



Faculty of Engineering
Widya Mandala Surabaya Catholic University

ISSN 1412-727X

PROCEEDING OF THE 7th NATIONAL CONFERENCE

Design and Application of Technology 2008

Surabaya, 17th July 2008





PT. KURNIAJAYA MULTISENTOSA

**LABORATORY - SCIENTIFIC - EDUCATIONAL - SUPPLIES
GLASSWARES - CHEMICAL AND SERVICES**

Komp. Perkantoran Manyar Megah Indah Plaza Blok E - 29
Jl. Ngagel Jaya Selatan (Ex. Kebun Bibit)

Phone : (031) 504-2525 ; 502-7911 ; 502-7933 ; 504-2500

Fax : (031) 504-2499

E-mail : kjmsnet@indosat.net.id
SURABAYA 50284 - INDONESIA

READY STOCKS (SOLE AGENT / DISTRIBUTOR) :

Carton

Student Microscopes, Advanced/Research, Microscopes, Telescopes, Magnifier, etc.

ELECTROTHERMAL

Heating Mantles, Extraction Heaters, Melting Point App., Electric Digestion Heaters, etc.

envair

Microbiological (Safety Cabinets, Laminar Flow, Clean air Cabinets, Fume extractions), etc.

EYELA

Rotary Evaporator, Fermentor, Frezze Dryer, Carboxylic Acid Analyzed, Hybridization Oven, Shaking Incubator, etc.

Gerhardt

Kjeldahl Digestion - Distillation App. Hot Plates, Shakesrs, Magnetic Stirrers, Sand Bath, Fat Extractor, Soxhterm, etc.

Julabo

Refrigerated Circular - Bath, Shaking Waterbath, Ultra Low Cryo - Circulator, Ultrasonic Cleaner, etc.

Nabertherm

Special of Muffle Furnaces.

PASCO

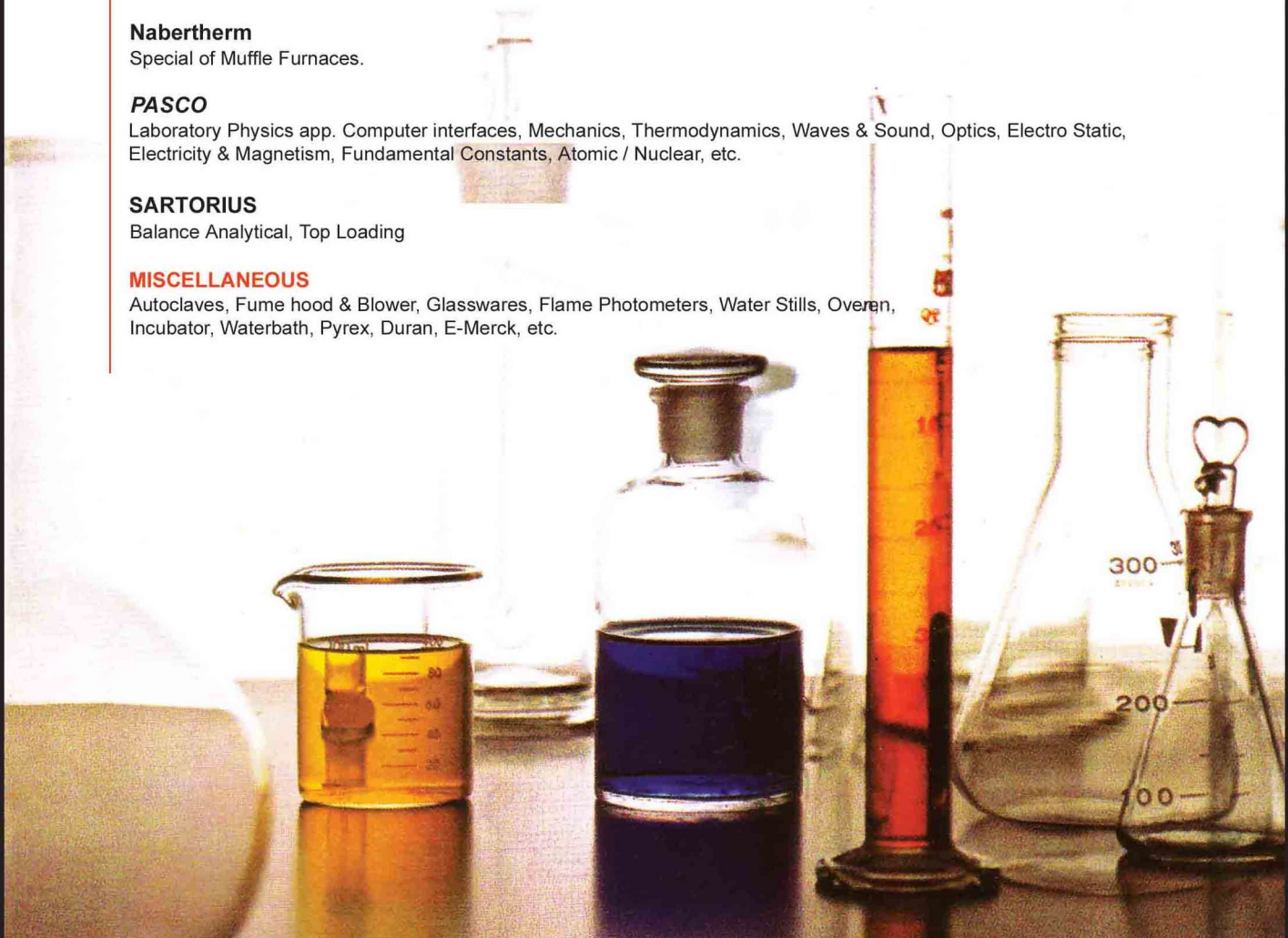
Laboratory Physics app. Computer interfaces, Mechanics, Thermodynamics, Waves & Sound, Optics, Electro Static, Electricity & Magnetism, Fundamental Constants, Atomic / Nuclear, etc.

SARTORIUS

Balance Analytical, Top Loading

MISCELLANEOUS

Autoclaves, Fume hood & Blower, Glasswares, Flame Photometers, Water Stills, Overen, Incubator, Waterbath, Pyrex, Duran, E-Merck, etc.



National Conference

Design and Application of Technology 2008

Surabaya, 17th July 2008

**Proceeding of the
National Conference
Design and Application of Technology 2008
Section 3: Industrial Engineering
Surabaya, 17th July 2008**

Editors:

**Yohanes Kurniawan
Hendro Gunawan
Julius Mulyono**



**Faculty of Engineering
Widya Mandala Catholic University Surabaya**

ISSN 1412-727X

Proceeding of the

National Conference

Design and Application of Technology 2008

Organizing Committee

Dr. Ir. Suratno Laurentius, MS – Chairman

Advisory Committee

Prof. Dr. Ir. Soegijardjo Soegijoko

Dr. Ir. Danawati Hari Prasetya

Dr. Ir. Budi Santoso W., M.Eng.

Prof. Mudjijati, Ph.D

Hartono Pranjoto, Ph.D

Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D

Sambutan Ketua Organizing Committee

Pembaca yang kami hormati,

Salam Damai dan Sejahtera dalam kasih Tuhan bagi kita semua,
The 7th National Conference on Design and Application of Technology 2008, yang diadakan pada hari Kamis tanggal 17 Juli 2008 di Hotel Novotel, Surabaya, merupakan agenda Seminar Nasional Tahunan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya. Pada kesempatan ini mengambil tema “*Opportunity of Technology and Business based on Renewable Natural Resources*” dengan *keynote speaker* yaitu: Bapak Dr. Ir. Unggul Priyanto, M.Sc, *Director of Energy Resources Development Technology Center BPPT*; dan Prof. Keith King, *Chairman of School of Chemical Engineering, The University of Adelaide, South of Australia*.

Melalui Seminar Nasional ini kami mencoba untuk mewadahi publikasi makalah ilmiah dari tiga Jurusan yaitu Jurusan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Kimia, dan Jurusan Teknik Industri. Kami bersyukur bahwa para Bapak/Ibu pemakalah masih antusias untuk mempublikasikan karyanya pada Seminar Nasional ini. Untuk itu kami berterima kasih atas kepercayaan yang diberikan untuk mempublikasikan karyanya pada seminar ini.

Proceeding seminar ini terdiri atas tiga bagian yang berbeda, *Section 1* untuk makalah yang terkait dengan bidang Teknik Elektro, *Section 2* untuk bidang Teknik Kimia, dan *Section 3* untuk bidang Teknik Industri. Dalam seminar kali ini dipublikasikan sebanyak total 71 makalah. Jumlah makalah pada bidang Teknik Elektro, Teknik Kimia, dan Teknik Industri, masing masing sebanyak 32, 31, dan 8. Kami berharap berbagai hal yang telah kami persiapkan dapat berkenan di hati peserta seminar.

Akhir kata, kami dari panitia mengucapkan selamat berseminar. Semoga seminar ini dapat memberikan nilai tambah bagi kita semua. Bilamana ternyata ada kekurangan dalam pelayanan kami, kami tunggu kritik dan saran dari Bapak/Ibu demi peningkatan kualitas seminar ini.

Surabaya, 17 Juli 2008
Ketua Panitia

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS.
NIK.521.87.0127

Sambutan Dekan Fakultas Teknik

Pembaca yang kami hormati,

Pertama-tama kembali haturkan beribu syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya *The 7th National Conference on Design and Application of Technology* dapat terselenggara sesuai rencana pada tanggal 17 Juli 2008 dan *proceeding*-nya dapat sampai ke tangan Bapak/Ibu.

Seperti yang kita ketahui bahwa pada abad ke-21, dunia mentargetkan jumlah populasi yang hidup dalam kegelapan lebih kecil dari 25% populasi dunia. Kita juga tahu bahwa alam Indonesia kaya akan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Kekayaan ini dapat dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan terutama kebutuhan akan energi listrik yang diakui sebagai *the most versatile form of modern energy*. Namun seperti yang kita alami bersama saat ini krisis energi semakin lama semakin tinggi di Indonesia. Tingkat pemadaman listrik di kota-kota besar juga semakin lama semakin tinggi. Maka kita yakin akses masyarakat miskin terhadap energi listrik semakin sulit. Sejak dulu setiap kali terjadi krisis energi selalu diikuti dengan krisis-krisis lainnya yang pada akhirnya menambah penderitaan masyarakat.

Sadar akan kondisi tersebut maka *The 7th National Conference on Design and Application of Technology* tahun 2008 memilih tema "*Opportunity of Technology and Business based on Renewable Natural Resources*" dengan *keynote speaker* yaitu: Bapak Dr. Ir. Unggul Priyanto, M.Sc, *Director of Energy Resources Development Technology Center BPPT*; dan Prof. Keith King, *Chairman of School of Chemical Engineering, The University of Adelaide, South of Australia*. Tema dan *keynote speaker* tersebut ditetapkan sedemikian rupa dengan harapan sepulangnya dari seminar ini para peserta mampu menjawab dan memberi kontribusi solusi terhadap krisis energi yang semakin hari semakin menghimpit bangsa Indonesia.

Pembaca yang terhormat,

Keberlanjutan *National Conference on Design and Application of Technology* yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknik hingga mencapai tahun ke 7 tidak lepas dari kesetiaan semua pihak untuk berpartisipasi aktif baik sebagai pemakalah, peserta, panitia, penyandang dana, dan lain-lain. Oleh sebab itu atas nama sivitas akademika Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya kami mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada Rektor Unika Widya Mandala Surabaya, para *keynote speaker*, dan *Advisory Committee*, yang telah memberikan waktu dan pikirannya untuk kegiatan seminar ini. Terima kasih dan penghargaan kami kepada *Organizing Committee* yang dipimpin oleh Bapak Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS yang telah mengorbankan pikiran, waktu dan perasaan demi terselenggaranya *The 7th National Conference on Design and Application of Technology* dan terbitnya *proceeding* ini. Kami mengucapkan selamat dan sukses untuk pemakalah yang karyanya dimuat dalam *proceeding* ini. Semoga Tuhan Yang Maha Kasih memberkati Bapak/Ibu sekalian. Sampai jumpa pada seminar yang sama tahun depan.

Surabaya, 17 Juli 2008
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Rasional Sitepu, M.Eng.
NIK.511.89.0154

Contents

Perancangan Usulan Notebook Ergonomis yang Memperhatikan Aspek Product Emotion pada Segmentasi Pasar <i>Thedy Yogasara dan Vivi Luis</i>	1
Peningkatan Kualitas Melalui Desain Eksperimen <i>Debora Anne Y. A., Vivi Yasin</i>	10
Penurunan Tingkat Kecacatan dan Analisa Biaya <i>Rework</i> (Studi Kasus di Sebuah Perusahaan Plastik, Semarang) <i>Debora Anne Y. A., Desy Gunawan</i>	18
Perbaikan Kualitas Tutup Sealware Tipe DMN3000 Berdasarkan Metode Multi Respon Permukaan di Komet Indonesia <i>Johnson Saragih, Yasinta Chan</i>	27
Penentuan Jumlah Standby Machine dengan Pendekatan Teori Antrian -Studi Kasus- <i>Apriani Soepardi, Nugroho Nandiwardhana</i>	37
Pemilihan Lokasi dan Perancangan Tata Letak Fasilitas dalam Rangka Relokasi Pabrik <i>Marsellinus Bachtiar, Dionysius Dwi Sunugroho</i>	41
Perancangan Perkuliahan dengan Menggunakan <i>Fuzzy QFD</i> dan Menggunakan Model <i>Behavioral Cybernetics of Educational Ergonomics</i> <i>Marsellinus Bachtiar, Regina Christy Swastika</i>	52
Pengukuran Performansi Logistik pada PT. X <i>Nugrahani Tjiumena, Joko Mulyono, Julius Mulyono</i>	63

Penentuan Jumlah Standby Machine dengan Pendekatan Teori Antrian -Studi Kasus-

Apriani Soepardi, Nugroho Nandiwardhana

Jurusan Teknik Industri
UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl Babarsari 2 Tambakbayan Yogyakarta
E-mail: apriani.soepardi@gmail.com

1. ABSTRAK

Pemeliharaan adalah setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga dan menjamin agar setiap mesin atau peralatan yang digunakan dapat selalu melakukan fungsinya sesuai dengan standar performansi yang telah dispesifikasikan. Oleh karena itu, prinsip pemeliharaan adalah menghindari breakdown dan menekan downtime sekecil mungkin. Pada kondisi aktual, kebijakan pemeliharaan umumnya dibatasi oleh anggaran pemeliharaan sehingga berpengaruh pada jenis dan strategi pemeliharaan yang diterapkan

Penggunaan model antrian populasi terbatas dengan cadangan ini digunakan untuk memaksimalkan ekspektasi jumlah mesin yang dapat beroperasi dengan mempertimbangkan kendala anggaran pemeliharaan sehingga dapat dicari trade-off antara jumlah mekanik pemeliharaan dan jumlah unit mesin cadangan yang harus tersedia.

1. PENGANTAR

Pada keseluruhan *downtime* sudah termasuk *maintenance delay time* dan *supply delay time*. *Maintenance delay* terjadi karena ketidaktersediaan sumber daya perawatan. Sedangkan *supply delay* timbul karena ketidaktersediaan suku cadang yang diperlukan untuk penggantian komponen. Penyebab kedua *delay* ini bukan merupakan karakteristik bawaan peralatan tetapi tergantung pada jumlah sumberdaya pemeliharaan dan ketersediaan suku cadang. Suku cadang dapat berupa mesin ataupun komponen (*standby redundant*). Penentuan jumlah suku cadang yang tepat dapat berdampak pada meningkatnya tingkat *availability* dan *maintainability* sistem keseluruhan.

Pada saat jumlah sumber daya perawatan terbatas maka akan timbul antrian perbaikan mesin (Ebeling, 1997). Jika distribusi kerusakan dan perbaikan adalah eksponensial maka model antrian *pure birth-death* dapat digunakan untuk menentukan *maintenance delay time* sebagai fungsi jumlah sumber daya perbaikan. Menggunakan model diatas dapat dilakukan *trade-off* antara jumlah sumber daya perbaikan dan jumlah suku cadang yang dapat memaksimalkan jumlah mesin yang dapat beroperasi. *Trade-off* ini mempertimbangkan keterbatasan anggaran pemeliharaan, Jika distribusi kerusakan dan perbaikan tidak konstan maka analisis simulasi dapat digunakan sebagai metode aproksimasi untuk menentukan ekspektasi jumlah sumber daya perbaikan dan jumlah suku cadang.

Asumsi yang digunakan pada model ini adalah laju atau rata-rata kerusakan mesin dan laju pelayan atau perbaikan identik, jumlah mesin dalam antrian perbaikan terbatas, dan suku atau mesin selalu tersedia. Disamping itu kerusakan 1 unit mesin ditangani satu orang mekanik.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian dimulai dari identifikasi jenis mesin yang akan dilakukan analisis trade-off, penentuan laju kerusakan dan perbaikan mesin. Tahap selanjutnya adalah analisis antrian sebagai berikut:

2.1. Probabilitas Steady-State Terdapat N Unit Mesin dalam Perbaikan

Jika diketahui jumlah unit mesin dalam operasi (m), jumlah mekanik (k), jumlah unit mesin cadangan (s), laju kerusakan mesin (λ) dan laju perbaikan (μ) maka probabilitas *steady-state* terdapat n unit mesin dalam perbaikan (P_n) diberikan sebagai berikut:

$$P_n = C_n P_0 \quad (1)$$

dimana :

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{m+s} C_n}$$

$$\text{untuk } k > s : C_n = \begin{cases} \frac{(m\lambda)^n}{n! \mu^n} & \text{untuk } n = 1, \dots, s \\ \frac{m^s \lambda^n m!}{n! \mu^n (m+s-n)!} & \text{untuk } n = s+1, \dots, k \\ \frac{m^s \lambda^n m!}{\mu^n k! k^{n-k} (m+s-n)!} & \text{untuk } n = k+1, \dots, m+s \end{cases}$$

$$\text{untuk } k \leq s : C_n = \begin{cases} \frac{(m\lambda)^n}{n! \mu^n} & \text{untuk } n = 1, \dots, k \\ \frac{(m\lambda)^n}{k! \mu^n k^{n-k}} & \text{untuk } n = k+1, \dots, s \\ \frac{m^s \lambda^n m!}{\mu^n k! k^{n-k} (m+s-n)!} & \text{untuk } n = s+1, \dots, m+s \end{cases}$$

2.2. Ekspektasi Jumlah Unit Mesin dalam Operasi

Untuk menghitung ekspektasi jumlah unit mesin dalam operasi (L_o) digunakan persamaan sebagai berikut:

$$L_o = m \sum_{n=0}^s P_n + \sum_{n=s+1}^{m+s} (m+s-n) P_n \quad (2)$$

Parameter-parameter lain yang dapat diketahui dari analisis ini antara lain: ekspektasi jumlah unit mesin dalam perbaikan (L_r) dan total *downtime* (W) yang terdiri atas *repair time* dan *maintenance delay time*, yaitu:

$$L_r = \sum_{n=s+1}^{m+s} n P_n \quad (3)$$

$$W = \frac{L_r}{\lambda} \quad (4)$$

dimana :

$$\bar{\lambda} = m\lambda \sum_{n=0}^s P_n + \lambda \sum_{n=s+1}^{m+s} (m+s-n) P_n$$

Rata-rata prosentase terdapat m unit mesin dalam operasi diberikan oleh $100L_o/m$.

2.3. Model Trade-off

Jika diketahui biaya tetap perbaikan (C_f), biaya suku cadang satu unit mesin (C_s), total investasi dan anggaran operasional yang dialokasikan untuk kegiatan pemeliharaan dan penyediaan sumber daya pemeliharaan, dan nilai sekarang biaya variabel perbaikan (C_k), maka model *trade-off* antara jumlah mekanik (k) dan jumlah unit mesin cadangan (s) diberikan sebagai berikut:

$$\max L_o \quad (5)$$

kendala

$$C_k k + C_s s \leq B - C_f$$

$$k = 1, 2, \dots, \left\langle \frac{B - C_f}{C_k} \right\rangle$$

$$s = 0, 1, 2, \dots, \left\langle \frac{B - C_f}{C_s} \right\rangle$$

3. ANALISIS DATA DAN HASIL

Pada tahapan ini digunakan pengolahan data yang berasal dari PT Solo Bag yang memiliki mesin pemintal jenis *weaving water jet loom* sebanyak 5 unit (beroperasi penuh) dan 2 unit mesin cadangan. Jumlah mekanik yang ada sebanyak 3 orang. Total anggaran yang disediakan untuk kegiatan pemeliharaan sebesar \$1,500.00 per bulan. Biaya suku cadang satu unit mesin \$384.00 per bulan dan biaya perbaikan per mekanik \$22.50 per bulan. Laju kerusakan mesin 0.006 per jam dan laju perbaikan 0.33 per jam. Rekapitulasi hasil perhitungan probabilitas *steady-state* terdapat n unit mesin dalam perbaikan diberikan pada Tabel 1. Sedangkan hasil trade-off antara jumlah mekanik dan jumlah unit mesin cadangan diberikan Tabel 2.

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan P_n

n	C_n	P_n
1	0.009900	0.009463
2	0.000049	0.000047
3	0.000093	0.000089
4	0.035407	0.033847
5	0.000644	0.000615
6	0.000018	0.000017
7	0.000012	0.0000001

Tabel 2. Skenario *trade-off* antara s dan k

s	k	Ekspektasi jumlah unit mesin dalam operasi (unit)	Prosentase unit mesin dalam operasi (%)	Biaya variabel pemeliharaan (\$/bulan)
1	1	4.8892	97.7855	406.5
1	2	4.8182	96.3658	429.0
1	3	4.9660	99.3205	451.5
1	4	4.9656	99.3123	474.0
1	5	4.9655	99.3116	496.5
2	1	4.6977	93.9542	790.5
2	2	4.3604	87.2096	813.0
2	3	4.9303	98.6060	835.5
2	4	4.7322	94.6437	858.0
2	5	4.9999	99.9982	880.5
3	1	4.9648	99.2976	1174.5
3	2	4.7585	95.1707	1197.0
3	3	4.5788	91.5771	1219.5
3	4	5.0000	100.000	1242.0
3	5	4.9976	99.9539	1264.5
4	1	5.000	100.000	1558.5
4	2	4.9509	99.0198	1581.0
4	3	4.9640	99.2801	1603.5
4	4	4.7145	94.2912	1626.0
4	5	4.9799	99.5989	1648.5
5	1	4.9996	99.9935	1942.5
5	2	4.9896	99.7923	1965.0
5	3	4.9490	98.9812	1987.5
5	4	4.8860	97.7211	2010.0
5	5	4.9905	99.8117	2032.5

Dari skenario yang dibangun, maka hanya skenario $s = 1, 2, 3$ yang terpilih karena biaya pemeliharaan masih lebih kecil dari anggaran yang tersedia. Dari ketiga skenario terpilih tersebut, sesuai dengan tujuan adalah memaksimalkan ekspektasi jumlah unit mesin dalam operasi, maka pada skenario 1 terpilih kombinasi $[s,k]$ adalah $[1,3]$. Sedangkan untuk skenario 2 dan 3, muncul kombinasi $[2,5]$ dan $[3,4]$, berturut-turut. Dari ketiga kombinasi yang menghasilkan ekspektasi jumlah unit mesin dalam operasi maksimal maka selanjutnya *ditrade-off* dengan biaya yang ditimbulkan. Dengan mengoptimalkan jumlah mesin cadangan yang dimiliki, yaitu 2 unit maka pengambil keputusan dapat mempertimbangkan skenario 2. Sehingga tidak perlu melakukan investasi atau pembelian mesin lagi. Jika pada skenario 1 terjadi *idle* pada mesin cadangan sebesar 1 unit. Oleh karena skenario 2 dianggap terbaik mewakili kondisi aktual perusahaan. Sedangkan untuk penambahan jumlah mekanik menurut skenario 2, dirasa tidak perlu dilakukan. Hal ini disebabkan karena peningkatan ekspektasi jumlah unit mesin dalam operasi tidak signifikan berbeda pada jumlah mekanik (k) 3 dan 5 orang, yaitu sebesar 98.6060% dan 99.9982%. Tetapi kenaikan biaya yang timbul cukup besar \$45.00 per bulan.

4. KESIMPULAN

Pendekatan antrian untuk menyelesaikan masalah perbaikan mesin yang digunakan dapat digunakan untuk membangkitkan skenario *trade-off* antara jumlah mekanik dan jumlah mesin cadangan. Skenario ini didapatkan dengan menggabungkan model tersebut dengan model pemrograman linier yang bertujuan memaksimalkan ekspektasi jumlah unit mesin dalam operasi. Kendala yang dipertimbangkan adalah besar anggaran yang disediakan untuk kegiatan pemeliharaan. Biaya variabel pemeliharaan yang aktual juga dapat ditunjukkan sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk merencanakan anggaran pemeliharaan sehingga dapat terjadi penurunan alokasi dana pemeliharaan.

5. REFERENSI

- [1] Ebeling, E.C., *Reliability and Maintainability Engineering*, McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1997.
- [2] Kulkarni, G.V., *Modeling Analysis Design and Control of Stochastic Systems*, Springer-Verlag, New York, 1999.
- [3] Hillier, S.F. and Lieberman, J.G., *Introduction to Stochastic Models in Operations Research*, McGraw-Hill, United States of America, 1990.



mandiri

mengucapkan

Selamat & Sukses

atas terselenggaranya

THE 7th NATIONAL CONFERENCE

Design and Application of Technology 2008

Surabaya, 17th July 2008



mengucapkan

Selamat & Sukses

atas terselenggaranya

THE 7th NATIONAL CONFERENCE

Design and Application of Technology 2008

Surabaya, 17th July 2008