

Pengembangan Aplikasi Perawatan untuk Mendukung Kegiatan *Autonomous Maintenance* dalam *Lean Production System* (Development of Maintenance Application to Support Autonomous Maintenance Activities in Lean Production System)

Sri Raharno, Yatna Y. Martawirya, dan Kevin

Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha 10 Bandung 40132
E-mail: harnos@staff.itb.ac.id

Abstrak

Dalam usaha untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya produksi, performa mesin-mesin yang digunakan dalam proses memiliki peranan yang penting agar kegiatan produksi terus mengalir. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem perawatan yang mampu menjaga perfoma mesin dan menghindari terjadinya kegagalan secara tiba-tiba. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkanlah Total Productive Maintenance (TPM) sebagai sistem perawatan mesin khas *Lean Production System*. Pelaksanaan TPM ditopang oleh sejumlah pilar-pilar. Salah satu pilar tersebut adalah prinsip *Autonomous Maintenance*, yaitu pelaksanaan kegiatan inspeksi oleh operator-operator mesin. Tujuan dari prinsip ini adalah untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia sehingga tidak memerlukan tambahan orang untuk melakukan kegiatan perawatan. Operator sebagai orang yang terjun langsung dalam menjalankan mesin memiliki pengetahuan yang lebih dalam tentang mesin yang dioperasikannya, sehingga diharapkan lebih mampu dalam mendeteksi adanya kejanggalan pada mesin tersebut.

Secara umum penerapan TPM akan menyebabkan volume data perawatan akan meningkat secara pesat. Penggunaan media kertas untuk pencatatan kegiatan perawatan dan pengolahan data perawatan secara manual tentu saja akan akan menjadi sulit dilakukan untuk volume data yang demikian besar. Selain itu, sistem perawatan bukanlah suatu sistem yang berdiri sendiri. Sistem perawatan merupakan sistem yang terintegrasi dengan sistem yang lain, antara lain sistem kepegawaian, sistem pengadaan barang, sistem penggajian dan sistem pengelolaan aset. Penelitian ini merupakan bagian dari pengembangan sistem yang terintegrasi tersebut dan untuk mendukung penerapan TPM.

Pada dasarnya kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah perancangan model basisdata yang sesuai dengan kebutuhan dan aplikasi yang digunakan sebagai antarmuka untuk mengakses basisdata tersebut. Sistem informasi yang dikembangkan ini berbasis web dengan tujuan untuk memudahkan dalam pengaksesan dan pemeliharaan aplikasi. Sistem yang dikembangkan ini juga dirancang untuk menerima masukan data hasil inspeksi dari operator, menyimpan data tersebut ke dalam basisdata dan mencetak data tersebut ke dalam format yang dibutuhkan. Antarmuka aplikasi juga dirancang agar dapat digunakan secara mudah dan efektif. Sistem informasi ini diharapkan dapat mempermudah dalam proses penyimpanan dan pengaksesan terhadap data inspeksi, komunikasi data antar tingkat pegawai, sekaligus mengurangi volume pemakaian kertas sehingga lebih ramah lingkungan.

Keywords: *Total Productive Maintenance*, *Autonomous Maintenance*, sistem informasi terpadu, pengelolaan data inspeksi perawatan

Pendahuluan

Total Productive Maintenance (TPM) adalah metode perawatan dalam *Lean Production*

System yang memiliki ciri khas adanya partisipasi seluruh karyawan dalam melaksanakan kegiatan perawatan. Tujuan dari TPM tidak terbatas hanya pada perawatan

kondisi mesin serta pencegahan masalah, akan tetapi lebih kepada pengembangan sumber daya manusia yang lebih kreatif dan kompeten.

Implementasi TPM secara konvensional umumnya menggunakan kertas sebagai media penyimpanan data. Meskipun mudah dan sederhana, seiring dengan bertambah banyaknya jumlah data, metode seperti ini akan menimbulkan kesulitan karena memerlukan ruang yang terus menerus bertambah. Banyaknya orang yang ikut terlibat dalam kegiatan perawatan juga akan menimbulkan masalah dalam pengolahan data, belum lagi resiko bahwa lembaran kertas yang digunakan dapat mengalami kerusakan atau hilang. Untuk itu perlu dikembangkan metode baru yang lebih efisien dalam menangani data perawatan, salah satunya dengan membuat suatu sistem informasi terpadu yang dapat membantu pelaksanaan kegiatan perawatan, mulai dari pencatatan, penyimpanan, hingga pengolahan data. Sistem informasi ini terdiri atas *database* dan aplikasi berbasis web yang digunakan sebagai antarmuka komunikasi antara sistem dengan pengguna. Sistem ini selain dirancang untuk mendukung pelaksanaan kegiatan inspeksi dalam TPM, juga diharapkan dapat berintegrasi dengan sistem informasi lainnya dalam cakupan *Lean Production System* di waktu mendatang.

Metodologi Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai *Lean Production System* dan *Total Productive Maintenance* serta seluruh elemen yang terlibat di dalamnya. Tahap selanjutnya adalah identifikasi jenis sistem informasi seperti apa yang akan dirancang, serta informasi apa saja yang perlu diketahui dalam perancangannya.

Setelah diketahui informasi-informasi yang akan diperlukan, selanjutnya adalah merancang model dari *database* yang akan dibuat berdasarkan informasi yang telah diperoleh dari studi literatur. *Database* berfungsi sebagai metode penyimpanan data dari informasi-informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan *Total Productive Maintenance*. Pengelolaan terhadap *database* dimungkinkan dengan merancang suatu aplikasi yang dapat digunakan sebagai media komunikasi data antara *database* dengan pengguna. Aplikasi

dan *database* yang telah dirancang kemudian diuji dengan menggunakan simulasi studi kasus untuk selanjutnya dapat dianalisis.

Hasil dan Pembahasan

Keunikan dari *Total Productive Maintenance* yang membedakannya dengan metode perawatan lainnya adalah adanya partisipasi karyawan dalam kegiatan perawatan. Partisipasi karyawan ini ditujukan bagi para operator-operator mesin dalam kegiatan inspeksi. Penggunaan operator sebagai pelaksana kegiatan inspeksi ditujukan sebagai langkah untuk menghemat penggunaan sumber daya manusia (SDM) dalam perusahaan khususnya pada divisi *maintenance*. Kegiatan inspeksi sepenuhnya diserahkan kepada operator hingga pencatatan data, selanjutnya data ini yang akan diteruskan kepada divisi yang berwenang untuk selanjutnya diolah.

Pelaksanaan kegiatan inspeksi dalam TPM melibatkan adanya formulir khusus yang digunakan oleh operator untuk mencatat data hasil inspeksi. Informasi minimal yang diperlukan dalam formulir ini adalah:

- Nomor identifikasi formulir
- Waktu inspeksi (tanggal, bulan, dan tahun)
- Nomor identifikasi mesin yang diinspeksi
- Bagian-bagian mesin yang diperiksa
- Nilai standar dari bagian yang diperiksa
- Kondisi bagian yang diperiksa
- Identitas pemeriksa
- Identitas pengawas

Informasi diatas yang akan digunakan sebagai dasar dalam perancangan *database* sebagai pengganti formulir fisik. Pembuatan *database* diawali dengan memodelkan setiap informasi tersebut. Model dibuat dengan berdasarkan pada metode *Relational Database*, dimana setiap informasi diwakilkan oleh tabel dan adanya relasi antar tabel. Tabel yang dibuat dalam model dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Tabel statik atau tabel referensi, sesuai dengan namanya tabel ini berisi data-data yang sifatnya statik sehingga menjadi referensi terhadap pengisian data tabel lainnya. Dalam pemodelan ini, tabel statik

- ditandai dengan inisial "R" pada nama tabelnya.
2. Tabel dinamik, yaitu tabel yang isi datanya dapat diubah-ubah sesuai input dari *user*. Jenis tabel inilah yang akan menjadi tampilan antarmuka pada aplikasi. Dalam pemodelan ini, tabel dinamik ditandai dengan inisial "D" pada nama tabelnya.

Relasi antar tabel ditunjukkan dengan adanya *key* pada satu atau lebih variabel yang terdapat pada masing-masing tabel. Key yang terlibat dalam relasi dibagi atas *primary key* dan *foreign key*. Variabel dengan *primary key* menyatakan variabel yang dijadikan sebagai referensi di tabel lain, sedangkan *foreign key* menyatakan variabel yang direferensikan dari tabel lain.

Berdasarkan pada informasi yang diperlukan dalam pengisian formulir seperti yang telah dijabarkan sebelumnya, ditentukan tabel-tabel statik yang diperlukan sebagai berikut:

1. R_MESIN, yaitu tabel berisi informasi mesin yang terdapat di perusahaan. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain adalah:

- ID_MESIN, berisi informasi nomor identifikasi mesin.
- MEREK, berisi informasi merek mesin.
- DESKRIPSI, berisi deskripsi singkat tentang mesin.
- KAPASITAS, berisi informasi kapasitas mesin.
- BUATAN, berisi informasi negara pembuat mesin, dengan tipe data VARCHAR2.
- TAHUN PEMBELIAN, berisi informasi tahun pembelian mesin.
- GAMBAR, berisi informasi gambar atau foto mesin.

Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel R_MESIN

R_MESIN	
ID_MESIN	<pk>
MEREK	
DESKRIPSI	
KAPASITAS	
BUATAN	
TAHUN PEMBELIAN	
GAMBAR	

2. R_STANDAR_INSPEKSI, yaitu tabel yang berisi informasi mengenai standar-standar inspeksi untuk setiap nomor mesin. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain:

- ID_MESIN, berisi nomor identifikasi mesin.
- ID_STANDAR, berisi nomor standar.
- TARGET_INSPEKSI, berisi deskripsi bagian mesin yang dicek.
- NILAI_STANDAR, berisi informasi nilai standar dari TARGET_INSPEKSI.
- FREKUENSI_INPEKSI, berisi informasi frekuensi pemeriksaan standar.

Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Tabel R_STANDAR_INSPEKSI

R_STANDAR_INSPEKSI	
ID_MESIN	<pk, fk>
ID_STANDAR	<pk>
TARGET_INSPEKSI	
NILAI_STANDAR	
FREKUENSI_INSPEKSI	

3. R_KARYAWAN, yaitu tabel yang berisi informasi karyawan yang bekerja di perusahaan. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain:

- NIP, berisi informasi nomor induk pegawai.
- ID_JABATAN, berisi informasi kode jabatan pegawai.
- NAMA_KARYAWAN
- JENIS_KELAMIN
- ALAMAT
- TANGGAL_LAHIR
- TEMPAT_LAHIR
- SUPERVISOR, berisi informasi NIP Supervisor yang bertanggung jawab atas pegawai.
- FOTO, berisi informasi foto pegawai.

Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel R_KARYAWAN

R_KARYAWAN	
NIP	<pk>
ID_JABATAN	<fk>
NAMA_KARYAWAN	

JENIS_KELAMIN
ALAMAT
TANGGAL_LAHIR
TEMPAT_LAHIR
SUPERVISOR
FOTO

4. R_JABATAN, yaitu tabel yang berisi informasi kode jabatan yang digunakan dalam perusahaan. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain:
- ID_JABATAN
 - JABATAN, berisi deskripsi jabatan.
- Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Tabel R_JABATAN

R_JABATAN	
ID_JABATAN	<pk>
JABATAN	

5. R_KONDISI, yaitu tabel yang berisi informasi kode kondisi yang digunakan dalam formulir. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain:
- ID_KONDISI
 - KONDISI, berisi deskripsi kondisi.
- Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Tabel R_KONDISI

R_KONDISI	
ID_KONDISI	<pk>
KONDISI	

6. R_APPROVAL, yaitu tabel yang berisi informasi kode pengecekan data inspeksi (*approval*) oleh supervisor. Variabel di dalamnya antara lain:
- ID_APPROVAL
 - APPROVAL
- Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Tabel R_APPROVAL

R_APPROVAL	
ID_APPROVAL	<pk>
APPROVAL	

Sedangkan untuk tabel dinamik yang nantinya akan diisi oleh *user*, adalah sebagai berikut:

1. D_FORM_INSPEKSI, yaitu tabel yang berisi informasi formulir yang akan diisi hingga di tingkat bulan. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain:
 - ID_FORM, berisi nomor identifikasi formulir.
 - ID_MESIN, berisi nomor identifikasi mesin.
 - BULAN_INSPEKSI
 - TAHUN_INSPEKSI

Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Tabel D_FORM_INSPEKSI

D_FORM_INSPEKSI	
ID_FORM	<pk>
ID_MESIN	<fk>
BULAN_INSPEKSI	
TAHUN_INSPEKSI	

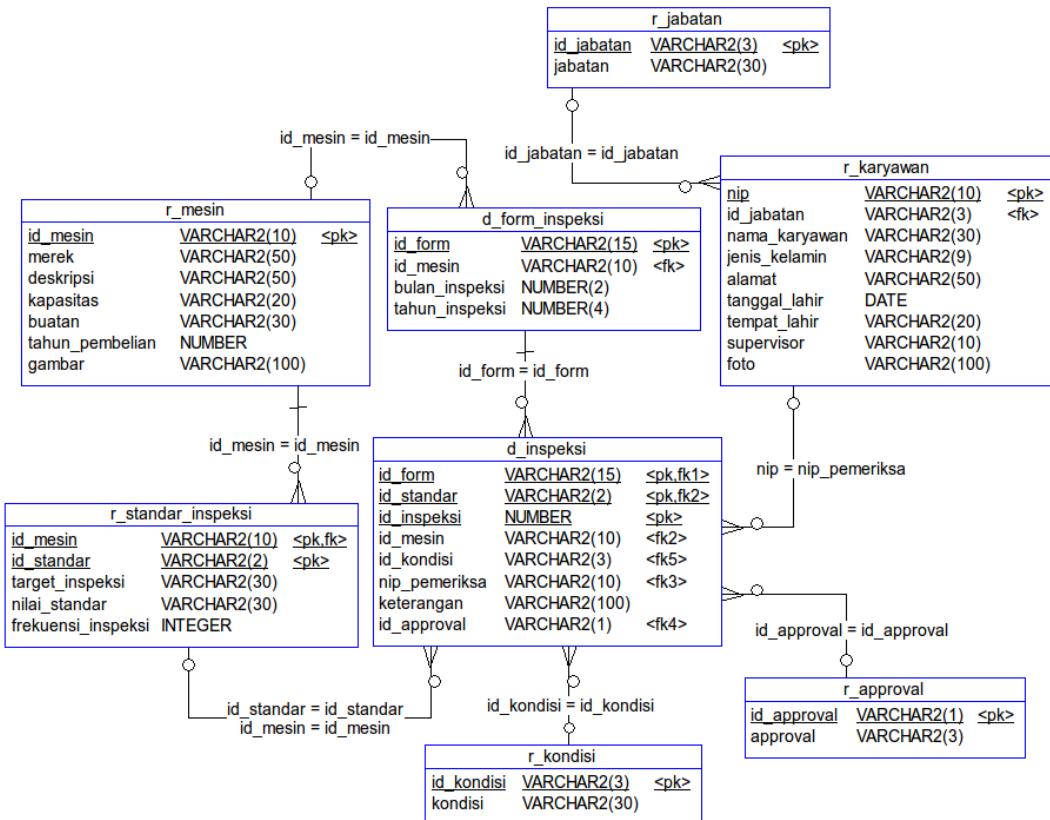
2. D_INSPEKSI, yaitu tabel yang berisi informasi data inspeksi per bagian mesin per tanggal dalam bulan yang telah didefinisikan sebelumnya di D_FORM_INSPEKSI. Variabel yang terdapat di dalamnya antara lain:
 - ID_FORM
 - ID_STANDAR
 - ID_INSPEKSI
 - ID_MESIN
 - ID_KONDISI
 - NIP_PEMERIKSA, berisi nomor induk operator pemeriksa.
 - KETERANGAN, berisi catatan tambahan dalam inspeksi.
 - ID_APPROVAL
- Skema tabel ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Tabel D_INSPEKSI

D_INSPEKSI	
ID_FORM	<pk, fk1>
ID_INSPEKSI	<pk, fk2>
ID_STANDAR	<pk>
ID_MESIN	<fk2>
ID_KONDISI	<fk3>
NIP_PEMERIKSA	<fk4>
KETERANGAN	
ID_APPROVAL	<fk5>

Setelah semua tabel dan variabelnya terdefinisi, langkah selanjutnya adalah menentukan relasi antar tabel. Relasi tersebut telah terlihat dari *primary key* dan *foreign key* yang terdapat dalam masing-masing tabel. Gambar 1 merupakan

skema penggambaran model *database* yang terdiri atas tabel-tabel beserta relasinya yang ditunjukkan melalui adanya garis yang menghubungkan satu tabel dengan tabel lainnya.



Gambar 1. Skema tabel beserta relasinya dalam model database yang telah dibuat

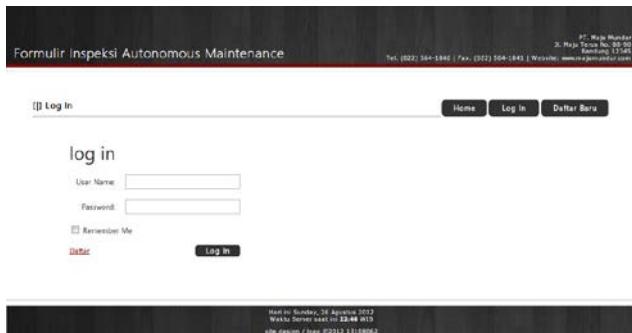
Setelah database dibuat sesuai dengan model yang ditunjukkan pada Gambar 1, tahap selanjutnya adalah perancangan aplikasi yang dapat digunakan untuk komunikasi data dengan *database*. Aplikasi dirancang berbasis web dengan tujuan agar akses *database* dapat dilakukan dari mana saja di dalam jaringan internal pengguna. Dalam perancangan aplikasi ditentukan adanya aturan dasar mengenai pengguna aplikasi. Aplikasi hanya dapat diakses oleh orang-orang yang berwenang dalam kegiatan perawatan, dan diatur melalui adanya kontrol *login* menggunakan *username* dan *password*. Pengguna aplikasi dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

1. Karyawan, kelompok ini ditujukan bagi para karyawan atau operator yang bertugas melakukan kegiatan inspeksi reguler dalam *Autonomous Maintenance* (AM). Wewenang yang diberikan pada kelompok ini adalah

mengisi data inspeksi yang telah dilakukan ke dalam aplikasi.

2. Supervisor, kelompok ini ditujukan bagi para karyawan yang bertugas dalam divisi *maintenance* atau pengawas dari operator. Wewenang yang diberikan pada kelompok ini adalah menyetujui data inspeksi dan menambah atau mengedit formulir inspeksi. Supervisor tidak dapat melakukan entri data inspeksi seperti halnya kelompok Karyawan.
3. Administrator, kelompok ini ditujukan bagi karyawan yang mengatur dan mengelola kegiatan AM dalam perusahaan. Administrator memegang wewenang dalam menambah, mengedit, atau menghapus formulir, data-data mesin dan karyawan, data-data standar inspeksi, serta dapat menghapus data inspeksi yang telah dilakukan. Administrator tidak dapat melakukan entri data inspeksi seperti halnya kelompok Karyawan.

Masing-masing memiliki wewenang yang berbeda dalam penggunaan aplikasi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9. Tampilan salah satu halaman dari aplikasi yang telah dibuat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan halaman *Login* dari aplikasi

Aplikasi terdiri atas delapan halaman, yaitu sebagai berikut:

- Halaman Utama
- Halaman *Login*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.
- Halaman Daftar Baru.
- Halaman Pengaturan Formulir
- Halaman Pengisian Data Inspeksi.
- Halaman *Review* Data Inspeksi.
- Halaman Data Mesin.
- Halaman Data Karyawan.

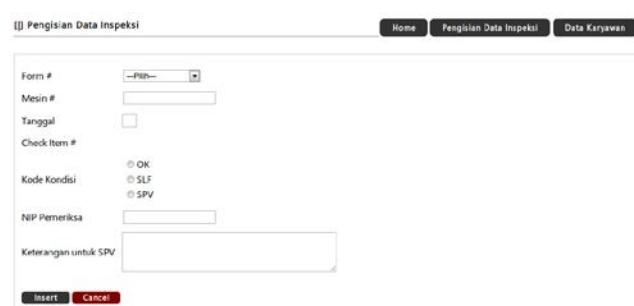
Masing-masing halaman tersebut terbagi aksesnya berdasarkan tiap kategori pengguna dengan wewenang seperti yang telah dijabarkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Wewenang kelompok pengguna aplikasi

Aktivitas	Kelompok		
	Kry	Spv	Adm
Mengisi data inspeksi	v		
Menyetujui data inspeksi		v	v
Menambah atau mengedit formulir		v	v
Menghapus formulir			v
Menghapus data inspeksi			v
Menambah, mengedit, atau menghapus data mesin			v
Menambah, mengedit, atau menghapus data karyawan AM			v
Menambah, mengedit, atau menghapus data standar inspeksi			v

Pengoperasian *database* melalui aplikasi mengikuti urutan kerja yang telah ditentukan sebagai berikut:

- Supervisor atau Administrator membuat formulir terlebih dahulu melalui Halaman Pengaturan Formulir.
- Karyawan melakukan inspeksi kemudian mencatat data hasil inspeksi tersebut melalui Halaman Pengisian Data Inspeksi seperti yang tampak pada Gambar 3.
- Data hasil inspeksi tersebut selanjutnya dapat diperiksa oleh Supervisor melalui Halaman *Review* Data Inspeksi.
- Data hasil inspeksi yang telah diperiksa dan disetujui oleh Supervisor selanjutnya akan disimpan dalam database.
- Administrator juga dapat memeriksa data hasil inspeksi Karyawan melalui Halaman *Review* Data Inspeksi seperti yang tampak pada Gambar 4, dan dapat menghapus data tersebut apabila diperlukan revisi.



Gambar 3. Tampilan Halaman Pengisian Data Inspeksi

Aplikasi yang telah dirancang kemudian diuji melalui simulasi pemasukan data. Dalam pengujian tidak ditemukan masalah dalam hal konsistensi tampilan serta fitur-fitur yang telah dirancang sebelumnya. Tampilan aplikasi setelah dilakukan simulasi data tampak seperti pada Gambar 4. Masalah diperkirakan dapat terjadi akibat ketidakcocokan jenis data dengan yang telah dirancang pada *database* ataupun akibat adanya keterbatasan fitur pada aplikasi. Sebagai

solusi dari masalah tersebut dapat dilakukan kaji ulang terhadap setiap ketidakcocokan yang terjadi pada database dan aplikasi, kemudian melakukan beberapa perubahan atau penambahan yang diperlukan sesuai dengan rancangan yang diinginkan.

Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Kebersihan	OK																												
Lubrikasi	OK																												
Drive belt	OK																												
Ketegangan drive belt	OK																												
Cairan pendingin dan pompa	OK																												
Gerakan carriage dan tailstock	OK																												

Gambar 4. Tampilan Halaman Review Data Inspeksi setelah dilakukan simulasi data

Kesimpulan

Secara umum, penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem untuk mendukung penerapan sistem perawatan TPM. Sistem yang dikembangkan terdiri dari *database* dan beserta aplikasi antarmuka berbasis web yang dapat digunakan untuk membantu pelaksanaan kegiatan inspeksi. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga sudah disiapkan untuk terintegrasi dengan sistem kepegawaian dan sistem pengelolaan aset.

Referensi

1. TIM SWG1, *Panduan Peningkatan Produktivitas Industri Pendukung Otomotif dengan Lean Production System*, JETRO/Ditjen.IATT, Departemen Perindustrian, Jakarta, 2009.
2. DENSO, *Introduction to Total Productive Maintenance Student Study Guide*, DENSO Corporation, 2006.
3. Wakjira, M. W., Singh, A. P., *Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry*, Global Journals Inc., 2012.
4. TPM Club India, *Support from Autonomous Maintenance (Jishu Hozen) for Breakdown Elimination*, 2010.