PENGEMBANGAN APLIKASI MANAJEMEN PERAWATAN FASILITAS BERBASIS WEBSITE MENGGUNAKAN METODE RISK BASED MAINTENANCE

1st Muhammad Dzaki Alfinansyah
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dzkalfin@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rd. Rohmat Saedudin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rohmatsaedudin@telkomuniversity.ac.id

3rd Seno Adi Putra
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
senoadiputra@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak*— Dalam industri, fasilitas dan mesin produksi adalah inti aktivitas harian. Teknologi yang berprogres memajukan kapabilitas mesin untuk mengkonversi gaya menjadi energi, memberi mereka peran krusial. Adopsi teknologi ini oleh perusahaan industri bertujuan menciptakan produk unggulan di tengah persaingan. Efisiensi mesin dan durabilitasnya bergantung pada perawatan berkala. Untuk mempertahankan kualitas produk, perawatan rutin pada mesin produksi esensial. Mesin yang telah beroperasi memerlukan perawatan guna mempertahankan produktivitas. Meski kerusakan mesin lumrah, perawatan yang tepat bisa memperpanjang umurnya. Risk Based Maintenance (RBM) menawarkan pendekatan perawatan berbasis risiko dengan efisiensi biaya. Aplikasinya terhambat oleh kompleksitas. Sebagai respons, diusulkan pengembangan aplikasi kalkulator RBM, diciptakan dengan metode waterfall, framework Laravel, dan dirancang dengan UML, serta diuji menggunakan Black Box Testing.**

***Kata kunci*— Manajemen Perawatan, Risk Based Maintenance, Waterfall, Black Box Testing**

I. PENDAHULUAN

Fasilitas, terutama mesin produksi,memiliki peran krusial dalam meningkatkan kualitas produk di tengah persaingan industri. Meskipun penting, mesin-mesin ini memerlukan perawatan rutin untuk memastikan optimalitas dan umur panjangnya. Salah satu metode perawatan yang efektif namun kurang populer adalah *Risk Based Maintenance* (RBM), yang dapat mengurangi risiko dengan biaya minimum. Terdapat beragam pendekatan perawatan, di antaranya adalah *Risk Based Maintenance* (RBM). RBM mengintegrasikan konsekuensi kedalam rencana pemeliharaan, dengan memprioritaskan tindakan pemeliharaan berdasarkan tingkat risiko setiap komponen [1]. RBM dirancang untuk minimasi risiko, memungkinkan biaya operasional yang lebih rendah serta menjaga kinerja mesin produksi. Metode RBM ini akan menggunakan pendekatan dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). FMEA adalah sebuah metodologi untuk melakukan kegiatan mengidentifikasi dan mengenali potensi kegagalan termasuk penyebab dan efeknya [2]. FMEA dapat menentukan prioritas komponen yang harus didahulukan perawatannya dari nilai risiko yang telah ditentukan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN). Risiko setiap kegagalan diproritaskan berdasarkan RPN. RPN adalah faktor keputusan berdasarkan tiga peringkat, yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) [3]. Kendati demikian, banyak perusahaan besar yang belum mengadopsi RBM, dikarenakan kompleksitas implementasinya, Penelitian in fokus pada pengembangan aplikasi kalkulator untuk perhitungan RBM pada perusahaan Serambi Indonesia, yang dirancang untuk *user-friendly*. Tujuannya adalah agar aplikasi tersebut menjadi solusi bagi perusahan manufaktur dalam perawatan mesin mereka.

II. KAJIAN TEORI

A. *Risk Based Maintenance*

Risk Based Maintenance (RBM) adalah metode perawatan yang digunakan untuk meminimalkan kegagalan komponen tanpa mengganggu produksi dan lingkungan. Pendekatan ini menggunakan informasi yang diperoleh dari analisis kegagalan dan konsekuensinya [4]. Dalam peneltian ini, untuk melakukan implementasi RBM dan menentukan risiko kerusakan mesin produksi, akan menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis*.

B. *Failure Mode and Effect Analysis*

Failure mode and effect analysis (FMEA) adalah alat analisis yang sangat kuat dan efektif yang banyak digunakan dalam proyek rekayasa untuk mengkakaji mode kegagalan yang mungkin terjadi dan melakukan eliminasi potensi kegagalan dalam desain sistem. Secara khusus, FMEA menyediakan kepada insinyur desain dengan pengukuran kuantitatif dan kualitatif yang diperlukan untuk memandu pelaksanaan tindakan perbaikan dengan berfokus pada mode kegagalan utama dan dampaknya terhadap mesin produksi. *Risk Priority Number* (RPN) adalah mode klasik untuk mengevaluasi kegagalan dalam FMEA konvensional [5]. RPN memiliki tiga faktor, yaitu *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Tiga faktor tersebut diberikan skala dari satu hingga sepuluh berdasarkan tingkat keparahannya [6]. Menentukan nilai RPN dapat dilihat pada persamaan II.1

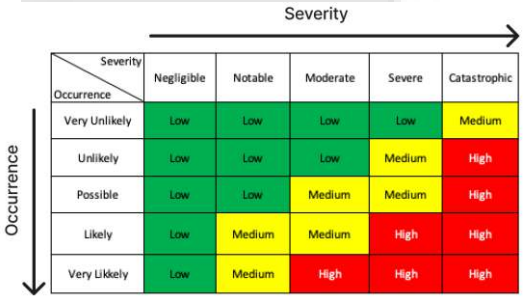
$$RPN = Severity\ (S) \times Occurrence\ (O) \qquad \text{(II.1)}$$

Beberapa entitas korporasi mengalami kesulitan dalam menilai peringkat *detection*, sebagai hasilnya tidak dimasukkan peringkat *detection* (D) dalam kalkulasi RPN, hal ini untuk menghindari kontroversi terkait penilaian *detection* [7]. Perlu diingat, bahwa angka RPN adalah hasil deteksi dari variable skala ordinal [8]. Sehingga untuk menentukan skala dari *severity* dan *occurrence* dapat ditentukan dari data yang didapatkan. Untuk menghitung nilai RPN, diperlukan membuat tabel peringkat untuk tingkat dari *severity* dan *occurrence* [9]. Terdapat tabel *index level* untuk menentukan *severity* dan *occurrence* dapat dilihat padatabel I.

TABEL 1
Index Level RPN

Safety	***Index Level***
No Safety Effect (kurang dari dua kali / tahun)	1
Minor (tiga hingga lima kali / tahun)	2
Major (enam hingga tujuh kali / tahun)	3
Hazardous (delapan hingga sembilan kali / tahun)	4
Catastrophic (lebih dari sepuluh kali / tahun)	5
Occurrence	
Almost Impossible (kurang dari dua kali / tahun)	1
Impossible (tiga hingga lima kali / tahun)	2
Possible (enam hingga tujuh kali / tahun)	3
Very Possible (delapan hingga sembilan kali / tahun)	4
Definite (lebih dari sepuluh kali / tahun)	5

Risk Matrix digunakan untuk menilai tingkat kerusakan mesin produksi setelah memperoleh nilai RPN. *Risk Matrix* adalah tabel dengan kategori probabilitas, kemungkinan, atau frekuensi pada sumbu lainnya [10].



GAMBAR 1
Risk Matrix

Dapat dilihat pada gambar 1 merupakan *Risk Matrix* 5x5 dengan tiga kategori yaitu *Risk Low*, *Risk Medium*, dan *Risk High*. Dengan menentukan *Ranking Risk Matrix*, dapat ditentukan prioritas kerusakan yang harus didahulukan. Tujuan dari desain model pemeliharaan dan perawatan adalah menyajikan suatu model berdasarkan output *Risk Matrix* yang diterapkan. Kebijakan pemeliharaan dan perawatan yang paling umum dan dapat diterapkan terdapat dua, yaitu *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*.

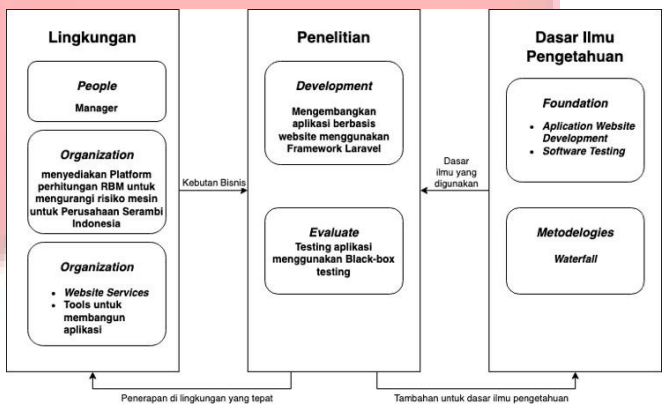
C. *Black Box Testing*

Black Box Testing adalah adalah jenis pengujian yang mengabaikan mekanisme internal dari suatu sistem atau internal sistem atau komponen dan hanya berfokus pada output yang dihasilkan dalam respon terhadap input yang dipilih dan kondisi eksekusi [11]. *Black Box Testing* juga disebut *functional testing* yang menggunakan teknik merancanga *test case* berdasarkan informasi dari spesifikasi.

III. MODEL KONSEPTUAL

A. Model Konseptual Diagram

Model konseptual merupakan model penelitian yang dapat mempermudah penelitian dengan lebih terstruktur dan mudah dipahami. Fungsi dari pengembangan model konseptua dapat sebagai kerangka untuk memetakan ruang lingkup penelitian agar mampu membantu menetapkan metode penyelesaian masalah mencari solusinya.



GAMBAR 2
Model Konseptual Diagram

Pengembangan model konseptual melibatkan beberapa komponen, termasuk analisis lingkungan dan keterlibatan individu dalam masalah tersebut, serta evaluasi sistem informasi dan metode yang digunakan dalam penelitian. Aplikasi web perawatan fasilitas mesin produksi dibuat untuk memudahkan perawatan berbasis solusi teknis, dengan dasar ilmu pengetahuan berfokus pada Application Web Development. Metodologi pengembangan yang diterapkan adalah waterfall, dengan tahapan pengujian menggunakan Black Box Testing. Hasil akhir berupa aplikasi yang dapat menampilkan perhitungan RBM dan memberikan rekomendasi perawatan optimal.

IV. ANALISIS

A. Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisa kebutuhan fungsional menjelaskan proses-proses kegiatan yang akan diimplementasikan dalam suatu sistem serta melakukan identifikasi kebutuhan yang diperlukan agar sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang ada.Adapun kebutuhan fungsional yang didapatkan berdasarkan sesuai kebutuhan oleh pengguna.

TABEL 2
Analisis Kebutuhan Fungsional

Pengguna	Tugas	Kebutuhan Fungsional
Manajer	Menggunakan perhitungan RBM	Ditampilkan dashboard pengguna
		Form input data nama mesin
		Form input data jangka waktu, tidak dapat mengisi lebih dari 1 tahun atau 12 bulan
		Mengisi nilai skala parah kerusakan mesin produksi, nilai dapat diisi dari 1 hingga 5
		Mengisi nilai skala sering terjadinya kerusakan mesin produksi, nilai skala dapat diisi dari 1 hinggga 5
		Menampilkan kategori risiko
		Dapat menampilkan usulan perbaikan mesin
	Melihat riwayat perhitungan RBM	Halaman dashboard yang menampilkan riwayat data perhitungan RBM
		Filter pencarian riwayat perhitungan, nama, dan waktu
		Menyediakan tombol *export* data berupa format *Excel*.
		Mengelolal data perhitungan
		Melakukan *maintenance website*.
		Melakukan *backup* data rutinitas untuk menghindari kehilangan data

B. Analisis Kesenjangan

Analisis kesenjangan adalah metode untuk mengidentifikasi 'kesenjangan' dalam jaringan kawasan konservasi lahan dan air.Analisis kesenjangan digunakan untuk mengetahui kesenjangan antara kinerja yang dialami sekarang dengan yang diinginkan atau dibutuhkan oleh pengguna. Analisis *Gap* berguna untuk membantu menutupi kesenjangan yang ada sehingga didapatkan yang diinginkan atau dibutuhkan.

TABEL 3
Analisis Kesenjangan

No	Kebutuhan	Kondisi Aktual	FullFillment			Solusi
			N	P	F	
1	Mengetahui risiko kerusakan mesin produksi	Menunggu mesin terjadi kerusakan terlebih dahulu	✓			Membuat kalkulator perhitungan menggunakan metode RBM untuk mengurangi risiko kerusakan
2	Melakukan metode perawatan mesin sesuai dengan kondisi mesin produksi sekarang	Tidak terdapat metode untuk perawatan mesin produksi	✓			Memberikan usulan perbaikan yang terbaik setelah menghitung RBM
3	Pengguna membutuhkan tempat untuk menghitung risiko dari mesin produksi	Tidak ada sarana untuk menghitung risiko kerusakan mesin		✓		Membuat kalkulator perhitungan menggunakan metode RBM sebagai alat ukur
4	Menyimpan data kerusakan mesin produksi	Data dicatat secara manual tertulis		✓		Membuat dashboard riwayat perhtiungan setelah melakukan perhitungan untuk menyimpan data perhitungan

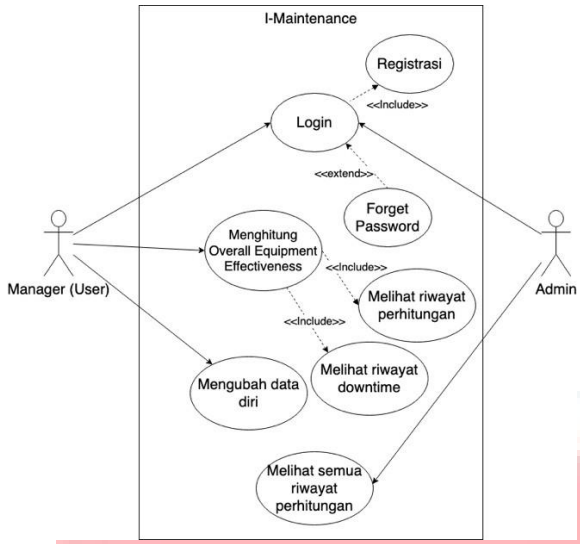
Berdasarkan hasil analisis kesenjangan terdapat kode pemenuhan yaitu *Null* (N) merupakan kondisi saat ini yang belum terpenuhi, *Partial* (P) merupakan kondisi saat ini terpenuhi dari sebagian kebutuhan, dan *Fully* (F) kondisi saat ini memenuhi semua kebutuhan. Berdasarkan analisis kesenjangan, diberikan solusi berdasarkan dari analisisnya untuk menutupi kesenjangan tersebut sehingga dapat memenuhi kebutuhan dari pengguna.

V. PERANCANGAN

A. Diagram Kasus

Kasus penggunaan adalah bagian penting dari UML yang merupakan cerita yang koheren tentang perilaku sistem. Mereka digunakan untuk mendokumentasikan kebutuhan sistem. Mereka juga dapat digunakan untuk komunikasi antara berbagai peserta dalam proyek perangkat lunak, yaitu pengembang sistem, pengguna dan pemilik masa depan [12].

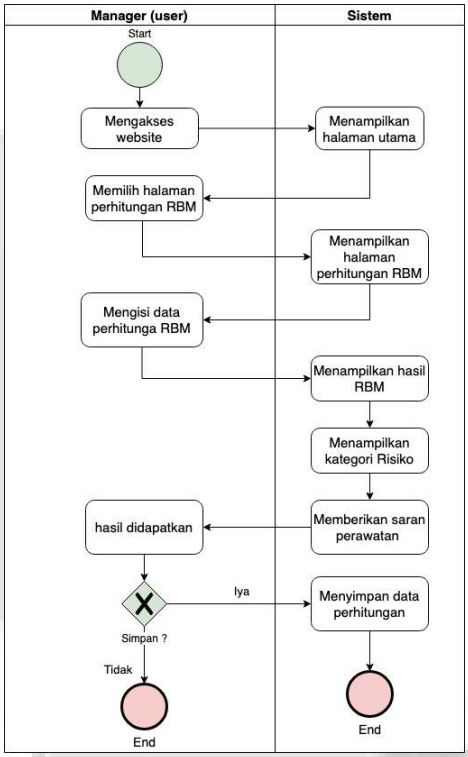
Usecase diagram atau diagram kasus merupakan sebuah metode yang digunakan dalam analisis sitem untuk mengidentifikasi, menjelaskan dan mengorganisir kebutuhan sistem. *Usecase diagram* digunakan dalam UML, sebuah model untuk memodelkan *real-world* objek dan sistem. *Usecase diagram* lebih fokus pada interaksi antar entitas dengan entitas eksternal daripada detail bagiaman sistem berperilaku secara internal dan pengaturan lingkungan eksternal [13].



GAMBAR 3
Kasus Diagram RBM

B. Diagram Aktivitas

Activity diagram atau Diagram Aktivitas merupakan hasil dari *usecase scenario* yang telah disusun pada sub bab sebelumnya. langkah selanjutnya adalah membuat *activity diagram* berdasarkan *usecase scenario* yang sudah dibuat. *Activity diagram* adalah salah satu jenis diagram dalam UML yang digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas, terdapat urutan tindakan yang menunjukkan urutan langkah-langkah.

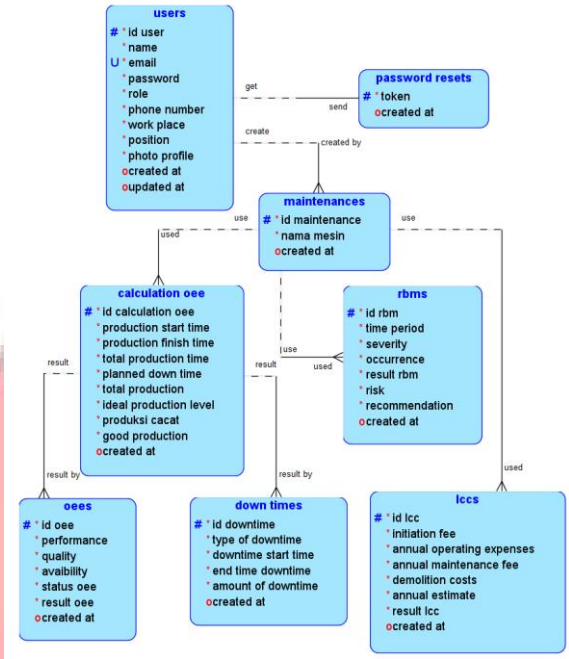


GAMBAR 4
Aktivitas Diagram Kalkulator RBM

C. Diagram Relasi Entitas

Teknik diagram entity-relationship (ER) adalah cara grafis untuk menampilkan tipe entitas, tipe hubungan, dan atribut. Banyak orang telah menemukan teknik ini berguna untuk memodelkan kebutuhan informasi pengguna[14].

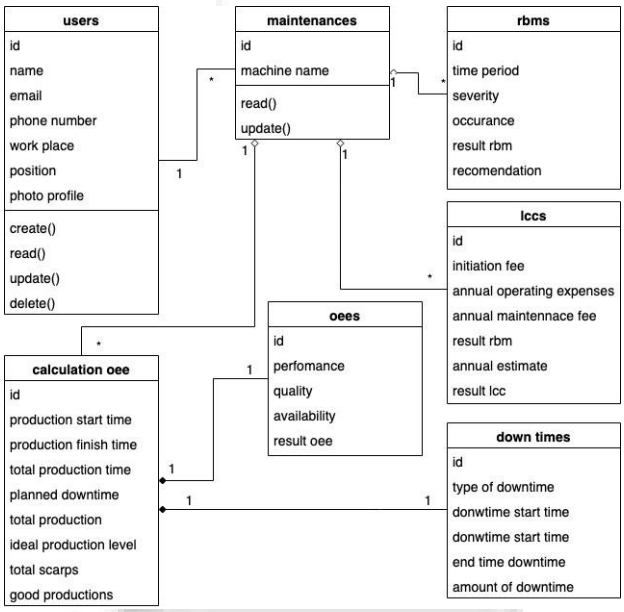
Entitas merupakan objek atau konsep yang dapat diidentifikasi dan memiliki atribut yang menjelaskan karakteristiknya



GAMBAR 5 Diagram Relasi Entitas

D. Diagram Kelas

Class diagram atau diagram kelas merupakan salah satu UML *diagram* yang digunakan untuk menggambarkan tampilan statis dari sebuah aplikasi, konstituen utamanya adalah kelas-kelas dan hubungannya antar kelas-kelas lainnya[15].

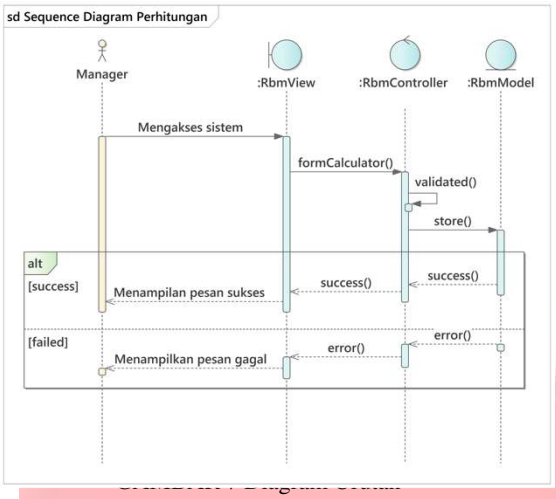


GAMBAR 6
Diagram Kelas

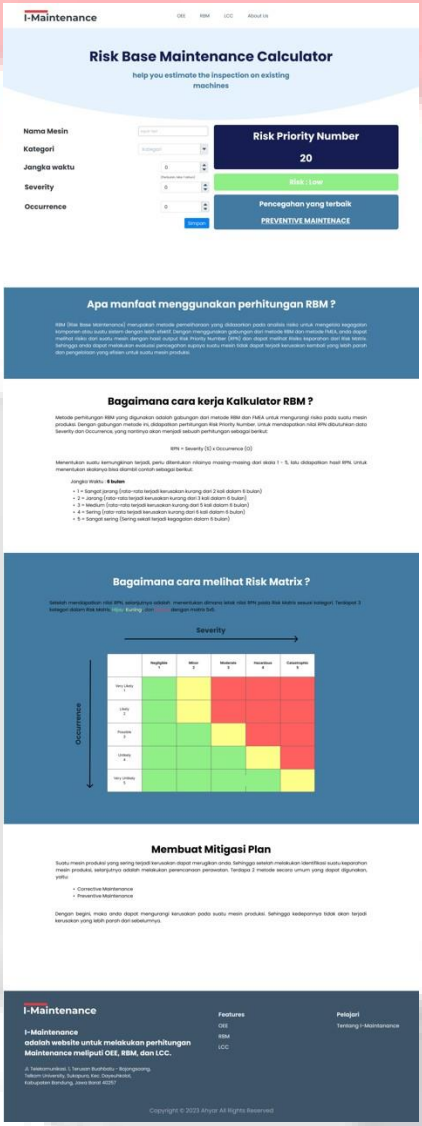
E. Diagram Urutan

Sequence diagram atau diagram urutan adalah jenis diagram interaksi dalam UML yang menggambarkan interaksi antara objek dalam suatu sistem pada urutan waktu tertenu. Diagram urutan membantu untuk memahami alur

komunikasi dan hubungan pesan antara objek-objek yang terlibat dalam suatu proses atau fungsi.



F. Desain



GAMBAR 8
Tampilan Perhitungan RBM

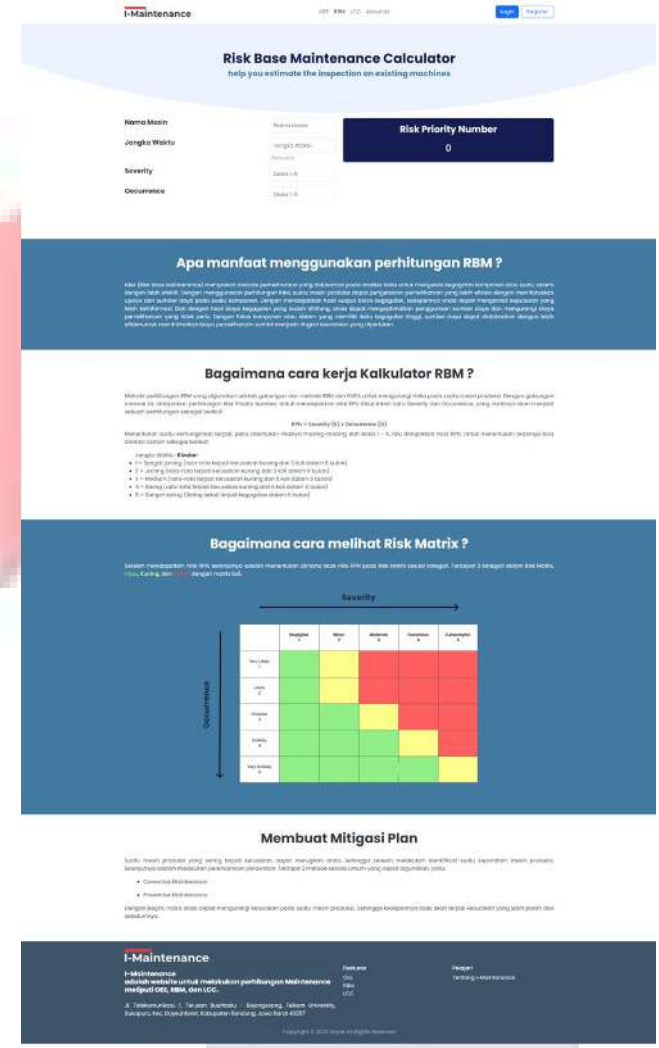
VI. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Implementasi

Implementasi adalah kegiatan yang dilakukan dengan perancanaan yang mengacu pada aturan tertenu untuk mencapai suatu tujuan.

i. Implementasi Tampilan

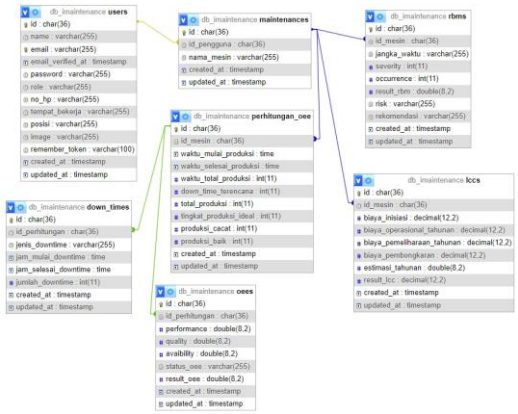
Gambar 9 merupakan hasil implementasi untuk halaman kalkulator RBM.



GAMBAR 9
Implementasi Halaman Perhitungan RBM

ii. Implementasi Database

Gambar 10 merupakan hasil implementasi database dari aplikasi I-Maintenance



GAMBAR 10
Implementasi Database

VII. KESIMPULAN

Dari penelitian tentang aplikasi perawatan fasilitas berbasis web dengan metode Risk Based Maintenance, disimpulkan bahwa aplikasi dirancang dengan figma sebagai referensi tampilan dan memiliki fitur kalkulator RBM serta Dashboard Riwayat perhitungan. Implementasinya menggunakan framework Laravel, memprioritaskan kemudahan pengguna dalam perhitungan RBM dengan hasil langsung tersaji dan rekomendasi perawatan. Hasil perhitungan disimpan dalam database, dapat dilihat di Dashboard, dan dicetak dalam format Excel. Untuk memverifikasi fungsionalitas, dilakukan pengujian dengan metode Black Box Testing pada fitur input data RBM.

REFERENSI

[1] L. Leoni, F. De Carlo, F. Sgarbossa, dan N. Paltrinieri, "Comparison of Risk-based Maintenance Approaches Applied to a Natural Gas Regulating and Metering Station," *Chem Eng Trans*, vol. 82, hlm. 115–120, Okt 2020, doi: 10.3303/CET2082020.

[2] W. Safira Rahmania, H. Elvian Gayuh Prasetya, dan F. Hesty Sholihah, "Maintenance Analysis of Boiler Feed Pump Turbine Using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Methods," dalam *2020 International Electronics Symposium (IES)*, IEEE, Sep 2020, hlm. 54–59. doi: 10.1109/IES50839.2020.9231886.

[3] N. Sellappan, N. Deivanayagampillai, dan K. Palanikumar, "Evaluation of risk priority number (RPN) in design failure modes and effects analysis (DFMEA) using factor analysis," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 10, hlm. 34194–34198, Jan 2015.

[4] S. Kiran, K. P. Prajeeth Kumar, B. Sreejith, dan M. Muralidharan, "Reliability Evaluation and Risk Based Maintenance in a Process Plant," *Procedia Technology*, vol. 24, hlm. 576–583, 2016, doi: https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.117.

[5] N. Xiao, H.-Z. Huang, Y. Li, L. He, dan T. Jin, "Multiple failure modes analysis and weighted risk priority number evaluation in FMEA," *Eng Fail Anal*, vol. 18, no. 4, hlm. 1162–1170, 2011, doi: https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2011.02.004.

[6] J. K. Chen, "Utility Priority Number Evaluation for FMEA," *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 7, no. 5, hlm. 321–328, 2007, doi: 10.1007/s11668-007-9060-2.

[7] John Hartwell, "FMEA RPN – Risk Priority Number. How to Calculate and Evaluate?," Agustus 2022.

[8] P. Bhattacharjee, V. Dey, dan U. K. Mandal, "Risk assessment by failure mode and effects analysis (FMEA) using an interval number based logistic regression model," *Saf Sci*, vol. 132, hlm. 104967, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104967.

[9] N. F. A. Fuzi, F. B. I. Alnaimi, dan M. S. Nasif, "Intelligent risk-based maintenance approach for steam boilers: Real case," *Pertanika J Sci Technol*, vol. 28, hlm. 69–81, 2020.

[10] L. Anthony (Tony)Cox Jr, "What's Wrong with Risk Matrices?," *Risk Analysis*, vol. 28, no. 2, hlm. 497–512, 2008, doi: https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x.

[11] H. Bhasin, E. Khanna, M. Tech Scholar, dan P. Sudha, "Black Box Testing based on Requirement Analysis and Design Specifications," 2014.

[12] R. Klimek dan P. Szwed, "FORMALNA ANALIZA DIAGRAMÓW PRZYPADKÓW UŻYCIA."

[13] A. Aleryani, "Comparative Study between Data Flow Diagram and Use Case Diagram," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 6, hlm. 124–2250, Jun 2016.

[14] P. P.-W. Chen, "English Sentence Structure and Entity-Relationship Diagrams," 1983.

[15] N. H. Ali, Z. Shukur, dan S. Idris, "A Design of an Assessment System for UML Class Diagram," dalam *2007 International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA 2007)*, 2007, hlm. 539–546. doi: 10.1109/ICCSA.2007.31.