

Peningkatan Implementasi 5S Dan *Total Productive Maintenance* Dengan Menggunakan Pendekatan *Dmaic* Dan *Expert System* (Studi Kasus PT. "XYZ", Jawa Timur)

Wiluddiyana Ghoisi Nafida¹⁾, ING Wardana²⁾, Rudy Soenoko²⁾

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Magister dan Doktor FT UB¹⁾,
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya²⁾,
Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

[E-Mail: wiluddiyana@yahoo.com](mailto:wiluddiyana@yahoo.com)

Abstract

This research aimed to increase implementation of 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) and Total Productive Maintenance (TPM) in a paper manufacture company using integration of DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improvement, Control) approach and expert system. The DMAIC approach was used for obtain main problem why implementation worked ineffectively, root-cause problem, and improvement solution for business process. Expert system was used to help fastening consultation process while the expert of 5S and TPM, which is few in number, have no time to give consultation. Problems often occurred in 5S and TPM implementation during 2011-2012 are Seiso, Seiton, Autonomous Maintenance, and Seiri. Those problems are caused by the process business that only focused in audit system, instead of 5S implementation stage itself whereas many mechanic or electric still have wrong perception about 5S, and also caused by Autonomous Maintenance that not work effectively. The proposed improvement for the problem are to implement 5S activities on daily activities in simple way in order to introduce 5S culture and increase frequency and control of Autonomous Maintenance. Expert system development delivered application (called SIPAMS) that gives recommendation for main problem. SIPAMS help organization member, such as operator, mechanic, electric and others who didn't receive 5S/TPM implementation training, to consult and to learn basic principles of 5S and TPM.

Keywords: 5S, Total Productive Maintenance, DMAIC Approach, Expert System

PENDAHULUAN

PT. "XYZ" adalah perusahaan kertas terkemuka yang giat dalam implementasi 5S dan TPM (*Autonomous Maintenance, Small Group Activity, Preventive Maintenance, Productive Maintenance, dan Corrective Maintenance*). Departemen C adalah salah satu departemen di PT. "XYZ" yang bertanggung jawab mengoperasikan pembangkit listrik (*power plant*) yang berbasis *boiler* batu bara untuk mendukung berjalannya proses produksi kertas. Namun pada Departemen C, proses implementasi 5S dan TPM ini tidak berjalan dengan begitu baik, terlihat pada prestasi yang diterima oleh departemen C jika dibandingkan dengan departemen lainnya pada penilaian 5S dan TPM. Departemen C hanya mendapatkan ranking 32 dari seluruh departemen di PT. "XYZ" (total 35 departemen).

Solusi yang dilaksanakan oleh perusahaan adalah melaksanakan sosialisasi atau memberi pelatihan kepada pegawai tertentu yang bertanggung jawab atas implementasi 5S dan TPM di Departemen C. Sehingga orang-orang yang telah dilatih tersebut bisa memimpin upaya implementasi 5S dan TPM di Departemen C. Namun 5S dan TPM pada dasarnya bukanlah sekedar metode yang harus diimplementasikan untuk mencapai efisiensi, tetapi 5S dan TPM adalah budaya yang sejatinya harus dipahami dengan baik oleh seluruh elemen organisasi dan diterapkan dalam pekerjaan sehari-hari mereka bahkan sampai hal paling kecil sekalipun.

Jika perusahaan harus memberi pelatihan kepada seluruh lapisan anggota organisasi, hal ini akan memakan waktu, biaya, dan tenaga yang sangat besar yang seharusnya bisa dialokasikan ke kebutuhan

yang lain. Sementara pakar 5S dan TPM juga tidak banyak, dimana para pakar tersebut juga tidak hanya menangani permasalahan 5S dan TPM saja tetapi juga pekerjaan utama mereka. Hal ini menjadi hambatan karena pecahnya konsentrasi pakar atas upaya implementasi 5S dan TPM dan juga menghambat jika anggota organisasi mengalami permasalahan pada proses implementasi 5S dan TPM dan ingin berkonsultasi.

Banyaknya hambatan yang terjadi pada proses implementasi 5S dan TPM di PT. "XYZ" akan menjadikan Departemen C tidak mendapatkan manfaat dari implementasi 5S dan TPM ini dengan optimal. Analisa penyelesaian permasalahan atas implementasi 5S & TPM perlu dilakukan, namun terhambat oleh jumlah pakar yang juga tidak terlalu banyak. Maka adanya sistem pakar (*expert system*) yang mendukung proses pengambilan keputusan seperti pakar 5S dan TPM akan sangat membantu atas ketidakhadiran pakar pada proses implementasi 5S dan TPM.

Sebelum pengembangan *expert system* untuk 5S dan TPM ini dilaksanakan, perlu diketahui akar penyebab permasalahan implementasi 5S dan TPM secara keseluruhan di departemen C dan juga solusi perlu dikembangkan untuk memperbaiki kondisi semula dengan menggunakan pendekatan DMAIC. Tahapan DMAIC ini sangat baik digunakan untuk mencari akar masalah dan melaksanakan perbaikan karena proses analisisnya yang teratur dan memiliki *tools* yang beragam. DMAIC juga sangat fleksibel dan mudah dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan atau kondisi objek yang diteliti. Sehingga integrasi antara proses analisa menggunakan pendekatan DMAIC dan *expert system* diharapkan akan memperbaiki proses implementasi 5S dan TPM di PT. "XYZ".

Penelitian dengan menggunakan kombinasi antara sistem informasi (SI) dan *expert system* (ES) untuk menciptakan sebuah sistem baru yang diberi nama MKM (*Maintenance Knowledge Manager*) untuk mengatasi permasalahan *maintenance* peralatan industri dan kesehatan [1]. Metode inferensi yang digunakan adalah CBR (*case based reasoning*) yang didukung oleh data

dari sistem informasi beserta ITS (*Intelligent Tutoring System*) dan *e-learning system* akan bersama-sama berkontribusi dalam jalannya MKM sehingga menjadi sebuah sistem pembelajaran yang dapat diakses oleh semua orang melalui internet mengenai permasalahan *maintenance* [1].

Penelitian lainnya mengembangkan integrasi antara tiga aplikasi yaitu, CAMM (*Computer Aided Maintenance*) system, *Knowledge-base* dan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition Control*) untuk menyelesaikan permasalahan *maintenance* di industri otomotif, di mana permasalahan biasanya diselesaikan oleh orang-orang ahli yang seringkali tidak bisa diselesaikan karena sibuk dengan tugas lainnya [2]. Sehingga integrasi ini diharapkan akan membantu dalam mendiagnosa permasalahan secara semi-otomatis dan dalam prosedur *maintenance*-nya juga.

Penelitian tentang sistem *maintenance* juga telah banyak dilakukan. Permasalahan dalam sulitnya sistem *maintenance* alat-alat kesehatan [3]. Penelitian ini menggunakan kombinasi antara implementasi sistem *maintenance* seperti *condition-based maintenance* (CBM) dan *reliability centered maintenance* (RCM) dengan *expert system* untuk memonitor dan meramalkan kinerja peralatan kesehatan yang bertujuan untuk memperbaiki keandalannya dan menurunkan jumlah *downtime*.

Kombinasi pengetahuan pakar yang disimpan dalam *rule-rule knowledge-base system* yang diintegrasikan dengan *fuzzy logic* dan peralatan sensor untuk menjadikan sistem diagnosis ini *real-time* sehingga kejadian abnormal yang ada bisa segera diselesaikan secara cepat dan tepat [4]. Sistem ini bertujuan untuk membantu *engineer* dalam memonitor, mendeteksi, dan dan men-diagnosa kondisi abnormal dan kemudian menyediakan prosedur yang aman untuk menyelesaikan abnormalitas tersebut.

Penelitian tentang *expert system* mulai dikembangkan. Penelitian yang telah dilakukan adalah pengembangan *expert system* berbasis CBM (*Condition-based Management*) dengan integrasi *neural network* untuk mendeteksi abnormalitas motor elektrik [5]. Peran *expert system* dalam model ini adalah sebagai alat untuk

mengidentifikasi proses *reasoning* secara sistematis berdasarkan CBM, sedangkan fungsi *neural network* adalah sebagai alat yang mengimitasi otak manusia untuk mengambil keputusan berdasarkan situasi yang kompleks, sulit, dan data yang tidak relevan. Bersama-sama, kedua *tools* ini menjadi alat baru untuk mendeteksi berbagai tipe *failure* pada motor elektrik dan untuk memprediksikan *lifetime* sistem.

Dari penelitian-penelitian terdahulu, terlihat bahwa umumnya *expert system* hanya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *maintenance* yang muncul. Pada konsep *Total Productive Maintenance*, pondasi dasar dari implementasi TPM adalah keberhasilan 5S, sehingga permasalahan 5S juga sama pentingnya dengan permasalahan yang muncul pada implementasi TPM. Maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengatasi permasalahan implementasi 5S dan TPM serta mengembangkan *expert system* yang mendukungnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian tindakan (*action research*) yang dilakukan di Departemen C PT. "XYZ". Penelitian dilakukan mengikuti tahapan pendekatan DMAIC. Wawancara dilakukan pada sejumlah pakar 5S dan TPM untuk memetakan proses bisnis implementasi 5S dan TPM. Data audit 5S dan TPM selama periode 2011 dan 2012 digunakan untuk mengukur kapabilitas proses saat ini. Dari data yang ada, klasifikasi dilakukan untuk memisahkan setiap temuan audit dalam kategori aktivitas 5S dan TPM. Analisa dilakukan dengan menggunakan *cause-effect diagram* (CED), *root-cause analysis* (RCA), dan *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk mencari akar penyebab permasalahan dan mencari fokus perbaikan.

Wawancara kembali dilakukan untuk menggali pengetahuan pakar 5S dan TPM. Wawancara ini dilakukan terhadap *Best Auditor* 5S dan TPM PT. "XYZ" tahun 2011. Data wawancara digabungkan dengan kepakaran yang didapatkan dari literatur untuk mengembangkan *knowledge-base system* (KBS). KBS akan ditelusur oleh mesin inferensi dengan metode *forward*

chaining untuk mencari rekomendasi yang sesuai untuk ditampilkan di *user interface expert system*. KBS dikembangkan dengan menggunakan Ms. Access 2007, sedangkan mesin inferensi dan *user interface* dikembangkan menggunakan Ms. Visual Studio 2010 dengan bahasa pemrograman Visual Basic.NET.

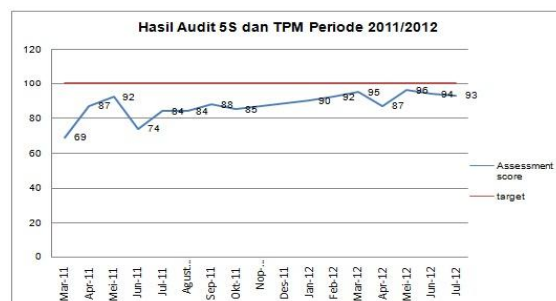
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan DMAIC

Dalam tahap *define* akan dilakukan pemetaan proses bisnis implementasi 5S dan TPM di Departemen C untuk mengetahui bagaimana proses implementasi berjalan. Pemetaan proses bisnis ini dilaksanakan pada aktivitas-aktivitas utama 5S dan TPM. Tidak hanya pemetaan proses bisnis, RASI matriks juga diperlukan untuk mengetahui siapa yang bertanggung jawab mengerjakan sebuah aktivitas (*Responsible=R*), siapa yang harus mengawasi terlaksananya sebuah aktivitas (*Accountable=A*), siapa yang membantu jalannya sebuah aktivitas (*Support=S*), dan siapa yang mendapat/memberi informasi atas sebuah aktivitas (*Inform=I*).

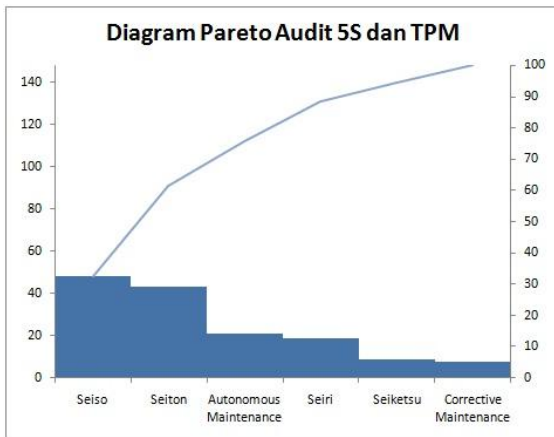
Tahap *measure* dilakukan untuk mengukur kapabilitas atas upaya implementasi yang telah dilaksanakan oleh Departemen C. Ukuran yang digunakan sebagai basis atas upaya implementasi 5S/TPM ini adalah hasil audit eksternal dari bulan Maret 2011-Juli 2012.

Selama rentang waktu tersebut skor nilai yang didapatkan oleh Departemen C memiliki rata-rata sebesar 87,33 dimana skor ini masih jauh dari nilai target yaitu skor 100 sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Skor Audit 5S dan TPM 2011-2012

Dari setiap pengurangan skor yang dilakukan, hasil audit dikelompokkan ke dalam unsur-unsur 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) dan TPM (AM, SGA, Preventive Maintenance, Productive Maintenance, dan Corrective Maintenance) yang hasilnya terlihat dalam tabel dan diagram pareto di Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Audit 5S dan TPM

Terlihat dalam Gambar 2 bahwa unsur 5S/TPM yang paling banyak bermasalah adalah:

1. *Seiso*

Ditemukan banyak kondisi tidak bersih, sampah berserakan, debu yang tebal, lantai kotor, dan kondisi part maupun peralatan yang tidak dibersihkan selama audit 5S dan TPM di departemen C. Temuan yang berkaitan dengan unsur *Seiso* ini muncul sebanyak 54 kali dan menjadi unsur yang paling banyak mengurangi skor audit 5S dan TPM.

2. *Seiton*

Ditemukan banyak peralatan, part, material yang tidak berada pada tempatnya dan berserakan di sekitar area departemen C. Temuan yang berkaitan dengan unsur *Seiton* ini muncul sebanyak 43 kali dan menjadi unsur kedua terbanyak yang mengurangi skor audit 5S dan TPM.

3. *Autonomous Maintenance*

Ditemukan banyak loss atas kontrol yang seharusnya menjadi bagian dari aktivitas *Autonomous Maintenance*, misalnya seperti grease yang berlebih/kurang,

lampu mati atau tidak terawat, equipment tidak berfungsi (mati), dan banyak lainnya. Temuan *Autonomous Maintenance* ini muncul sebanyak 21 kali dan menjadi unsur ketiga terbanyak yang mengurangi skor audit 5S dan TPM.

4. *Seiri*

ditemukan banyak material, part, dokumen yang sudah tidak digunakan masih ada di area kerja departemen C. Temuan yang berkaitan dengan unsur *Seiri* ini muncul sebanyak 19 kali dan menjadi unsur keempat terbanyak yang mengurangi skor audit 5S dan TPM.

Seiketsu dan *Corrective Maintenance* menjadi unsur kelima dan keenam terbanyak yang ditemukan dalam hasil audit 5S dan TPM namun jumlahnya tidak terlalu signifikan dan jarang muncul dalam temuan 5S/TPM. Sedangkan unsur lainnya seperti *predictive maintenance*, *preventive maintenance*, *small group activity*, dan *shitsuke* tidak pernah muncul dalam hasil audit 5S dan TPM.

Pada tahap *analyze*, dicari akar penyebab mengapa rendahnya skor 5S dan TPM yang didapatkan oleh departemen C yang berhubungan dengan keempat unsur tersebut melalui tiga tools, yaitu *cause-effect diagram*, *root-cause analysis*, dan *failure mode and effect analysis*.

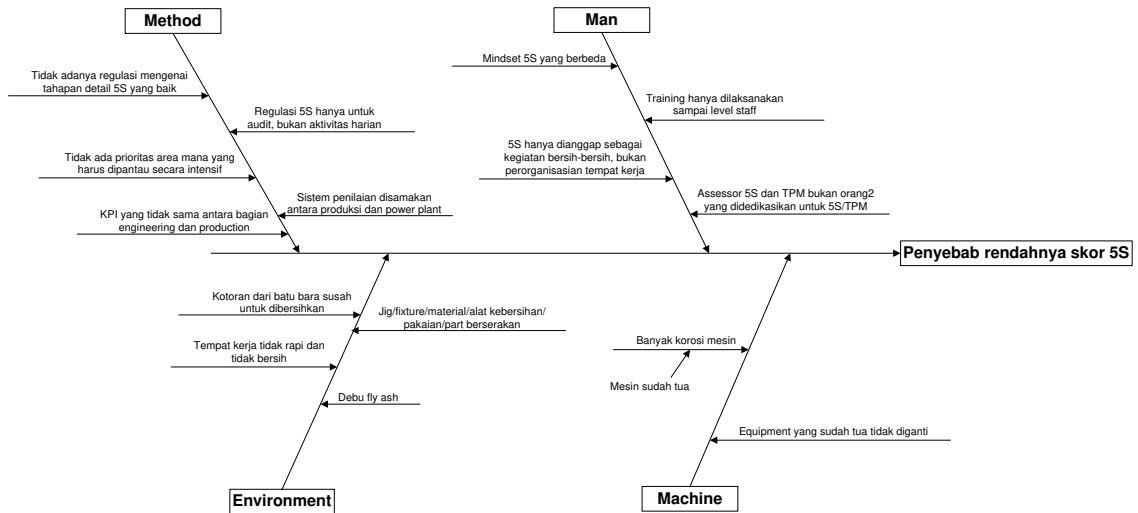
Analisa dengan menggunakan *cause-effect Diagram* (CED) dilakukan untuk mengetahui penyebab rendahnya skor 5S dan TPM sebagaimana digambarkan pada Gambar 3 dan 4. Ada banyak penyebab yang bisa ditemukan, namun bukan semuanya menjadi penyebab utama.

Untuk mengetahui hubungan antara penyebab-penyebab rendahnya skor 5S dan TPM, analisa dilakukan dengan menggunakan *root-cause analysis*. Analisa dilakukan pada dua indikasi utama 5S dan TPM yaitu *workplace* yang tidak terorganisir dan banyaknya jumlah abnormalitas. Ada beberapa *root-cause* utama yang didapatkan yaitu:

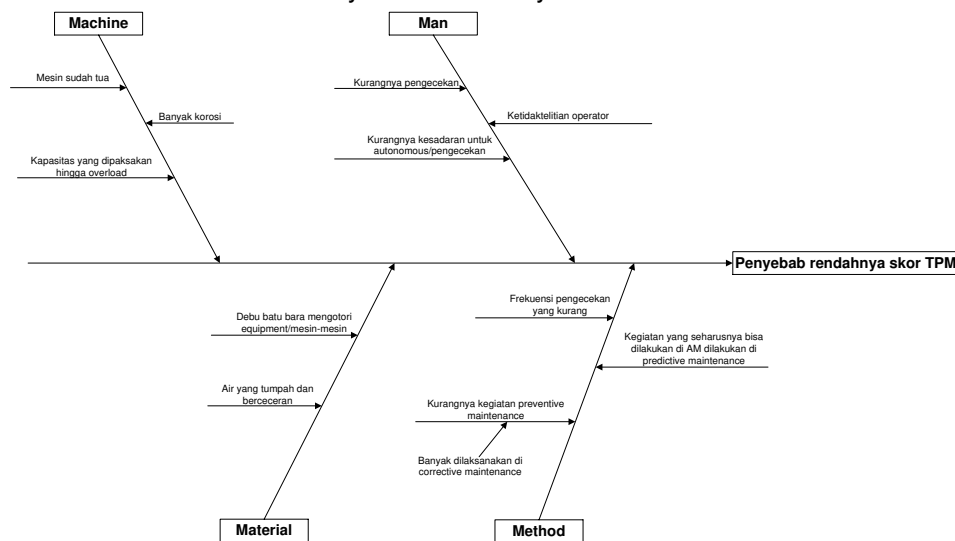
a. 5S

- 1) 5S hanya dianggap kegiatan bersih-bersih semata
- 2) Kurangnya sosialisasi dan proses pembelajaran budaya 5S

- 3) Regulasi 5S yang menitikberatkan pada audit, bukan tahapan maupun budaya 5S
- 4) Tidak ada label yang menunjukkan tempat menyimpan
- 5) Tidak ada ketentuan mengenai pemberesan peralatan setelah operasi
- 6) Tidak ada penanda (label) mengenai penggunaan material/part



Gambar 3. Penyebab Rendahnya Skor 5S



Gambar 4. Penyebab Rendahnya Skor TPM

b. TPM

- 1) Kurangnya kontrol dalam regulasi *autonomous maintenance*
- 2) Tidak ada sanksi yang tegas dan jelas atas keteladanan terhadap pelaksanaan *autonomous maintenance*
- 3) Form yang membingungkan dan tidak ada panduan rekomendasi perbaikan
- 4) Kurangnya *manpower*
- 5) Area kerja yang terlalu luas
- 6) *Mindset* manajemen bahwa pembelajaran karyawan bukanlah hal yang utama

Untuk mengetahui tingkat urgensi, implikasi, serta deteksi yang ada pada tiap unsur 5S dan TPM, perlu dilakukan analisa dengan menggunakan FMEA agar sasaran perbaikan menjadi lebih jelas. Dengan mengetahui sektor mana yang paling berpengaruh terhadap jalannya proses dari unsur-unsur yang bermasalah, maka fokus atas upaya perbaikan proses bisnis dapat terarah.

Ada tiga indikasi yang diberikan untuk mengukur sebuah *failure mode*, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga indikator ini mempunyai kategori *ranking* tersendiri untuk menilai setiap *failure mode* yang pada akhirnya akan menghasilkan nilai RPN (*Rank Priority Number*) yang merupakan hasil kali dari ketiga indikator yang telah disebutkan di atas.

Dari nilai RPN yang dihasilkan, ditemukan tiga failure mode yang memiliki nilai RPN paling tinggi, yaitu sebagai berikut:

- a. Kerusakan *bearing* pada aktivitas *corrective maintenance* yang disebabkan oleh kekurangan oli/grease.
- b. Vibrasi mesin pada aktivitas *predictive maintenance* yang disebabkan oleh permukaan *equipment* yang tidak balance.
- c. Lantai kerja yang kotor pada aktivitas *seiso* yang disebabkan karena pekerja kurang menjaga kebersihan lantai.

Kerusakan *bearing* maupun vibrasi mesin disebabkan oleh kurangnya kontrol harian yang seharusnya dijalankan oleh para operator melalui aktivitas *Autonomous Maintenance*, seperti pengecekan level oli/grease yang menyebabkan kerusakan *bearing* dan *cleaning* kotoran yang menyebabkan permukaan *equipment* tidak balance dan akhirnya menghasilkan vibrasi.

Sehingga fokus perbaikan yang seharusnya dilakukan mengarah pada perbaikan proses bisnis dan kontrol *Autonomous Maintenance* dan *Seiso* dimana kedua aktivitas ini menjadi unsur yang paling sering muncul dalam audit bulanan 5S dan TPM dan mengurangi skor paling banyak di Departemen C. Walaupun unsur *Seiso* menjadi temuan terbanyak dalam audit 5S dan TPM, namun perbaikan proses bisnis 5S tidak akan efisien jika hanya difokuskan pada *Seiso*, karena aktivitas *Seiso* tidak lepas dari

aktivitas pendahulunya yaitu *Seiri* dan *Seiton*, yang menjadi temuan kedua dan keempat terbanyak dalam audit. Maka fokus perbaikan akan dilaksanakan pada dua aspek yaitu:

1. *Autonomous Maintenance*
2. *Seiso*, yang didukung oleh *Seiri* dan *Seiton*

Beberapa usulan perbaikan yang disarankan dalam rangka memperbaiki bisnis proses adalah:

1. Menciptakan kegiatan harian yang memperkenalkan 5S

Sebagai upaya mengenalkan dan mensosialisasikan budaya 5S, perlu diadakan kegiatan harian yang berhubungan dengan setiap tahapan 5S. Pada saat ini, sudah diadakan kegiatan Jumat Bersih di departemen C, namun kegiatan Jumat Bersih ini hanya mewakili tahapan 5S yaitu *Seiso* (Resik), perlu diadakan kegiatan sejenis yang mewakili tahapan lain seperti *Seiri* dan *Seiton*. Kegiatan ini bisa dilaksanakan berurutan atau berseling hari contohnya:

- a. Senin *Seiri*
- b. Rabu *Seiton*
- c. Jumat *Seiso*

Penamaan kegiatan ini lebih baik dilaksanakan dalam bahasa aslinya yaitu Bahasa Jepang agar sesuai dengan gerakan-gerakan dan semboyan yang digalakkan oleh PT. "XYZ" dan menciptakan proses pembelajaran dan pembiasaan budaya 5S di departemen C.

2. Informasi yang tersampaikan secara jelas
Jika area yang akan diserahkan untuk diaudit eksternal telah ditetapkan oleh manajer departemen C, sebaiknya perlu diumumkan dalam signboard khusus agar bisa diketahui oleh seluruh karyawan yang ada di departemen C, sehingga seluruh karyawan bisa turut berpartisipasi dalam menjaga kondisi kebersihan, kerapian, dan deteksi abnormalitas. Keterlibatan karyawan pada upaya implementasi 5S/TPM merupakan dasar utama dari suksesnya budaya 5S/TPM. Maka dengan alur informasi yang baik, proses pembelajaran bertahap, dan upaya agar karyawan turut serta akan menumbuhkan kepedulian terhadap kondisi area kerjanya.

3. Melibatkan karyawan dalam proses audit internal 5S/TPM.

Selama ini proses audit internal 5S & TPM hanya diikuti oleh para staff dan manajer, sehingga proses diskusi dan pembelajaran hanya terjadi di antara para staff dan manajer saja. Padahal yang berhubungan secara langsung dengan aktivitas 5S & TPM adalah keseluruhan karyawan, yang dalam hal ini adalah para mekanik dan elektrik yang tidak ikut serta dalam proses audit internal 5S/TPM. Dari proses bisnis yang telah dipetakan terlihat bahwa keterlibatan para mekanik dan elektrik pada proses 5S hanya pada kegiatan Jumat Bersih dan melakukan perbaikan atas hasil audit yang diperintahkan oleh staff. Para mekanik dan elektrik tidak terlibat dalam upaya menjaga, mempertahankan, dan menciptakan area kerja yang terorganisir. Pada dasarnya, hal ini bertentangan dengan prinsip-prinsip 5S/TPM yang mengutamakan keterlibatan seluruh anggota organisasi.

Maka pada setiap seksi perlu dilaksanakan kegiatan yang mirip dengan audit internal departemen C namun hanya untuk seksi itu sendiri. Dimana nantinya kegiatan ini dipimpin oleh kepala seksi atau supervisor mekanik/elektrik. Dengan proses audit bertahap yang intens, diharapkan tidak hanya kondisi area kerja semakin baik tetapi juga ada proses diskusi dan pembelajaran kepada para mekanik/elektrik yang tidak mendapatkan pelatihan 5S/TPM juga terjadi.

Kelemahan pada proses audit bertahap seperti ini adalah tidak adanya waktu maupun beban pekerjaan yang berlebih dari setiap orang, maka perlu ada sistem kompetisi antara grup-grup audit per seksi tersebut dengan hadiah yang menarik agar tercipta semangat untuk melaksanakan upaya implementasi 5S/TPM sebaik-baiknya.

4. Melakukan sosialisasi dengan gencar
Penambahan *visual control* seperti *standing signboard* yang memberi gambaran *workplace* yang terorganisir dan cara mencapainya akan sangat baik untuk menciptakan iklim kerja 5S/TPM. Peletakan *signboard* dan *isi signboard*

juga sangat berpengaruh. Yang paling baik adalah meletakkan *standing signboard* di dekat *workplace* dan berisi gambar-gambar 5S/TPM yang selalu di-*update*. Proses ini adalah pembelajaran tidak langsung pada para karyawan yang tidak mendapat pelatihan 5S/TPM dan juga sebagai pengingat agar selalu menjaga kerapian tempat kerja.

5. Menambah frekuensi pengecekan *autonomous maintenance*

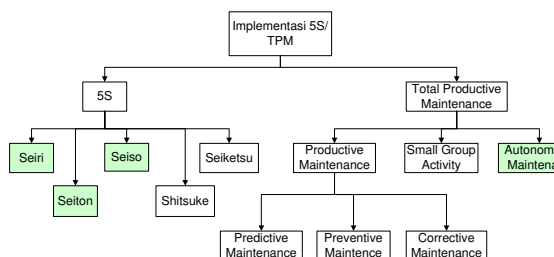
Pada *as is condition* terlihat bahwa proses audit (pengecekan) dan verifikasi berjalan bergantian dari minggu ke minggu, sehingga secara aktual proses audit *autonomous maintenance* ini hanya berlangsung dua minggu sekali. Hal ini dirasa sangat kurang mengingat tujuh aspek yang perlu diaudit dalam *autonomous maintenance* adalah hal penting yang kejadiannya sering berulang, seperti pengecekan kebersihan peralatan, level oli/grease, dan lain-lain. Maka seharusnya verifikasi dilaksanakan bersamaan dengan proses audit dan audit bisa dilaksanakan seminggu sekali. Diharapkan dengan peningkatan frekuensi *autonomous maintenance* ini, kondisi mesin akan tetap baik dan mengurangi kegiatan *predictive* dan *corrective maintenance* yang disebabkan oleh *autonomous maintenance*.

6. Menjalin kerjasama antara Supervisor Maintenance dan Supervisor Produksi
Kurang efektifnya aktivitas *autonomous maintenance* disebabkan yang disebabkan karena kurangnya kontrol dan sanksi bisa diatasi dengan menjalin kerjasama yang intens antara supervisor *maintenance* dan supervisor produksi, seperti pengecekan harian atau mingguan atas aktivitas AM oleh supervisor *maintenance*.

Expert System

Ada beberapa area yang akan dikembangkan dalam sistem pakar. Area ini akan dibatasi dalam block diagram domain pengetahuan. Dalam sistem pakar yang dikembangkan pada penelitian ini, area yang dijadikan sasaran berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan pendekatan DMAIC ada empat, yaitu *Autonomous Maintenance*,

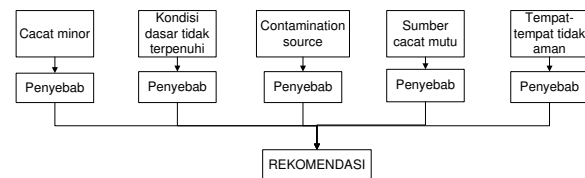
Seiri, Seiton, dan Seiso. Maka dari itu aplikasi sistem pakar yang dikembangkan akan diberi nama SIPAMS yang merupakan kependekan dari Sistem Pakar Total Productive Maintenance (AM) dan 5S. Block diagram domain pengetahuan bisa dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Block Diagram Domain Pengetahuan

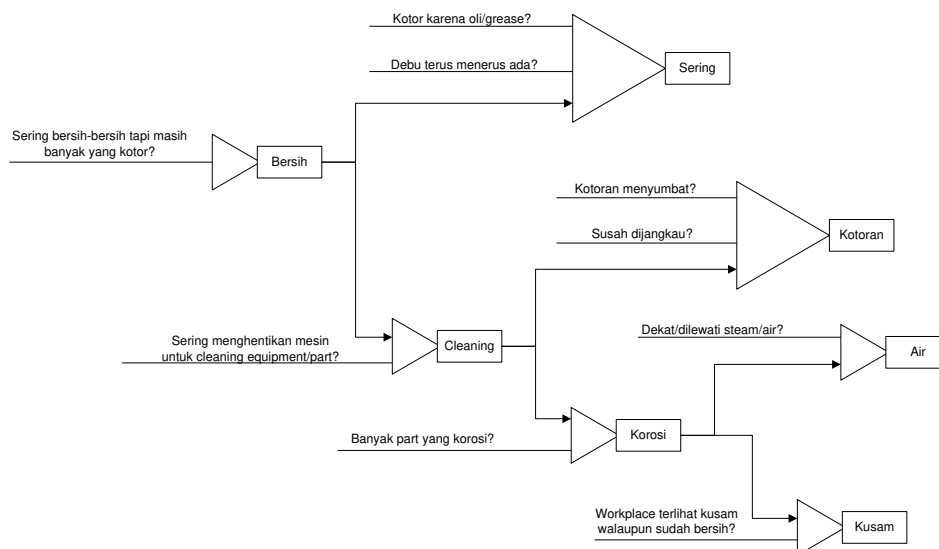
Block diagram faktor kritis (Gambar 6) menunjukkan target keputusan dan alur penelusuran masalah yang terjadi pada implementasi 5S & TPM di Departemen C

PT. "XYZ". Dengan adanya empat area yang dipilih untuk dikembangkan dalam SIPAMS, ada empat diagram blok faktor kritis pula yang dibangun. Setiap diagram blok faktor kritis dibangun untuk setiap area.



Gambar 6. Diagram Blok Faktor Kritis Autonomous Maintenance

Diagram ketergantungan akan menunjukkan hubungan antara faktor-faktor kritis, pertanyaan masukan, dan rekomendasi SIPAMS. Sesuai dengan jumlah diagram blok faktor kritis, maka dibangun empat diagram ketergantungan sesuai dengan blok diagram faktor kritis yang bisa dilihat pada Gambar 7.



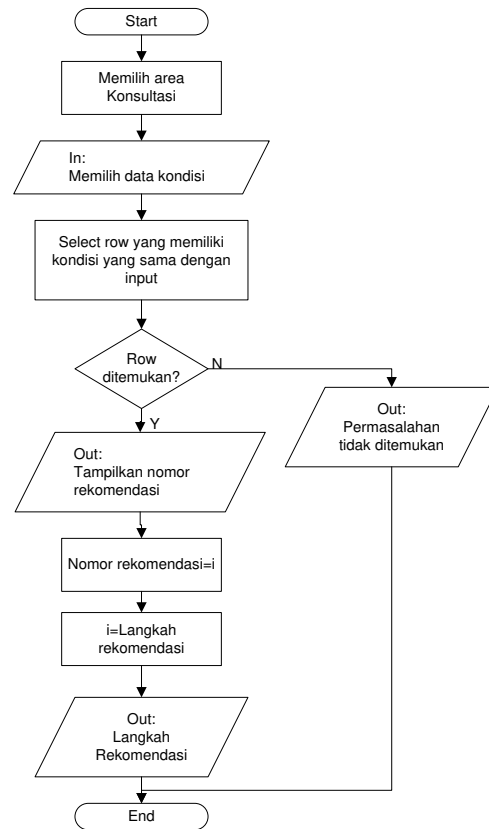
Gambar 7. Diagram Ketergantungan Seiso

Tabel keputusan (seperti dicontohkan dalam Tabel 1) menentukan kombinasi nilai setiap faktor kritis dan hubungan antar faktor kritis yang membentuk rekomendasi. Tabel keputusan ini mengambil variabel yang diisi oleh user dan kemudian dicocokkan dengan rule yang disimpan dalam tabel keputusan.

Pada SIPAMS, tabel keputusan dikembangkan menjadi knowledge-base system (KBS) yang berwujud database yang akan ditelusur oleh mesin inferensi untuk mencari rekomendasi yang cocok dengan input user. User akan memilih jawaban yang disediakan untuk tiap gejala, seperti Ya, Tidak, Normal, Tidak Normal, Ada atau Tidak

Ada. Rekomendasi yang cocok dengan input user akan ditampilkan dalam *interface* SIPAMS. Cara pemilihan rekomendasi ini digambarkan dalam flowchart program (Gambar 8) dimana SIPAMS akan mencari *row* yang sama dengan input user, jika *row* ditemukan maka SIPAMS akan menampilkan nomor rekomendasi yang langkah rekomendasi yang sesuai dengan nomor rekomendasi.

KBS yang berisi *rule* ini dikembangkan menggunakan Ms. Access 2007 dan mesin inferensinya dikembangkan menggunakan Ms. Visual Studio 2010 dengan bahasa pemrograman Visual Basic.NET. Keduanya dihubungkan menggunakan fasilitas OLEDB yang disediakan oleh Ms. Visual Studio 2010.

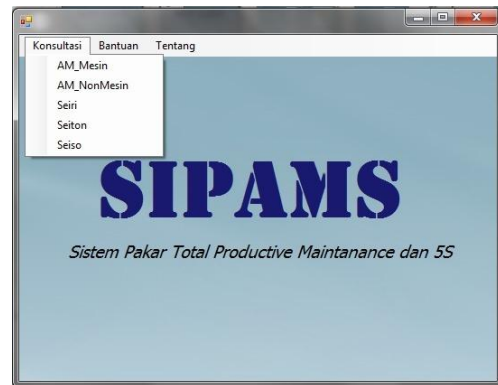


Gambar 8. Flowchart Program SIPAMS

Tabel 1. Tabel Keputusan Seiri

ruleset3	bercampur	sempit	etiket	berserakan	tdk_digunakan	batasan	lorong	PJ	garis	SOP	SOP_jauh	rekomendasi3
3001	ya	ya	ya	ya	ya	ya	tidak	-	-	tidak	-	1
3002	ya	ya	ya	ya	ya	tidak	tidak	-	-	tidak	-	2
3003	ya	ya	ya	ya	tidak	ya	tidak	-	-	tidak	-	3
3004	ya	ya	ya	ya	tidak	tidak	tidak	-	-	tidak	-	4
3005	ya	ya	ya	tidak	ya	ya	tidak	-	-	tidak	-	5
3006	ya	ya	ya	tidak	ya	tidak	tidak	-	-	tidak	-	6
3007	ya	ya	ya	tidak	tidak	ya	tidak	-	-	tidak	-	7
3008	ya	ya	ya	tidak	tidak	tidak	tidak	-	-	tidak	-	8
3009	ya	ya	tidak	ya	ya	ya	tidak	-	-	tidak	-	9
3010	ya	ya	tidak	ya	ya	tidak	tidak	-	-	tidak	-	10
3011	ya	ya	tidak	ya	tidak	ya	tidak	-	-	tidak	-	11
3012	ya	ya	tidak	ya	tidak	tidak	tidak	-	-	tidak	-	12
3013	ya	ya	tidak	tidak	ya	ya	tidak	-	-	tidak	-	13
3014	ya	ya	tidak	tidak	ya	tidak	tidak	-	-	tidak	-	14
3015	ya	ya	tidak	tidak	tidak	ya	tidak	-	-	tidak	-	15
3016	ya	ya	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak	-	-	tidak	-	16
3017	tidak	tidak	-	-	-	-	ya	ya	ya	tidak	-	17
3018	tidak	tidak	-	-	-	-	ya	ya	tidak	tidak	-	18
3019	tidak	tidak	-	-	-	-	ya	tidak	ya	tidak	-	19
3020	tidak	tidak	-	-	-	-	ya	tidak	tidak	tidak	-	20
3021	tidak	tidak	-	-	-	-	tidak	-	-	ya	ya	21
3022	tidak	tidak	-	-	-	-	tidak	-	-	ya	tidak	22

Dengan menggunakan kombinasi ini, rule akan mudah di-update dan dikembangkan sesuai dengan perkembangan kondisi implementasi. Dalam hirarki menunya, SIPAMS memiliki tiga menu utama yaitu Konsultasi, Bantuan, dan Tentang. User bisa memulai konsultasi dengan meng-klik menu Konsultasi dan memilih area konsultasi yang disediakan, seperti terlihat dalam Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Menu SIPAMS

Gambar 10. Jendela Konsultasi SIPAMS

Dengan berbagai usulan perbaikan proses bisnis dan pembangunan sistem pakar (SIPAMS), ada beberapa dampak yang kemungkinan akan terjadi dalam implementasi 5S dan TPM di Departemen C PT. "XYZ", yaitu:

1. Adanya perubahan perilaku anggota organisasi terkait dengan proses pembelajaran yang dilakukan. Perubahan proses bisnis secara langsung akan mempengaruhi pola aktivitas harian yang dilakukan anggota organisasi. Dengan menyisipkan pembelajaran 5S dan TPM dalam aktivitas harian, anggota organisasi akan memahami budaya 5S dan TPM dan secara aktif akan ikut terlibat dalam upaya implementasi 5S dan TPM. Keterlibatan aktif seluruh anggota organisasi merupakan titik kunci keberhasilan implementasi 5S dan TPM, maka dengan mengupayakan agar para mekanik/elektrik/operator dan anggota organisasi lainnya untuk memahami dan menerapkan budaya 5S dan TPM, upaya implementasi akan lebih optimal.
2. Mekanik/elektrik/operator yang akan berkonsultasi dengan pakar mengenai permasalahan 5S dan TPM tidak perlu mengalami kesulitan lagi untuk menghubungi pakar, karena ada pakar alternatif berupa SIPAMS. Mereka dapat mengakses SIPAMS dan menggunakannya dengan mudah,

SIPAMS akan segera memberikan rekomendasi perbaikan untuk masalah yang terjadi. Maka proses perbaikan dan penanganan masalah bisa menjadi lebih efektif dan cepat.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. permasalahan yang paling sering terjadi dalam implementasi 5S dan TPM di Departemen C PT. "XYZ" ini adalah permasalahan yang berkaitan dengan Seiso sebanyak 48 kali, Seiton sebanyak 43 kali, *Autonomous Maintenance* sebanyak 19 kali, dan Seiri sebanyak 18 kali.
2. Akar penyebab permasalahan implementasi 5S dan TPM utamanya disebabkan karena kurangnya sosialisasi budaya 5S yang menyebabkan melencengnya pemahaman mengenai 5S, tidak ada implementasi 5S secara mendasar seperti *labelling* dan penyediaan rak penyimpanan, sementara proses implementasi 5S dan TPM hanya dititikberatkan pada proses audit, serta aktivitas *autonomous maintenance* yang berjalan kurang efektif.
3. Solusi yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan implementasi 5S dan TPM di Departemen C meliputi penggiatan

- sosialisasi budaya 5S melalui aktivitas harian, menarik keterlibatan aktif mekanik/elektrik dalam proses implementasi 5S, serta meningkatkan frekuensi *autonomous maintenance* dan memberi kontrol yang tegas terhadap aktivitas *autonomous maintenance*.
4. Aplikasi sistem pakar yang dibangun bertajuk SIPAMS dapat memberikan rekomendasi perbaikan atas permasalahan implementasi 5S dan TPM yang meliputi aktivitas *Autonomous Maintenance*, Seiri, Seiton, dan Seiso. SIPAMS dapat diakses oleh semua pihak yang ingin berkonsultasi dengan pakar non-human dan mempelajari langkah-langkah dalam implementasi 5S dan TPM. Hal ini akan membantu anggota organisasi yang tidak mendapatkan pelatihan 5S dan TPM untuk menyelesaikan permasalahan terkait implementasi 5S dan TPM secara cepat dan mudah.
- [2] Deshayes, Mihoc, Hamand, Maire, Kouiss. -. "An Integration Framework for Diagnosis and Maintenance of Machining System". Institut Français de Mécanique Avancée.
- [3] Kothamasu, Huang, VerDuin. 2006. "System Health Monitoring and Prognostics – a review of current paradigms and practices". International Journal Adv. Manufacturing Technology (2006) 28:1012-1024.
- [4] Nan, Khan, Iqbal. 2008. "Real-time Fault Diagnosis using Knowledge-Base Expert System". Process Safety and Environmental Protection 86 (2008); 55-71.
- 449[5] Rad, Jamali, Torabizadeh, Noshadi. 2011. "Performance Analysis of Expert System Incorporating Neural Network for Fault Detection of an Electric Motor". World Academy of Science, Engineering and Technology 60: 223-227.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pincho, Marques, Farinha. 2005. "Maintenance Management and