

PENGEMBANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN PRODUKSI BERBASIS *PREVENTIVE* *MAINTENANCE* PADA BENGKEL MEKANIK JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Arthur Halik Razak¹⁾

Abstrak: Institusi pendidikan seperti politeknik umumnya memiliki jurusan teknik mesin. Untuk itu dibutuhkan pengelolaan kegiatan perawatan agar kegiatan proses belajar mengajar tidak terganggu. Pada kenyataannya, jadwal perawatan tidak lengkap, jadwal sulit dipenuhi karena tidak dikelola dengan baik, perawatan dilakukan saat liburan semester, perawatan berdasarkan lembaran SOP manual dan tidak ada rekaman hasil kegiatan perawatan. Tesis ini mencoba membuat sistem perawatan menggunakan metode perawatan berbasis preventive maintenance dengan mengembangkan model pengelolaan perawatan yang mencakup berbagai hal, seperti pengelompokan tipe mesin, pembuatan SOP, penguraian mesin dan komponennya, rekaman data hasil perawatan, pengelolaan teknisi perawatan dan pemantauan aktivitas perawatan. Dalam pengembangannya digunakan aplikasi berbasis web sebagai interface dan model basis data yang sesuai untuk keperluan penyimpanan data. Pemodelan yang dibuat diharapkan dapat digunakan di Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan perawatan. Tesis ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan dan pengintegrasian dengan model lain untuk menghasilkan sistem perawatan yang lebih baik.

Kata kunci: peralatan, SOP, rekaman data perawatan

I. PENDAHULUAN

Institusi pendidikan politeknik yang dulunya oleh Departemen Pendidikan Nasional dibagi menjadi dua, yaitu politeknik teknologi dan politeknik pertanian. Politeknik teknologi umumnya memiliki jurusan teknik mesin. Jurusan teknik mesin dibekali dengan mesin-mesin produksi seperti mesin bubut, mesin frais, mesin bor, mesin potong, mesin sekrap, mesin uji tarik mesin las dan lain-lain. Mesin-mesin tersebut membutuhkan pengelolaan perawatan supaya tidak mengganggu proses belajar mengajar.

Banyaknya data peralatan, jadwal akademik yang padat dan banyaknya pesanan produk dari industri menyebabkan kegiatan perawatan dilakukan kurang terjadwal. Selain itu data perawatan yang sudah dilakukan terhadap suatu mesin tidak

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

tersimpan dan dilakukan berdasarkan SOP manual. Contoh sederhana penggantian oli dilakukan setiap semester ganjil saat kegiatan praktik tidak berjalan. Untuk itu dibutuhkan suatu pengelolaan perawatan yang bisa berjalan beriringan dengan kegiatan akademik dan pembuatan produk pesanan.

Untuk itu diperlukan sistem pendataan berbasis web di Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang serta membuat SOP perawatan berbasis *preventive maintenance*.

A. Sistem Perawatan

1. Preventive Maintenance (PM)

Menurut Levitt (2003), *Preventive Maintenance* adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan sesuai dengan frekuensi yang telah ditentukan berdasarkan waktu, jumlah produksi, jam kerja, atau kondisi mesin. PM mempunyai dua tujuan utama, yaitu memperpanjang umur pakai mesin, dan mendeteksi aset yang memiliki kerusakan. PM akan mempunyai nilai ekonomis jika ongkos PM lebih kecil dari 70 % ongkos yang disebabkan oleh *breakdown*.

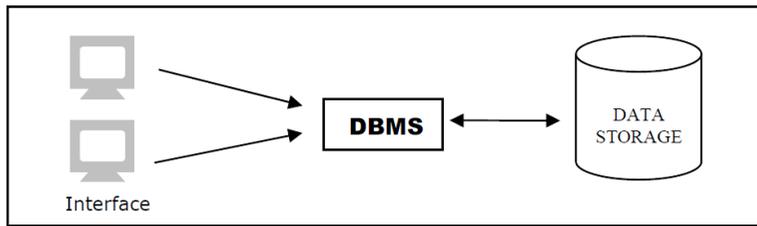
Menurut Anas Rosyadi (2005), *Preventive maintenance* adalah kegiatan yang terjadual secara teratur untuk melakukan *repair* pada komponen dan *equipment*. Terdiri dari inspeksi yang terjadual, *cleaning*, *lubrication*, penggantian *spare part*, dan perbaikan komponen. Preventive maintenance merupakan tindakan perawatan berbasis waktu sesuai jadwal yang ada. Pada umumnya acuan yang digunakan adalah manual yang dikeluarkan oleh pihak pabrikan dan sejalan berjalannya waktu kemudian digabungkan dengan maintenance history yang ada untuk melakukan *improvement* kegiatan PM.

2. Basis Data

Menurut Kautsar (2008), basis data (*database*) dapat didefinisikan menurut berbagai sudut pandang, seperti:

- (1) Sistem terkomputerisasi yang tujuan utamanya adalah memelihara informasi dan membuat informasi tersebut tersedia saat dibutuhkan;
- (2) Kumpulan data yang saling berhubungan yang disimpan di tempat penyimpanan dan dapat dimanfaatkan kembali dengan cepat dan mudah.

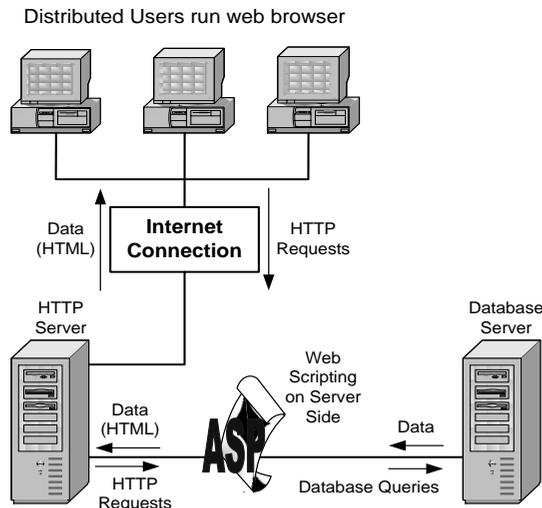
Sebuah basis data memerlukan sistem untuk memasukkan, mengubah, menghapus, memanipulasi, dan memberikan data/informasi secara praktis dan efisien. Sistem tersebut dikenal dengan nama *database management system* (DBMS). DBMS mengatur proses pengambilan dan penyimpanan data seperti sistem operasi pada sebuah komputer. DBMS akan menentukan bagaimana data dikelola, disimpan, diubah, dan diambil kembali. DBMS juga menerapkan mekanisme pengamanan data, pemakaian data secara bersama-sama oleh beberapa aplikasi, dan menjaga integritas data. Cara kerja DBMS yang menjadi penghubung antara program aplikasi dan penyimpanan data (lihat gambar 1).



Gambar 1. *Database Management System (DBMS)*, Kautsat (2008)

3. Aplikasi Berbasis Web

Web server merupakan modul *software* yang terintegrasi dengan sistem operasi, digunakan sebagai penerjemah (*interpreter*) untuk *web scripting* (*web programming*), contohnya *PWS (Personal Web Server)*, *IIS (Internet Information Service)*, dan lain-lain. *Web server* memiliki lokasi *default directory*. Apabila *web server* menerima *request file* maka *web server* akan mencarinya pada *default directory* tersebut (untuk *PWS* dan *IIS* berada di *c:\inetpub\wwwroot*). Pengujian *PWS* dan *IIS* dilakukan dengan cara sama yaitu *localhost* atau *127.0.0.1* di *URL address* pada *web browser*.

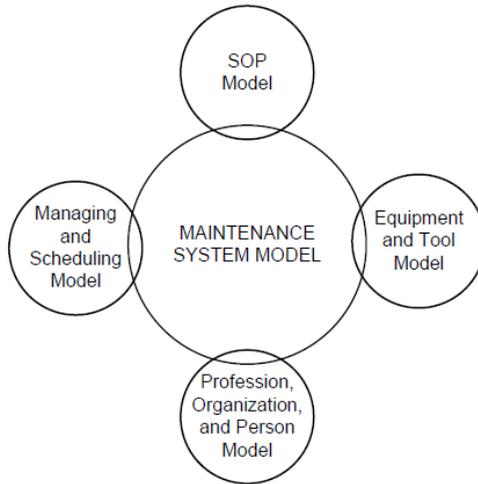


Gambar 2. Jalur interaksi dari pengguna dengan *database server* (Raharno, 2009)

4. Model Sistem Perawatan

Model sistem perawatan adalah model yang mewakili sebuah sistem perawatan, sehingga model ini akan mempunyai perilaku yang sama dengan sistem perawatan yang sebenarnya, misalnya jika sistem perawatan dapat melakukan pemilihan operator sesuai kebutuhan, maka model ini pun akan mempunyai

kemampuan untuk melakukan pemilihan operator. Sebuah model sistem perawatan dapat terdiri dari model-model lain yang saling mendukung untuk terciptanya sistem perawatan yang baik (lihat gambar 3).

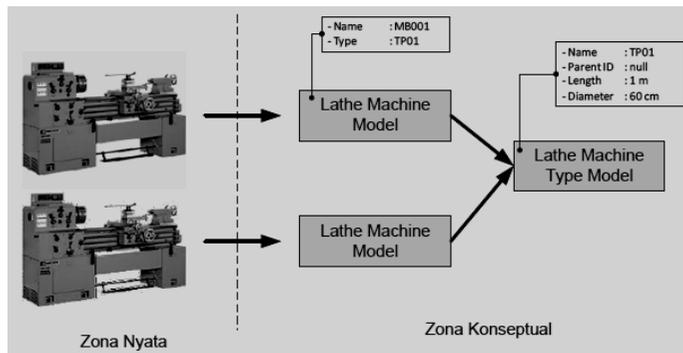


Gambar 3. Model sistem perawatan.

Model yang dikembangkan pada penelitian ini adalah model *equipment*, model SOP hingga proses model *maintenance history*. Namun, model-model lain yang mendukung sistem perawatan akan dijelaskan terlebih dahulu untuk mempermudah dalam menjelaskan model yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Semua pemodelan menggunakan prinsip pemodelan berorientasi objek.

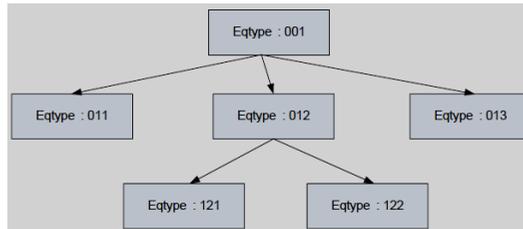
5. Model Peralatan (*Equipment Model*)

Dalam proses pembuatan model peralatan, setiap peralatan akan diwakili oleh sebuah model dan dari model yang mewakili peralatan akan dibuat sebuah model lagi yang bersifat abstrak (lihat gambar 4).



Gambar 4. Contoh pembuatan model peralatan untuk mesin bubut (Tanuwiharja, 2010)

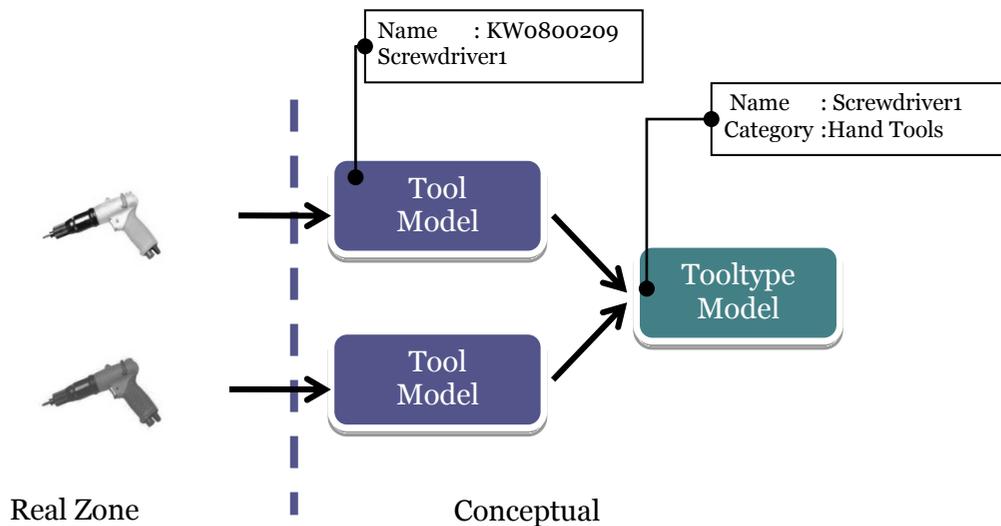
Model mesin bubut (*product model*) merupakan representasi dari sebuah produk nyata, sedangkan model tipe mesin (*type model*) bubut bukan merupakan representasi dari produk nyata. Pada gambar 3.3, dapat dilihat bahwa *eqtype* : 001 mempunyai *parent_id* adalah *null*, sedangkan *eqtype* : 011 mempunyai *parent_id* adalah *eqtype* : 001. Data yang dimiliki *eqtype* : 011 adalah ID, parent ID, nama dan deskripsi.



Gambar 5. Contoh penjabaran peralatan

6. Model Tools (*Tools Model*)

Model perkakas adalah model yang merepresentasikan perkakas (*tools*) yang digunakan atau diperlukan untuk memperbaiki peralatan (*equipment*). Proses pembuatan model perkakas serupa dengan proses pembuatan model peralatan, yaitu adanya model produk dan *type model*.

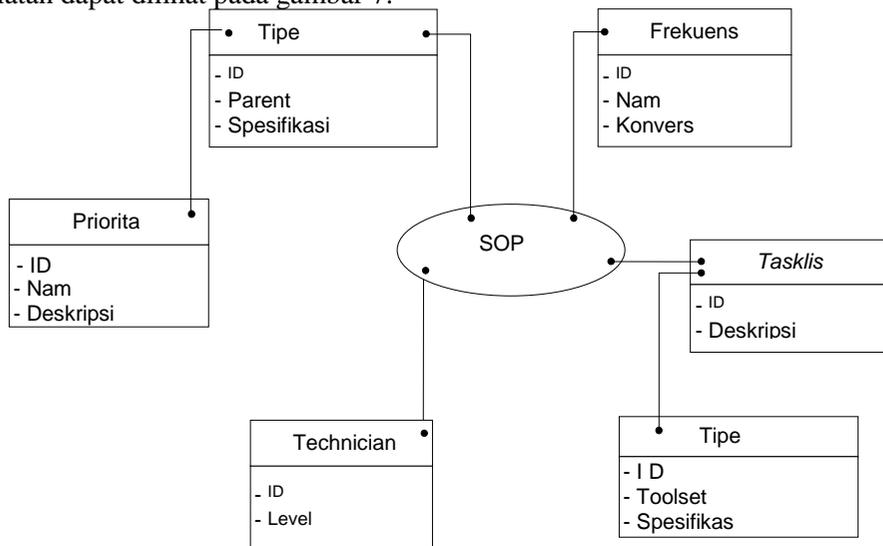


Gambar 6. Hubungan antara model jenis *tools*, model *tools* dan *tools* nyata (Teguh, 2010)

7. Model SOP

Model SOP merupakan representasi dari SOP yang sebenarnya. Dalam model SOP terdapat informasi mengenai langkah-langkah kerja yang perlu dilakukan (*task-*

list), frekuensi untuk melakukan SOP, perkakas dan operator yang perlu digunakan untuk melakukan SOP, dan peralatan yang akan dirawat berdasarkan SOP tersebut. Hubungan antara model SOP, model tenaga kerja, model perkakas, dan model peralatan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hubungan SOP dengan model lain

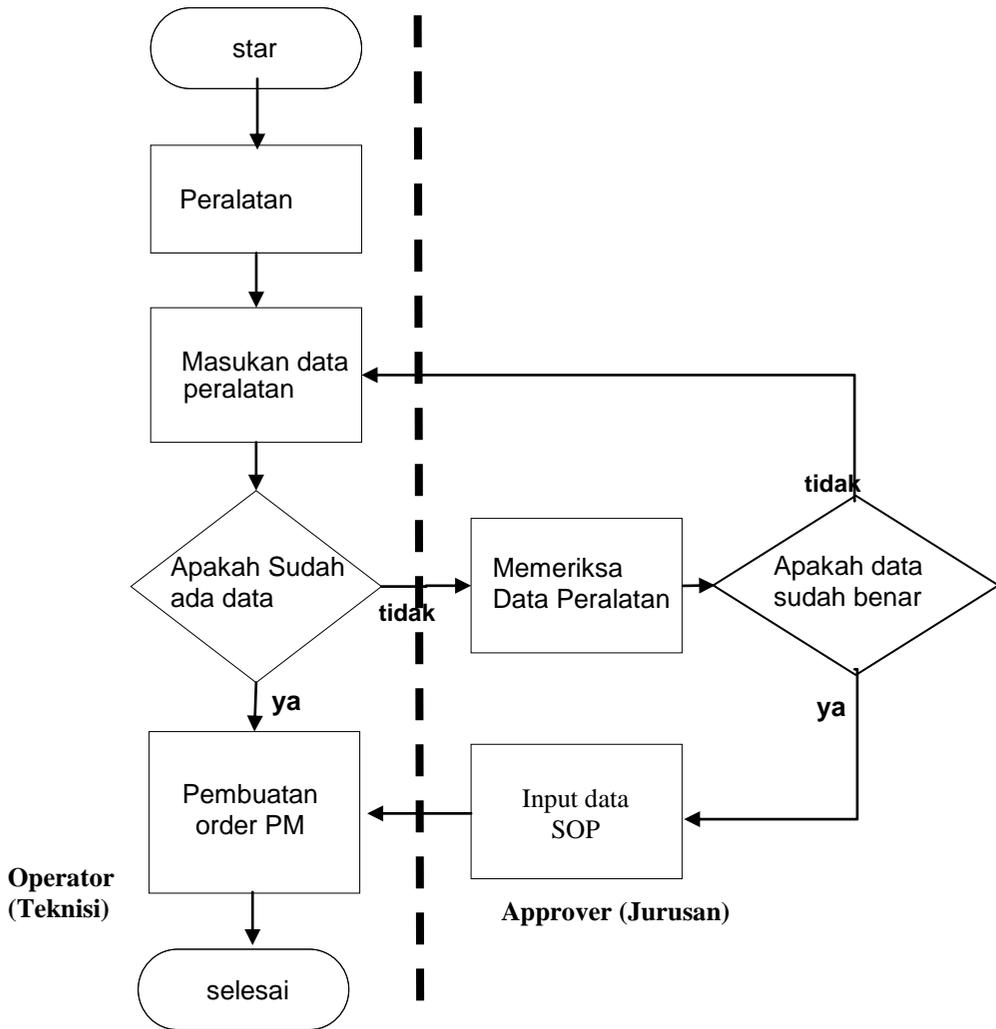
Setiap peralatan yang akan dirawat mempunyai frekuensi, yang akan berhubungan dengan penjadwalan. Misalnya: mesin bubut mempunyai frekuensi perawatan setiap 1 bulan, 1 bulan harus dikonversi menjadi jam. Sehingga dalam penjadwalan bulanan, mesin bubut ini akan muncul datanya.

Hubungan SOP dengan model *technician* akan memberikan informasi mengenai level atau kriteria teknisi yang diijinkan untuk melakukan SOP yang bersangkutan. Perkakas untuk melakukan perawatan dapat ditentukan melalui model perkakas yang terhubung dengan model SOP melalui model *task-list*. Model prioritas akan memberikan informasi mengenai peralatan yang perlu didahulukan pada saat melakukan penjadwalan.

II. METODE PENELITIAN

A. Mekanisme Pembuatan Order PM

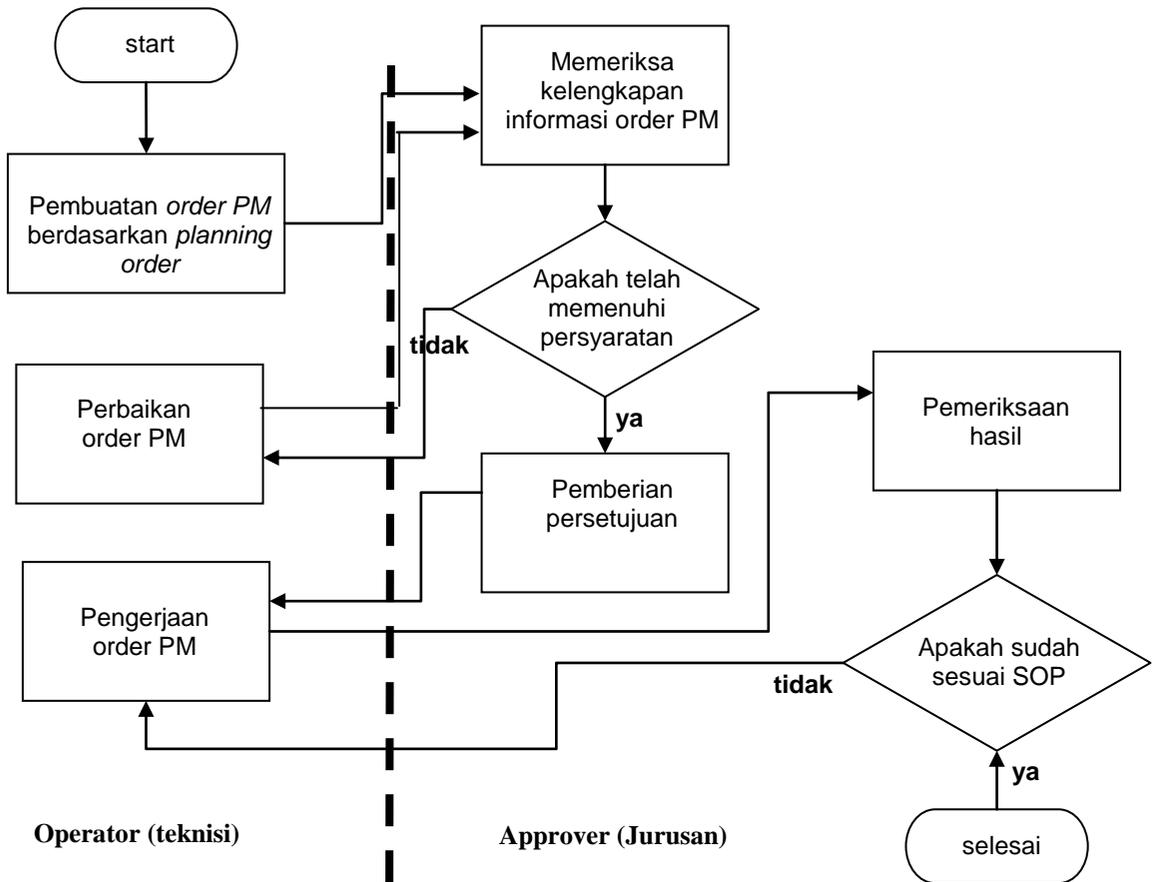
Teknisi memasukkan data setiap ada peralatan baru, setelah itu data peralatan baru diperiksa oleh *approver*, jika data sudah benar maka akan dimasukkan oleh Jurusan dan secara otomatis terjadwal dalam *planning order* sesuai frekuensi. Setelah peralatan terjadwal, maka teknisi akan membuat order PM seperti ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Mekanisme pembuatan order PM

B. Mekanisme Persetujuan dan Pemeriksaan Hasil Perawatan

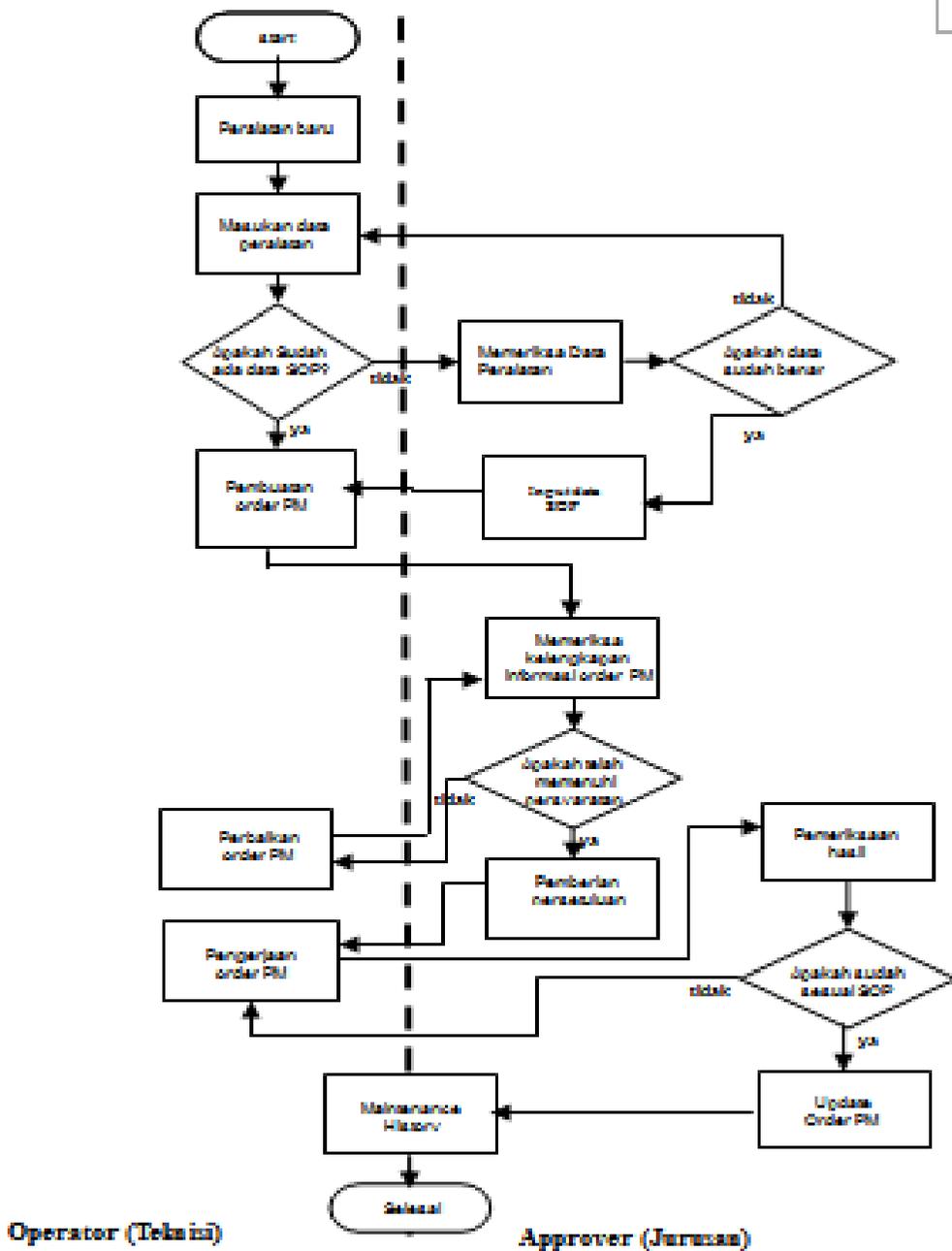
Teknisi akan membuat order PM berdasarkan dari *planning order*. Jika pada bulan yang sama dan tanggal yang sama terdapat beberapa *equipment* yang tanggal perawatannya sama, maka teknisi harus mendahulukan *equipment* dengan prioritas pertama. Sebelum sampai tanggal perawatan dalam *planning order*, teknisi sudah harus membuat order PM. Setelah order PM dikerjakan oleh teknisi, maka Jurusan akan memeriksa hasil perawatan apakah sesuai dengan SOP.



Gambar 9. Mekanisme persetujuan dan pemeriksaan hasil perawatan

C. Mekanisme Maintenance History

Pada pemodelan ini, akan didahului oleh pembuatan SOP dengan informasi frekuensi, prioritas dan *technician level*. Setelah SOP diisi maka secara otomatis terjadwal dengan default date 01 Januari 2011. Dengan acuan *default date* tersebut, maka sistem secara otomatis menampilkan perencanaan jadwal perawatannya sesuai dengan frekuensinya (*planning order*). Dengan mengacu pada *planning order*, teknisi membuat order PM yang sebelumnya harus disetujui oleh approver. *order PM* mengandung informasi *order id*, peralatan yang ingin dirawat (*equipment*), orang yang meminta dilakukan kegiatan perawatan (*originator*), dan orang menyetujui order PM (*approver*). Approver akan memberikan persetujuan jika informasi benar, setelah itu memberikan perintah kepada siapa (teknisi) order PM akan dikerjakan sesuai dengan *technician level* dan tanggal aktual akan dikerjakan. Dari gambar terlihat pada *maintenance history* bisa dilihat oleh teknisi dan *approver*.



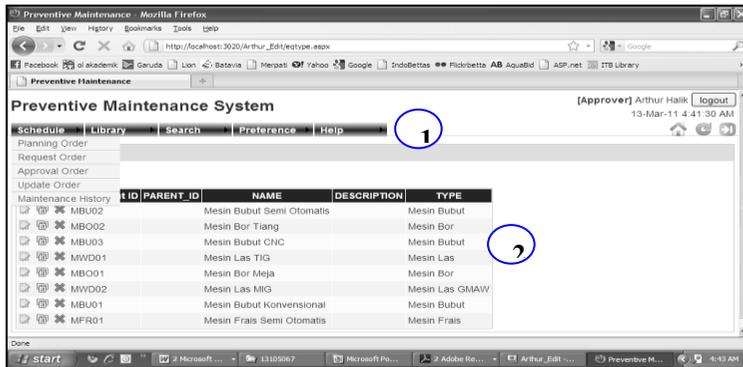
Gambar 10. Mekanisme *maintenance history*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi kasus dilakukan di Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, dengan input data mesin bubut, mesin frais, mesin bor dan mesin las. SOP dibuat untuk mesin las TIG.

A. Tampilan Aplikasi

Program aplikasi yang dikembangkan akan mempunyai tampilan utama seperti pada gambar 4.1. Secara umum, program aplikasi ini terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu bagian menu yang tersedia (angka 1), dan bagian isi dari program aplikasi berdasarkan menu yang dipilih (angka 2).

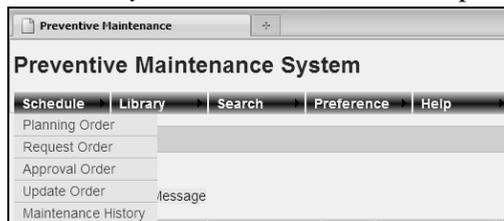


Gambar 11. Tampilan utama dari program aplikasi

Selain itu, program aplikasi ini menyediakan lima pilihan menu utama, yaitu:

1. *Schedule* yang berisi pilihan menu:

- *Planning order*, setelah SOP dimasukkan oleh approver, maka secara otomatis suatu peralatan akan ditampilkan pada *planning order*
- *Request order*, berisi informasi untuk membuat order PM
- *Approval order*, berisi informasi untuk persetujuan order PM
- *Update order*, merupakan perintah untuk pelaksanaan kegiatan perawatan
- *Maintenance history*, berisi rekaman data hasil perawatan



Gambar 12. Tampilan menu *schedule*

2. *Library* yang berisi pilihan menu:

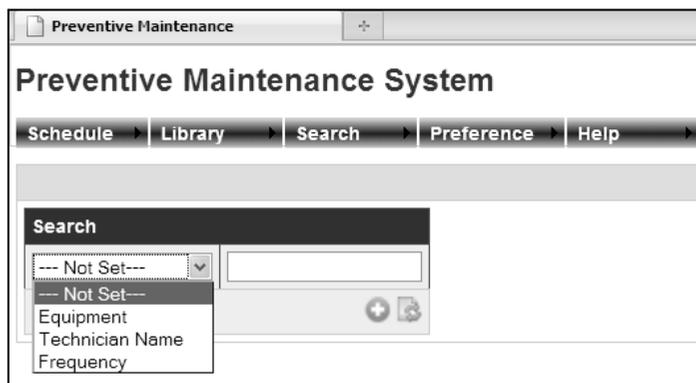
- *Equipment Types*, merupakan pengelompokan dari mesin yang mempunyai fungsi yang sama.
- *Equipments*, merupakan menu untuk memasukkan data peralatan.



Gambar 13. Tampilan menu *library*

3. *Search* yang berisi kategori pencarian berdasarkan:

- *Equipment*, yang mempunyai fungsi pencarian dengan memasukkan nama peralatan, maka secara otomatis sistem akan menampilkan informasi peralatan yang diinginkan
- *Technician Name*, dengan memasukkan nama teknisi maka sistem akan menampilkan peralatan apa saja yang sudah dirawat oleh teknisi tersebut.
- *Frequency*, dengan memasukkan angka frekuensi, misalnya perawatan setiap 1 bulan dikonversi menjadi 160 jam, maka dengan memasukkan angka 160, maka sistem akan menampilkan peralatan yang mempunyai frekuensi perawatan 160 jam.



Gambar 14. Tampilan menu *search*

4. *Preference* yang berisi pilihan menu:

- *Frequency*, merupakan menu untuk memasukkan daftar frekuensi perawatan dan konversi dari frekuensi yang tersebut.
- *Priority*, merupakan menu untuk memasukkan daftar prioritas peralatan yang akan menjadi pilihan dalam SOP.
- *Technician Level*, merupakan menu untuk daftar *technician level* yang akan menjadi pilihan dalam SOP.
- *Tools*, merupakan menu untuk memasukkan daftar alat yang akan digunakan untuk *tasklist* SOP.

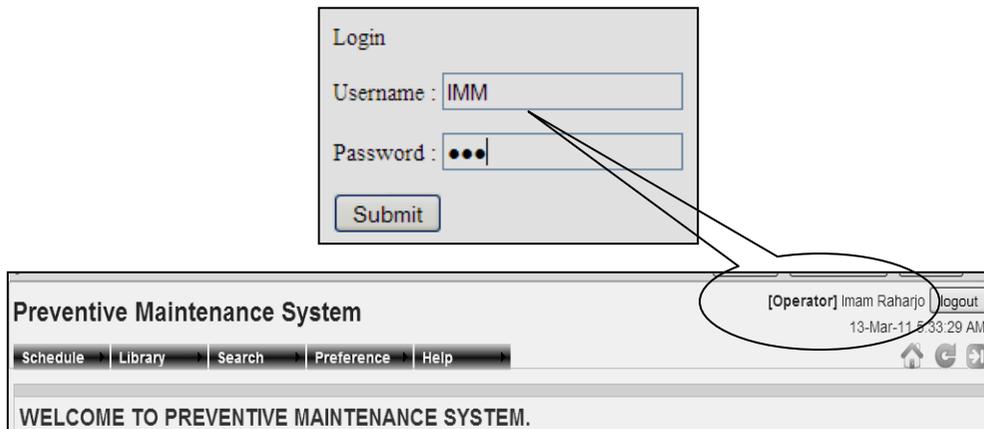


Gambar 15. Tampilan menu *preference*

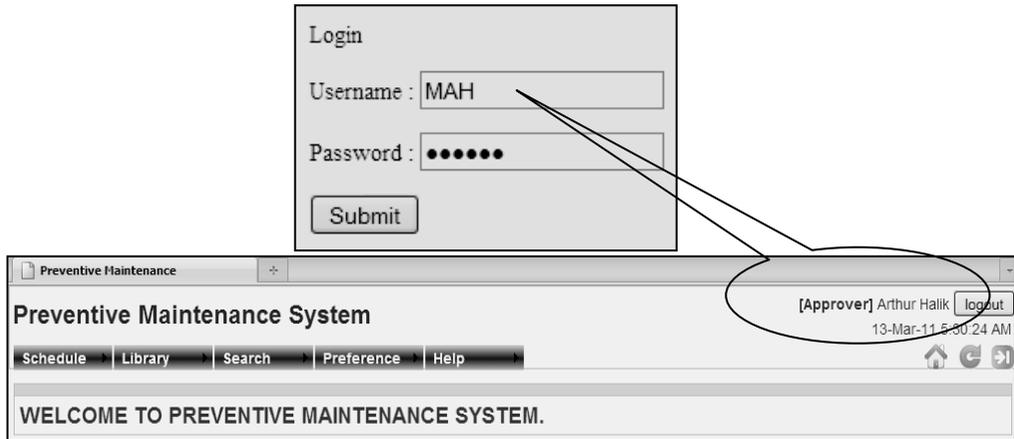
5. *Help* yang merupakan fungsi pelengkap dari program aplikasi, yaitu *tutorial*

Model Log In Operator dan Approver

Model ini dibuat untuk menghindari teknisi memasukkan data order PM dan melakukan sendiri persetujuan. Selain itu, *log in* dibuat akan menampilkan nama yang akan otomatis tampil sebagai *operator* atau *approver*.



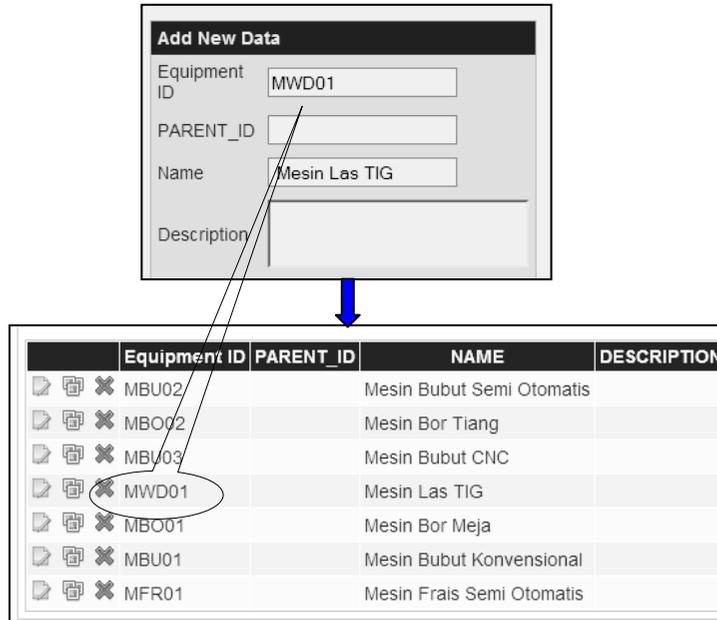
Gambar 16. Interface untuk *log in operator*



Gambar 17. *Interface untuk log in approver*

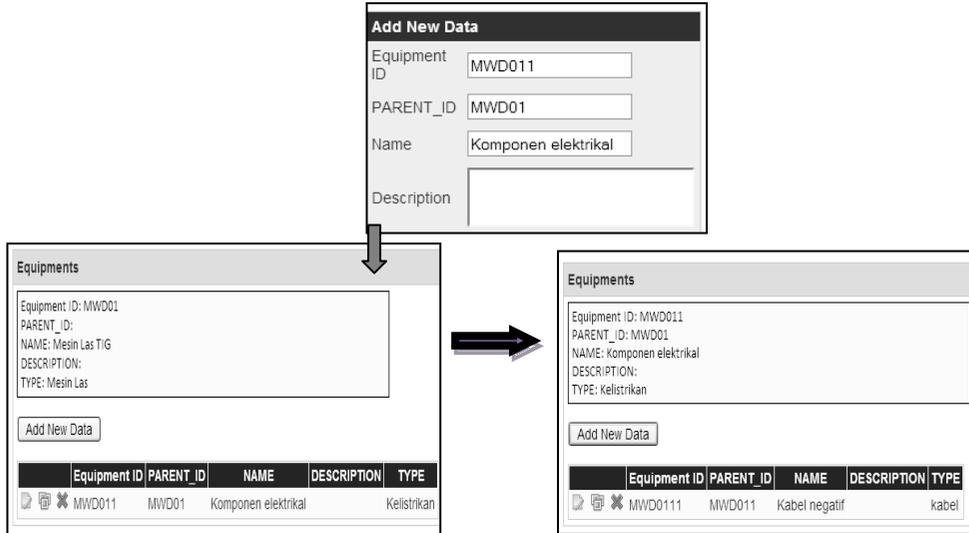
Model *Equipment Types*

Tugas memasukkan data *equipment* baru atau peralatan yang belum terdata untuk dirawat adalah teknisi. Masukkan data dengan klik menu *library* kemudian klik *equipment type*, klik tombol *add new data*.



Gambar 18. *Interface untuk memasukkan data equipment type*

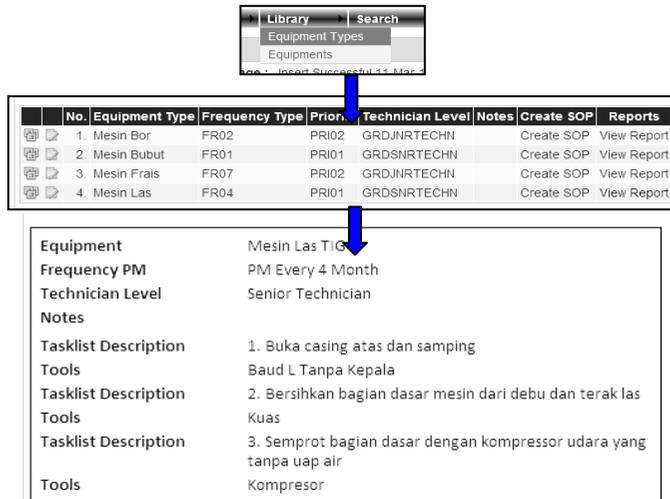
Peralatan bisa diurai lagi jika terdiri dari beberapa komponen. Pada gambar di atas, diketahui bahwa Mesin Las TIG mempunyai anak komponen elektronik.



Gambar 19. Interface untuk masukkan data peralatan (*equipment child*)

Model SOP

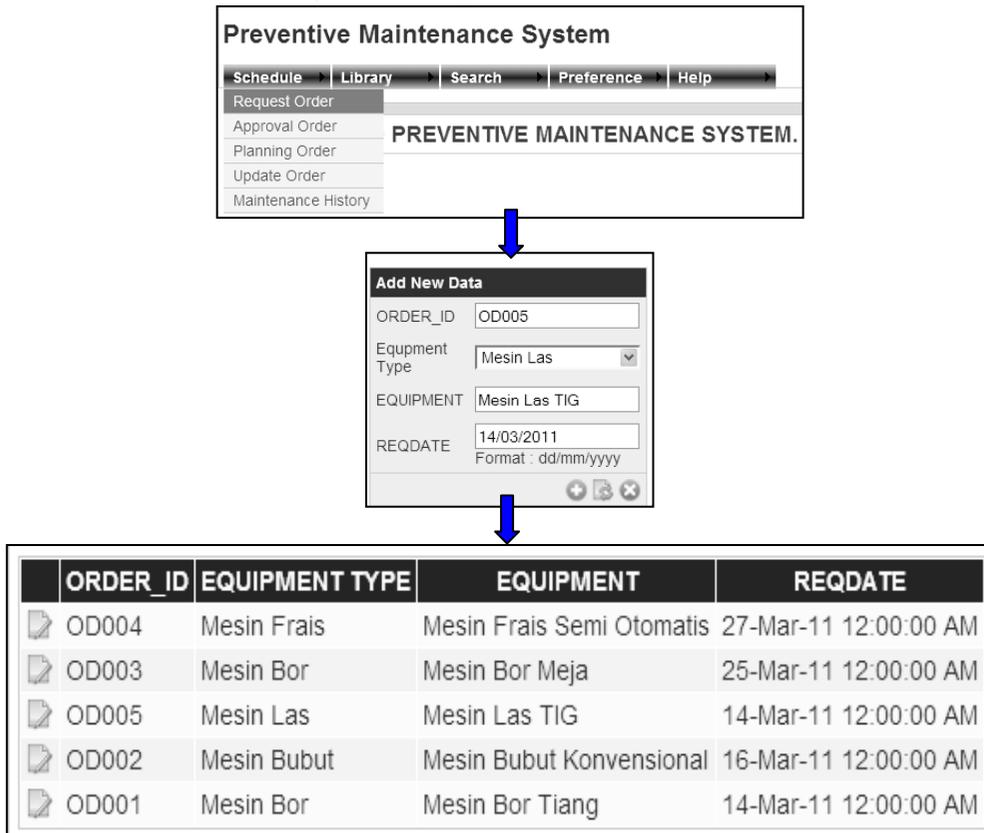
Setelah teknisi memasukkan data *equipment*, selanjutnya masukkan data SOP. Report SOP bisa dilihat dengan klik *view report*



Gambar 20. Interface untuk masukkan data SOP

Model Request Order

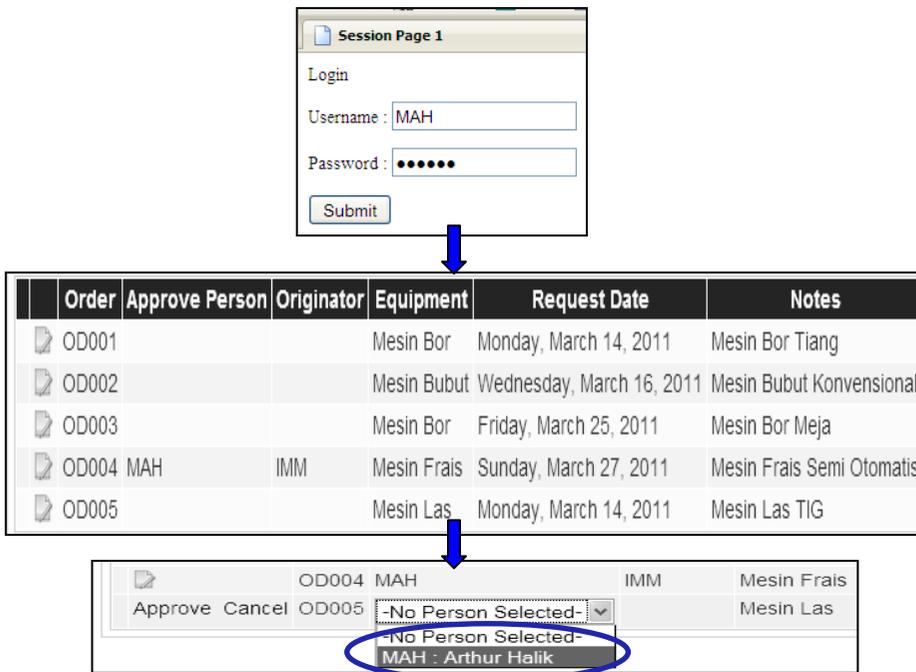
Dengan melihat *planning order*, teknisi membuat *request order* untuk selanjutnya disetujui oleh *approver*. Klik tombol *schedule* kemudian pilih *request order*. Misalnya peralatan masuk jadwal perawatan tanggal 14 Maret 2011 maka satu atau dua hari sebelumnya dibuat *request order*.



Gambar 21. Interface untuk request order

Model Persetujuan Order PM

Proses persetujuan order PM setelah teknisi membuat *request order* yaitu teknisi melaporkan kepada bahwa dalam waktu dekat ada *equipment* yang masuk jadwal perawatan dan sudah dibuat *request order*nya, setelah itu jurusan memeriksa data *request order* apakah sudah sesuai jurusan harus *log in* terlebih dulu sebagai *approver*.



Gambar 22. Interface untuk approval order

Model Maintenance History

Untuk melihat *maintenance history*, maka klik menu *schedule* kemudian *maintenance history*. Rekaman yang ditampilkan adalah rekaman data perawatan yang sudah dilaksanakan sebelum tanggal hari ini. Misalnya hari ini tanggal 13 Maret, maka rekaman yang ditampilkan adalah mulai tanggal default (1 Januari 2011 sampai dengan tanggal 12 Maret 2011).

Equipment Type	FREQTYPE_ID	PRIORITY_ID	Technician Level	FREQUENCY	Actual Date
Mesin Bor	FR02	PRI02	GRDJNRTECHN	320	01-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Bor	FR02	PRI02	GRDJNRTECHN	320	01-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Las	FR04	PRI01	GRDSNRTECHN	600	01-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Bubut	FR01	PRI01	GRDSNRTECHN	160	01-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Frais	FR07	PRI02	GRDJNRTECHN	80	01-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Frais	FR07	PRI02	GRDJNRTECHN	80	15-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Frais	FR07	PRI02	GRDJNRTECHN	80	29-Jan-11 12:00:00 AM
Mesin Bubut	FR01	PRI01	GRDSNRTECHN	160	01-Feb-11 12:00:00 AM
Mesin Frais	FR07	PRI02	GRDJNRTECHN	80	12-Feb-11 12:00:00 AM
Mesin Frais	FR07	PRI02	GRDJNRTECHN	80	26-Feb-11 12:00:00 AM

Gambar 23. Model untuk maintenance history

B. Evaluasi Pemodelan

Kegiatan perawatan tidak akan terlaksana sebelum *request order* disetujui oleh jurusan. Selain itu untuk menghindari proses persetujuan dibuat sendiri oleh teknisi, maka hanya *log in* sebagai *approver* yang akan ditampilkan tombol *edit* untuk persetujuan *request order*.

Selain itu, *log in* juga akan menampilkan nama teknisi yang membuat *request order* dan *approver* yang menyetujui hanya bisa memilih untuk namanya sendiri. Sebagai contoh: teknisi dengan *username* IMM (didefinisikan sebagai Imam Raharjo) akan ditampilkan nama IMM sebagai *originator*, dan ketika *approver* dengan *username* MAH (didefinisikan sebagai Arthur Halik Razak) akan membuat persetujuan hanya bisa membuat persetujuan atas nama Arthur Halik Razak, hal ini untuk menghindari persetujuan atas nama *approver* lain.

Image button untuk *edit* dan *delete* ketika *log in* sebagai *operator* tidak ditampilkan untuk menghindari perubahan ataupun penghapusan data *request order* yang belum disetujui.

Aplikasi yang dibuat bisa menjawab rumusan masalah tesis ini, seperti tidak lengkapnya data peralatan yang akan dirawat sudah bisa dilengkapi, SOP dalam bentuk hardcopy sudah dibuat menjadi file elektronik, rekaman hasil perawatan sudah bisa dilihat dalam aplikasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dengan adanya model SOP, SOP untuk perawatan *equipment* yang sebelumnya dalam bentuk *hardcopy*, sudah bisa disederhanakan menjadi *file* elektronik
2. Pendataan *equipment* untuk kegiatan perawatan bisa dilakukan dengan mudah oleh teknisi dan jurusan, sehingga data menjadi lengkap, termasuk dengan adanya *equipment* baru setiap tahun.
3. Hasil perawatan sudah ada rekaman datanya
4. Kegiatan perawatan yang dulunya dilakukan serentak ketika libur semester, sudah bisa dilakukan saat jadwal akademik berjalan bahkan bisa melibatkan mahasiswa untuk menambah keahliannya.

B. Saran

Untuk membuat sistem informasi *preventive maintenance* menjadi lebih baik lagi disarankan dihubungkan dengan aplikasi ketersediaan material untuk penggantian komponen.

V. DAFTAR PUSTAKA

Adil, Risyandi, *Assembly Operation Sheet Berbasis Web*, Tugas Akhir, Teknik Mesin FTMD ITB, Bandung, 2009.

- Bagiasna, K, *Diktat Kuliah Perawatan Mesin*, Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung, 2009.
- Cui, Lirong, Maintenance Model and Optimization, dalam Misra, B. Khrisna (Ed.), *Handbook of Performability Engineering* (hal. 789-805), Springer, London, 2008.
- Gross, John M, *Fundamental of Preventive Maintenance*, AMACOM, New York, 2002.
- Hartman, Edward, *How To Manage Maintenance*. American Management Association, 1985.
- Kelly, Anthony, *Maintenance Systems and Documentation*, Elsevier, United Kingdom, 2006.
- Kiyosaki, Robert T, *Rich Kid Smart Kid*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.
- Kobbacy, Khairiy A.H, Artificial Intelligence in Maintenance, dalam Kobbacy, Khairy A. H dan Murthy, D. N. Prabhakar (Eds.), *Complex Systems Maintenance Handbook* (209-231), Springer, London, 2008.
- Evitt, Joel, *Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*. Industrial Press Inc, New York, 2003.
- Najib, M. S, Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Produksi Berbasis Feature, Tugas Akhir, Teknik Mesin FTMD ITB, Bandung, 2007
- Raharno, Sri, Pengembangan Model Data Produk Terintegrasi Untuk Sistem Pemantauan Produksi pada Industri Produksi Massa (Studi Kasus Industri Perakitan Kendaraan Bermotor), Disertasi, Teknik Mesin FTMD ITB, Bandung, 2009
- Sheu, D Daniel, dan Yuan, Jun, A Model for Preventive Maintenance Operations and Forecasting, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 441-451, 2005.