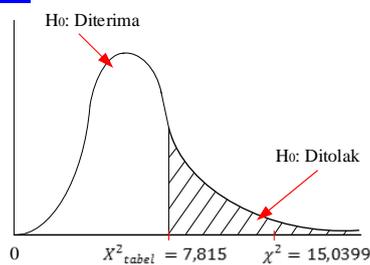
x_i	Z_i	e_i	χ^2
7.363,5 – 8.033,5	-1,46 – -0,70	6,16	0,5479
8.033,5 – 8.704,5	-0,70 – 0,07	10,22	0,7532
8.704,5 – 9.375,5	0,07 – 0,83	9,73	0,1668
9.375,5 – 10.046,5	0,83 – 1,60	5,30	3,4924
10.046,5 – 10.717,5	1,60 – 2,36	1,66	0,2601
10.717,5 – 11.388,5	2,36 – 3,13	0,30	9,8195
Total			15,0399

$$X^2_{tabel} = X^2_{1-\alpha; dk}$$

$$X^2_{tabel} = X^2_{1-0,05; 3}$$

$$X^2_{tabel} = 7,815$$

Berdasarkan [Tabel 4](#) dan [Tabel 5](#) diperoleh daerah penerimaan uji hipotesis seperti pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Daerah penerimaan uji hipotesis

Kesimpulan:

$$\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel} \rightarrow 15,0399 > 7,815$$

Maka dapat disimpulkan H_0 ditolak atau H_1 diterima, yaitu data *demand* tidak berdistribusi normal.

Notasi yang digunakan dalam uji normalitas data adalah sebagai berikut:

- $f(O_i)$ Frekuensi relatif
- f_{kum} Frekuensi kumulatif
- p Probabilitas relatif
- p_{kum} Probabilitas kumulatif
- x_i Batas tidak nyata interval kelas
- Z_i Transformasi dari angka batas interval kelas ke notasi pada distribusi normal
- O_i Nilai observasi
- e_i Nilai harapan
- α Derajat ketelitian
- dk Derajat kebebasan
- χ^2 Nilai hasil hipotesis

Berdasarkan uji normalitas, data *demand* tidak berdistribusi normal. Jika nilai ekspektasi dan variansi permintaan diketahui namun pola distribusi kemungkinan teoritisnya tidak diketahui maka disebut sebagai sistem inventori tak tentu berisiko [3].

3.3. Pengendalian Inventori Tak Tentu

Pengendalian Inventori Tak Tentu (*uncertainty*) adalah sistem inventori dimana karakteristik fenomenanya tidak diketahui secara lengkap, atau secara karakteristik parameter populasinya diketahui hanya sebagian. Fenomena ini dapat terjadi baik karena *demand* barang yang tidak beraturan maupun waktu anjang-ancang (*lead time*)

pengadaan barang yang tidak dapat diprediksi dengan akurat [3].

Pada kasus ini nilai ekspektasi dan variansinya *demand* dapat diketahui berdasarkan data *demand* masa lalu, namun pola distribusi kemungkinan teoritisnya tidak diketahui (data *demand* tidak berdistribusi normal), maka pendekatan yang digunakan adalah Pengendalian Inventori Tak Tentu Berisiko Terkendali.

Berdasarkan hasil observasi, diketahui biaya yang dibebankan kepada setiap resipien atau pasien sebesar Rp360.000/kantong darah untuk jenis kantong 350cc yang dinamakan BPPD (Biaya Penggantian Pengelolaan Darah). Rincian biaya ditunjukkan pada [Tabel 6](#).

Tabel 6. Daftar BPPD

I. BIAYA INVESTASI	
1. Gedung	Rp 6.048
2. Penggantian Kendaraan	Rp 8.248
3. Diklat Tenaga	Rp 4.248
4. Penggantian Alat	Rp 40.325
II. BIAYA OPERASIONAL	
1. Tenaga	Rp 113.380
2. Gedung	Rp 2.152
3. Utilitas (Listrik/Air/Gas)	Rp 5.896
4. Asuransi Gedung, Kendaraan dan Peralatan	Rp 1.464
5. Manajemen Organisasi	Rp 12.750
6. Kendaraan (Biaya <i>Service</i>)	Rp 6.356
7. Transportasi (Bensin)	Rp 1.912
8. Kursus Staf	Rp 1.572
9. Alat Habis Pakai	Rp 1.643
10. BHP Administrasi	Rp 4.934
11. Penghargaan Donor	Rp 2.658
12. Bahan Habis Pakai	Rp 146.414
Total	Rp 360.000

BPPD merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengganti biaya pengelolaan darah dikarenakan darah tidak boleh diperjualbelikan, karena material darahnya tidak dikenakan biaya. Biaya-biaya yang dikeluarkan dalam pengelolaan *PRC* oleh PMI Kabupaten Bandung [17] ditunjukkan pada [Tabel 7](#).

Tabel 7. Daftar biaya pengelolaan *PRC*

Golongan Darah	Ongkos Produksi (per kantong)	Ongkos Setup (per kantong)	Ongkos Simpan (per kantong per tahun)
A	Rp 272.167	Rp 3.750	Rp 38.003
B	Rp 272.167	Rp 3.750	Rp 29.299
O	Rp 272.167	Rp 3.750	Rp 23.783
AB	Rp 272.167	Rp 3.750	Rp 64.248

Berdasarkan [Tabel 6](#) dan [Tabel 7](#), Biaya dikelompokkan sesuai dengan parameter yang dibutuhkan dalam pengolahan data, berikut adalah rinciannya:

1. Biaya Produksi (*C*)

Biaya produksi diambil dari bahan material langsung dan tenaga kerja langsung. Berdasarkan data BPPD, biayanya ditunjukkan pada [Tabel 8](#).

Tabel 8. Biaya produksi

Biaya Produksi	
1. Tenaga	Rp 113.380
2. Alat Habis Pakai	Rp 1.643
3. Bahan Habis Pakai	Rp 146.414
Total	Rp 261.437

2. Biaya Kelebihan (*C_s*)

Biaya Kelebihan (*C_s*) timbul karena persediaan darah yang sudah siap digunakan berlebih dan harus disimpan sampai darah tersebut dibutuhkan atau sampai waktu kadaluarsa. Jika darah tersebut sudah masuk kedalam kategori kadaluarsa maka harus dimusnahkan, itu berarti biaya BPPD yang seharusnya didapat dari resipien hilang dan PMI harus mengeluarkan biaya pengolahan limbah medis untuk pemusnahan kantong darah. Maka formula biaya *overstock* dapat diambil dari:

$$C_s = BPPD + \text{Biaya pengolahan limbah medis}(2)$$

Menurut Humas Semen Padang Hospital, ia menjelaskan biaya yang dikeluarkan untuk limbah medis sebesar Rp40.000/kg [18]. Maka dapat disimpulkan nilai biaya *overstock* sebesar:

$$C_s = Rp360.000 + \left(\frac{350cc}{1000cc} \times Rp40.000 \right)$$

$$C_s = Rp374.000/unit$$

3. Biaya Kekurangan (*C_u*)

Pada kasus ini, jika PMI tidak bisa memenuhi *demand* (resipien), maka PMI harus mengeluarkan biaya tetap pengolahan darah tanpa ada penggantian dari pasien. Hal ini seolah-olah menjadi kerugian bagi PMI karena biaya tetap harus dikeluarkan seperti yang terlihat pada [Tabel 9](#) dan akan terjadi dampak sosial yang sulit dinominalkan seperti [19]:

- *Lost trust from customer*
Pelanggan kehilangan kepercayaan terhadap PMI karena tidak dapat menyediakan darah yang dibutuhkan.
- *Negative campaign*
Dengan terbukanya *social media*, pelanggan akan menceritakan kekecewaannya kepada pelanggan yang lain, hal ini merupakan awal dari menurunnya kekuatan kepercayaan PMI.
- *High cost and huge effort*
Biaya untuk mengatasi pelanggan yang kecewa akibat penanganan yang tidak tepat. Disaat yang sama upaya untuk memperbaiki hubungan yang telah rusak juga membutuhkan kerja ekstra dan waktu yang cukup lama untuk memulihkannya.
- *Confirm the current negative perception*
Kegagalan mengatasi keberatan, semakin membenarkan persepsi pelanggan terhadap keluhannya. Begitu juga dengan persepsi negatif terhadap PMI.
- *Damaging reputation and image*
Citra PMI bisa tergerus habis, berdampak pada hancurnya *brand image* pelayanan.

Tabel 9. Biaya Tetap Pengelolaan Darah

Biaya Kekurangan	
1. Gedung	Rp 6.048
2. Penggantian Kendaraan	Rp 8.248
3. Diklat Tenaga	Rp 4.248
4. Penggantian Alat	Rp 40.325
5. Tenaga	Rp 113.380
6. Gedung	Rp 2.152
7. Utilitas (Listrik/Air/Gas)	Rp 5.896
8. Asuransi Gedung, Kendaraan dan Peralatan	Rp 1.464
9. Manajemen Organisasi	Rp 12.750

Biaya Kekurangan	
10. Kendaraan (Biaya Service)	Rp 6.356
11. Transportasi (Bensin)	Rp 1.912
12. Kursus Staf	Rp 1.572
13. BHP Administrasi	Rp 4.934
Total	Rp 209.285

Dari parameter tersebut, maka dapat dihitung besarnya kemungkinan *demand* $p(z \geq K^*)$ sebagai acuan dalam penentuan besarnya persediaan. Besarnya tingkat persediaan optimal dapat dilihat seperti pada [Tabel 10](#).

Tabel 10. Nilai probabilitas kumulatif

Kelas	Batas interval kelas	<i>f</i>	<i>p(K)</i>	<i>p(z ≤ K)</i>	Ket.
1	7.363 - 8.033	8	0,222	1,000	
2	8.034 - 8.704	13	0,361	0,778	
3	8.705 - 9.375	11	0,306	0,417	OPTIMAL
4	9.376 - 10.046	1	0,028	0,111	
5	10.047 - 10.717	1	0,028	0,083	
6	10.718 - 11.388	2	0,056	0,056	
Total		36	1,000		

Contoh perhitungan:

$$p(z \geq K^*) > \frac{(c - c_s)}{(c_u - c_s)} > p(z \geq K^* + 1) \quad (3)$$

$$p(z \geq K^*) > \frac{(Rp261.437 - Rp374.000)}{(Rp209.285 - Rp374.000)}$$

$$> p(z \geq K^* + 1)$$

$$0,778 > 0,6834 > 0,417$$

Dengan demikian jumlah darah yang perlu disediakan adalah 8.705 – 9.375 kantong darah sebab $p(z \geq 2)$ sebesar 0,778 lebih besar dari 0,6834 dan nilai $p(z \geq 3)$ sebesar 0,417 lebih kecil dari 0,6834.

Pada metode inventori tak tentu berisiko terkendali, variabel keputusan tidak membahas adanya *safety stock* dan *reorder point*. Karena kasus pengendalian persediaan darah memiliki karakteristik *demand* yang berubah-ubah dengan asumsi *leadtime* 7 hari mulai dari merencanakan kegiatan donor darah, pelaksanaan kegiatan donor darah, proses pengambilan darah hingga darah dapat dipakai dan pasien bersedia menunggu ketersediaan darah, oleh karena itu penentuan nilai *safety stock* dan *reorder point*

persediaannya menggunakan pendekatan model *Q back order*.

$$\alpha = \frac{hq_0}{C_u D} \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{32.824 \times 9.375}{374.000 \times 276.533}$$

$$\alpha = 0,00297$$

$$Z_\alpha = 2,75$$

$$ss = Z_\alpha S\sqrt{L} \quad (5)$$

$$ss = 2,75 \times 1058 \sqrt{\frac{7 \text{ hari}}{365 \text{ hari}}}$$

$$ss = 403 \text{ kantong darah}$$

$$r^* = DL + ss \quad (6)$$

$$r^* = \left(276.533 \times \frac{7}{365}\right) + 403$$

$$r^* = 5.706 \text{ kantong darah}$$

Notasi yang digunakan dalam metode inventori tak tentu berisiko terkendali adalah sebagai berikut:

- C* Biaya produksi
- C_s* Biaya Kelebihan
- C_u* Biaya Kekurangan
- p* Probabilitas terjadinya permintaan barang
- K** Interval permintaan/kelas (optimal)
- α* Probabilitas kemungkinan terjadinya kekurangan inventori
- Z_α* Konversi nilai *α* pada distribusi normal
- D* Permintaan selama satu bulan
- h* Biaya simpan per uni per tahun
- q₀** Ukuran lot pemesanan (optimal)
- ss* *Safety Stock*
- L* *Leadtime*
- r** *Reorder point* (optimal)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diperoleh fungsi tujuan dari pengendalian persediaan inventori tak tentu berisiko terkendali adalah ekspektasi ongkos total inventori minimum selama satu tahun yang ditunjukkan pada [Tabel 11](#):

Tabel 11. Perhitungan Ongkos Total Inventori Kondisi Usulan

Bulan	q_0 (kantong darah)	D (kantong darah)	c Rp	Kekurangan Darah (kantong darah)	Kelebihan Darah (kantong darah)	C_u Rp	C_s Rp
Januari	9.375	10.952	Rp 2.450.971.875	1.577		Rp 330.042.445	
Februari	9.375	8.432	Rp 2.450.971.875		943		Rp 352.682.000
Maret	9.375	8.695	Rp 2.450.971.875		680		Rp 254.320.000
April	9.375	7.991	Rp 2.450.971.875		1.384		Rp 517.616.000
Mei	9.375	8.298	Rp 2.450.971.875		1.077		Rp 402.798.000
Juni	9.375	11.385	Rp 2.450.971.875	2.010		Rp 420.662.850	
Juli	9.375	8.623	Rp 2.450.971.875		752		Rp 281.248.000
Agustus	9.375	9.394	Rp 2.450.971.875	19		Rp 3.976.415	
September	9.375	8.274	Rp 2.450.971.875		1.101		Rp 411.774.000
Oktober	9.375	9.251	Rp 2.450.971.875		124		Rp 46.376.000
November	9.375	8.726	Rp 2.450.971.875		649		Rp 242.726.000
Desember	9.375	9.110	Rp 2.450.971.875		265		Rp 99.110.000
Total	112.500	109.131	Rp 29.411.662.500	3.606	6.975	Rp 754.681.710	Rp 2.608.650.000

$$OT = +Ongkos Kekurangan + Ongkos Kelebihan (7)$$

$$OT = Rp29.411.662.500 + Rp754.681.710 + Rp2.608.650.00$$

$$OT = Rp32.774.994.210$$

4. KESIMPULAN

Besarnya nilai q_0^* (persediaan optimal) adalah 8.705 – 9.375 kantong darah selama satu bulan dengan tingkat ss (*safety stock*) sebesar 403 kantong darah dan r^* (*reorder point*) berada di tingkat persediaan 5.706 kantong darah. Implikasinya adalah UTD PMI Kota Bandung harus menyimpan rata-rata persediaan sebesar $[0,5 \times (9.375 + 403)] = 4.889$ kantong darah $[0,5 \times (q_0^* + ss)]$ selama satu bulan. Berdasarkan hasil observasi, PMI Kota Bandung memiliki *cool room* untuk penyimpanan *PRC* sebesar 10.000 kantong darah, oleh karena itu dengan jumlah persediaan maksimum dan *safety stock* selama satu bulan sebesar 9.778 kantong darah masih mencukupi.

Berdasarkan pernyataan dr. Uke terkait dengan besarnya *safety stock* selama 4 hari, artinya jika nilai persediaan optimal sebesar 9.375 kantong darah per bulan, maka nilai *safety stock*nya adalah:

$$persediaan\ per\ hari = \frac{q_0}{hari\ kalender}$$

$$persediaan\ per\ hari = \frac{9.375\ kantong\ darah}{30\ hari}$$

$$persediaan\ per\ hari = 313\ kantong\ darah/hari$$

Artinya *safety stock* selama 4 hari sebesar 1.252 kantong darah. Dampak dari *safety stock* selama 4 hari adalah jika jumlah maksimum penyimpanan darah menjadi 10.627 kantong darah per bulan, maka kapasitas penyimpanan pada *cool room* tidak cukup dan jumlah rata-rata darah yang disimpan lebih tinggi sehingga akan mempengaruhi biaya simpan. Berdasarkan data masa lalu yang ditunjukkan pada [Gambar 1](#), terlihat jumlah pendonor (*supply*) lebih tinggi dari permintaan pasien (*demand*), artinya usulan dari penelitian ini adalah mengurangi jumlah *safety stock* yang awalnya 1.252 kantong darah (4 hari) menjadi 403 kantong darah (1,33 ~ 2 hari).

Besarnya nilai tingkat persediaan optimal dipengaruhi oleh besarnya harga produksi, biaya *overstock*, dan biaya *stockout* dalam menentukan besarnya nilai probabilitas kemungkinan kebutuhan persediaan (p), semakin kecil nilai p ($z \geq K$) semakin tinggi nilai persediaan seperti yang ditunjukkan pada [Tabel 10](#).

Jika PMI Kota Bandung dapat menerapkan besarnya tingkat persediaan dan *safety stock* usulan, diperkirakan PMI Kota Bandung dapat menghemat total biaya inventori sebesar Rp6.622.659.034/tahun dengan rincian pada [Tabel 12](#).

Tabel 12. Perhitungan Ongkos Total Inventori Kondisi Saat Ini

Bulan	q_0 (kantong darah)	D (kantong darah)	c Rp	Kekurangan Darah (kantong darah)	Kelebihan Darah (kantong darah)	C_u Rp	C_s Rp
			261.437			209.285	374.000
Januari	9.653	10.952	Rp 2.523.651.361	1.299		Rp 271.861.215	
Februari	11.167	8.432	Rp 2.919.466.979		2.735		Rp 1.022.890.000
Maret	12.004	8.695	Rp 3.138.289.748		3.309		Rp 1.237.566.000
April	9.364	7.991	Rp 2.448.096.068		1.373		Rp 513.502.000
Mei	12.381	8.298	Rp 3.236.851.497		4.083		Rp 1.527.042.000
Juni	10.121	11.385	Rp 2.646.003.877	1.264		Rp 264.536.240	
Juli	6.432	8.623	Rp 1.681.562.784	2.191		Rp 458.543.435	
Agustus	11.731	9.394	Rp 3.066.917.447		2.337		
September	10.878	8.274	Rp 2.843.911.686		2.604		Rp 973.896.000
Oktober	8.982	9.251	Rp 2.348.227.134	269		Rp 56.297.665	
November	11.170	8.726	Rp 2.920.251.290		2.444		Rp 914.056.000
Desember	9.114	9.110	Rp 2.382.736.818		4		Rp 1.496.000
Total	122.997	109.131	Rp 32.155.966.689	5.023	18.889	Rp 1.051.238.555	Rp 6.190.448.000

Berdasarkan [Tabel 12](#) dapat dibandingkan dengan usulan pada [Tabel 11](#). Penghematan total biaya inventori dapat diperoleh melalui Rp39.397.653.244 – Rp32.774.994.210 = Rp6.622.659.034.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. C. Pearce, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2009.
- [2] C. Brooker, *Ensiklopedia Keperawatan*, Jakarta EGC, 2009.
- [3] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*, Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- [4] R. I. Kemkes, "InfoDATIN Pusat Data dan Informasi," in *Situasi Pelayanan Darah di Indonesia*, Jakarta, PMI, 2015.
- [5] T. Simatupang, "beritagar.id," Selasa September 2018. [Online]. Available: <https://beritagar.id/artikel/berita/indonesia-masih-kekurangan-stok-darah>. [Accessed Minggu November 2019].
- [6] BPS JABAR, "Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat," Senin Maret 2018. [Online]. Available: <https://jabar.bps.go.id/statictable/2018/03/12/294/rekapitulasi-penerimaan-dan-pemakaian-darah-di-udd-pmi-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-barat-2013-2016.html>. [Accessed Minggu November 2019].
- [7] S. D. I. Gotama, G. Abdillah and A. I. Hadiana, "Perancangan Data Warehouse Unit Donor Darah Pada Palang Merah Indonesia Kota Bandung," *Prosiding SNST FT Universitas Wahid Hasyim Semarang*, vol. 7, 2016.
- [8] S. Nahdiyan, "Peran Sistem Informasi Akuntansi Persediaan Peralatan Medis Dalam Menunjang Efektivitas Kerja Karyawan Unit Donor Darah PMI," *Widyatama Repository*, Bandung, 2012.
- [9] Palang Merah Indonesia Kota Bandung, "Laporan Kegiatan Tahun 2013 PMI Kota Bandung," PMI Kota Bandung, Bandung, 2015.
- [10] Palang Merah Indonesia Kota Bandung, "Laporan Kegiatan Tahun 2014 PMI Kota Bandung," PMI Kota Bandung, Bandung, 2015.
- [11] Palang Merah Indonesia Kota Bandung, "Laporan Kegiatan Tahun 2015 PMI Kota Bandung," PMI Kota Bandung, Bandung, 2017.
- [12] S. Kodu, "Harga, Kualitas Produk dan Kualitas Pelayanan Pengaruhnya Terhadap Keputusan Pengambilan

- Mobil Toyota Avanza," *EMBA*, vol. 1, no. 3, pp. 1251-1259, 2013.
- [13] F. Ramadhona and N. B. Puspitasari, "Analisis Usulan Penentuan Optimal Ordering Cost Cover Engine YA40003084 Untuk Minimasi Total Inventory Cost Dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ)," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 5, no. 4, 2016.
- [14] W. Akhdemila, "Analisis Pengendalian Persediaan Darah Pada Palang Merah Indonesia (PMI) Unit Transfusi Darah Cabang (UTDC) Kota Depok," Program Sarjana IPB, Bogor, 2009.
- [15] A. Wulandari, D. D. Damayanti and B. Santosa, "Penentuan Kebijakan Persediaan Suku Cadang Pada Produk Amonia dan Urea di PT. XYZ untuk Meminimasi Total Biaya Persediaan dengan Pendekatan Metode Inventori Tak Tentu Berisiko Terkendali," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 1, no. 1, 2014.
- [16] R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers and K. Ye, *Probability & Statistics for Engineers & Scientists Ninth Edition*, USA: Pearson Education Inc, 2012.
- [17] Y. M. K. Aritonang, M. Nainggolan and K. P. Ariningsih, "Perancangan Strategi Manajemen Persediaan Darah di PMI Bandung," LPPM UNPAR, Bandung, 2016.
- [18] A. Sumbar, "Antarnews.com," Senin Maret 2015. [Online]. Available: <https://sumbar.antarnews.com/berita/142706/rs-keluhkan-tingginya-biaya-pengelolaan-limbah-medis>. [Accessed Selasa Februari 2018].
- [19] D. Tanamal, "Jawaban.Com," Senin Maret 2015. [Online]. Available: <https://www.jawaban.com/read/article/id/2015/03/16/236/150317102049/7-Dampak-Buruk-Akibat-Salah-Mengelola-Keluhan-Pelanggan>. [Accessed Kamis Maret 2018].

BIOGRAFI PENULIS



Muchammad Fauzi, S.T., M.Log. lahir di Bandung pada tanggal 5 Oktober 1990. Riwayat pendidikan sarjan (S1) Teknik Industri

Universitas Widyatama Bandung lulus tahun 2012, pendidikan magister (S2) Logistik Institut Teknologi Bandung lulus tahun 2018. Riwayat pekerjaan sebagai staf Operation Management Development PT. Inti Ganda Perdana (AOP Group) tahun 2013 – 2016. Instruktur Laboratorium POSI Universitas Widyatama 2016 – 2018. Dosen Teknik Industri 2018 – sekarang.



Prof. Dr. Ir. Senator Nur Bahagia, M.Sc. lahir di Bandung pada tanggal 5 Oktober 1990. Riwayat pendidikan sarjan (S1) Teknik Industri Institut Teknologi

Bandung lulus tahun 1977, pendidikan magister (S2) IAE Aix-en-Provence, Universite d'Aix – Marseille III, Perancis dan pendidikan doctor (S3) di IAE Aix-en-Provence, Universite d'Aix – Marseille III, Perancis pada tahun 1985 dalam bidang Manajemen Produksi dan Sistem Logistik. Jabatan fungsional saat ini adalah Guru Besar di ITB di Kelompok Keahlian Sistem Industri dan Tekno Ekonomi dan menjabat sebagai Ketua Pusat Kajian Logistik ITB.