

Peningkatan Kualitas Pemeliharaan Angkutan Transportasi Darat Melalui *E-Reliability Centered Maintenance (E-RCM)*

Yuwono B Pratiknyo
Jurusan Teknik Industri, Program Studi Teknik Manufaktur
Universitas Surabaya
Jln Raya Kalirungkt Telp 031-2981397 Surabaya 60293
E-mail : yuwonobudi@ubaya.ac.id

Abstrak

Transportasi darat sebagai salah satu favorit moda transportasi memerlukan perhatian yang khusus dalam upaya peningkatan kelancaran, kenyamanan dan safety dalam berkendara. Peningkatan program pemeliharaan (maintenance) pada sistem angkutan darat saat ini terus diupayakan dalam rangka menjaga kondisi dan kinerja operasional angkutan darat. Pada sistem transportasi darat (angkutan antar kota antar propinsi) proses pemeliharaan belum dapat ditingkatkan dan dilakukan secara maksimal. Beberapa kendala antara lain: belum terintegrasinya sistem perawatan yang dilakukan antar pengusaha angkutan sehingga biaya maintenance menjadi lebih tinggi dan kurang akuratnya history data pada masing-masing kendaraan.

Konsep penyempurnaan sistem pemeliharaan pada paper ini dilakukan dengan memodifikasi Reliability Centerd Maintenance (RCM) yang diimplementasikan secara online pada beberapa kota utama yang disebut E-Reliability Centered Maintenance (E-RCM). Hasil akhir dari paper ini adalah penyusunan system maintenance angkutan darat yang terintegrasi dengan harapan dapat mengetahui kelas kendaraan, penjadwalan maintenance dapat dilakukan lebih efektif, dan dengan system ini akan membantu pemerintah dalam proses uji kelayakan kendaraan.

Kata kunci: maintenance, reliability, RCM, class component, risk

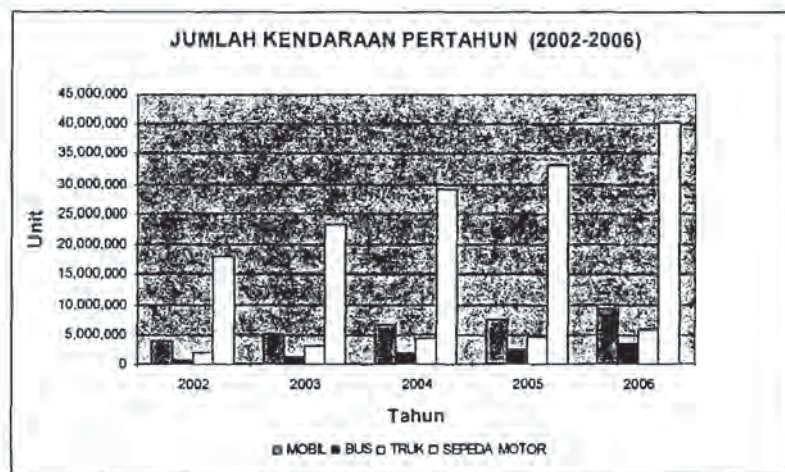
Abstract

Public transportation in Indonesia needs attention for improvement of traffic problems, comfortable and safety on the roads. The success of maintenance program for public transportation plays important role in the safety and reliability of the transportation service. The existing maintenance program has problems in the lack of accurate maintenance record and there did not integrated maintenance system between industrialist transportation which increasing the cost. The improvement maintenance management system carried out by applying and modifying the concept of Reliability Cantered Maintenance (RCM), with E-Reliability Centered Maintenance (E-RCM). RCM methodology chosen for this research because, RCM particularly its accurate framework to identify the likelihood of an asset, in this case a public transportation, experiences failure and the ways to prevent the failure consequences. The paper reports the implementation of RCM concept in the strategy for defining each component class using its testing/inspection data, weighting factors and eventually the class of vehicle. With the knowledge of the vehicle reliability class, the public transportation operation can be plan in an optimum way, a possible failure can be anticipate, maintenance program can be devise more effectively and eventually, the risk of transportation accident can be minimized. The benefit for government, this methodology helpful the vehicle certification.

Keywords: maintenance, reliability, RCM, class component, risk

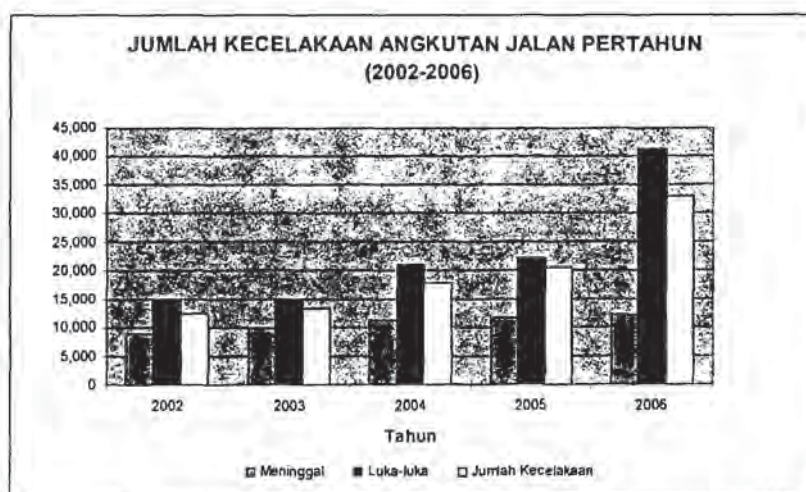
I. Latar Belakang

Transportasi darat merupakan moda transportasi terbesar di Indonesia dibandingkan dengan transportasi laut dan udara. Transportasi darat terbagi dalam beberapa moda transportasi seperti kereta api dan angkutan jalan raya. Dibandingkan dengan moda transportasi lain, moda transportasi (khususnya angkutan jalan raya) darat memiliki keunggulan terutama dalam hal jangkauan mobilitas, fleksibilitas dan murah. Sehingga, pada kurun waktu 2002-2006 jumlah kendaraan semakin menunjukkan peningkatan yang signifikan. (gambar 1)



Gambar 1: Jumlah kendaraan pertahun (2002-2006)
Sumber: Direktorat Jendral Perhubungan Darat

Peningkatan jumlah kecelakaan pada moda transportasi darat pada kurun waktu 2002-2006 juga mengalami peningkatan (gambar 2). Pada tahun 2006 peningkatan jumlah kecelakaan mencapai 59,96 %. Penyebab kecelakaan ini antara lain disebabkan karena *human eror*, ketidak-layakan kendaraan dan karena kondisi infrastruktur. Ketidak-layakan kendaraan pada beberapa kasus menjadi penyebab utama kecelakaan. Ketidak-layakan kendaraan yang sering menjadi penyebab kecelakaan antara lain adalah rem tidak berfungsi dengan baik, ban pecah, dan performansi kendaraan yang tidak optimal.

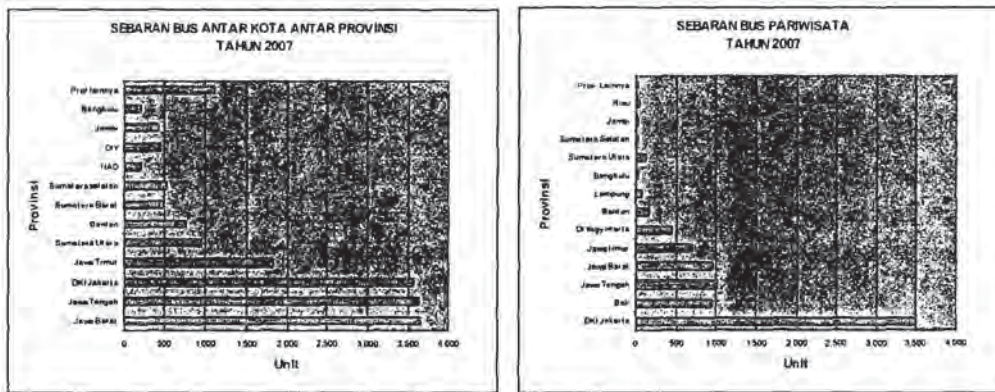


Gambar 2: Jumlah kecelakaan angkutan jalan pertahun (2002-2006)
Sumber: Direktorat Jendral Perhubungan Darat

Moda Angkutan Bus

Moda angkutan bus masih dipilih sebagian besar masyarakat sebagai moda transportasi jalan raya yang memiliki fleksibilitas jangkauan, berdaya tampung besar, dan murah. Perkembangan moda transportasi bus antar kota antar propinsi (AKAP) dan pariwisata pada beberapa propinsi pada tahun 2002-2006 ditunjukkan pada gambar 3 berikut.

TAHUN	AKAP		PARIWISATA		TOTAL BUS
	Perusahaan	Bus (Unit)	Perusahaan	Bus (Unit)	
2002	748	18,990	530	6,551	25,541
2003	755	19,372	577	7,249	26,621
2004	759	19,363	641	8,179	27,542
2005	765	19,253	495	7,288	26,541
2006	772	18,897	566	8,058	26,955



Gambar 3: Sebaran Bus AKAP dan Pariwisata Tahun 2007
Sumber: Direktorat Jendral Perhubungan Darat

Namun dari sekian jumlah bus AKAP dan bus pariwisata, realita menunjukkan bahwa jumlah bus yang beroperasi/tingkat ketersediaan (*availability*) hanya berkisar 45 % - 50 %. Hal ini disebabkan beberapa faktor antara lain kenaikan BBM, kurangnya keandalan (*reliability*) dan kanibal komponen antar bus. Keandalan (*reliability*) kendaraan memberikan peran yang sangat besar pada kelancaran, keselamatan, keamanan dan keberhasilan pengoperasian angkutan darat. Tingkat ketersediaan (*availability*) kendaraan yang siap operasi haruslah diiringi dengan keandalan yang tinggi. Keandalan kendaraan yang rendah akan berdampak kepada tingginya frekuensi kendaraan mogok, terganggunya kelancaran lalu lintas dan kecelakaan.

Menyimak jumlah angkutan darat yang masih kurang dari kebutuhan, maka *maintenance* menjadi hal yang penting dalam industri transportasi ini. Rendahnya kualitas *maintenance* akan berpengaruh terhadap tingginya angka kecelakaan dan rendahnya *reliability*. Proses *maintenance* pada angkutan darat secara berkala sudah dilakukan. Namun, terdapat beberapa kendala yang terkait dengan proses *maintenance* antara lain belum tersedianya data *maintenance record* yang akurat dan belum terintegrasinya sistem informasi *maintenance*, dan proses *maintenance* masih dilakukan sendiri-sendiri. *Maintenance record* yang akurat dapat mempermudah proses *maintenance* sehingga dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Dengan *data base maintenance record* beberapa hal yang terkait dengan *history* dan kualitas suatu komponen dapat dipantau. Integrasi sistem informasi *maintenance* dalam industri transportasi ini sangat penting. Proses *maintenance* pada industri ini tidak harus dilakukan di suatu tempat saja namun *maintenance* dapat dilakukan di beberapa tempat/kota. Selain terdapat di beberapa kota, *maintenance* juga melibatkan beberapa bagian yaitu logistik, teknik dan operasional. Sehingga integrasi sistem *maintenance* sangat diperlukan.

2. Study Pustaka

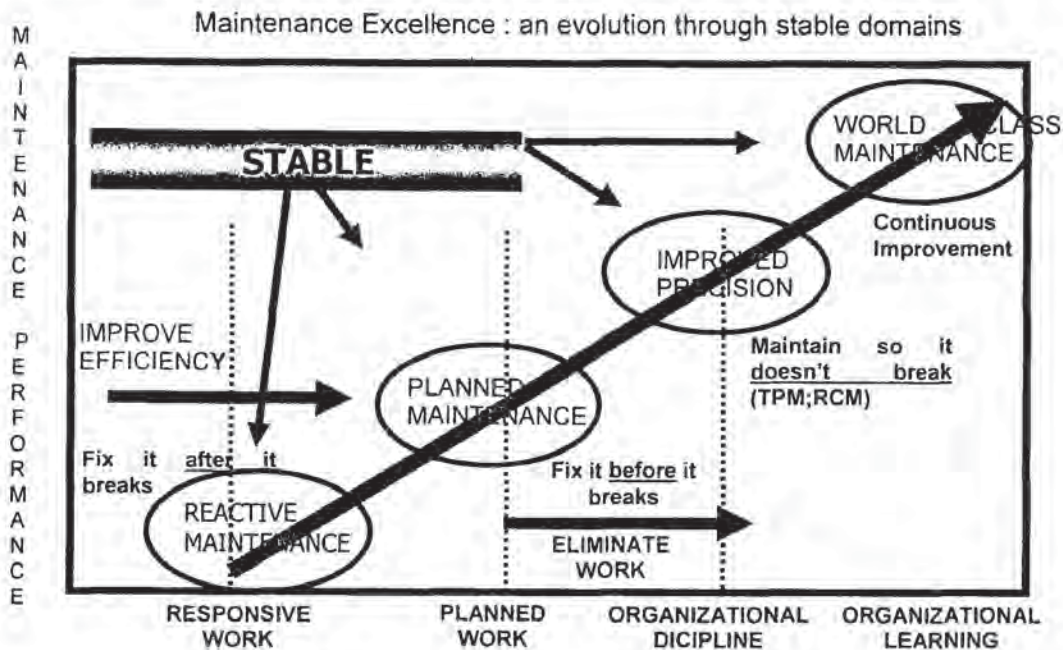
Maintenance

Perawatan (*maintenance*) merupakan serangkaian tindakan (baik teknik maupun administratif) yang diperlukan untuk menjaga suatu komponen berada pada kondisi operasionalnya. Kemampuan dalam proses perawatan/*maintainability* memerlukan konsiderasi dari berbagai faktor lain yang menyangkut semua aspek dari sistem, dan ukuran *maintainability* sering mencakup kombinasi dari faktor-faktor berikut:

1. *Mean time between maintenance (MTBM)*, yang mencakup *scheduled maintenance* dan *unscheduled maintenance*.
2. *Mean time between replacement (MTBR)* dari suatu item akibat adanya tindakan *maintenance* (umumnya menimbulkan *spare parts requirement*).
3. *Maintenance downtime (MDT)*, atau *total time* saat periode dimana sistem atau produk tidak dapat memberikan fungsi sesuai dengan yang diharapkan. MDT mencakup *mean active maintenance time (MAMT)*, *logistic delay time (LDT)*, dan *administrative delay time (ADT)*. MAMT merupakan fungsi dari *mean corrective maintenance time* dan *mean preventive maintenance time*.
4. *Turn around time (TAT)* atau bagian dari *maintenance time* yang dibutuhkan untuk melakukan *servicing, repair/perbaikan, dan/atau pemeriksaan* suatu item.
5. *Maintenance labor-hours per system/product operating hour (MLH/OH)*. Besaran ini ekuivalen dengan istilah *maintenance man-hours/operating hours (MMH/OH)*.
6. *Maintenance cost per system/product operating hour (Cost/OH)*. *Maintenance cost* hendaknya diperhitungkan dalam konteks dari *life-cycle cost (LCC)*.

Maintenance dapat dikategorikan menjadi :

1. *Breakdown Maintenance*
Breakdown maintenance adalah semua tindakan *maintenance* yang tidak terjadwal (*unscheduled*), akibat kegagalan/kerusakan yang terjadi pada mesin/peralatan, untuk mengembalikan mesin/peralatan ke kondisi operasi yang ditentukan.
2. *Corrective Maintenance*
Adalah semua tindakan *maintenance* yang terjadwal (*scheduled*), untuk mengembalikan mesin/peralatan ke kondisi operasi yang ditentukan dan berusaha sedapat mungkin mencegah terulangnya kerusakan serupa.
3. *Preventive Maintenance*.
Preventive maintenance adalah semua tindakan *maintenance* yang dijadwal (*scheduled*), untuk mengembalikan mesin/peralatan ke kondisi operasi yang ditentukan. *Scheduled maintenance* mencakup :
 - *Periodic inspection*
 - *Condition monitoring*
 - *Critical-item replacements (prior to failure)*
 - *Periodic calibration*
 - *Servicing (fueling and lubrication)*
4. *Predictive Maintenance*
Tindakan *maintenance* yang dilakukan pada tanggal yang telah ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisis dan evaluasi data *monitoring* kondisi operasi mesin pada interval-interval waktu tertentu secara periodik.



Gambar 4: Maintenance Performance Vs Maintenance Excellent

Peningkatan perawatan harus dimulai dengan proses-proses manajemen yang baik. Untuk menciptakan sumberdaya perawatan yang lebih produktif membutuhkan implementasi dari metode perencanaan, struktur organisasi dan teknik kontrol yang baik dalam melaksanakan dan mengendalikan proses perawatan dari sisi kualitas, kuantitas, standard prestasi serta efisiensi.

Ruang lingkup manajemen perawatan dalam rangka prestasi dan produktifitasnya adalah:

1. Maintenance requests
2. Maintenance planning and scheduling
3. Work management system; work order system
4. Information management system (CMMS)
5. Preventive maintenance system
6. Predictive maintenance system
7. Inventory & stores (Materials control)
8. Supervisory/leaderships skills
9. Training and development
10. Organizational structures
11. Maintenance and reliability engineering

Dalam pelaksanaannya, sistem perawatan tersebut menuntut beberapa hal sebagai berikut:

1. Menyiapkan tenaga kerja berketrampilan tinggi, efisien dan bermotivasi.
2. Menciptakan perencanaan pekerjaan secara efektif dan efisien, komunikasi dan eksekusi proses dan prosedur.
3. Menyiapkan *tools*, *supplies*, fasilitas dan dokumentasi teknis dan kepakaran yang dibutuhkan untuk mengeksekusi secara efektif dan efisien.
4. Mampu membuat keputusan berbasis data, didasarkan pada prioritas yang telah disetujui.
5. Mampu membuat ukuran-ukuran prestasi yang akurat dan berarti.
6. Menggunakan sistem informasi yang mencerminkan data histori yang akurat untuk penelusuran dan analisis.

Reliability-Centered Maintenance (RCM)

RCM merupakan suatu pendekatan yang sistematis, sangat terstruktur dan berdisiplin tinggi untuk memaksimalkan keselamatan dan fungsi dari peralatan/*asset*. RCM menggunakan kerangka yang akurat untuk mengidentifikasi suatu *asset* bisa mengalami kegagalan. Hal ini merupakan cara berpikir baru dalam perkembangan sistem perawatan. Adalah lebih baik untuk mencoba menghindarkan konsekuensi dari suatu kegagalan daripada melakukan perbaikan terhadap konsekuensi kegagalan tersebut.

Studi *reliability-centered maintenance* menunjukkan bahwa :

1. *Reliability* peralatan tidak tergantung pada jenis peralatan, kompleksitas proses, kapasitas, dan lokasi.
2. Program perawatan pencegahan sendirian tidak menjamin keandalan peralatan dan integritas mekanikal.
3. *Reliability* dan integritas mekanikal dapat meningkat meskipun biaya perawatan menurun.
4. Program RCM yang komprehensif dan *workable* dapat dikembangkan untuk fasilitas, berapapun usianya, ukurannya atau kompleksitasnya.

RCM klasik menekankan pada mode-mode kegagalan aktual ataupun yang mungkin terjadi dan efek atau konsekuensi-konsekuensi dari mode-mode ini. RCM mencoba menggunakan *history*, analisis resiko, fungsi *probabilistic* dan pertimbangan ekonomi untuk mengidentifikasi metode-metode atau strategi-strategi yang paling efektif dari segi biaya untuk menurunkan konsekuensi kegagalan.

Efektifitas RCM telah terbukti, dan hasilnya berimbang dengan usahanya, akan tetapi adanya konsesus yang terus berkembang yang menyatakan bahwa adanya tingkat kompleksitas dan keakurasian metodologi, menyebabkan RCM bisa mahal dan padat sumber daya. Hal ini memiliki konsekuensinya, yaitu membutuhkan *support* manajemen yang kuat dan konsisten.

System Effectiveness (SE)

Biasanya dinyatakan dalam satu atau lebih angka yang merepresentasikan tingkat keefektifan dari sistem dalam memberikan fungsi-fungsi seperti yang diharapkan. Tiga aspek yang menentukan SE adalah:

1. *System performance parameter*, seperti kapasitas dari sebuah *power plant*, *range* atau berat dari sebuah pesawat terbang, kapasitas penghancur dari senjata, jumlah surat yang dapat diproses dalam sistem postal, jumlah barang yang dapat dideliveri oleh sistem transportasi
2. *Availability* atau ukuran tingkatan sebuah sistem dapat dioperasikan dan memberikan kondisi yang dijanjikannya. *Availability* merupakan fungsi dari *operating time (reliability)* dan *down time (maintainability)*.
3. *Dependability* atau ukuran dari kondisi operasi sistem pada satu atau lebih titik operasi selama misinya dengan membandingkannya terhadap kondisi awal sistem. *Availability* merupakan fungsi dari *operating time (reliability)* dan *down time (maintainability)*.

Cost Effectiveness (CE)

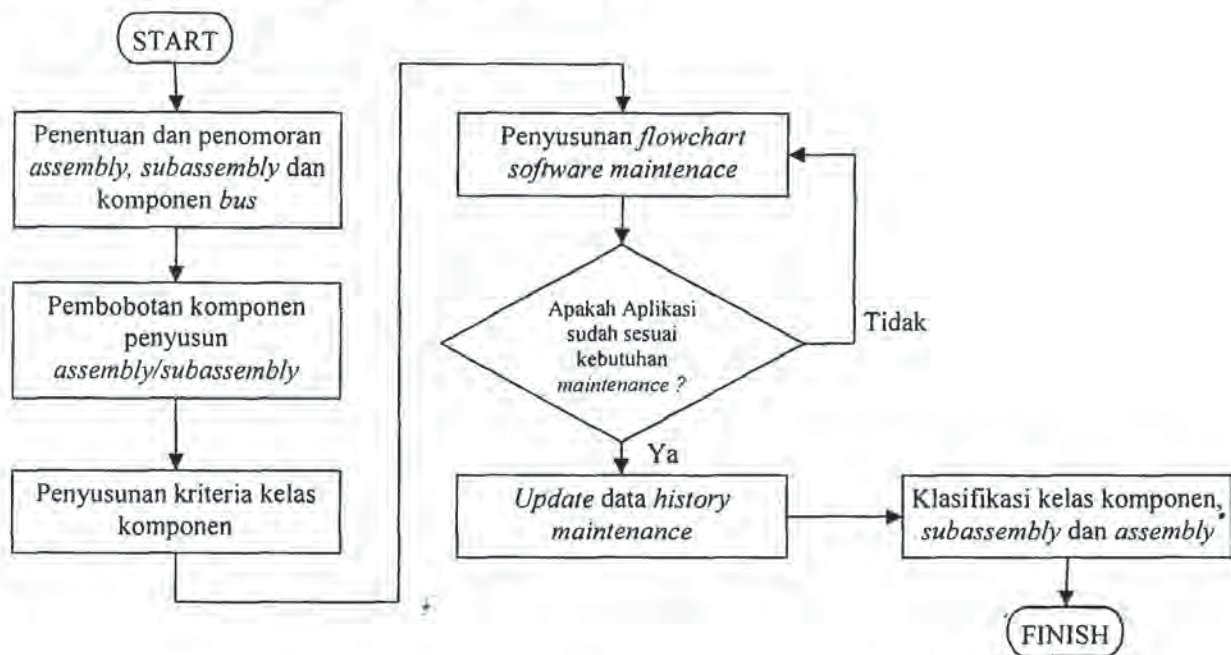
CE berhubungan dengan karakteristik sistem dalam kaitannya dengan *system effectiveness* dan *total life cycle cost*, yaitu berupa keseimbangan yang pantas antara faktor-faktor pada gambar berikut. *Cost effectiveness* digunakan untuk tujuan pengambilan keputusan dalam banyak aplikasi industri dan bisnis, yang dapat dinyatakan dalam berbagai *term (one or more figures*

of merit), tergantung pada misi khusus atau parameter sistem yang diinginkan untuk diketahui. CE dapat dinyatakan sebagai

1. *rasio availability/LCC*
2. *rasio reliability/LCC*
3. *system capacity/LCC*
4. *overall equipment effectiveness/LCC*
5. *rasio LCC/facility space*

3. Methodology

Konsep peningkatan kualitas pemeliharaan dan *reliability* angkutan darat dilakukan dengan *flowchart* seperti terlihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5 : *Flowchart* peningkatan kualitas pemeliharaan dan *reliability* angkutan darat

Konsep penyempurnaan sistem *maintenance* pada *paper* ini dilakukan dengan mengimplementasikan modifikasi *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. RCM dipilih karena menggunakan kerangka yang akurat untuk mengidentifikasi suatu *asset* bisa mengalami kegagalan dan mencoba menghindarkan konsekuensi dari suatu kegagalan. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan *E-Reliability Centered Maintenance (E-RCM)* yang terintegrasi pada beberapa kota utama. *Flowchart* peningkatan kualitas pemeliharaan dan *reliability* angkutan darat dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Penentuan dan penomoran *assembly, subassembly* dan komponen *locomotive*.

Penentuan *assembly, subassembly* dan komponen penyusun dilakukan untuk memudahkan membagi *kendaraan* kedalam beberapa modul utama. Setiap modul *assembly* dibagi lagi kedalam *subassembly* dan selanjutnya dibagi kedalam komponen-komponen.

b. Pembobotan komponen penyusun *assembly/subassembly*

Pembobotan komponen dilakukan dengan mengimplementasikan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. RCM menekankan pada mode-mode kegagalan

aktual/terdeteksi dan *hidden failure* yang mungkin terjadi dan efek atau konsekuensi-konsekuensi dari mode-mode kegagalan ini. Kegagalan aktual/terdeteksi adalah apabila terjadi kegagalan pada suatu komponen maka efek dan konsekuensi dari kegagalan akan langsung dapat diketahui. Efek dan konsekuensi akibat kegagalan ini adalah :

- *Safety and environmental consequence*
Apabila terjadi kegagalan atau kerusakan akan berbahaya bagi jiwa manusia, lingkungan sekitar dan *asset* itu sendiri.
- *Operational consequence*
Apabila terjadi kegagalan atau kerusakan akan berakibat pada menurunnya kemampuan operasional dari komponen.
- *Non-Operational Consequence*
Apabila terjadi kegagalan atau kerusakan akan berakibat komponen tidak bisa beroperasi.
- *Hidden Failure*
Hidden failure adalah kegagalan pada suatu komponen tidak berpengaruh secara langsung pada sistem. Efek dan konsekuensi dari kegagalan akan terlihat pada suatu batas/waktu tertentu.

c. Penyusunan kriteria kelas komponen

Kriteria kelas komponen dilakukan untuk menentukan klasifikasi kelas komponen. Pengkelasan ini berfungsi untuk memberikan informasi tentang kondisi dan kualitas komponen. Kondisi komponen dibedakan dalam kondisi 90% - 100%, kondisi 80% - <90%, dan kondisi 60% - <80%. Penentuan kelas komponen didasarkan pada fungsi komponen dengan melihat kondisi fisik dan hasil *test* komponen penyusun.

- Komponen kelas 1, Kondisi 90 % – 100 %
- Komponen kelas 2, Kondisi 80 % – <90 %
- Komponen kelas 3, Kondisi 70 % – < 80 %

Angka-angka di atas digunakan sebagai acuan dalam penetapan kualitas komponen. Sebagai contoh pada komponen kelas 1, pada perumusan penetapan kualitas komponen akan memiliki nilai 90. Nilai ini merupakan nilai terendah dari kondisi fisik kelas 1 yang bernilai 90 % - 100 %. Tujuan memilih nilai terendah adalah untuk menjamin kualitas komponen pada kelas tertentu. Sehingga pada kelas 2 memiliki nilai min 80 dan kelas 3 memiliki nilai min 70.

d. Penentuan kelas *subassembly* dan *assembly*

Penentuan kelas *subassembly* dan *assembly* dirumuskan dengan formula berikut:

$$\text{Nilai Prosentase Kelas} = \sum KK_i * B_i$$

Dengan

KK = Nilai kelas komponen/*subassembly*

B = Bobot/andil komponen/*subassembly* dalam *subassembly/assembly*

e. Penyusunan *software history data base maintenance*

Penyusunan *software history data base maintenance* dilakukan untuk memudahkan operator dalam dokumentasi proses *maintenance*. Sistem data diintegrasikan ke beberapa kota utama, dan inputing data dapat dilakukan diberbagai kota, sehingga *up date* data tetap terjaga.

4. Study Kasus

Sebagai contoh *study* kasus adalah pada sistem perawatan bus angkutan antar kota antar propinsi. Angkutan ini dipilih karena dalam operasionalnya memiliki jarak tempuh yang lebih jauh dan dituntut memiliki performa yang lebih handal.

a. Penentuan dan penomoran *assembly*, *subassembly* dan komponen *locomotive*.

Komponen-komponen *kendaraan* dibagi kedalam beberapa modul *sub-assembly* yaitu: *transmission, engine, driveshaft, axle shaft, differential, suspensions, brakes system, steering system, chasis, ondersteel, body, dan electricity*. Struktur penomoran komponen/nomor katalog disusun dengan susunan sebagai berikut :



Gambar 6 : Struktur Penomoran Komponen

b. Pembobotan dan penyusunan kriteria kelas komponen.

Pembobotan komponen dilakukan dengan melakukan identifikasi komponen terlebih dahulu. Proses identifikasi dilakukan dengan menekankan pada mode-mode kegagalan aktual/terdeteksi dengan memperhatikan efek dan konsekuensi akibat kegagalan. Berikut adalah contoh identifikasi komponen.

IDENTIFICATION KOMPONEN	Unit : Bracking System	No Change Unit: HD0100501010011
	Change Unit : Brake shoes	Safety and environmental consequence
FUNGSI	KEGAGALAN	MAINTENANCE
<ul style="list-style-type: none"> Pada proses pengereman, brake shoes berfungsi untuk menahan/memberikan tekanan pada tromol sehingga putaran tromol dapat dikurangi. <p>Note : Merupakan komponen yang sangat penting (menyngkut safety)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Brake shoes mis Brake shoes terlepas dari supporting plate 	<ul style="list-style-type: none"> Pemeriksaan bitanan/monthly dilakukan dengan melihat apakah komponen-komponen masih berada pada posisi dan kemungkinan sus. Pemeriksaan juga dilakukan dengan melakukan pengecekan performansi pengereman

Gambar 7 : Identifikasi komponen

Diskusi klasifikasi kelas dan pembobotan komponen dilakukan pada seluruh personel yang menangani pemeliharaan yang terkait. Penentuan klasifikasi kelas ditentukan berdasarkan aturan-aturan pada manual instruction dan pengalaman mekanik selama bertugas. Pembobotan komponen dilakukan untuk mengetahui tingkat kepentingan suatu komponen dalam suatu system. Contoh pembobotan komponen ditunjukkan pada gambar 8 berikut:

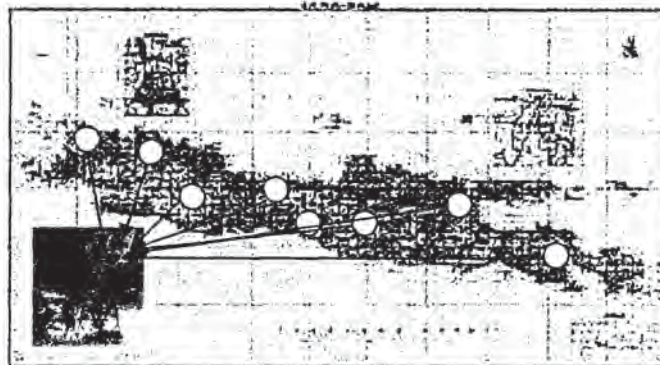
Pembobotan Sub Assembly

No	Modul Sub Assembly	Bobot Komponen	Kriteria
1	Engine	20	Power Engine, Fuel consumption, noise
2	Transmission	15	Power transmission efficiency
3	drive shaft	10	Good physical, no defect
4	Axle shaft	10	Good physical, no defect
5	Suspensions	5	Deflection, good physical, no defect
6	Brakes systems	10	Good performance, no defect
7	Chasis	5	Good physical, no defect
8	Ondersteel	10	Good physical, no defect
9	Body	5	Good physical, no defect
10	Electricity	10	Good performance, no defect
		100	

Gambar 8 ; Contoh pembobotan *sub assembly*

c. Penerapan E-RCM

Penerapan E-RCM dalam mendukung proses *maintenance* memerlukan dukungan sarana dan sistem *management maintenance*. Dukungan sarana meliputi sistem informasi dan teknologi yang terkoneksi secara on line yang mampu memberikan informasi dan akses data antar beberapa kota utama. Seperti Merak, Jakarta, Bandung, Semarang, Solo, Madiun, Surabaya dan Banyuwangi. Beberapa kota tersebut dipilih karena posisinya terkait dengan tujuan trayek dan komposisi jumlah angkutan antar kota antar propinsi.



Gambar 9 : Peta Pulau Jawa

E-RCM dalam pelaksanaannya memerlukan juga *Enterprise Asset Management System* (EAMS) yang terdiri dari beberapa aspek yang saling terkait yang meliputi *inventory management* dan *procurement*. Dengan keterkaitan ketiga aspek tersebut, maka sistem pengelolaan asset akan menjadi lebih efektif dan efisien.

Pada sistem pengelolaan *change unit*, *software* melakukan pemantauan *change unit* yang meliputi beberapa hal antara lain adalah posisi *change unit*, kelas *change unit*, komponen penyusun *change unit*, deskripsi teknis *change unit*, riwayat pemeliharaan dan deskripsi pekerjaan. Menu tampilan pada *software* ditunjukkan pada gambar 10 berikut:

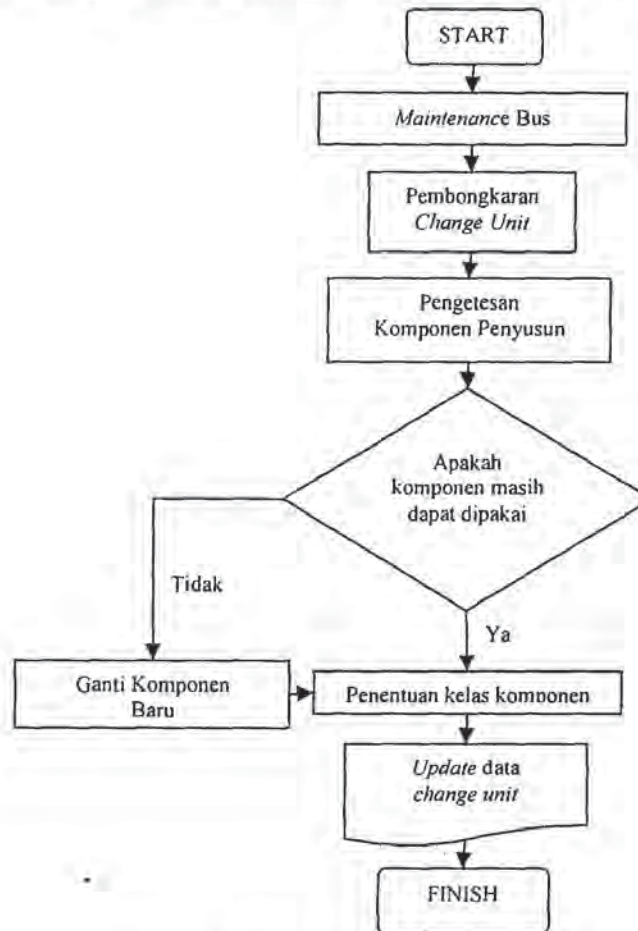


Gambar 10: Struktur menu tampilan software

- Menu Perencanaan, terdiri dari dua fasilitas yaitu jadwal perencanaan dan RAB
- Menu Surat Pengantar, terdiri dari dua fasilitas yaitu bentuk G6, bentuk T 175, bentuk T155 dan bentuk SP
- Menu Perintah Kerja, terdiri dari beberapa fasilitas yaitu sarana, fasilitas, suku cadang, perangkat tukar, G5, kontrak kerja, biaya WO, dan tutup/buka NPK.
- Menu Pemeriksaan, terdiri dari beberapa fasilitas yaitu pemeriksaan awal kendaraan, pemeriksaan akhir kendaraan.

- Menu *Data Base Change Unit* (Data Riwayat Sarana KA) *Data base change unit* yang sudah diinputkan/dimasukkan pada *software* dapat dilihat kembali riwayat pemeliharannya. Berikut contoh tampilan *data base change unit*

Data base change unit kendaraan berfungsi untuk memudahkan pemantauan dan memberikan informasi yang berkaitan dengan kondisi terakhir dari *change unit*.



Gambar 11: Proses *up-dating change unit*

5. Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat diambil pada *paper* ini adalah:

1. Peningkatan kualitas pemeliharaan dapat dicapai melalui perbaikan baik pada aspek manajemen maupun aspek teknis perawatan.
2. Perbaikan aspek manajemen dilakukan melalui perbaikan pada proses *planning* dan *scheduling* pekerjaan *maintenance*, optimalisasi tugas masing-masing bagian, membudayakan pencatatan riwayat perawatan (*maintenance history*) dan peningkatan fasilitas pendukung sistem *maintenance*.
3. Optimalisasi pada aspek teknis perawatan dilakukan melalui:
 - a. Implementasi metode RCM dengan melakukan identifikasi fungsi, efek kegagalan, dan konsekuensi kegagalan komponen rangka bawah yang akan digunakan sebagai dasar menentukan kelas komponen (*reliability*).
 - b. Penyempurnaan pengendalian mutu (*control quality*) dilakukan sesuai dengan prosedur dan standard kualitas seperti ditetapkan dalam MI (*Manual Instruction*).

- c. Ketersediaan fasilitas pendukung dan pengujian komponen sangat penting dalam menunjang keberhasilan implementasi metoda RCM.
4. Strategi dalam penentuan kelas komponen, lebih lanjut dapat digunakan dalam penentuan kelas bus. Dengan mengetahui kelas bus, pihak operasional dapat menentukan penggunaan bus apakah untuk bus antar kota antar propinsi, bus antar kota dalam propinsi atau hanya untuk bus angkut karyawan.
5. Peningkatan kemampuan teknisi secara terus-menerus perlu diupayakan untuk menunjang keberhasilan peningkatan kualitas pemeliharaan.
6. Melalui implementasi E-RCM pada sistem perawatan hasil dari studi ini (khususnya dengan adanya pencatatan riwayat perawatan yang baik) dapat dilakukan proses evaluasi sistem perawatan dengan lebih efektif, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemantauan terhadap deteriorasi *asset* serta efisiensi penggunaan jam orang dan biaya perawatan yang ter update setiap saat.

6. Daftar Rujukan

- [1] Benjamin S. Blanchard, “ *Maintenability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management* “, John Wiley & Sons, Inc, 1995.
- [2] John Moubray, “ *Reliability-Centered Maintenance* “, Butterworth-Heinemann, Ltd, 1991.
- [3] Brown, J.S. (editor) (1997) *Seeing Differently: Insight on Innovation*, Harvard Business Review Book, pp. 3-18.
- [4] Akao, Y. dan Y. Hattori (1998) “Quality System Based on ISO 9000 Combined with QFD”, *Proceedings: World Innovation & Strategy Conference 1998 incorporating 4th International Symposium on Quality Function Deployment*, 2-5 August, Sydney, Australia, pp. 1-8.
- [5] I Wayan Suweca, Yuwono B Pratiknyo, Rachman Setiawan (2007) “*The Improvement of Maintenance Program to Increase Locomotive Reliability through Component Class Grouping*” *Proceedings: International Conference on Risk Technology & Management*, ITB
- [6] Neil B. Bloom, “*Reliability Centered Maintenance (RCM), Implementation Made Simple* “, Mc Graw Hill, 2006.

PROCEEDINGS

4TH NATIONAL INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE 2007
**Industrial Engineering in a Competitive and
Borderless World**

*In Search
for
Quality Breakthroughs &
Continuous Improvement*

Surabaya, 29 November 2007



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SURABAYA
DIDUKUNG OLEH DITJEN DIKTI (PHK A3)**





KATA PENGANTAR

Selamat datang di 4th *National Industrial Engineering Conference* yang bertemakan *Industrial Engineering in a Competitive and Borderless World: In Search for Quality Breakthroughs and Continuous Improvement*.

Menghadapi era perdagangan bebas dan globalisasi, paradigma integrasi sistem dan integrasi bisnis tidaklah cukup untuk menghasilkan keunggulan kompetitif bagi suatu industri. Paradigma industri diharapkan bergeser menuju penerapan *lean sigma strategies* dalam membangun hubungan kerja sama antar industri yang efektif, untuk memenangkan persaingan pasar global. Dalam rangka menyebarkan informasi yang berkenaan dengan paradigma baru ini, Jurusan Teknik Industri, Universitas Surabaya pada tahun 2007 ini menyelenggarakan 4th *National Industrial Engineering Conference*. Seminar nasional ini merupakan program berkala yang turut didukung oleh berbagai pihak yang meliputi pihak pemerintah dan swasta, institusi pendidikan maupun non pendidikan. Sebagai kelanjutan dari 3rd *National Industrial Engineering Conference*, seminar ini memilih *In Search for Quality Breakthroughs and Continuous Improvement* sebagai tema utama.

Seminar ini menyertakan 67 makalah terpilih yang berasal dari partisipasi para pemakalah. Berdasarkan latar belakangnya para pemakalah tersebut berasal dari berbagai institusi pendidikan maupun non-pendidikan. Kami sangat berterimakasih atas besarnya partisipasi para peneliti dari industri dan institusi pendidikan ini. Topik makalah yang disajikan meliputi *Lean Sigma Strategy, Quality Engineering and Management, Product/Process Design, Performance Control, Process-Oriented Approach, New Organizations and Socio-Economical Impacts*, dan *Control of Product Flows and Resources*.

Besar harapan kami, melalui Seminar ini, para peserta mendapatkan peluang menambah wawasan, membangun kerjasama antar praktisi dan akademisi serta menginspirasi timbulnya ide-ide baru bagi kemajuan bersama.

Sampai berjumpa di 5th *National Industrial Engineering Conference* !

Surabaya, 29 November 2007

Editor



Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Keynote Speech: Developing Lean Thinking in a Higher Education Institution Joniaro Parung	ii - iv
Peningkatan Kualitas Produk di Industri Garmen Departemen Jahit dengan Pendekatan TQM Studi Kasus di PT Eratex Djaja Kriswanto Widiawan dan Andi Wijaya	1-11
Peningkatan Efisiensi Material melalui Sistem Kontrol Trims & Accesories di Industri Garmen Studi Kasus di PT Eratex Djaja Kriswanto Widiawan dan Rianto Kurniawan Ongko	12-22
Proses Pembelajaran pada Proses Implementasi Perbaikan Berkesinambungan Asep Yunta Darma dan Dradjad Irianto	23-34
The Indonesia's Oil and Gas Industry: In Search for World-Class Performance in Operations Wakhid Slamet Ciptono	35-46
<i>Trust-Based dan Contract-Based</i> dalam Kemitraan Antara Usaha Kecil Menengah Dan Usaha Besar Arief Rahmana, Ubuh Buchara Hidayat, Dradjad Irianto, dan Indryati Sunaryo	47-59
Pengukuran Efektivitas Program <i>Surabaya Green & Clean</i> dan Rancangan Perbaikan dengan Model Hoshin Kanri dalam Peningkatan Budaya Mutu Lingkungan (Studi Kasus: Kecamatan Tenggilis Mejoyo) Yenny Sari, M. Rosiawan dan Rien Sofia Devi	60-74
Analisa Peningkatan Kualitas Produk Hanger Melalui Pendekatan Metode Six Sigma Di PT Pilar Baja Perkasa Ni Luh Putu Hariastuti	75-86
Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kinerja Perusahaan (Studi Kasus PT PLN Rayon Rivai Palembang) Achmad Alfian dan Romlah Aprita Saputri	87-94
Efisiensi Proses Pembuatan Roti Enak dengan Data Envelopment Analysis (DEA) Achmad Alfian dan Devi Mulyono	95-104
Model Jalur Distribusi dengan <i>Supply Chain Management</i> Pada PT Asiana Chemicalindo Lestari Achmad Alfian dan Yunita	105-113

Perbaikan Customer Relationship Management di Ubaya Language Center Lusy Ernawati , Bambang Tjitro S, Fuad Achmadi	114-129
Aplikasi <i>Supply Chain Management (SCM)</i> Di Industri Pariwisata Siti Rahayu	130-138
Elemen-Elemen <i>Customer Firm Costs</i> dalam <i>Buyer-Supplier Relationship</i>, untuk Mengefisienkan Aplikasi <i>Supply Chain Management (SCM)</i> Siti Rahayu	139-147
Usulan Penilaian Prestasi Kerja Dan Pemberian Insentif Karyawan (Studi Kasus : PT. TM, Jakarta) Vivi Triyanti, ST., M.Sc dan Noni Dahlia	148-159
Usulan Penjadwalan Kerja Dan Operator Dengan Algoritma Kaspi- Montreuil (studi kasus: Departemen Maintenance PT. ISM Jakarta) Vivi Triyanti, ST., M.Sc dan Ade Lukito	160-170
Analisis Metode Kerja Dan Keseimbangan Lintasan Pada Lintasan Perakitan (Studi Kasus : <i>Main Assembly Line</i>, Pt. "K", Jakarta) Vivi Triyanti, ST., M.Sc dan Vernica Dewi W.	171-181
Aplikasi E-Commerce Pada Supply Chain Industri Musik PT. Digital Beat Dadang Surjasa, Harfy Selfindo	182-193
Penyusunan Penjadwalan Proyek dengan Model Integrasi Dependency Structure Matrix dan Batasan Sumber Daya Indri Hapsari	194-210
Perancangan Alat Bantu Penyortiran Gelas Plastik Bekas Air Minum Kemasan (Studi kasus: CV. Toedjoeh Surabaya) Linda Herawati, Bambang Tjitro, Amelia	211-220
Aplikasi Kansei Engineering untuk Mendesain Kafe di Surabaya Markus Hartono, Linda Herawati	221-233
Perancangan Kursi Komputer Bagi Wanita Hamil Theresia Pawitra, Linda Herawati, Grace Cynthia	234-245
Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Minat Beli <i>Private Brand</i> Di <i>Hypermarket</i> Theresia Pawitra, Rosita Meitha, Ong Sherly Kusumawaty	246-256
Perancangan Ranjang Susun yang Ergonomis dan Multi Fungsi untuk Panti Asuhan (Studi Kasus: Panti Asuhan Putra "IMMANUEL" Surabaya) Linda Herawati, Budi S. Goutama, Victor	257-269

Pengembangan Model Pengukuran Produktivitas Industri Manufaktur Dengan Mengintegrasikan <i>OMAX</i> dan <i>Value Chain</i> <i>Denny Aryo dan Benny Lianto</i>	270-278
Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Tenaga Kerja Departemen Human Resource Development PT. (PERSERO) Angkasa Pura II Dengan Metode Workforce Scorecard Didien Suhardini dan Yaser M. Niagara	279-293
Peningkatan Kualitas Pada Proses Filling Dengan Menggunakan Metode Taguchi Di PT XXX Wawan Kurniawan dan Ismed Abdurrachman	294-298
Perbaikan Kualitas Proses Filling untuk Meminimasi <i>Loss Function</i> Produk Minuman Sprite 295 ml menggunakan Metoda Taguchi Studi Kasus Di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Central Sumatera Yesmizarti Muchtiar, Noviyarsi, Lestari Setiawati	299-309
Studi dan Analisis Aplikasi Metode DEA Sebagai Alternatif Metode Pengukuran Produktivitas dan Efisiensi Institusi Pendidikan Tinggi Benny Lianto	310-319
Multi Level OMAX (MULOMAX) Sebagai Alternatif Model Pengukuran Produktivitas pada Sektor Industri Jasa Benny Lianto dan Denny Aryo	320-329
Perancangan Sistem Distribusi untuk Meminimasi Jarak Tempuh dengan Memperhatikan Konsumsi Bahan Bakar dan Kapasitas Alat Angkut Nurlailah Badariah	330-341
Perancangan Produk dan Prospek Pemasaran Sepatu untuk Wanita Hamil Linda Herawati, Rosita Meitha, Marissa	342-355
Analisis dan Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku dan Alternatif Strategi Pemasaran Berdasarkan Analisa SWOT pada PT. Arnott's Indonesia Farid Andhika, Budi Aribowo dan Haryadi Sarjono	356-367
Managing Technology of Genetically Modified Foods: Risk Management and the Public Perception of Risks Zulaicha Parastuty	368-379
Perancangan Standar Keselamatan Kerja Pada Fasilitas Belajar Mengajar (Studi Kasus: Gedung T.F Universitas Surabaya) Budi S Goutama, Linda H, Lany A	380-387
Power Dari Uji Kenormalan Data Didik Wahjudi	388-393

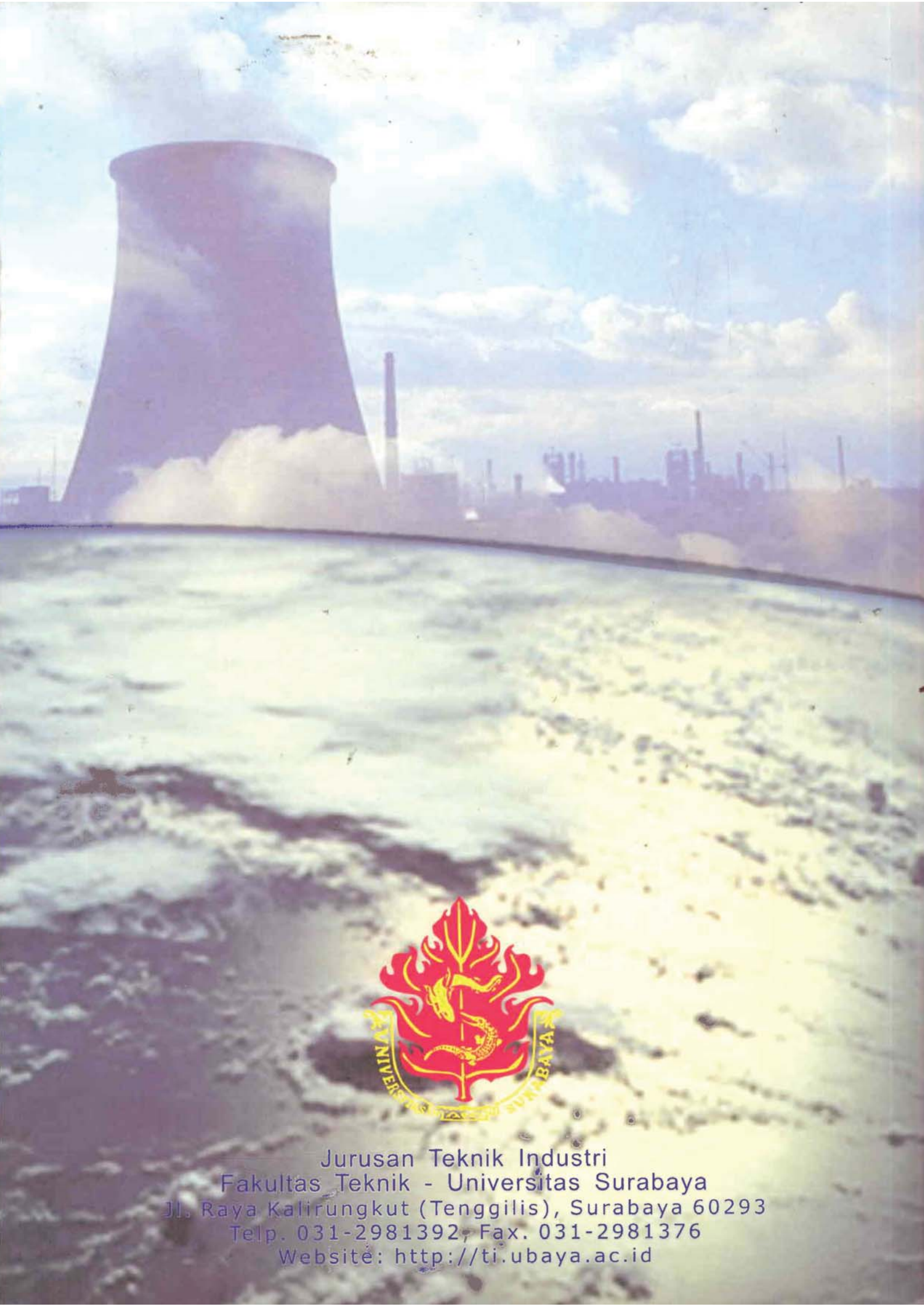


Penentuan Bobot dengan <i>Fuzzy Multiple Attribute Group Decision Making</i>, Studi Kasus pada Peningkatan Kualitas Produk <i>Brake Lining</i> Evy Herowati	394-405
Pengaruh Gaya Kepemimpinan Kharismatik Terhadap Komitmen Organisasi Tatik Suryani, Ema Yulianti, Rina Ismanovia	406-418
Perancangan Lini Perakitan Dinamis dengan Work-Sharing pada Lini Perakitan Sepeda Motor Power Z di PT. Asia Putra Perkasa Sumiharni Batubara, Purnamaningsih	419-431
Evaluasi Implementasi <i>Balanced Scorecard</i> dan Perancangan Pengukuran Kinerja Karyawan dengan Menggunakan Metode <i>Personal Balanced Scorecard</i> (Studi Kasus di PT.X, Otomotif Company in Surabaya) Lisa Mardiono, Rosita Meitha Surjani, Asrini Budiwati	432-444
Perbaikan Keseimbangan Lintasan dan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Pembuatan <i>Exhaust Manifold</i> di Divisi Foundry II PT. PARIN, Sidoarjo Galuh Nurina, Rosita Meitha, Budi Goutama	445-454
Rekayasa Kualitas dalam Pendekatan Six Sigma untuk Penurunan Rework Produk <i>Flowmeter Air</i> Dradjad Irianto dan Tarsono	455-460
Perancangan Ruang yang Lebih Ergonomis Dengan Metode <i>Kansei Engineering</i> Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) X Markus Hartono, Rosita Meitha, Olivia P	461-473
Pengaruh Aspek Usability terhadap Perilaku Pembelian Handphone Merek Nokia di Surabaya Rosita Meitha, Theresia Pawitra, Fong Yenny	474-483
Pemanfaatan Data <i>Anthropometri</i> dalam Perancangan Produk Inovasi <i>Washtafel</i> (Studi Kasus Kampus Universitas Gunadarma, Jakarta) Trisna Fajar Prasetyo, Onsert Ophirio Ningtyan, Dian Kemala Putri	484-493
Penjadwalan Job Dengan Menggunakan Algoritma Fuzzy CDS Dan Fuzzy <i>Branch-And-Bound</i> di PT. X Rahmi Maulidya, Nora Azmi, dan Arum Wijayanti	494-507
Perancangan Model Optimasi Kontrak Kerjasama Antara Supplier dan Manufacturer dengan Permintaan Probabilistik Dina Natalia Prayogo	508-518
Strategic Orientation in E-commerce Firms Gunawan	519-527



Pengukuran Persepsi Karyawan Tentang Keberhasilan Pelaksanaan Sistem Manajemen Lingkungan Pasca Sertifikasi ISO 14000: Studi Kasus PT Badak NGL Gatot Yudoko, Mirza Haerani	528-539
Perbandingan Persepsi tentang Tingkat Implementasi <i>Total Quality Management</i> (TQM) antara Perusahaan-perusahaan Bersertifikasi ISO 9000 dan Bukan ISO: Studi Kasus Perusahaan-perusahaan Besar Bahan Pembersih Keperluan Rumah Tangga di Tangerang dan Surabaya Gatot Yudoko, Yohanna Adhitya Majesty	540-550
Perbandingan Persepsi Manajer tentang Tingkat Implementasi <i>Total Quality Management</i> (TQM) pada Perusahaan-perusahaan Bersertifikat ISO 9000: Studi Kasus Perusahaan Besar Bahan Pembersih Keperluan Rumah Tangga di Tangerang, Bogor, dan Surabaya Gatot Yudoko, Margareth	551-561
Perancangan Alat Pembuat Es Puter Cie Hau, Sunardi Tjandra	562-570
Identifikasi Faktor-Faktor Penilaian Kinerja untuk Jabatan Tenaga Administrasi di Perguruan Tinggi (Studi Kasus di Universitas "X", Bandung) Vivi Arisandhy, Melina Hermawan, Yullyanti, Ivonne Widjaya	571-591
Pengukuran Tingkat Kemampuan <i>Humanware</i> Studi kasus asesmen <i>humanware</i> pada sebuah direktorat perusahaan bergerak di bidang industri proses Iwan Inrawan Wiratmadja, Hakimul Batih, Anas Ma'ruf	592-604
Pengukuran Kinerja Menggunakan Balanced Scorecard dan Pengukuran Kontribusi Departemen: Studi Kasus pada P.T. "X" di Surabaya, Indonesia Eric Wibisono, Joniarto Parung, Inge Yunita	605-614
Peningkatan Kualitas Pemeliharaan Angkutan Transportasi Darat Melalui <i>E-Reliability Centered Maintenance (E-RCM)</i> Yuwono B Pratiknyo	615-626
Perancangan Sistem Pengendalian Lantai Pabrik Berbasis Agen Studi Kasus di Divisi Aerostructure PT Dirgantara Indonesia Anas Ma'ruf dan Marcellus Aryanto Lasmono	627-638
Perancangan Sistem Kanban Pemasok Pada PT Semarang Autocomp Manufacturing Indonesia Purnawan Adi Wicaksono, Singgih Saptadi, Thelvia Vennieta	639-653
Studi Mengenai Penerimaan istem ERP: Enhancement Terhadap Model Penerimaan Sistem ERP Berbasis Technology Acceptance Model Rajesri Govindaraju, Nenny Indriany dan Erik-Joost de Bruijn	654-664

Perancangan Metode dan Fasilitas Kerja pada bagian <i>Filling</i> dan <i>Packing</i> dengan Pendekatan <i>Ergonomi</i>, <i>Biomekanika</i> dan <i>Statistika</i> pada PT. United Oil Indonesia, Propinsi Banten Haryadi Sarjono, Budi Aribowo dan Nicko Christian Salim	665-676
Implementasi Pendekatan Six Sigma Untuk Meningkatkan Kualitas Proses Produksi Perhiasan Emas di Divisi Y, PT X Surabaya Anantasari, Eric Wibisono dan Yongki Purwanto	677-687
Analisis dan Perbaikan Pengendalian Kualitas di PT.Industri Kemasan Semen Gresik Tuban Dira Mariana, Anantasari, M. Lisa Mardiono	688-699
Pengukuran Produktivitas Pada Team Kerja Menggunakan Oregon Productivity Matrix (OPM) dan Fuzzy Analytical Hierarchy (Fuzzy AHP) .Joniarto Parung	700-709
Kombinasi Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) Dan Triz Dalam Perancangan Kemasan Pasta Gigi Titah Yudhistira dan Lilis S. Purba	710-722
Analisis Perilaku Konsumen Mobil Jenis “<i>Mini cab over</i>” Untuk Menetapkan Strategi Pemasaran Mobil Suzuki Carry 1,5 Di Malang Anantasari, Fuad Achmadi, Rizal Hartanto Setiyono	723-733
Perancangan Fasilitas Kerja <i>Portable</i> pada Penyambungan <i>Nephel</i> Berdasarkan Pendekatan Ekonomis, Fungsional dan Ergonomi Puspo Utomo, Rosita Meitha, Nova Wellyanto	734-743
Perancangan Model Optimasi Sistem Produksi dan Persediaan Multi-item pada Two-echelon Supply Chain Amelia Santoso dan Dina Natalia Prayogo	744-751
Perancangan Alat Pelancar Saluran Air yang Ekonomis dan Ergonomis dengan Sistem Tekanan Angin Puspo Utomo, Jaya Suteja, Titus Harianto	752-764



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknik - Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkut (Tenggilis), Surabaya 60293
Telp. 031-2981392, Fax. 031-2981376
Website: <http://ti.ubaya.ac.id>