

20
20



JURNAL AHLI MUDA
INDONESIA

ISSN (p) : 2722-4414
ISSN (e) : 2722-4406

Vol. 1 No. 2

AKN PUTRA SANG FAJAR
BLITAR

JURNAL AHLI MUDA
INDONESIA

Jurnal hasil penelitian terapan yang di
diterbitkan oleh Akademi Komunitas Negeri
Putra Sang Fajar Blitar



Jl. dr. Sutomo No. 51 Kota Blitar
Telp./Fax : (0342) 0342-814644
E-Mail : jami@akb.ac.id

Title: Dampak Pandemi Virus Covid-19 Terhadap Keputusan Menggunakan E - Learning Di Politeknik Piksi Ganesha Bandung	106-115
Authors: Tiris Sudrartono , Wiwi warsiati	
<hr/>	
Title: Analisa Hubungan Budaya Sekolah Terhadap Pembinaan Disiplin Siswa Menggunakan Metode Likert di SPSS (Studi Kasus di SMPN 4 Pariaman)	116-125
Authors: Novebri	
<hr/>	
Title: Pengaruh Variasi Jarak Sumber Cahaya Terhadap Kinerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Ekstrak Antosianin Bunga Rossela	126-133
Authors: Rafika Andari	
<hr/>	
Title: Kajian Game Streaming Dan Kerentanan Streamer Di Nimo TV	134-143
Authors: Khairul Syafuddin	
<hr/>	
Title: Kualitas Kimia Pupuk Cair Organik Limbah Air Rebusan Bakso Dengan Bioaktivator Berbagai Mol Varietas Bonggol Pisang	144-153
Authors: Selvy Dwi Cahyani, M. Hilmi, D. Triasih, A. H. Achmad, N. R. Amalia	
<hr/>	
Title: Rancangan Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Mengatasi Perbaikan Mesin Menggunakan Group Tecnology	154-162
Authors: Dimas Setiawan, Suluh Langgeng Wicaksono, Naufal Rafianto	
<hr/>	
Title: Pengaruh Geometri Pahat Variabel Helix Angle Pada Parameter Mesin Cnc Milling Vertikal Berbasis Mikrokontroler Terhadap Nilai Getaran Chatter	163-172
Authors: Festo Andre Hardinsi, Oyong Novareza, Achmad As'ad Sonief	
<hr/>	
Title: Konsentrasi Penggunaan Tepung Umbi Uwi (<i>Dioscorea spp.</i>) Sebagai Prebiotik terhadap Kualitas Kimia dan Kualitas Mikrobiologi Salami Daging Ayam Pedaging	173-183
Authors: Dyah Triasih, Y. O. Linata, M. Hilmi, A. U. Prastujati, S. Ton	
<hr/>	
Title: Mengembangkan AKNI Dengan Blue Ocean Strategy	184-194
Authors: Pudji Herijanto	
<hr/>	
Title: Penggunaan Hasil Motion Capture (Data BVH) Untuk Menganimasikan Model Karakter 3D Agar Menghasilkan Animasi Yang Humanoid	195-202
Authors: Heri Priya Waspada, Ismanto, Firman Hidayah	

RANCANGAN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB UNTUK MENGATASI PERBAIKAN MESIN MENGGUNAKAN GROUP TECHNOLOGY

Ahmad Farhan¹, Yeni Sumantri², Purnomo Budi Santoso³

^{1,2,3}Master Program Manufacture Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Malang Indonesia e-mail : teknik@ub.ac.id

Penulis korespondensi. Ahmad Farhan, Program Studi Teknik Industri Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, e-mail : ahmadfarhan023@gmail.com

ARTIKEL INFO

Artikel History:

Menerima 12 Mei 2020

Revisi 16 Mei 2020

Diterima 17 Mei 2020

Tersedia Online 30 Desember 2020

Kata kunci :

Perawatan,
Sistem Informasi,
Group Technology

ABSTRAK

Objektif. Dunia memasuki revolusi industri 4.0 yang ditandai dengan era digitalisasi. Digitalisasi juga merambah ke ilmu perawatan mesin, salah satunya adalah dalam hal troubleshooting (TS). TS adalah serangkaian tindakan yang diperlukan untuk menangani kerusakan yang terjadi pada mesin. Permasalahan yang sering timbul pada TS adalah: teknisi belum tentu ada dilokasi setiap saat, buku manual TS suatu mesin masih berupa buku cetak yang berisiko : buku hilang, buku keselip, dan letak buku jauh dari lokasi kerusakan mesin. Riset ini berusaha mengatasi permasalahan ini dengan cara mengembangkan aplikasi yang disebut Sistem Informasi Troubleshooting Mesin Produksi (SITMEP).

Metode. Metode penelitian untuk membuat SITMEP dikembangkan dengan cara mengintegrasikan beberapa ilmu seperti: Group Technology (GT) untuk membantu merancang arsitektur database SITMEP, database relasional untuk membangun sistem database SITMEP, dan bahasa Structured Query Language (SQL) untuk mempercepat pencarian cara TS yang tepat.

Hasil. Sebagai hasil penelitian adalah arsitektur SITMEP dalam bentuk Entity Relation Diagram (ERD). Atas dasar ERD ini dapat dikembangkan menjadi sistem basis data SITMEP. Selanjutnya dikembangkan statmen SQL untuk mempermudah proses pencarian TS komponen yang rusak. Dengan menggunakan database management system (DBMS) dan Ms.Access 2016. **Kesimpulan.** SITMEP dapat di tempatkan di website perusahaan yang menggunakannya.

Aplikasi SITMEP diletakkan di web agar dapat diakses oleh siapa saja, kapan saja, dan dimana saja. Tools yang digunakan adalah Microsoft Acces beserta Visual Basic for Application (VBA) adapun langkah selanjutnya aplikasi dapat digunakan dan dikembangkan di banyak mesin industri.

ARTICLE INFO	A B S T R A C T
<p><i>Artikel History:</i> Received 12 Mei 2020 Revision 16 Mei 2020 Accepted 17 Mei 2020 Available Online 30 December 2020</p>	<p>Objective. <i>The world entered the 4.0 industrial revolution marked by the era of digitalization. Digitalisation also extends to the science of machine maintenance, one of which is in terms of troubleshooting (TS). TS is a series of actions needed to deal with the damage that occurs in the engine. Problems that often arise in the TS are: technicians are not necessarily in the location all the time, the TS manual of a machine is still a printed book at risk: books are missing, books are slipped, and the books are far from the location of damage to the engine. This research seeks to overcome this problem by developing the Production Machine Troubleshooting Information System (SITMEP) application.</i></p>
<p>Keywords : Maintenance, Information Systems, Technology Group</p>	<p>Methods. <i>The research method to create SITMEP was developed by integrating several sciences such as Group Technology (GT) to help design the SITMEP database architecture, relational databases to build a SITMEP database system, and Structured Query Language (SQL) language to speed up the search for the proper TS method.</i></p> <p>Results. <i>As a result of the research is the architecture of SITMEP in the form of Entity Relations Diagram (ERD). Based on this ERD it can be developed into a SITMEP database system. Then the SQL statement was designed to simplify finding TS damaged components. By using a database management system (DBMS) and Ms.Access 2016.</i></p> <p>Conclusion. <i>SITEMAP can be placed on the website of the company that uses it. The SITEMAP application is placed on the web to be accessed by anyone, anytime, and anywhere. The tools used are Microsoft Access and Visual Basic for Application (VBA). As for the next step, the application can be used and developed in many industrial machines.</i></p>

1. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 adalah salah satu topik yang populer di bidang profesional dan akademik (Chiarello,2018) (Liao,2017). Konsep ini memiliki Smart Manufacturing sebagai elemen utamanya (Kagermann,2013) diikuti integrasi pabrik dengan seluruh siklus hidup produk dan kegiatan rantai pasok (Wang,2016) (Dalenogare,2018). Sistem ini mengubah cara orang bekerja (Stock,2018). Industry 4.0 menggunakan data mining untuk mengumpulkan data secara real time dan menganalisisnya, kemudian memberikan informasi yang berguna untuk sistem manufaktur (Lee,2015) (Wang,2016). Penjadwalan produksi dan perencanaan pemeliharaan adalah salah satu masalah paling umum dan signifikan yang dihadapi oleh industri (Lei,2015). Kegiatan pemeliharaan misalnya perbaikan dan inspeksi memiliki dampak yang signifikan pada pengoperasian produksi karena dapat mempersingkat waktu dan biaya (David,2010). Proses produksi yang berkelanjutan dan pasar yang semakin kompetitif, kegiatan pemeliharaan yang efektif menjadi semakin penting (Alebrant,2014), oleh sebab itu dukungan system informasi sangat diperlukan, misalnya ilmu perawatan mesin yang dikemas dalam sistem informasi manajemen perawatan.

Penelitian ini bertujuan mengonsep untuk membantu tindakan perbaikan pada kerusakan mesin dalam hal troubleshooting dengan bantuan teknologi digitalisasi. Permasalahan yang sering timbul pada TS adalah: teknisi belum tentu ada di lokasi setiap saat, buku manual TS suatu mesin masih berupa buku cetak yang berisiko: buku hilang, buku keselip, dan letak buku jauh dari lokasi kerusakan mesin.

Mengingat era digitalisasi, maka riset ini berusaha mengatasi permasalahan ini dengan cara mengembangkan aplikasi yang disebut Sistem Informasi Troubleshooting Mesin Produksi (SITMEP) dalam lingkungan database relasional. SITMEP dikembangkan

dengan cara mengintegrasikan beberapa ilmu seperti: Group Technology (GT) untuk membantu merancang arsitektur database SITMEP, database relasional untuk membangun sistem database SITMEP, dan bahasa Structured Query Language (SQL) untuk mempercepat pencarian cara TS yang tepat.

Agar aplikasi dapat diakses oleh siapa saja, kapan saja, dan dimana saja, maka SITMEP diletakkan di web. Tools yang digunakan adalah Microsoft Access beserta Visual Basic for Application (VBA). Level aplikasi SITMEP masih dalam level prototipe, dan mempunyai potensi kedepan yang bagus untuk dijadikan aplikasi yang diujakan dalam playstore.

2. MATERIAL DAN METODE

Riset ini bersifat pengembangan metode TS dengan cara mengintegrasikan beberapa metode yang relevan seperti: Ilmu manajemen perawatan untuk mengetahui data kasus-kasus kerusakan pada mesin sehingga dapat diintegrasikan dengan metode GT yang melakukan pengelompokan kodefikasi dari data yang nantinya akan di simpan di database dengan bahasa SQL untuk mempermudah proses pencarian troubleshooting dengan membuat protipe dengan Ms.Access yang akan nantinya akan di masukan ke internet untuk mempermudah pengaksesan.

2.1 Ilmu Perawatan Mesin

TS adalah bagian dari ilmu perawatan mesin. Secara umum knowledge TS dikelompokkan menjadi dua yaitu:

a. Explicit Knowledge TS

Pengetahuan tentang troubleshooting yang terdokumentasi di buku manual dari pabrik pembuat mesin, jurnal dan buku catatan. Permasalahan yang timbul akibat dokumentasi berbentuk tertulis (buku) misalnya: buku hilang, buku dipinjam, buku keslip, buku rusak dan juga membutuhkan tempat untuk menyimpan. Buku manual dari pabrik pembuat mesin dan buku teori perawatan mesin adalah sumber utama dari kompetensi TS yang dipakai dalam riset ini.

b. Tacit Knowledge TS

Tacit knowledge adalah pengetahuan yang dimiliki seorang pakar yang pada umumnya hasil dari pengalaman bekerja selama tahunan. Pengalaman ini tinggal di otak teknisi untuk hal perawatan mesin. Permasalahan yang ada di tacit knowledge dalam troubleshooting seperti: pakarnya meninggal, pakar cenderung malas untuk menginformasikan apa yang ada di otaknya, dan seorang pakar kadang sulit untuk mendokumentasikan kompetensinya dalam bentuk tulisan agar bisa dapat dipakai oleh teknisi yang lain. Dengan melalui pengamatan dan questioner maka tacit knowledge dapat digali dari teknisi dan ditempatkan dalam buku manual TS yang berupa software/aplikasi.

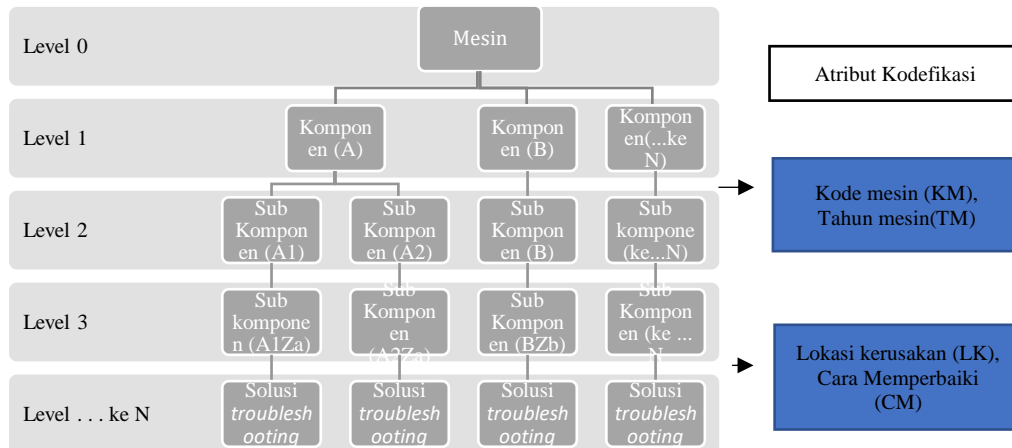
2.2 Group Technology (GT)

GT adalah suatu filosofi dalam manufaktur yang mengidentifikasi keserupaan komponen-komponen dan mengelompokkannya bersama dengan mengambil keuntungan dari keserupaan dalam desain dan manufaktur (Keshavarz,2015). Penerapan Group Technology (GT) untuk menemukan urutan yang optimal untuk menangani masalah terhadap waktu pada penjadwalan (Ji-Bo,2018).

2.2.1 Merancang desain database troubleshooting dengan GT. Klasifikasi dan kodefikasi Group Technology (GT) yang digunakan dalam perancangan desain database adalah sistem kodefikasi hybrid yang merupakan penggabungan metode monocode dan polycode dengan rincian sebagai berikut:

- Kode GT hirarki untuk menggambarkan struktur dari mesin sampai sub komponennya.
- Kode GT polycode untuk menyimpan kasus troubleshooting yang berhubungan dengan komponen di level hirarki horizontal komponen yang di maksud.

Berikut merupakan gambaran dari konsep GT dengan sistem kodefikasi hirarki yang akan dibuat pada Gambar 1.

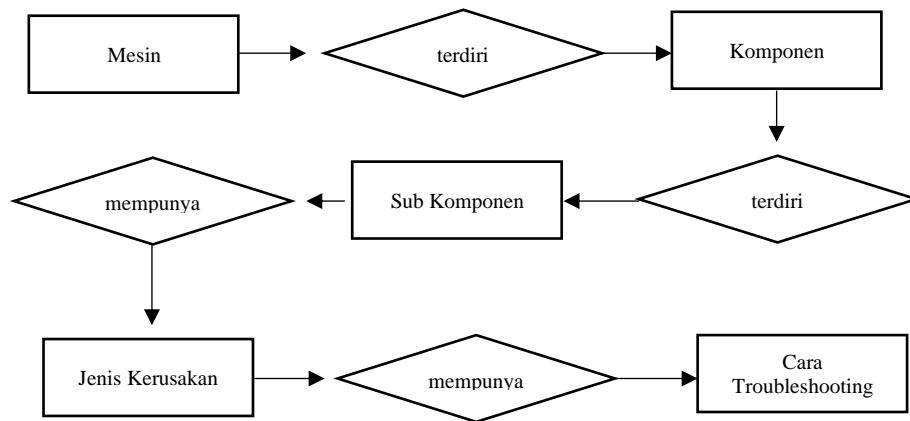


Gambar 1 Konsep GT hybrid untuk TS

Penjelasan gambar 1 sebagai berikut: polycode untuk hirarki mesin beserta komponennya, monocode untuk menjelaskan TS pada komponen pada arah mendatar dari gambar. Sebagai contoh mesin mobil terdiri atas sub sistem contoh electrical sistem, sistem transmisi, sistem pembakaran dst. Sistem transmisi terdiri atas part(komponen): roda gigi, poros dan bearing. Roda gigi sebagai parts mempunyai jenis kerusakan tersendiri beserta cara troubleshooting beda dengan kerusakan pada bearing.

2.3 Database Relasional

Database relasional diperlukan untuk mengelola TS yang diperlukan. Untuk tahap desain database secara umum, yang perlu dilakukan oleh analis adalah mengidentifikasi terlebih dahulu file-file yang diperlukan oleh sistem informasi. Langkah-langkah untuk mendesain database adalah dengan desain database logis. Logical model didapat dari hasil pengelompokan TS berbasis GT diatas. Logical model dapat digambar dengan menggunakan ERD (Entity Relation Diagram). ERD menggambarkan entitas dan atribut yang terlibat dalam sistem terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram E-R

2.4 SQL

Perancangan Query menggunakan bahasa Structure Query Language (SQL) untuk mencari solusi TS berdasarkan kerusakan atau komponen yang diinginkan (Lantip, 2014). SQL digunakan untuk membantu menyimpan dan mengelola data. Sistem basis data mengintegrasikan fungsi definisi data, penyimpanan, pengambilan, modifikasi dan penghapusan serta operasi dan pemeliharaan basis data sehingga mempermudah proses pengambilannya (Yingjie, 2018). Fungsi SQL Misalnya pada proses pencarian troubleshooting tinggal klik fungsi insert untuk menyimpan data-data pada troubleshooting di mesin, select data untuk menampilkan data komponen maka menampilkan informasi, delete untuk menghapus data dari tabel dan update untuk memperbarui kasus-kasus yang baru dalam menangani troubleshooting mesin. Gambaran SQL pada proses pencarian TS dari database yang di simpan seperti data mesin, komponen mesin, sub komponen, jenis kerusakan sampai dengan cara menangani kerusakan TS dengan adanya data tersebut SQL akan memberi report merekomendasikan apa yang akan di cari oleh user ataupun akan mengupdate data baru.

2.5 Prototype Aplikasi

Prototype aplikasi SITMEP dikembangkan dengan alat Microsoft Acces dan bahasa pemrograman Visual Basic For Application (VBA). Prototype ini ditempatkan di web agar dapat digunakan setiap waktu, kapanpun dan di manapun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai hasil penelitian adalah arsitektur SITMEP dalam bentuk Entity Relation Diagram (ERD). Atas dasar ERD ini dapat dikembangkan menjadi sistem basis data SITMEP. Selanjutnya dikembangkan statmen SQL untuk mempermudah proses pencarian TS komponen yang rusak. Dengan menggunakan database management system (DBMS) dan Ms.Access 2016 maka nantinya SITMEP dapat di tempatkan di website perusahaan yang menggunakannya.

Penelitian ini membuat konsep untuk menangani TS pada mesin dengan membuat aplikasi yang disebut SITMEP. Langkah pembuatan konsep yaitu:

- a. Mengidentifikasi masalah yang ada dalam menangani TS dan buku manual Pengetahuan secara tacit dan explicit terdapat pada tabel 1.

Tabel 1 data sumber *Knowledge*

No	Bentuk data	Sumber
1	Pengetahuan <i>Ekplisit</i>	- Buku Teori - Buku manual dari pabrik pembuat - Jurnal
2	Pengetahuan <i>Tacit</i>	- Pakar dibidangnya - Teknisi

Requirement Modelling Tahap ini merupakan suatu langkah yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menjelaskan semua persyaratan sistem. Persyaratan sistem merupakan karakteristik atau fitur yang harus disertakan dalam sistem informasi untuk memenuhi kebutuhan dan dapat diterima oleh pengguna. Data and Process Modelling Pada tahap ini analisis sistem mengembangkan model grafis untuk menunjukkan bagaimana sistem mengubah data menjadi informasi yang berguna dengan data modelling. Sedangkan logika proses bisnis yang terdapat pada departemen maintenance akan digambarkan dengan flowchart sistem dalam process modelling.

b. Melakukan kodifikasi dan pengelompokan dengan bantuan GT hybrid.

Kodefikasi mesin yang akan diterapkan pada PT.APW adalah sistem kodefikasi hybrid yang diadaptasi dari Opitz yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Jenis pengkodean ini dipilih karena dalam aplikasinya dibutuhkan pengkodean yang hierarkis untuk family sparepart dan pengkodean attribute untuk menentukan lokasi sparepart disimpan. Pada sistem kodefikasi hirarki di awal, mesin dikelompokkan berdasarkan lokasi departemen mesin berada dan jenis mesin.

Kode untuk komponen ditentukan dengan mengelompokkan komponen dengan nama mesin yang sama. Sedangkan sparepart dikelompokkan berdasarkan nama mesin dan komponen.

Sistem dan Parameter Kodefikasi Klasifikasi dan kodefikasi GT yang digunakan dalam perancangan desain database adalah sistem kodefikasi hybrid yang merupakan penggabungan metode monocode dan polycode. Sistem pengkodean yang dirancang ini nantinya dapat diterapkan di seluruh perusahaan karena kode yang dipakai nantinya adalah kode yang umum dan bersifat universal sehingga pihak perusahaan hanya mengisikan data mesin yang ada perusahaannya. Sebelum membuat satu tabel data maka diperlukan suatu parameter yang digunakan dalam pengkodean dengan menggunakan konsep pengkodean hybrid.

a. List entity

Dalam membuat daftar entitas, langkah pertama yang dilakukan adalah identifikasi entitas, pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap entitas yang terlibat. Setiap entitas tersebut merupakan calon dari tabel yang akan dibuat. Dalam perancangan sistem informasi manajemen perawatan mesin, entitas dan atribut yang akan dibuat pada Tabel 2.

Tabel 3.2 Daftar Entitas dan Atribut ERD

Entitas	Atribut
Mesin	Kode Mesin , Kode_Jenis, Nama_Mesin, Kode_Departemen, Merk, Model/Kapasitas, Series, Tahun, Fungsi
Komponen	Kode Komponen , Kode_Mesin, Part, Merk, Tahun
Sub Komponen	Kode Sparepart , Kode_Mesin, Kode_Komponen, Nama_Sparepart, Merk, Tahun, Jumlah_Min, Stock, Lokasi, Letak, Nomor
Jenis Kerusakan Mesin	Kode Kerusakan , Kode_Mesin,, Kode_Komponen, Tanggal_Kerusakan, Jenis_Kerusakan, Keterangan, Penggantian_Sparepart?, Tanggal_Selesai, Check
Cara Troubleshooting	Kode Troubleshooting , Jenis_Tindakan,

b. Pembuatan ERD pada gambar 2.

Membuat Aplikasi dengan Ms.Access (menyimpan kode dan pengelompokan di dalam database dan menghubungkan ke database relasional dengan bahasa SQL yang mempermudah proses pencarian data TS) . SQL untuk mencari solusi TS berdasarkan kerusakan atau komponen yang diinginkan. Gambaran SQL pada proses pencarian TS untuk suatu kerusakan mesin adalah sebagai berikut:

Statemen dasar SQL mengandung unsur:

- SELECT
- FROM
- WHERE

Berikut ini sedikit gambaran ilustrasi pencarian TS untuk suatu kerusakan komponen:

SELECT komponen X, Cara Troubleshooting

FROM dari Table Mesin, dari Table TS

WHERE Jenis Kerusakan = Z

Desain Database mengidentifikasi terlebih dahulu file-file yang diperlukan oleh sistem informasi.

Langkah-langkah untuk mendesain database adalah dengan desain database logis, normalisasi dan desain database fisik. Desain database logis dari sistem informasi lebih menjelaskan kepada user bagaimana nantinya fungsi-fungsi di sistem informasi secara logika akan bekerja. Desain database logis dapat digambar dengan menggunakan ERD.

Desain fisik merupakan aktualisasi dari desain database logis yang sangat bergantung dengan software yang dipakai. Oleh karena itu pada tahap ini diawali dengan pemilihan software yang akan dipakai terlebih dahulu yaitu Microsoft Access.

Desain user interface ini bertujuan untuk membuat rancangan dari tampilan sistem yang nantinya akan berinteraksi langsung dengan user. Desain user interface harus siap digunakan dan sesuai dengan kebutuhan pengguna contoh user interface pada gambar 3.



Gambar 3 desain user interface

4. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan akhir bahwa kerangka kerja SITMEP memudahkan membangun aplikasi berbasis web untuk TS mesin produksi. Peranan GT hybrid dalam konsep adalah secara vertikal melukiskan struktur pohon mesin dan level horizontal jenis TS dari komponen yang mengalami kerusakan. Model kerangka kerja seperti ini sangat bermanfaat bagi institusi yang mempunyai banyak cabang dengan menggunakan mesin yang serupa karena TS serupa ini diletakkan di database yang ditempatkan di web sehingga dapat digunakan setiap waktu, kapan saja dan dimana saja bisa di akses sebagai contoh misalnya pemerintah mempunyai badan lembaga kerja di tiap provinsi dan tiap lembaga tersebut menggunakan mesin yang sama dan serupa maka petunjuk TS tersebut dapat dibangun atas dasar kerangka kerja SITMEP.

UCAPAN TERIMAKASIH

DAFTAR PUSTAKA

- Alebrant Mendes, A. and Ribeiro, J. L. D. (2014). Establishment of a maintenance plan based on quantitative analysis in the context of RCM in a JIT production scenario. *Reliability Engineering and System Safety*, 127:21–29
- Chiarello, F., Trivelli, L., Bonaccorsi, A., & Fantoni, G. (2018). Extracting and mapping industry 4.0 technologies using wikipedia. *Computers in Industry*, 100, 244-257.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.
- David J. Smith (2013) Power-by-the-hour: the role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce, *Technology Analysis & Strategic Management*, 25:8, 987-1007
- Ji-Bo Wang, Lu Liu, Jian-Jun Wang, Lin Li (2018). Makespan minimization scheduling with ready times, group technology and shortening job processing times. *Computer science theory, methods and tools the computer journal*.
- Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Acatech, Forschungsunion.

- Keshavarz, T., Savelsbergh, M. and Salmasi, N. (2015) A branch-and-bound algorithm for the single machine sequencedependent group scheduling problem with earliness and tardiness penalties. *Appl. Math. Model.*, 39, 6410–6424
- Lantip Diat Prasojo (2014). Perancangan database sistem informasi manajemen pendidikan dengan dbms microsoft (acces dan sql server)
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Lei Xiao, Sanling Song, Xiaohui Chen¹, David W. Coit. (2015). Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*.
- M.A Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, 55(12), 3609-3629
- Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., & Kohl, H. (2018). Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 254-267
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016b). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016a). Towards smart factory for industry 4.0: selforganized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168.
- Yingjie Wang, Jianjun Liu, Xiang He, Bing Wang (2018). Design and realization of rock salt gas storage database management system based on SQL Server. *Petroleum*, 4:466–472