

Metode Pemesanan *Multi-Item Inventory* dengan Pertimbangan Masa Kedaluwarsa, Unit Diskon, dan Kapasitas Gudang di Pin'kan Bakery

Daniel Reynald Budiman¹, I Gede Agus Widyadana²

Inventory is the thing to consider in ordering. Inventories have a variety of properties, one of which is a level of decline. Many researchers have done research on multi-item inventory but not with inventory are deteriorating and assume constant demand. The real condition that occurs today is that the company sells multi-item inventory in the presence of stochastic deterioration and demand. The situation is approached by building a model of inventory simulation using real data in Pin'kan Bakery. The simulation model is done with the help of monte carlo simulation and evolutionary algorithm. This study will compare two ordering modes, namely continuous review and periodic review. The results show that the continuous review method is an appropriate ordering method for multi-item inventory ordering with stochastic degrees and demand.

Keywords: evolutionary algorithm, monte carlo simulation, deterioration rate, replenishment policy, multi-item inventory

Pendahuluan

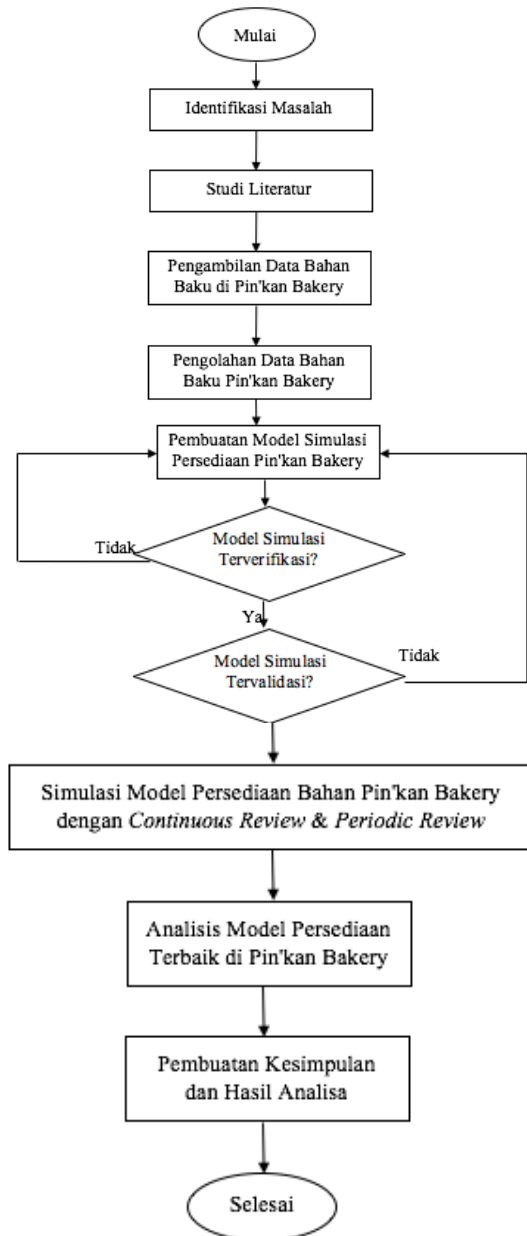
Rantai pasok dari persediaan bahan baku merupakan hal yang sangat penting bagi setiap perusahaan. Metode pemesanan yang tepat akan menghasilkan ketersediaan barang yang tepat sesuai dengan permintaan konsumen sehingga membuat perusahaan tidak perlu mengeluarkan biaya-biaya yang tidak diharapkan. Penelitian kali ini akan menggunakan kedua metode, yaitu *continuous review* dan *periodic review* untuk permintaan yang stokastik dengan batasan unit diskon, masa kadaluwarsa, dan volume gudang. Permintaan yang stokastik akan diselesaikan dengan simulasi monte carlo dan evolutionary algorithm. Penelitian ditekankan pada perbandingan biaya minimum yang dimunculkan oleh kedua metode, kemudian dianalisa untuk mendapatkan metode yang lebih baik. Studi kasus untuk menerapkan kedua metode diambil di Pin'kan bakery, perusahaan berlokasi di Sidoarjo yang bergerak dalam produksi makanan. Data Juli-Desember 2017 menunjukkan terjadi 15 kali kehabisan bahan baku di Pin'kan Bakery. Bahan-bahan tersebut berasal dari berbagai *supplier* yang berbeda-beda.

Para *Supplier* juga menawarkan diskon untuk pemesanan jumlah tertentu. Persediaan yang berlebihan juga bukanlah hal yang baik. Kapasitas gudang di Pin'kan Bakery saat ini adalah 18 m³. Bahan baku yang dipakai juga memiliki masa pakai yang berbeda-beda. Metode pemesanan yang saat ini dilakukan adalah berdasarkan penilaian individu pemilik yang mempertimbangkan data masa lali. Terjadinya kehabisan bahan membuat Pin'kan Bakery harus membeli bahannya sendiri di toko eceran yang ada. Harga yang ada di toko eceran tentunya lebih mahal dibandingkan dengan harga yang ditawarkan oleh supplier. Perbedaan harga tersebut menimbulkan potensi kerugian pada Pin'kan Bakery. Penelitian ini akan memunculkan metode pemesanan terbaik untuk bahan baku di Pin'kan Bakery.

Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan untuk memberikan gambaran langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Metode penelitian ini dibentuk untuk menemukan metode pemesanan terbaik bagi Pin'kan Bakery. Aliran penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: danielreynald17@gmail.com, gede@petra.ac.id



Identifikasi Masalah

Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan identifikasi masalah di Pin'kan Bakery. Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui masalah yang ada, serta penyebabnya.

Studi Literatur

Tahap kedua yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dalam menyelesaikan masalah yang ada. Studi literatur perlu dilakukan agar mengetahui teori yang digunakan pada penelitian. Studi literatur pada penelitian ini mencakup teori dan metode pemesanan bahan baku, yaitu *periodic review* dan *continuous review*.

Pengambilan Data Bahan Baku

Tahapan berikutnya yang dilakukan adalah pengambilan data di Pin'kan Bakery. Data yang diambil adalah data pemakaian bahan baku, data kerusakan bahan baku, dimensi bahan baku, penawaran diskon, dan volume gudang. Data tersebut akan dipakai untuk mencari metode pemesanan optimum.

Pengolahan Data Bahan Baku

Data pemakaian bahan baku dan kerusakan bahan baku yang telah diambil kemudian diolah. Pengujian dilakukan untuk menemukan distribusi dari setiap bahan baku tersebut, baik data pemakaian, maupun data kerusakannya.

Pembuatan Model Simulasi Persediaan

Model simulasi dibuat untuk menunjukkan kondisi saat ini perusahaan. Simulasi ini memunculkan bilangan acak untuk pemakaian bahan baku dan kerusakannya berdasarkan distribusi masing-masing setiap bahan baku.

Verifikasi

Verifikasi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah simulasi yang dilakukan sudah sesuai dengan logika matematis.

Validasi

Verifikasi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah simulasi yang dilakukan sudah sesuai dengan kondisi saat ini di Pin'kan Bakery.

Simulasi Model Persediaan dengan *Continuous Review* dan *Periodic Review*

Simulasi model usulan dilakukan dengan 2 jenis metode. Kedua metode tersebut dibuat berdasarkan model matematisnya masing-masing. Hasil simulasi kedua metode tersebut berbeda.

Analisis Model Persediaan Terbaik

Kedua model tersebut menghasilkan *output* yang berbeda. Analisa dilakukan untuk mendapatkan model terbaik, yaitu model yang menghasilkan biaya lebih kecil.

Pembuatan Kesimpulan dan Hasil Analisa

Tahap paling akhir dari penelitian ini adalah membuat kesimpulan dan hasil akhir yang

menjawab permasalahan pergudangan di Pin'kan Bakery.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Model persediaan akan dibuat untuk sembilan bahan baku utama di Pin'kan Bakery. Pengambilan data dilakukan pada data pemakaian sembilan bahan baku tersebut, data kerusakan barangnya, dimensi setiap bahan, volume gudang di Pin'kan bakery, penawaran diskon dan *lead time* dari pemasok, dan biaya-biaya yang timbul.

Pengolahan Data

Data pemakaian bahan baku dan kerusakan bahan diolah dan dilakukan pendugaan distribusinya. Pendugaan distribusi dilakukan dengan bantuan *Easy Fit*. Tabel 1 menunjukkan distribusi pemakaian setiap bahan baku beserta parameternya.

Tabel 1. Distribusi setiap bahan baku

Nama Bahan	Parameter		
Sparrow	Poisson	λ	12.065
Le Patta	Poisson	λ	2
Gold Bullion	Poisson	λ	1.903
Mother Choice	Poisson	λ	6.774
Telur	Poisson	λ	20.355
Talimas	Poisson	λ	10.581
Pita Merah	Poisson	λ	7.903
AXA Butter	Poisson	λ	10.419
Coklat Bubuk	Weibull	α	4.412
		β	0.08786
Coklat Bubuk untuk Brownies	Weibull	α	5.5923
		β	0.5864

Tabel 2 menunjukkan distribusi dari kerusakan bahan baku.

Tabel 2. Distribusi kerusakan bahan baku

Nama Bahan	Parameter		
Telur	Ekspensial	λ	41.223
Talimas	Ekspensial	λ	34.292
Pita Merah	Ekspensial	λ	44.604

Distribusi diatas akan digunakan dalam memunculkan bilangan acak saat melakukan simulasi.

Model Simulasi Awal

Simulasi awal dibuat untuk menggambarkan kondisi perusahaan saat ini. Simulasi ini melakukan pemunculan bilangan acak untuk pemakaian dan barang kedaluwarsa berdasarkan distribusinya masing-masing. Simulasi dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel* dan dijalankan dalam waktu periode 100 hari. Gambar 1 menunjukkan model simulasi awal.

Gambar 1. Model Simulasi Awal

Tgl	Q	D(Kg)	Lawai	Lakhir	A	H	Penalty	Ruang	Exp cost	Exp(Kg)	Exp rate	Pengganti	Cost
1	30	23	20	27.000	IDR 500	310.6849	IDR -	0.2214	IDR 6.950	0.330951	0.012	0.0000	7760.652
2	20	18	26.669	28.669	IDR 500	329.8904	IDR -	0.235086204	IDR 26.889	1.280418	0.045	0.0000	27718.672
3	20	19	27.389	28.389	IDR 500	326.6637	IDR -	0.232786774	IDR 22.127	1.053678	0.037	0.0000	22953.899
4	20	22	27.335	25.335	IDR 500	291.5255	IDR -	0.207746616	IDR 5.808	0.276548	0.011	0.0000	6599.026
5	20	21	25.058	24.058	IDR 500	276.8364	IDR -	0.197278925	IDR 6.889	0.328047	0.014	0.0000	7665.829
6	30	24	23.730	29.730	IDR 500	342.1028	IDR -	0.243788938	IDR 9.086	0.432663	0.015	0.0000	9928.028
7	20	22	29.298	27.298	IDR 500	314.1105	IDR -	0.2238411	IDR 7.217	0.343680	0.013	0.0000	8031.383

Kolom Q menunjukkan jumlah barang yang dipesan dan telah sampai di gudang perusahaan. Tidak terdapat *lead time* untuk bahan baku telur. Kolom D(Kg) merupakan kolom pemakaian bahan baku telur yang dimunculkan dengan *generate random number* berdasarkan distribusi *Poisson* dengan parameter $\lambda = 20,355$. Kolom A merupakan kolom biaya pemesanan yang timbul setiap kali dilakukan order yaitu sebesar Rp 500. Kolom H merupakan kolom biaya penyimpanan yang berasal dari *Holding Rate* dikalikan dengan sisa inventori akhir pada periode tersebut. *Holding Rate* berasal dari 0.5% dikalikan dengan harga bahan baku tersebut per kilogram. Kolom Pemakaian ruang merupakan jumlah ruang dalam m³ yang dipakai oleh inventori bahan tersebut di akhir periode. Kolom Exp. Cost merupakan biaya yang timbul akibat bahan baku tersebut mencapai waktu kadaluasa. Supplier dari bahan baku telur menawarkan untuk melakukan penggantian kepada telur yang kadaluasa setiap minggunya, sehingga *expired cost* menjadi 0. Telur merupakan bahan yang mudah menjadi rusak, sehingga dimunculkan probabilitas kerusakan pada kolom Exp Rate menggunakan distribusi *Ekspensial* dengan parameter $\lambda = 41,223$. Kolom Cost merupakan total dari biaya pesan, biaya simpan, biaya penalti, dan biaya *Expired*. Model dibuat untuk setiap bahan baku dengan termin yang berbeda-beda.

Tabel 3 menunjukkan hasil model simulasi awal
Tabel 3. Hasil Model Simulasi Awal

Nama Bahan	Cost
Sparrow	Rp 245.960
Le Patta	Rp. 28.402
Gold Bullion	Rp 29.510
Mother Choice	Rp 175.620
Telur	Rp 82.602
Talimas	Rp 981.752
Pita Merah	Rp 479.151
AXA Butter	Rp 119.386
Coklat Bubuk	Rp 64.166
TOTAL COST	Rp 2.226.549

Model Matematika

Kebijakan yang diterapkan perusahaan akan membentuk model matematis pada penelitian kali ini. Perhitungan matematis juga dilakukan untuk melakukan simulasi model usulan yaitu *continuous review* dan *periodic review*.

$$Rop = D_i^t \times L + (1.28 \times \sqrt{D_i^t \times L})$$

Re-order Point merupakan titik dimana perusahaan akan melakukan pemesanan bahan kembali.

Verifikasi dan Validasi

Verifikasi dilakukan untuk menunjukkan apakah model simulasi telah sesuai dengan logika matematis. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan perhitungan manual dengan hasil simulasi komputer. Terdapat selisih total biaya sebesar Rp 315 (0.3%). Persentase selisih yang kecil menunjukkan bahwa model simulasi telah terverifikasi.

Validasi dilakukan untuk menunjukkan apakah model simulasi awal sudah menunjukkan kondisi perusahaan saat ini. Validasi dilakukan dengan membandingkan jumlah pemesanan yang dilakukan perusahaan berdasarkan data masa lalu dan hasil simulasi komputer. Terdapat perbedaan sebesar 8% total biaya pada model simulasi dan data masa lalu perusahaan. Selisih yang kecil tersebut menunjukkan bahwa model awal telah divalidasi

Model Simulasi Model Usulan

Model simulasi usulan dibuat dengan dua jenis metode yaitu *continuous review* dan *periodic review*. *Periodic Review* merupakan metode pemesanan yang memiliki periode yang tetap. *Continuous review* merupakan metode pemesanan dengan kauntitas pemesanan yang tetap. Gambar 2 menunjukkan simulasi metode pemesanan *periodic review*.

Gambar 2. Simulasi Pemesanan Metode *Periodic Review*

Tgl	O	Q	D(Kg)	I awal	I akhir	A	H	Penalty	Ruang	Exp cost	Exp(Kg)	Exp rate	Pengganti	Cost
1	197		10	50	40.000	IDR -	605.9009	IDR -	0.664	IDR -	0	0.000	0	605.901
2	0		8	40.000	32.000	IDR -	484.7208	IDR -	0.5312	IDR -	0	0.000	0	484.721
3	0		19	32.000	13.000	IDR -	196.9178	IDR -	0.2158	IDR -	0	0.000	0	196.918
4	0		11	13.000	2.000	IDR -	30.2950	IDR -	0.0332	IDR -	0	0.000	0	30.295
5	0	197	10	2.000	188.588	IDR -	2856.6360	IDR -	3.1305551	IDR -	0	0.000	0	2856.636
6	0	0	14	188.588	174.588	IDR -	2644.5707	IDR -	2.8981551	IDR -	0	0.000	0	2644.571
7	0	0	14	174.588	160.588	IDR -	2432.5053	IDR -	2.6657551	IDR -	0	0.000	0	2432.505

Kolom O menunjukkan jumlah bahan baku yang dipesan. Bahan baku Coklat Sparrow memiliki lead time selama 4 hari, sehingga barang yang dipesan pada tanggal 1 akan masuk di gudang pada tanggal 5 dan dicatat di kolom Q. Kolom-kolom lainnya memiliki logika matematis yang sama dengan model awal. Kolom Exp Rate bernilai 0 karena bahan baku Coklat Sparrow merupakan bahan baku yang tahan lama dan tidak memiliki data kerusakan di masa lalu. Kolom STD merupakan standard deviasi dari pemakaian bahan baku tersebut selama 100 hari simulasi. Kolom Periode merupakan jumlah periode dilakukannya pemesanan bahan baku tersebut yang didapat dari hasil Solver. Kolom Nilai Max merupakan nilai pemakaian bahan baku tertinggi selama 100 hari simulasi. Kolom Mean merupakan rata-rata pemakaian bahan baku selama 100 hari simulasi. Kolom BSL merupakan Base Stock Level dari model tersebut yang didapat dengan menggunakan rumus matematis. Simulasi dilakukan pada semua jenis bahan baku. Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi metode tersebut.

Tabel 3. Hasil simulasi metode *Periodic Review*.

Nama Bahan	Periode	BSL	Cost
Sparrow	7	158.602	Rp 99.852
Le Patta	10	38.687	Rp 37.810
Gold Bullion	1	36.068	Rp 93.490
Mother Choice	7	92.940	Rp 68.352
Telur	2	59.864	Rp 58.678
Talimas	4	82.696	Rp 830.882
Pita Merah	2	32.673	Rp 387.291
AXA Butter	8	151.366	Rp 50.646
Coklat Bubuk	15	6.501	Rp 25.264
TOTAL COST			Rp 1.661.264

Gambar 3 menunjukkan simulasi metode pemesanan *continuous review*.

Gambar 3. Simulasi Pemesanan Metode *Continuous Review*

Tgl	O	Q	D(Kg)	I awal	I akhir	A	H	Penalty	Ruang	Exp cost	Exp(Kg)	Exp rate	Pengganti	Cost
1	72		10	50	40.000	IDR -	630.1370	IDR -	0.664	IDR -	0	0.000	0	630.137
2	0		8	40.000	32.000	IDR -	504.1096	IDR -	0.5312	IDR -	0	0.000	0	504.110
3	0		19	32.000	13.000	IDR -	204.7945	IDR -	0.2158	IDR -	0	0.000	0	204.795
4	0		11	13.000	2.000	IDR -	31.5068	IDR -	0.0332	IDR -	0	0.000	0	31.507
5	0	72	10	2.000	64.000	IDR -	1008.2192	IDR -	1.0624	IDR -	0	0.000	0	1008.219
6	72	0	14	64.000	50.000	IDR 500	787.6712	IDR -	0.83	IDR -	0	0.000	0	1287.671
7	0	0	14	50.000	36.000	IDR -	567.1233	IDR -	0.5976	IDR -	0	0.000	0	567.123

Kolom O menunjukkan jumlah bahan baku yang dipesan. Pemesanan dilakukan apabila inventori akhir di hari tersebut mencapai titik Re-Order Point

Kolom-kolom lainnya memiliki logika matematis yang sama dengan model awal. Kolom Exp Rate bernilai 0 karena bahan baku Coklat Sparrow merupakan bahan baku yang tahan lama dan tidak memiliki data kerusakan di masa lalu. Kolom Dus merupakan jumlah pemesanan tetap yang dilakukan untuk bahan baku tersebut. Simulasi dilakukan pada semua jenis bahan baku. Tabel 4 menunjukkan hasil simulasi metode tersebut.

Tabel 4. Hasil simulasi metode *Continuous Review*.

Nama Bahan	Jumlah Pesan	Cost
Sparrow	7	Rp 103.049
Le Patta	6	Rp 72.290
Gold Bullion	6	Rp 19.234
Mother Choice	5	Rp 71.257
Telur	3	Rp 79.867
Talimas	3	Rp 579.291
Pita Merah	3	Rp 222.524
AXA Butter	7	Rp 50.797
Coklat Bubuk	8	Rp 14.883
TOTAL COST		Rp 1.213.192

Tabel 3 dan 4 merupakan hasil simulasi kedua metode tersebut. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total biaya dari metode *Continuous Review* lebih kecil yaitu sebesar Rp. 1.213.192.

Analisis Perbandingan Hasil Simulasi

Model simulasi usulan dilakukan berdasarkan kondisi dan asumsi yang telah diberikan oleh perusahaan. Model usulan terdiri dari 2 jenis metode, yaitu metode *Periodic Review* dan *Continuous Review*. Analisa akan dilakukan pada hasil simulasi untuk mencari metode pemesanan terbaik dalam mengatasi permintaan dan kerusakan bahan baku yang stokastik dan probabilistik. Pemilihan metode pemesanan terbaik akan didasarkan pada nilai *Total Cost* yang minimal. Hasil simulasi menunjukkan rata-rata *Total Cost* dari metode *Periodic Review* adalah sebesar Rp Rp 1.661.264. Rata-rata *Total Cost* dari metode *Continuous Review* adalah sebesar Rp 1.213.192. Terdapat selisih biaya sebesar Rp 448.072. Perbandingan rata-rata *Total Cost* menunjukkan bahwa metode *Periodic Review* lebih baik digunakan karena memiliki *Total Cost* yang lebih minimum Hasil model simulasi mengenai pemilihan metode pemesanan akan dibandingkan juga dengan metode pemesanan oleh Pin'kan Bakery saat ini. Metode pemesanan oleh Pin'kan bakery didapatkan dengan melakukan wawancara serta pengambilan data yang dituangkan dalam model simulasi awal. Model simulasi awal tergolong sebagai metode *Continuous Review* dengan re-order point dan jumlah pemesanan yang berbeda-beda untuk setiap kondisi. *Total Cost* dari proses pemesanan saat ini adalah sebesar Rp

2.226.549. Model usulan dengan metode *Continuous Review* menghasilkan biaya yang lebih minimum dibandingkan dengan model awal, sehingga model usulan lebih optimal untuk diterapkan. Metode *Continuous Review* cocok digunakan untuk pemesanan *multi-item inventory* seperti bahan baku. Bahan baku perusahaan makanan seperti bakery memiliki kondisi pemakaian dan tingkat kerusakan yang berbeda-beda sehingga metode pemesanan yang dilakukan lebih optimal dilakukan dengan pengecekan secara berkala (*Continuous Review*). Tingkat kerusakan pada bahan baku bervariasi, mulai dari yang sangat singkat (beberapa hari) hingga yang berbulan-bulan, oleh karena itu metode *Continuous Review* dapat meminimalkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

Simpulan

Manajemen perseidaan merupakan hal yang penting bagi perusahaan. Manajemen persediaan yang optimal dapat meminimumkan biaya. Hasil simulasi menunjukkan. Hasil simulasi model menunjukkan bahwa metode pemesanan *Continuous Review* merupakan metode pemesanan terbaik dengan biaya sebesar Rp 1.213.192. Bahan baku di Pin'kan bakery memiliki masa kadaluwarsa yang bervariasi sehingga dibutuhkan pengecekan bahan baku dan pemesanan secara berkala. Hal tersebut membuat metode *Continuous Review* menjadi cocok digunakan untuk Pin'Kan Bakery.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang membantu, memberi bimbingan, serta memberi dukungan selama penyusunan skripsi ini, yaitu kepada Bapak I Gede Agus Widyadana, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing, Ibu Stephanie Elisabeth selaku pemilik dari Pin'kan Bakery, dan Ibu Dr. Dra. Indriati Njoto Bisono, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Kristen Petra Surabaya.

Daftar Pustaka

1. Pujawan, I. N. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
2. Mulyono, S. (2002). *Riset Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
3. Simchi-Levi, D. (2000). *Designing And Managing The Supply Chain*. United States of America: Mc Graw - Hill Companies Inc.
4. Kakiay, T. J. (2004). *Pengantar Sistem Simulasi*. Yogyakarta: Andi.

5. Jaya, S. S., Octavia, T., & Widyadana, I. A. (2012). *Model Persediaan Bahan Baku Multi Item dengan Mempertimbangkan Masa Kadaluwarsa, Unit Diskon dan Permintaan yang Tidak Konstan*. Surabaya: Teknik Industri.
6. Eiben, A. &. (2007). *Introduction to Evolutionary Computing Genetic Algorithms*. New York: Springer.
7. Law, A. M., & Kelton, W. D. (1991). *Simulation Modeling & Analysis* (2nd Edition ed.). International: Mc Graw - Hill.