

PROSIDING

ISBN: 978-602-98109-2-9



SEMILAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI  
(SNMI VIII) 2013



Auditorium Gedung M Lt 8  
Kampus 1 UNTAR  
Kamis, 14 November 2013

**RISET MULTIDISIPLIN UNTUK MENUNJANG  
PENGEMBANGAN INDUSTRI NASIONAL**

Diterbitkan oleh:  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara



PROSIDING  
SEMILAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI (SNMI VIII) 2013  
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK



**SEKRETARIAT PANITIA**  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri  
Universitas Tarumanagara  
Jl. Let.Jend S. Parman No.1 Jakarta 11440  
Telp. (021) 5672548 Fax. (021) 5663277  
e-mail: snmi\_mesin@yahoo.co.id / mesin@tarumanagara.ac.id  
Web : www.tarumanagara.ac.id

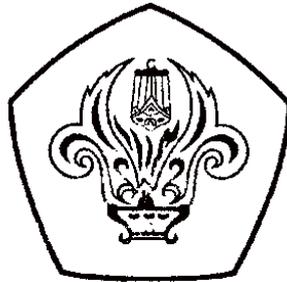


**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI  
(SNMI8) 2013**

ISBN: 978-602-98109-2-9

**RISET MULTIDISIPLIN UNTUK MENUNJANG  
PENGEMBANGAN INDUSTRI NASIONAL**

Auditorium Gedung M Lantai 8  
Universitas Tarumanagara  
Jakarta, 14 November 2013



Diterbitkan oleh:  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara  
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440  
Telp. (021) 567 2548, 563 8358 Fax. (021) 566 3277, (021) 563 8358  
e-mail: mesin@tarumanagara.ac.id, snmi\_mesin@yahoo.co.id

**Sambutan Dekan Fakultas Teknik**

Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI8) 2014  
Kami, 14 November 2013



Sebagai bagian dari komunitas ilmiah, Dosen wajib terus menerus melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi, secara khusus Dharma kedua yaitu Penelitian dan Publikasi Karya Ilmiah. Karya ilmiah yang berkualitas dan dipublikasikan pada media yang kredibel dapat menambah wawasan bagi para pembaca, memberikan informasi hasil penelitian terkini (*state of the art*) dan dapat dijadikan acuan bagi penelitian berikutnya.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara yang terdiri dari 2 (dua) program studi yaitu Teknik Mesin dan Teknik Industri, secara berkelanjutan menyelenggarakan Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI) setiap tahun dan telah memasuki tahun ke VIII pada tahun 2014 ini. Seminar ini merupakan sarana komunikasi yang efektif bagi para dosen, peneliti, pakar, mahasiswa, praktisi dan dunia industri untuk bertukar informasi tentang hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan selama ini. Diharapkan seminar ini dapat memperkaya semua peserta dengan berbagai hasil penelitian terbaru.

Tema SNMI8 2013: **“Riset Multidisiplin untuk Menunjang Pengembangan Industri Nasional”**, sangat relevan dengan kebutuhan saat ini, dimana pengembangan industri nasional sedang mengalami berbagai tantangan dengan masuknya berbagai produk hasil industri dari luar negeri dengan harga yang kompetitif dan kualitas yang baik. Peran dunia pendidikan dengan berbagai hasil riset multidisiplin yang dapat diimplementasikan dalam proses manufaktur, merupakan salah satu cara untuk mengatasi tantangan tersebut.

Pimpinan Fakultas Teknik memberikan apresiasi yang tinggi kepada keynote speaker yang telah berkenan berbagi informasi, pengetahuan dan pengalaman dalam penelitian dan pengembangan teknologi melalui SNMI8 2013. Apresiasi juga disampaikan kepada semua sponsor, panitia pelaksana, dan semua pihak yang telah mendukung terselenggaranya SNMI8 2013 dengan sukses.

Kepada seluruh peserta seminar, selamat berseminar, semoga Bapak Ibu mendapatkan informasi dan pengetahuan baru yang dapat digunakan dalam pengembangan IPTEK di tempat masing-masing. Karya kita sangat ditunggu oleh masyarakat luas sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kualitas kehidupan bersama.

Selamat berseminar.

Jakarta, 14 November 2013

Dekan,

**Dr. Agustinus Purna Irawan, S.T., M.T.**

**DAFTAR ISI**

Kata Pengantar	ii
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Daftar Isi	v
Susunan Panitia	x
Susunan Acara	xi
1. Technopreneur and Social-Entrepreneurship: "...based on product...", <b>Raldi Artono Koestoer</b>	1
2. Supply Chain Management: Tantangan dan Strategi, <b>Nyoman Pujawan</b>	7
<b>Bidang Teknik Mesin</b>	
1. Metode Pemilihan Pompa Sebagai Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, <b>Anak Agung Adhi Suryawan, Made Suarda, I Nengah Suweden</b>	1
2. Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Tekan Komposit Fiberglass, <b>AAIA Sri Komaladewi, I Made Astika, I G K Dwijana</b>	7
3. Pengaruh Variasi Diameter dan Sudut Kemiringan Pipa Inlet Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram, <b>Sehat Abdi Saragih</b>	14
4. Analisa Kerusakan pada Rotating Element Pompa Injeksi Air David Brown DB34-D DI PT CPI Minas, <b>Abrar Ridwan, Ridwan Chandra</b>	21
5. Pengaruh Temperatur Pembakaran pada Komposit Lempung/Silika RHA terhadap Sifat Mekanik (Aplikasi pada Bata Merah), <b>Ade Indra, Nurzal, Hendri Nofrianto</b>	34
6. Rancang Bangun Mesin Pemisah Dan Pencacah Sampah Organik (Daun-daunan) dan Anorganik (Plastik, Kresek) untuk Menghasilkan Serpihan Sampah Organik Lebih Kecil sebagai Bahan Kompos, <b>I Gede Putu Agus Suryawan, Cok. Istri P. Kusuma Kencanawati, I Gst. A. K. Diafari D. Hartawan</b>	42
7. Peningkatan Nilai Kalor Biobriket Campuran Sekam Padi dan Dominansi Kulit Kacang Mete dengan Metode Pirolisa, <b>Arijanto</b>	49
8. Perilaku Stress Tanki Toroidal Penampang Oval dengan Beban Internal Pressure, <b>Asnawi Lubis, Shirley Savetlana, and Ahmad Su'udi</b>	60
9. Kekerasan Baja AISI 4118 setelah Proses Pack Karburising dengan Media Karburasi Arang Tulang Bebek dan Arang Pelepah Kelapa, <b>Dewa Ngakan Ketut Putra Negara, I Dewa Made Krisnha Muku, AAIA Sri Komala Dewi</b>	67
10. Quantum States At Juergen Model for Nuclear Reactor Control Rod Blade Based On Th <sub>x</sub> Duo <sub>2</sub> Nano-Material, <b>Moh. Hardiyanto</b>	73
11. Pengerasan Induksi pada Material AISI 4340 sebagai Material Bahan Baku Industri HANKAM Nasional, <b>Muhammad Dzulfikar, Rifky Ismail, Dian Indra Prasetyo, dan Jamari</b>	83
12. Studi Pengaruh Kemiringan Kolektor Surya Tipe Satu Laluan Udara Panas Terhadap Proses Pengeringan Kerupuk Ubi, <b>Eddy Elfiano, Muhd. Noor Izani</b>	90
13. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sawit (Elacis Guinesis) sebagai Energi Biomassa yang Terbarukan, <b>Eko Yohanes, Sibut</b>	96
14. Pengaruh Variasi Volume Serat Resam terhadap Kekuatan Tarik dan Impact Komposit pada Matriks Polyester sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil, <b>Herwandi, Sugianto, Somawardi, Muhammad Subhan</b>	102
15. Pemanfaatan Arang Kayu Bakar sebagai Media Karburasi pada Proses Pack Karburising, <b>I Dewa Made Krisnha Muku, AAIA Sri Komala Dewi</b>	109

16. Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar dengan Media Radiator pada Mesin Bensin Bertipe Injeksi Terhadap Unjuk Kerja Mesin, *I Gusti Ngurah Putu Tenaya, I Gusti Ketut Sukadana, dan I Gusti Ngurah Bagus Surya Pratama* 115
17. Strain-Hardening Baja Karbon AISI 1065 Akibat Beban Gelinding-Gesek, *I Made Astika, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, I Made Widiyarta, I Gusti Komang Dwijana dan I Ketut Adhi Sukma Gusmana* 124
18. Pengaruh Temperatur Tuang Paduan Perunggu Terhadap Sifat Kekerasannya Pada Proses Pembuatan Genta Dengan Metoda Pasir Cetak (Sand Casting), *I Made Gatot Karohika, I Nym Gde Antara* 133
19. Ketahanan Aus Baja Carbon AISI 1065 dengan Pengerasan Permukaan Kontak (Quench-Hardening) terhadap Beban Gelinding-Luncur, *I Made Widiyarta, Tjok Gde Tirta Nindhia, I Putu Lokantara, I Made Gatot Karohika dan I Ketut Windu Segara* 141
20. Pengembangan Kurva P-h dalam Pemodelan Elemen Hingga Vickers Indentasi untuk Memprediksi Kekerasan Vickers (HV), *I Nyoman Budiarsa* 149
21. Studi Profil Temperatur Reaktor *Fluidized Bed* Pada Gasifikasi *Sewage Sludge*, *I Nyoman Suprpta Winaya, I Nyoman Adi Subagia, Rukmi Sari Hartati* 158
22. Pengaruh Pemasangan Ring Berpenampang Segiempat dengan Posisi Miring pada Permukaan Silinder terhadap Koefisien Drag, *Si Putu Gede Gunawan Tista, Ketut Astawa, Ainul Ghurri* 166
23. Pengaruh Perlakuan Diammonium Phosphate (DAP) Terhadap Ketahanan Api Komposit Plastik Daur Ulang-Serat Alam, *I Putu Lokantara, NPG Suardana* 173
24. Analisa Pengaruh Viskositas Pelumas terhadap Permukaan Penampang Material pada Proses Ekstrusi Pengerjaan Dingin, *Jhonni Rahman* 180
25. Simulasi Numerik Aero-Akustik Aliran Udara Yang Melalui Silinder Pada Bilangan Reynolds 90000 Menggunakan Model Turbulensi Les Dan Model Akustik FWH, *M. Luthfi, Sugianto* 186
26. Pengaruh Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) pada Elektrolit terhadap Performa Alkaline Fuel Cell, *Made Sucipta, I Made Suardamana, I Ketut Gede Sugita, Made Suarda* 195
27. Makrostruktur dan Permukaan Patah dalam Uji Tarik terhadap Perlakuan Panas pada Baja Karbon Rendah, *Nofriady H. dan Ismet Eka P.* 203
28. Model Penentuan Koefisien Serap (Absorpsi) dan Kekuatan Tarik Material Komposit Epoxy dengan Pengisi Serat Rockwool sebagai Knalpot Rendah Bising Secara Eksperimen, *Nurdiana, Zulkifli, Mutya Vonnisa* 208
29. Pengaruh Waktu Tahan dan Laju Pemanasan terhadap Besar Butir Austenit dan Kekerasan pada Proses Heat Treatment Baja HSLA, *Richard A.M. Napitupulu, Otto H. S, Charles Manurung, Humisar Sibarani* 218
30. Analisa Kualitas Permukaan Baja AISI 4340 terhadap Variasi Arus pada Electrical Discharge Machining (EDM), *Sobron Lubis, Sofyan Djamil, Ivan Dion* 224
31. Rancangan Launcher Roket Air, *Suherlan, Dzulfi S Prihartanto, Gede Eka Lesmana, Yohannes Dewanto* 234
32. Analisa Kerja Roket Air Satu Tingkat, *Ahmad Hidayat Furqon, Mochammad Ilham Attharik, Pirnardi, dan I Gede Eka Lesmana* 240
33. Analisis Penggunaan Differensial Proteksi pada Motor-Motor Listrik, PLTU Buatan China, *Suryo Busono* 247
34. Efektivitas Alat Penukar Kalor Double Pipe Bersirip Helical sebagai Pemanas Air dengan Memanfaatkan Gas Buang Mesin Diesel, *Zainuddin, Jufrizal, Eswanto* 255

35. Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang yang Berbahan Dasar Campuran Semen dengan Pasir, ***Ketut Astawa, Made Sucipta, I Gusti Ngurah Suryana*** 263
36. Pemodelan Fungsi Terpadu yang Diterapkan pada Multi-Gripper Fingers dengan Metode Vacuum-Suction, ***W. Widhiada*** 271
37. Proses Perancangan Ulang pada Alat Penghemat Bahan Bakar Kendaraan Roda Dua Berkapasitas 115cc Menggunakan Metode DFM, ***Aschandar Ad Hariadi, Bimo Pratama, Gede Eka Lesmana, Yohannes Dewanto*** 280
38. Karakteristik Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Dengan Perlakuan Boronisasi Padat, ***Erwin Siahaan*** 297
39. Analisis Kekasaran Permukaan pada Proses Pembubutan Baja AISI 4340 Menggunakan Mata Pahat Ceramic dan Carbide, ***Rosehan, Sobron Lubis, Adiyana Wiradhika*** 309
40. Perancangan Turbin Air Helik (Helical Turbine) untuk Sistem PLTMH Guna Memanfaatkan Energi Aliran Irigasi Way Tebu di Desa Banjar Agung Udik Kabupaten Tanggamus, ***Jorfri B. Sinaga*** 315
41. Analisa Performansi Tungku Pembakaran Biomassa dari Limbah Kelapa Sawit, ***Barlin, Heriansyah*** 324
42. Pengaruh Variable Kecepatan Angin terhadap Turbin Angin Horizontal Aksial dengan Profil Airfoil Blade Sesuai Standar NACA 2418, ***Abraham Markus Martinus, Abrar Riza, Steven Darmawan*** 332
43. Program Perancangan Karakteristik Daya Turbin Angin Tipe Horizontal dengan Variasi Sudut Serang, ***Darwin Andreas, Abrar Riza, I Made Kartika D.*** 340
44. Optimasi Bentuk Rangka dengan Menggunakan *Prestress* pada Prototipe Kendaraan Listrik, ***Didi Widya Utama, William Denny Chandra, R. Danardono A.S.*** 346
45. Desain Reaktor Co-Gasifikasi Fluidized Bed untuk Bahan Bakar Limbah Sampah, Biomasa dan Batubara, ***I N. Suprpta Winaya, Rukmi Sari Hartati, I Putu Lokantara, I GAN Subawa*** 354
46. Pembuatan Model Aliran Arus Laut Penggerak Turbin, ***I Gusti Bagus Wijaya Kusuma*** 363

#### **Bidang Teknik Industri**

1. Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Keberhasilan Usaha Industri Kecil Sukses, ***Aam Amaningsih Jumhur*** 371
2. Pengembangan Structural Equation Modeling untuk Pengukuran Kualitas, Kepuasan, dan Loyalitas Layanan Travel X, ***Ardriansyah Taufik Krisyandra*** 379
3. Kajian Tarif Angkutan Umum Terkait dengan Kebijakan Pemerintah dalam Penetapan Harga Bahan Bakar Minyak Secara Nasional, (Studi Kasus: Angkutan Kota di Kota Bandung), ***Aviasti, Asep Nana Rukmana, Djamaludin*** 388
4. Peluang Efisiensi Energi Listrik Gedung Hotel X, ***Badaruddin*** 397
5. Analisis Jenis dan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Kebisingan di Kawasan Perkantoran di Kota Denpasar, ***Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati*** 403
6. Peningkatan Produktivitas pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana Melalui Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja yang Terintegrasi, ***I Made Dwi Budiana Penindra*** 409
7. Analisa Perilaku Guling Kendaraan Truk Angkutan Barang (Studi Kasus pada Jalur Denpasar-Gilimanuk), ***I Ketut Adi Atmika, I Made Gatot Karohika, Kadek Oktavianus Prapta*** 417

8. Pengukuran Kelayakan Beban Kerja pada Proses Palletizing di PT. XYZ dengan Metode Perhitungan NIOSH, <i>Felicia Wibowo, Helena J. Kristina</i>	424
9. Peningkatan Kualitas Daya Listrik dan Penghematan Energi di Industri Tekstil Menggunakan Filter Harmonisa, <i>Hamzah Hilal</i>	435
10. Analisa Kinerja Traksi Kendaraan Truk Muatan Berlebih (Studi Kasus: Pada Jalur Denpasar-Gilimanuk), <i>I Ketut Adi Atmika, I Made Gatot Karohika, I Kadek Agus Dwi Adnyana</i>	442
11. Analisa Kegagalan Produk Pengecoran Aluminium (Studi Kasus di CV. Nasa Jaya Logam), <i>Is Prima Nanda</i>	450
12. Pemanfaatan Energi Matahari untuk Tata Udara Ruangan dengan Dinding Lilin, <i>Isman Harianda</i>	456
13. Usulan Penentuan Jumlah Tenaga Kerja dengan Penambahan Kebutuhan Lini Konveyor dengan Analisa Transfer Line pada PT. Astra Komponen Indonesia, <i>Lina Gozali, Andres, Andrian Hartanto</i>	464
14. Perencanaan Persediaan Bahan-Bahan Baku PFG 120 pada PT XYZ, <i>Mellisa Handryani Christine, Laurence</i>	472
15. Penilaian Kinerja Suatu Perusahaan dengan Kriteria Malcolm Baldrige, <i>Syahida Nurul Haq, Aam Amaningsih Jumhur</i>	481
16. Potensi Risiko Kelelahan Pengemudi Travel Jakarta-Bandung Berdasarkan Lamanya Waktu Kerja dan Usulan Penanggulangannya, <i>Rida Zuraida, Nike Septivani</i>	486
17. Peningkatan Kualitas Produksi Karung Plastik Bermerk pada PT. XYZ Menggunakan Metode DMAIC, <i>Samuel Cahya Saputra, Yuliana</i>	493
18. Pengembangan Model Pengukuran dan Pengevaluasian Jam Tangan Pria dan Kemasannya dengan Mempertimbangkan Faktor Emosi Konsumen Berdasarkan Konsep Kansei Engineering, <i>Tommy Hilman, Bagus Arthaya dan Johanna Renny Octavia Hariandja</i>	502
19. Rancang Bangun Alat Proses Penggorengan Kemplang (Kerupuk) dengan Bahan Bakar Gas Elpiji untuk Industri Rumahan di Pedesaan Pulau Bangka, <i>Zulfan Yus Andi, Dhanni Tri Andini Setyaning, Wenny Azela, Isfarina, Rismandika</i>	511
20. Logistik Bencana Berbasis SCM Komersial: Pembelajaran dari Erupsi Gunung Merapi 2010, <i>Adrianus Ardya Patriatama dan Agustinus Gatot Bintoro</i>	520
21. Usulan Peningkatkan Kualitas Produksi PIN Di PT. X, <i>Lithrone Laricha Salomon, Moree Wibowo, Andres</i>	528
22. Identifikasi Variabel-Variabel yang Mempengaruhi Minat Konsumen dalam Pembelian Produk Handphone Samsung dengan Menggunakan Structural Equation Modeling, <i>Hendang Setyo Rukmi, Hari Adianto, Martin</i>	536
23. Aplikasi Metode Service Quality (Servqual) untuk Peningkatan Kualitas Pelayanan Kawasan Wisata Kawah Putih Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten, <i>Hendang Setyo Rukmi, Ambar Hasrsono, Sesar Triwibowo</i>	545
24. Pemilihan Tempat Konferensi Nasional dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process, <i>Hendang Setyo Rukmi, Hari Adianto, Muhammad Reza Utama</i>	555
25. Multidisciplinary Research: Perspectives from Industrial and Systems Engineering, Strategic Management and Psychology, <i>Khristian Edi Nugroho Soebandrija</i>	564
26. Optimasi Penentuan Kapasitas Produksi dengan Menggunakan Metode Simplek (Studi Kasus), <i>Mulyadi Ilyas</i>	573

27. Pengembangan Model Sistem Produksi Industri Kecil dan Menengah yang Berada dalam Lingkungan Just in Time, *Slamet Setio Wigati dan Agustinus Gatot Bintoro* 578
28. Analisa Efektifitas Modifikasi Filter Oli pada Compressor Atlas Copco dengan Overall Equipment Effectiveness di PT. GTU, *Silvi Ariyanti, Yusup Hardiana* 588
29. Usulan Peningkatan Produktifitas Melalui Perbaikan Stasiun Kerja dan Metode Kerja (Studi Kasus: di PT. X), *I Wayan Sukania, Nofi Erni, Handika* 598
30. Pengurangan Penumpukan Produk Pada Stasiun Kerja Dengan Menggunakan Analisis Sistem Antrian di PT. KMM, *Ahmad* 604
31. Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan Terhadap Layanan di Bengkel XYZ Dengan menggunakan Metode *Servqual, IPA, dan Kano*, *Ahmad, Wilson Kosasih* 613

## Pengurangan Penumpukan Produk Pada Stasiun Kerja Dengan Menggunakan Analisis Sistem Antrian di PT. KMM

**Ahmad**

Teknik Industri Univ. Tarumanagara

### *Abstrak*

*Perancangan sistem antrian stasiun kerja didasarkan pada hasil analisa antrian dan simulasi yang membentuk sistem rancangan yang baik dapat diterapkan pada stasiun kerja. Dari hasil analisa dengan menggunakan 4 dan 5 server, sistem antrian pada stasiun kerja tidak dapat memenuhi kedatangan produksi. Dengan menambah server menyebabkan nilai  $Wq$ ,  $Ws$ ,  $Ls$ , dan  $Lq$  yang lebih kecil dan waktu mengantri rata-rata ( $Ws$ ) menjadi 0.00912316 atau 32.84 detik. Setelah penambahan dua server (pada awalnya tingkat kedatangan dilayani oleh 4 server dimana masing-masing melayani 337 karton), maka masing-masing server hanya melayani 225 karton saja. Dengan penambahan sejumlah server menyebabkan penurunan tingkat kesibukan server yaitu menjadi 0,9022 sehingga setiap server masih dapat mengerjakan setiap kedatangan produksi.*

**Kata Kunci:** sistem antrian, stasiun kerja

### **Latar Belakang**

Antrian merupakan fenomena yang selalu dapat terjadi atau sulit untuk dihindarkan kejadiannya pada berbagai situasi dalam aktivitas manusia sehari-hari. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat berupa rutinitas yang selalu dilakukan maupun situasi yang tidak diharapkan terjadi dalam rangkaian aktivitas manusia sehari-hari.

Kondisi mengantri yang terjadi adalah sebagai akibat dari proses penumpukan. Karena waktu merupakan hal yang penting, maka pengurangan waktu menunggu dalam antrian akan meningkatkan produktivitas kerja. PT.KMM adalah perusahaan yang memproduksi bahan dasar kertas menjadi karton bergelombang yang dapat digunakan untuk box kemasan industri. Dalam hal ini produk yang dihasilkan adalah karton bergelombang yang digunakan untuk *packaging* barang elektronik, makanan dan lain-lain.

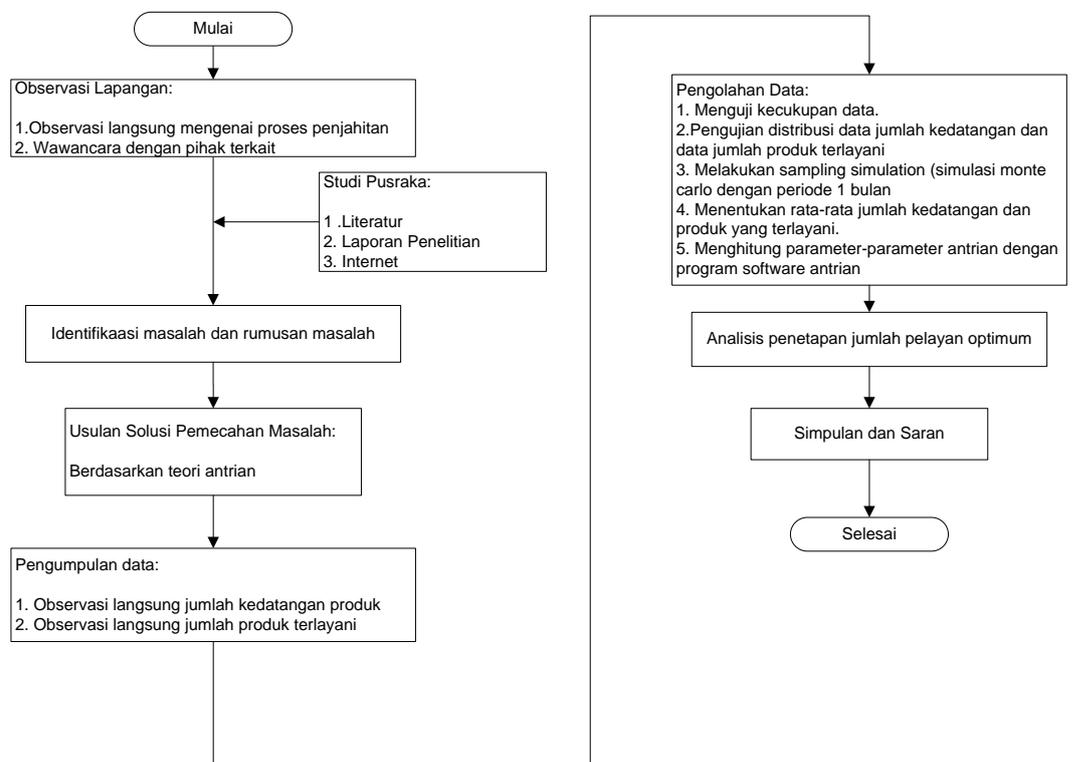
Kegiatan produksi PT.KMM di bagian penjahitan merupakan bagian yang melayani penjahitan karton bergelombang dimana rentan terjadi penumpukan akibat banyaknya karton-karton yang datang dari stasiun kerja sebelumnya. Antrian pada stasiun kerja ini disebabkan oleh adanya ketidakseimbangan antara jumlah *server* yang melayani proses penjahitan dan jumlah karton yang datang dari stasiun kerja sebelumnya. Oleh karena seringnya frekuensi antrian yang terjadi dan lamanya waktu mengantri tumpukan pekerjaan tersebut, maka penulis merasa perlu melakukan sebuah penelitian mengenai sistem antrian yang berjalan dan mencari solusi untuk mengatasi ketidakseimbangan antara jumlah *server* dan kedatangan karton pada bagian penjahitan sehingga dapat tercipta kondisi yang optimal.

## Rumusan Masalah

Masalah-masalah yang teridentifikasi kemudian dirumuskan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana pelaksanaan sistem antrian produksi di stasiun kerja penjahitan yang dilakukan pada PT. MMK?
2. Berapakah jumlah *server* yang optimal untuk melayani proses penjahitan sehingga dapat mengurangi penumpukan produk ?

## Metodologi Pemecahan Masalah



1.

**Gambar 1.** Flow Diagram Pemecahan Masalah

## Kajian Pustaka

### Definisi Antrian

Fenomena menunggu untuk kemudian mendapatkan pelayanan, seperti halnya nasabah yang menunggu pada loket bank, kendaraan yang menunggu pada lampu merah, produk yang menunggu di- *assembly* dan berbagai kejadian menunggu lainnya baik manusia

ataupun barang, adalah suatu hal yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai hal tersebut menjelaskan proses terjadinya antrian, dimana terdapat pihak yang harus menunggu untuk kemudian dilayani.

### Disiplin Antrian

Disiplin antrian merupakan cara memilih pelanggan dari antrian untuk dilayani. Taha (1997,177) mengemukakan beberapa peraturan pelayanan, yakni sebagai berikut:

1. *First Come First Serve (FCFS)*
2. *Last Come First Serve (LCFS)*
3. *Service In Random Order (SIRO)*
4. Prioritas Pelayanan

### Struktur Sistem Antrian

Heizer dan Render (2008:757), struktur antrian dasar yang biasanya digunakan dalam sistem antrian adalah:

1. *Single-channel, single-phase system*
2. *Single-channel, multiple-phases system*
3. *Multiple Channel, Single Phase System*
4. *Multiple-channels, multiple-phases system*

Berdasarkan dari empat struktur antrian tersebut, struktur antrian yang terdapat dalam penelitian ini adalah *multiple channels, single phase*, karena terdapat beberapa saluran pelayanan dengan satu tahapan pelayanan.

### Model-model Antrian

a. Model Antrian *Single Channel* dengan Kedatangan *Poisson* dan Waktu Pelayanan Eksponensial menurut Render dan Heizer (2001: 810)

1. Jumlah pelanggan yang datang bisa berubah-ubah, tapi rata-rata kedatangan per periode tetap.
2. Kedatangan pelanggan dijelaskan oleh probabilitas distribusi *Poisson* dan datang dari populasi yang tidak terbatas.
3. Waktu pelayanan bervariasi antara setiap pelanggan, tetapi rata-ratanya diketahui.
4. Waktu pelayanan yang terjadi sesuai dengan probabilitas distribusi eksponensial negatif.
5. Rata-rata tingkat pelayanan lebih cepat daripada rata-rata tingkat kedatangan.

Dengan kondisi-kondisi diatas maka menurut Render dan Heizer (2001: 810) akan diperoleh rumus-rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\lambda &= \text{rata-rata kedatangan per periode} \\ \mu &= \text{rata-rata orang yang bisa dilayani per periode}\end{aligned}$$

1. Rata-rata banyaknya pelanggan didalam sistem:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

2. Rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan didalam sistem (waktu dalam antrian ditambah dengan waktu pelayanan):

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

3. Rata-rata banyaknya pelanggan didalam antrian:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

4. Tingkat utilisasi sistem antrian:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

5. Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem:

$$P_o = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

### b. Model Antrian *Multiple Channel*

Menurut Render dan Heizer (2001: 810) sistem antrian *multiple channel* berarti bahwa ada dua atau lebih pelayan atau *channel* yang bisa menangani pelanggan yang datang. Asumsi yang digunakan tetap sama seperti model sebelumnya.

$M$  = jumlah *channel* yang dibuka (harus lebih besar daripada 1)

$\lambda$  = rata-rata tingkat kedatangan

$\mu$  = rata-rata waktu pelayanan pada setiap *channel*.

1. Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem

$$P_o = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}}$$

2. Rata-rata banyaknya pelanggan didalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)!(M\mu - \lambda)^2} P_o + \frac{\lambda}{\mu}$$

3. Rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan didalam sistem (waktu dalam antrian ditambah dengan waktu pelayanan)

$$W_s = \frac{\mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)!(M\mu - \lambda)^2} P_o + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

4. Rata-rata banyaknya pelanggan didalam antrian

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

5. Rata-rata waktu yang dihabiskan setiap pelanggan di dalam antrian

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

### Simulasi Monte Carlo

Menurut Kakiay (2003,p114) simulasi Monte Carlo yang juga disebut *sampling simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*, menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dan juga sudah dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada sebagai hal utama, dimana waktu tidak menjadi hal pokok (*substantive*). Berikut batasan dasar yang diberikan simulasi ini:

Berikut ini prosedur penyelesaian suatu persoalan dengan simulasi Monte Carlo:

1. Tentukan fungsi frekuensi distribusi dari *historical data*.
2. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama
3. Membuat angka penunjuk batasan (*label number*) untuk setiap frekuensi data.
4. Lakukan penarikan *random number* untuk periode yang sudah ditentukan. Dari *random number* tersebut hanya diambil dua angka desimal kemudian dicocokkan pada angka *label number*.
5. Membuat tabel dari urutan periode waktu dan jumlah yang dibutuhkan berdasarkan hasil pengambilan *random number*.

### Analisa dan pengolahan Data

#### Data Jumlah Kedatangan Produk Pada Stasiun Kerja Penjahitan.

Data jumlah kedatangan produk stasiun kerja pengepakan dikumpulkan dengan mencatat setiap jumlah kedatangan yang terjadi untuk selanjutnya menjalani proses penjahitan. Keseluruhan jumlah kedatangan produk dapat dilihat pada Tabel berikut

**Tabel 1.**Jumlah Total Kedatangan Produk Selama 4 hari pada Stasiun Kerja Penjahitan Steples

Hari/Tanggal	Jumlah Kedatangan Jam 8.00 - 12.00 (Karton)
Senin 18 Oktober 2010	6020
Selasa 19 Oktober 2010	5920
Rabu 20 Oktober 2010	6755
Kamis 21Oktober 2010	6545

#### Data Jumlah Produk Yang Terlayani Pada Stasiun Kerja Penjahitan

Berdasarkan pengamatan pada stasiun kerja penjahitan, diperoleh data jumlah produk yang terlayani selama periode Senin,18 Oktober 2010 hingga Jumat, 29 Okober 2010, seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut

**Tabel2.** Jumlah Total Produk Yang Terlayani Selama 10 hari pada Stasiun Kerja

Hari/Tanggal	Jumlah Produk Terlayani Jam 8.00 - 12.00 (Karton)
Senin 18 Oktober 2010	3651
Selasa 19 Oktober 2010	3474
Rabu 20 Oktober 2010	3599
Kamis 21Oktober 2010	3796

**Sampling Simulation Data Jumlah Kedatangan Produk**

Untuk melakukan simulasi sampel data jumlah kedatangan produk maka ditentukan distribusi frekuensi data historis jumlah kedatangan produk. Berikut ini ditampilkan rangkuman hasil jumlah kedatangan produk per setiap kedatangan (per 15 menit) selama periode kerja satu bulan.

**Tabel 3.**Rangkuman Jumlah Kedatangan Produk per Kedatangan Periode Kerja 1 Bulan

Jumlah Kedatangan/Setiap Kedatangan ( $M_i$ )	Frekuensi ( $F_i$ )	$M_i.F_i$
225	44	9900
250	37	9250
275	34	9350
280	67	18760
285	43	12255
300	92	27600
310	48	14880
320	39	12480
325	63	20475
330	31	10230
350	46	16100
355	38	14740
370	28	10360
380	43	16340
400	39	15600
425	28	11900
Jumlah	720	242410

Berdasarkan Tabel di atas dapat ditentukan rata-rata jumlah kedatangan produk per jam, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{242410}{720} = 336.680 \text{ (1348 karton/jam)}$$

**Sampling Simulation Data Jumlah Produk Terlayani**

Untuk melakukan simulasi sampel data jumlah produk terlayani maka ditentukan distribusi frekuensi data historis jumlah produk terlayani seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut.

**Tabel 4.**Frekuensi Data Historis Jumlah Produk Terlayani

Jumlah Terlayani	Frekuensi
190	2

197	9
200	3
225	4
230	8
245	13
269	6
Jumlah	45

**Tabel 5.** Rangkuman Jumlah Produk Terlayani Per Jam Periode Kerja 1 Bulan

Jumlah terlayani/jam ( $M_i$ )	Frekuensi ( $F_i$ )	$M_i \cdot F_i$
190	16	3040
197	126	24822
200	59	11800
225	62	13950
230	122	28060
245	228	55860
269	107	28883
Jumlah	720	178415

Berdasarkan Tabel di atas dapat ditentukan rata-rata jumlah produk terlayani per jam, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda = 178415 / 720 = 248 \text{ karton/jam}$$

### Simulasi Waktu

Simulasi dilakukan selama sepuluh hari,

**Tabel 6.** Rangkuman Hasil Analisa Simulasi Waktu Selama 10 Hari

Hari	Jumlah Produk Datang	Jumlah Produk Terlayani	Jumlah Produk Tidak Terlayani	Lamanya Antrian Produk
1	10261	9249	1012	2848
2	9353	8834	518	2673
3	9934	9220	714	2396
4	9844	9535	309	1781
5	9544	8870	674	1893
6	9114	8552	562	2191
7	9137	8576	561	2067
8	10066	9496	570	1619
9	8681	8205	476	1316
10	10248	9031	1217	2111

Rata-rata jumlah produk yang dapat dilayani per harinya dari jam 8.00 hingga 20.00 adalah:

$$X = \frac{89568}{10} = 8957 \text{ karton}$$

Rata-rata lamanya produk mengantri:

$$Wq = \frac{20895}{10} = 2090 \text{ menit}$$

Dengan ini bisa dilihat bahwa waktu antrian produk untuk dilakukan proses penjahitan harus mengantri dengan waktu sangat lama.

### Analisa Jumlah server

Untuk mengetahui apakah jumlah server yang dibuka sudah dapat memberikan pelayanan yang optimal atau belum, yaitu dengan membandingkan dengan standar yang ditetapkan. Standar yang ditetapkan oleh PT. MMK di stasiun kerja penjahitan steples ini yaitu produk yang datang harus dapat dikerjakan pada hari tersebut dengan maksimal lembur dua jam, dikarenakan pada lini ini jumlah produksi yang ada tidak menentu (kadang banyak dan kadang juga sedikit). Maka akan dilakukan perhitungan dengan bantuan program *Excel* pada tiap jam operasi yang diteliti.

1. Jumlah kedatangan karton ( $\lambda$ ) per jam = 1348 karton
2. Rata-rata waktu pelayanan satu karton yang diberikan operator =  
(14.69 + 16.36 + 18.27) : 3 = 14.4439 detik
3. Rata-rata jumlah karton yang dapat dilayani per jam:  
 $\mu = (60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) / 14.4439 = 249$
4. Jumlah server yang tersedia (1 mesin rusak):  $M = 5 - 1 = 4$

Dari perhitungan diatas diperoleh hasil berupa Rata-rata waktu yang dihabiskan tumpukan *corrugated sheet* dalam antrian ( $Wq$ ), Rata-rata panjang antrian ( $Lq$ ), Rata-rata waktu yang dihabiskan tumpukan *corrugated sheet* dalam sistem ( $Ws$ ), Rata-rata banyaknya *corrugated sheet* dalam sistem ( $Ls$ ), Probabilitas tidak ada tumpukan *corrugated sheet* dalam system ( $Po$ ), Tingkat utilisasi sistem antrian ( $P$ ) seperti yang diperlihatkan pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 7. Tabel kinerja sistem antrian**

	4 server	5 server	6 server
Banyak server yang dibuka (M)	4	5	6
Jumlah kedatangan tumpukan <i>corrugated sheet</i> perjam ( $\lambda$ )	1348	1348	1348
Rata-rata <i>corrugated sheet</i> yang dilayani perjam ( $\mu$ )	249	249	249
Rata-rata waktu yang dihabiskan tumpukan <i>corrugated sheet</i> dalam antrian ( $Wq$ )	- 0.00535179 (-19.26 detik)	-0.01180889 (-42.51 detik)	0.00510709 (18.38 detik)
Rata-rata panjang antrian ( $Lq$ )	- 7.2142152	- 15.9163891	6.88436093
Rata-rata waktu yang dihabiskan <i>corrugated sheet</i> dalam sistem ( $Ws$ )	- 0.00133573 ( -4.79 detik)	-0.00779283 ( -28.055 detik)	0.00912316 (32.84 dtik)
Rata-rata banyaknya <i>corrugated sheet</i> dalam sistem ( $Ls$ )	- 1.80056058	-10.5047345	12.2980156

Probabilitas tidak ada unit dalam system ( $P_0$ )	- 0.01860263	-0.00259683	0.0020841
Tingkat utilisasi sistem antrian ( $P$ )	1.35341365	1.08273092	0.90227577

## Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Sistem antrian yang digunakan pada stasiun kerja penjahitan steples di PT. MMK yaitu model B *multi channel* (M/M/S) dengan satu jalur antrian dengan menggunakan empat *server* (empat *server* dikarenakan 1 *server* mengalami kerusakan).
2. Berdasarkan hasil simulasi sampel diperoleh rata-rata jumlah kedatangan sebesar 1348 karto/jam dan rata-rata jumlah produk terlayani 249 karton/jam dengan utilitas pelayanan 4 *server* yang melebihi 100% ( $\rho = 135\%$ ). Hal ini membuktikan bahwa terjadi antrian mutlak pada penggunaan 4 *server*. Antrian tidak akan terjadi apabila pada penggunaan 4 *server* jumlah kedatangan produk yang memasuki stasiun kerja penjahitan sebesar 996 karton/jam. Penggunaan 4 *server* dapat dioptimalkan dengan menggunakan jam lembur saat *peak season* (kondisi saat ini). Hasil simulasi waktu kerja ditambah dengan 4 jam lembur diperoleh 9000 karton yang dapat dilayani. Maksimal (SMML) = 9535 dan minimal produk yang dapat dilayani ukuran SSL = 8205 karton.

## Daftar Pustaka

1. Ahmad Dimiyati, Operation Research, 1987, algensindo, Bandung
2. Heizer, Jay and Render, Barry. 2001. *Operation Management*. Edisi ke 7. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
3. Russell, Roberta S and Taylor III, Bernard w., 2000, *Operation Management*, 3<sup>th</sup> Edition: New Jersey: Prentice Hall
4. Stevenson, William J., 2005, *Operation Management*, 8<sup>th</sup> Edition, New York: McGraw Hill, Inc