

# **APLIKASI SIMULASI MONTE CARLO TIDAK TERSTRUKTUR PADA SCHEDULING KARYAWAN MAINTENANCE ENGINEERING**

*(Non-Structured Monte Carlo Application on Maintenance Engineering Employees  
Scheduling)*

**Hendy Tannady**

**Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi & Desain, Universitas Bunda Mulia  
Jl. Lodan Raya No. 2, Ancol, Jakarta Utara  
hendytannady@yahoo.com**

## **Abstrak**

Kunci sukses dari badan usaha tidak hanya berfokus kepada nilai *sales* atau strategi perencanaan dengan visi dan misi yang menarik, yang mencakup banyak hal dan melibatkan banyak elemen. Keberhasilan perusahaan dalam membentuk sebuah sistem *aftersales* yang baik dan *excellent* mampu mengubah peta kompetisi perusahaan dan membentuk kepercayaan serta komitmen yang baik bagi *customer*. Penelitian ini berfokus pada bagaimana menjaga kepuasan *customer*, dalam hal ini warga apartemen dalam menunggu kedatangan karyawan *Maintenance Engineering*, dengan merancang simulasi jumlah karyawan *Maintenance Engineering* di setiap hari Sabtu selama dua belas hari Sabtu ke depan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan berupa jumlah karyawan yang ditugaskan baik untuk berjaga maupun ditugaskan melayani keluhan warga. Metode yang digunakan untuk menetapkan jumlah dalam periode ke depan adalah Monte Carlo. Hasil dari penelitian adalah rata-rata 13 karyawan yang ditugaskan untuk berjaga pada hari Sabtu.

**Kata Kunci:** kepuasan pelanggan, *maintenance engineering*, *monte carlo*

## **Abstract**

*The success key of an enterprise does not only concern with the number of sales or strategic planning with attractive mission and vision. It covers a comprehensive area involves many elements. The success of a company in establishing an excellent aftersales system can alter the company map of competition and form customers' trust and commitment. This study focuses on how to maintain customer's satisfaction. Customers in this case are the apartment residents waiting for the engineering maintenance employees. By designing a simulation on the number of maintenance engineering employees on every Saturday for twelve Saturdays, it is expected to provide input on the number of employees to assign to standby at their post and to handle the residents' complaints. The method used in determining the amount in the next period is Monte Carlo. The results of the study suggest that an average of 13 employees is to be assigned on duty on Saturdays.*

**Keywords:** *customer satisfaction, maintenance engineering, monte carlo*

**Tanggal Terima Naskah : 04 Februari 2014**

**Tanggal Persetujuan Naskah : 18 Juli 2014**

## **1. PENDAHULUAN**

Pemanfaatan simulasi dalam aplikasi rekayasa teknis dengan tujuan meminimalkan efek negatif dari rencana kerja dan rencana strategis merupakan hal yang

cermat dan bijak. Hal ini merupakan langkah preventif yang sangat tepat dilakukan oleh badan usaha. Simulasi digunakan di berbagai bidang keilmuan untuk memperkenalkan bagaimana rekayasa digunakan untuk memperdalam keilmuan dan menjadi *supporting unit* terhadap penelitian di berbagai bidang. Dari perencanaan persediaan bahan baku hingga rekayasa transportasi yang digunakan pada lintas ilmu tidak dapat dipungkiri lagi akan menjadi acuan bagi akademisi dan peneliti untuk mengkaji lebih jauh tentang persiapan proses yang lebih *solid* serta mengidentifikasi hal-hal terkait yang perlu dipertimbangkan agar penyebab destruktif laten dapat sedapat mungkin dihindari.

Penelitian menggunakan simulasi *Monte Carlo* membantu menyediakan bilangan *random* yang dibutuhkan. Metode simulasi *Monte Carlo* telah digunakan sebelumnya untuk memecahkan berbagai persoalan dan pengujian paradigma, seperti simulasi *Monte Carlo* berbasis analisis performa *supply chain* [1], *security pricing* [2], *radiative transfer modelling* [3]. Sejak tahun 1949 *Monte Carlo* juga sudah digunakan untuk memecahkan masalah persamaan matematika [4]. Pada penelitian ini metode simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk membantu peneliti dalam memberikan bilangan acak dan melakukan sketsa rancangan dari simulasi yang diharapkan terjadi pada periode-periode ke depan. Akar dari permasalahan adalah usaha terus-menerus untuk memberikan yang terbaik bagi konsumen, dalam kaitannya dengan prinsip *Kaizen* dan *Continuous Improvement*. Hasil dari penelitian diharapkan dapat membantu departemen *Building Management* dalam merancang penjadwalan karyawan, mengaplikasikan simulasi khususnya *Monte Carlo* ke dalam masalah riil, yang pada objek penelitian ini adalah penjadwalan jumlah karyawan.

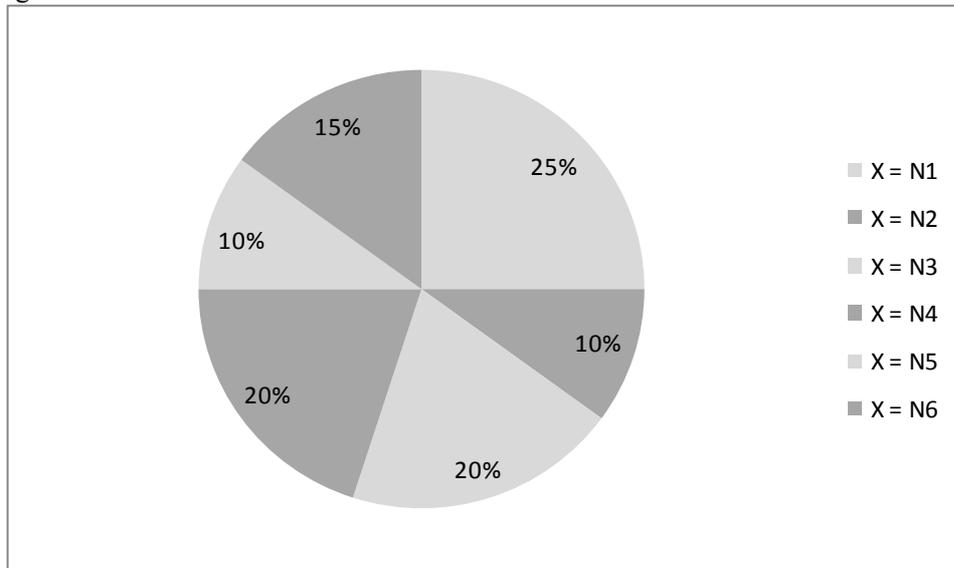
## 2. KONSEP DASAR

Diskusi tentang bisnis terkait kondisi pembentukan fundamental awal, menjalankan operasional bisnis terkait juga dengan strategi bisnis, dan juga menentukan langkah ke depan sebagai visi dari rencana strategis korporasi tentunya tidak hanya diperankan oleh pihak internal perusahaan, namun harus disandarkan kepada faktor kepuasan terhadap *customer*, atau kepuasan pelanggan. Konsumen akan merasa puas dan senang terhadap sebuah pabrikan atau produk atau jasa yang dihasilkan, apabila nilai ekspektasi yang diharapkannya terhadap produk dan jasa tersebut sama dengan performa dan kinerja produk dan jasa yang digunakannya [5]. Dari tulisan dalam *Journal Psychology & Marketing* yang berjudul “*The Impact of Customer Satisfaction and Relationship Quality on Customer Retention: A Critical Reassessment and Model Development*” yang ditulis oleh Thorsten Hennig-Thurau dan Alexander Klee pada tahun 1997 menyebutkan bahwa pembahasan secara berkala terkait kepuasan pelanggan mulai diperbincangkan sejak tahun 1970’an, contohnya oleh Hunt, melalui prosiding yang dipublikasikan dalam *Journal of Customer Satisfaction, Dissatisfaction, and Complaining Behavior*”. Dua hal penting dalam menjaga dan menciptakan kepuasan *customer* adalah dengan membentuk “*Trust*” dan “*Commitment*” dengan *customer*. Menurut Moorman, “*Trust*” didefinisikan sebagai “*willingness to rely on an exchange partner in whom one has confidence*”, bagaimana menjaga kepercayaan *customer* terhadap produk dan jasa yang dihasilkan sedangkan “*Commitment*” didefinisikan sebagai orientasi jangka panjang dari *customer* terhadap suatu produk dan jasa dalam hal menjaga relasi dan ikatan emosi [6]. Apabila seorang *customer* sudah memiliki *sense of commitment*, mereka akan loyal terhadap unit *brand* yang secara reguler atau biasanya mereka gunakan.

## 3. METODE PENELITIAN

Simulasi adalah sebuah metode analitik yang bertujuan untuk membuat imitasi dari sebuah sistem yang mempunyai sifat acak [7]. Masalah yang sering kali ditemui oleh

banyak perusahaan dalam menetapkan estimasi perencanaan ke depan adalah tidak adanya variabel *random* yang dapat dijadikan pedoman dalam menyusun perhitungan analitis. Menurut Sri Mulyono, *Monte Carlo* sering dianggap sama dengan simulasi probabilistik. Namun yang menjadi unsur pembeda antara *Monte Carlo* dengan simulasi probabilistik adalah *Monte Carlo* menekankan pada teknik dalam memilih angka secara acak dari daftar distribusi probabilitas untuk menjalankan simulasi. Tujuan dari simulasi ini adalah memunculkan variabel *random* melalui *sampling* dari distribusi probabilitas, dengan perumpamaan seperti memutar roda rolet yang disekat ke dalam beberapa bagian sesuai dengan probabilitas yang didapat dari data historis riil, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Gambaran kerja *Monte Carlo* dengan memutar roda rolet

Pada gambar 1, notasi  $X=N \{1, \dots, 6\}$  menunjukkan pola data historis terkait jumlah atau kuantitas yang terekam sebelumnya, sedangkan nilai (n%) menunjukkan nilai probabilitas kejadian yang telah terjadi. Simulasi *Monte Carlo* mengakomodasi kemungkinan bahwa sebuah probabilitas dapat ditentukan dengan cara mengukur probabilitas sebuah kejadian terhadap suatu distribusi [7]. Bilangan acak dari *Monte Carlo* merupakan sebuah langkah representasi aktualisasi kondisi dari situasi perencanaan ke depan yang sulit untuk diprediksi tingkat akurasi atau tidak nyata dalam sebuah sistem dengan sifat riil [8].

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menentukan jumlah karyawan *Maintenance Engineering* yang harus ditugaskan oleh sebuah departemen *Building Management* digunakan contoh kasus sebuah apartemen di Jakarta Barat pada jadwal operasi layanan di akhir minggu (hari Sabtu). Beroperasinya karyawan pada hari kerja reguler (Senin-Jumat) umumnya menggunakan seluruh pos karyawan, namun dijadwalkan pergantian *shift*-nya, namun khusus untuk waktu beroperasi pada akhir minggu, tidak semua pos digunakan, mempertimbangkan waktu luang yang dimiliki nasabah untuk melakukan aktivitas perbankan pada akhir minggu dan sering dijumpai adanya penumpukan antrian pada daftar *form* pencatatan permintaan jasa yang dikontrol oleh administrasi sebelum diteruskan kepada karyawan *ME*.

Dalam menentukan jumlah karyawan *Maintenance Engineering* yang bertugas di hari Sabtu, data yang diperlukan adalah data jumlah panggilan melalui telepon yang diterima oleh operator *admin* kantor *Building Management* divisi *Maintenance*

*Engineering* yang memerlukan layanan seputar perbaikan, bantuan instalasi, dan lain sebagainya pada hari Sabtu pada periode waktu sebelumnya. Data lain yang diperlukan sebagai acuan perhitungan adalah data terkait kebijakan manajemen terhadap jumlah karyawan yang ditugaskan untuk berjaga dalam satuan per jenis kategori yang telah ditetapkan pada hari Sabtu. Adapun batasan dari perancangan simulasi adalah hingga 12 hari Sabtu yang sama dengan tiga bulan perencanaan ke depan dan menggunakan data historis 12 hari Sabtu. Tabel 2 dan 3 memperlihatkan data historis dari kuantitas panggilan dan kategori dari bentuk layanan yang diharapkan oleh warga beserta probabilitas masing-masing data sesuai dengan waktu yang diharapkan pada penelitian. Tetap konstan jumlah tenaga kerja adalah satu orang karyawan untuk kategori “A”, dua orang karyawan untuk kategori “B”, tiga orang karyawan untuk kategori “C”, dan empat orang karyawan untuk kategori “D”. Bentuk layanan yang diharapkan dalam setiap kategori tidak akan diperinci dan menjadi batasan masalah dalam penelitian ini.

Tabel 1. Data historis kuantitas permintaan jasa layanan dan probabilitas

Kuantitas Permintaan	Probabilitas
4	0.17
5	0.08
7	0.33
8	0.25
9	0.17

Tabel 3. Data historis kategori jenis permintaan jasa layanan dan probabilitas

Kategori Permintaan	Probabilitas
A	0.51
B	0.29
C	0.18
D	0.02

Proses lanjutan adalah dengan membuat interval-interval pada data probabilitas dan menentukan *range* interval angka *random* pada setiap jenis permintaan dan kategori permintaan yang sesuai dengan distribusi probabilitas [9].

Tabel 4. Interval angka *random* permintaan layanan

Permintaan	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif	Interval Probabilitas Kumulatif	Interval Angka <i>Random</i> ( $r_1$ )
4	0.17	0.17	0,00 – 0,16	00 – 16
5	0.08	0.25	0,17 – 0,24	17 – 24
7	0.33	0.58	0,25 – 0,57	25 – 57
8	0.25	0.83	0,58 – 0,82	58 – 82
9	0.17	1,00	0,83 – 0,99	83 – 99

Tabel 5. Interval angka *random* kategori jenis permintaan jasa

Kategori	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif	Interval Probabilitas Kumulatif	Interval Angka <i>Random</i> ( $r_2$ )
A	0,51	0,51	0,00 – 0,50	00 – 50
B	0,29	0,80	0,51 – 0,79	51 – 79
C	0,18	0,98	0,80 – 0,97	80 – 97
D	0,02	1,00	0,98 – 0,99	98 - 99

Interval angka *random* yang telah terbentuk selanjutnya akan menjadi acuan dalam menentukan penempatan dan rujukan nilai yang akan dihasilkan oleh setiap bilangan *random*. Penyusunan tabel simulasi selama 12 hari Sabtu ke depan merupakan prosedur lanjutan. Tabel 6 memperlihatkan jumlah karyawan *Maintenance Engineering* yang dibutuhkan untuk melayani permintaan layanan oleh warga.

Tabel 6. Tabel simulasi tenaga kerja yang ditugaskan

Hari Sabtu ke-	r <sub>1</sub>	Jumlah Panggilan	r <sub>2</sub>	Kategori	Karyawan yang Dikirim	Jumlah petugas/hari
1	26	7	56	B	2	8
			40	A	1	
			33	A	1	
			31	A	1	
			27	A	1	
			13	A	1	
			06	A	1	
			2	76	8	
13	A	1				
51	B	2				
57	B	2				
31	A	1				
38	A	1				
83	C	3				
79	B	2				
3	40	7	71	B	2	15
			94	C	3	
			61	B	2	
			85	C	3	
			16	A	1	
			46	A	1	
			88	C	3	
			4	69	8	
45	A	1				
45	A	1				
58	B	2				
72	B	2				
00	A	1				
79	B	2				
33	A	1				
5	13	4	03	A	1	5
			06	A	1	
			72	B	2	
6	73	8	21	A	1	15
			24	A	1	
			83	C	3	
			05	A	1	
			81	C	3	
			07	A	1	
			78	B	2	
			92	C	3	
36	A	1				
7	53	7	04	A	1	11
			95	C	3	
			79	B	2	
			61	B	2	
			44	A	1	
			37	A	1	
8	18	5	45	A	1	6
			65	B	2	
			37	A	1	
			30	A	1	

Tabel 6. Tabel simulasi tenaga kerja yang ditugaskan (lanjutan)

Hari Sabtu ke-	$r_1$	Jumlah Panggilan	$r_2$	Kategori	Karyawan yang Dikirim	Jumlah petugas/hari
8	18	5	21	A	1	6
			43	A	1	
9	97	9	68	B	2	17
			02	A	1	
			29	A	1	
			74	B	2	
			80	C	3	
			73	B	2	
			56	B	2	
			77	B	2	
			60	B	2	
			60	B	2	
10	65	8	87	C	3	19
			18	A	1	
			13	A	1	
			63	B	2	
			66	B	2	
			80	C	3	
			99	D	4	
			06	A	1	
			62	B	2	
			62	B	2	
11	78	8	22	A	1	13
			99	D	4	
			61	B	2	
			18	A	1	
			45	A	1	
			04	A	1	
			23	A	1	
			63	B	2	
			63	B	2	
			63	B	2	
12	16	4	20	A	1	11
			99	D	4	
			82	C	3	
			88	C	3	

Hasil dari simulasi yang dilakukan adalah bahwa perkiraan jumlah tenaga kerja maksimal ( $X_{max}$ ) yang dikirimkan pada hari Sabtu adalah 19 orang tenaga kerja (Minggu-10) dan yang terendah ( $X_{min}$ ) adalah 5 (Minggu-5), nilai *mean* adalah 12.17, dengan deviasi terhadap mean terbesar adalah 7.17.

## 5. KESIMPULAN

Terdapat tiga langkah antisipatif yang dapat dilakukan oleh manajemen untuk meningkatkan kepuasan *customer*. Langkah antisipatif pertama adalah dengan menempatkan karyawan sejumlah dengan jumlah maksimal karyawan hasil iterasi *Monte Carlo*. Hal positif dari langkah tersebut adalah probabilitas 0% terjadi antrian untuk menunggu datangnya karyawan *Maintenance Engineering*, waktu menunggu yang terjadi adalah perjalanan staf *Maintenance Engineering* dari kantor menuju lokasi warga. Langkah antisipatif kedua adalah menempatkan karyawan jaga sesuai dengan hasil simulasi *Monte Carlo* di setiap hari Sabtunya, probabilitas dari langkah ini adalah terjadinya antrian dalam menunggu pelayanan atau biaya yang ditimbulkan dari kurangnya permintaan layanan, sehingga terdapat sejumlah karyawan yang bekerja tidak

optimal dalam proporsi waktu dan tenaga. Langkah antisipatif yang ketiga adalah menempatkan karyawan jaga dalam proporsi tertentu dengan mempertimbangkan jumlah karyawan yang disarankan oleh perhitungan probabilitas *Monte Carlo*. Langkah terakhir adalah penyerahan sepenuhnya pengambilan keputusan kepada manajemen dengan mempertimbangkan jumlah karyawan yang disarankan.

## REFERENSI

- [1] Gabor, B. Andraz, K. Tamaz, V. Zoltan, G. Janos, A. (2012). Monte Carlo Simulation Based Performance Analysis of Supply Chains, *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 3(2):1- 15.
- [2] Phelim, B. Mark, B. Paul, G. (1997). Monte Carlo methods for pricing security, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21, 1267-1321.
- [3] Hironobu, I. (2006). Efficient Monte Carlo Methods for Radiative Transfer Modeling, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 63, 2324-2339.
- [4] Nicholas, M. S, Ulam. (1949). The Monte Carlo Method, *Journal of the American Statistical Association*, 44(247):335-341.
- [5] Kotler, P. (1997). *Prinsip-prinsip Pemasaran. Edisi Ketiga*. Jakarta : PT. Prehallindo.
- [6] Young, L. C., & Denize, S. (1995). A concept of commitment: Alternative views of relational continuity in business service relationships. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 10 (5), 47–62.
- [7] Winda, N C. (2008). Pendekatan Simulasi Monte Carlo Untuk Pemilihan Alternatif Dengan *Decision Tree* Pada Nilai *Outcome* Yang Probabilistik, *Jurnal Teknoin*, 13(2):11-17.
- [8] Banks, J., Carson, J.S., and Nelson, B.L.(1996). *Discrete-Event System Simulation 2nd Edition*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- [9] Sri Mulyono. (2007). *Riset Operasi*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.