
Penjadwalan Perawatan Mesin *Grading Plant II* di PT Keramik Diamond Industries Gresik dengan Metode RCM

Syahril Umam^{1*}, Wiwin Widiasih²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Jl.Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec.Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

syahrilumam@gmail.com^{1*}, wiwin_w@untag-sby.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penjadwalan perawatan mesin *Grading Plant II* di PT Keramik Diamond Industries Gresik menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Tujuan riset ini dilakukan terhadap komponen-komponen kritis mesin menggunakan diagram pareto dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Komponen yang dianalisis adalah *Ventosa*, *Palet esser*, dan *Steker*, yang merupakan bagian penting dari mesin tersebut dengan tingkat kerusakan yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama *downtime* tinggi pada mesin *Grading* adalah ketiga komponen tersebut, dengan nilai *Reliability*, *Ventosa* 26,91%, *Palet esser* 37,33%, dan *Steker* 36,62%. Berdasarkan hasil perhitungan interval perawatan, disusunlah jadwal perawatan untuk komponen *Ventosa*, *Palet esser*, dan *Steker*. *Ventosa* direkomendasikan untuk dipelihara setiap 342,82 jam atau sekitar 14 hari, *Palet esser* setiap 699,79 jam atau sekitar 29 hari, dan *Steker* setiap 677,79 jam atau sekitar 28 hari. *Mean Time To Failure* (MTTF) untuk ketiga komponen tersebut juga dihitung, dengan hasil waktu perbaikan masing-masing adalah 0,94 jam untuk *Ventosa*, 0,11 jam untuk *Palet esser*, dan 0,11 jam untuk *Steker*. Untuk memenuhi kebutuhan perusahaan dengan nilai keandalan antara 60% hingga 70%, interval perawatan direkomendasikan sebesar 517,5 jam atau 21 hari untuk *Ventosa*, 736,5 jam atau 30 hari untuk *Palet esser*, dan 813,7 jam atau 33 hari untuk *Steker*. Waktu perbaikan untuk ketiga komponen tersebut tetap sama dengan hasil sebelumnya.

Kata Kunci: *Maintenance, Reliability, Penjadwalan, Preventive Maintenance, MTTF (Mean Time To Failure)*

ABSTRACT

This research discusses the maintenance scheduling of the Grading Plant II machine at PT Keramik Diamond Industries Gresik using the Reliability Centered Maintenance (RCM) Method. The purpose of this research is carried out on critical components of the machine using Pareto diagrams and Failure Mode Effect Analysis (FMEA). The components analyzed are Ventosa, Esser pallet, and Plug, which are important parts of the machine with a high rate of damage. The results showed that the main cause of high downtime on the Grading machine was the three components, with Reliability values, Ventosa 26.91%, Palet esser 37.33%, and Plug 36.62%. Based on the results of the maintenance interval calculation, a maintenance schedule is prepared for the Ventosa, Palet esser, and Plug components. Ventosa is recommended to be maintained every 342.82 hours or about 14 days, Pallet esser every 699.79 hours or about 29 days, and Plug every 677.79 hours or about 28 days. Mean Time To Failure (MTTF) for the three components was also calculated, with the result that the repair time was 0.94 hours for Ventosa, 0.11 hours for Esser pallet, and 0.11 hours for Plug, respectively. To meet the company's needs with a reliability value between 60% and 70%, the recommended maintenance interval is 517.5 hours or 21 days for Ventosa, 736.5 hours or 30 days for Palet esser, and 813.7 hours or 33 days for Plug. The repair time for all three components remains the same as the previous results.

Keywords: *Maintenance, Reliability, Scheduling, Preventive Maintenance, MTTF (Mean Time To Failure)*

1. Pendahuluan

Energi listrik adalah bentuk energi yang paling efektif, paling mudah dan paling efisien dalam cara penggunaannya. Di Indonesia terdapat berbagai macam unit pembangkitan listrik yang berguna memudahkan segala aktivitas manusia, seperti keperluan sederhana rumah tangga berupa penerangan, hiburan dari perangkat elektronik, hingga keperluan yang lebih kompleks, berupa kegiatan industri, militer dan sebagainya. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Masohi memiliki beberapa mesin diesel yang berfungsi untuk menyuplai energi listrik ke seluruh kota. Pemadaman listrik di Kota Masohi yang sering dirasakan oleh masyarakat disebabkan adanya kerusakan mesin KOMATSU EGS 1200-6 yang terjadi secara tiba-tiba.

Kerusakan mesin yang terjadi diakibatkan adanya beban energi listrik yang melebihi daya tampung mesin dan kurangnya perawatan mesin yang baik.

Industri merupakan bidang perekonomian yang berfokus terhadap produksi barang ataupun jasa secara masal dengan menggunakan mesin, sumber daya manusia, dan teknologi, ini adalah sebagian dari ekonomi suatu negara yang memiliki peran besar dalam ekonomi, penciptaan lowongan kerja, dan peningkatan kualitas hidup masyarakat. Industri secara garis besar berarti sebagai bentuk suatu kegiatan ekonomi, yang bersifat memproduksi atau menciptakan sesuatu barang yang memiliki nilai tambah atau nilai nominal, Industri merupakan suatu kegiatan yang di dalam prosesnya mengolah bahan baku awal atau setengah jadi, menjadi produk yang memiliki harga jual, sehingga memperoleh keuntungan, Industri juga sering diartikan sebagai suatu kegiatan pengolahan barang yang sering melibatkan alat didalamnya, salah satunya adalah mesin.

PT Keramik Diamond Industries bergerak pada proses pembuatan lantai ubin keramik yang sudah beroperasi dari tahun 1978, proses produksi yang digunakan pada PT Keramik Diamond Industries adalah *flow show* atau disebut juga produksi masal. Proses produksi yang dilakukan PT Keramik Diamond Industries yaitu dari bahan baku yang berupa *clay* kemudian dilanjutkan dalam mesin *ball mill*, Sehingga *clay* berubah menjadi *slurry* dan di proses lagi di mesin *spry dryer* pada mesin tersebut bahan baku dirubah menjadi *powder*, Setelah berubah menjadi *powder* bahan baku tersebut di press serta dikeringkan, dan diberi lapisan awal pada *glazing line*, kemudian di bakar lalu dikeringkan, setelah dikeringkan diberi motif sesuai dengan type keramik ubin tersebut, proses selanjutnya adalah pengeringan lalu dilanjut proses *grading*, tahap akhir pada proses pengepakan atau packing.

Dalam sebuah industri penggunaan mesin berpengaruh dalam kualitas produk yang dihasilkan, dengan perawatan yang baik dan teratur serta terjadwal perawatan tersebut, maka proses produksi berjalan dengan lancar, begitu pula sebaliknya, jika perawatan tersebut mengalami keterlambatan maka terjadi penurunan performa mesin, turunnya performa mesin berpengaruh dalam proses produksi, diantaranya adalah berhentinya suatu proses produksi, mesin sendiri memiliki masa penurunan performa dengan jarak waktu standart yang dicantumkan di penggunaannya. Pemeliharaan aspek yang mengalami pemborosan sering terjadi pada buruknya Preventive Maintenance karena tidak diatur secara baik, tidak diketahuinya pekerjaan yang prioritas serta rendahnya kemampuan karyawan. Hal tersebut mengakibatkan banyak terjadi kerusakan mesin yang tidak dijadwalkan dan penurunan performa serta keandalan mesin. Mesin *Grading* memiliki fungsi yang penting dalam proses produksi keramik ubin di PT Keramik Diamond Industries, Pada proses akhir akan di proses pada mesin *grading* ini, diantaranya pengecekan kualitas keramik, pengecekan ini dilakukan dengan pemberian tanda pada keramik, yang berguna untuk membedakan kualitas, antara KW 1, KW 2, KW 3, KW X, pada tahap ini lalu masuk dibagian planarita/calibro, yakni pengecekan otomatis lebar dan tebal sebuah keramik, berikutnya masuk ke sesi pengepakan, dimana pengepakan tersebut dilakukan secara otomatis. Tujuan dari pemeliharaan tidak lain adalah peningkatan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan untuk mengurangi *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk merepresentasikan kebijakan pemeliharaan. Dengan dilakukan pemeliharaan berharap pada peningkatan *Reliability* mesin atau disebut juga keandalan mesin. (Geisbush & Ariaratnam, 2023) Keandalan mesin sendiri berarti kemampuan dari mesin tersebut dalam fungsi yang semestinya selama mesin itu digunakan. Dalam penggunaan suatu mesin pasti ditemukan probabilitas saat mesin tersebut berfungsi yang berarti semasa berfungsi terdapat kejadian yang tidak pasti atau perubahan yang dialami serta kejadian random pada mesin tersebut. Berikut ini Tabel 1 merupakan tabel Downtime yang terjadi pada Mesin *Grading Plant II* PT Keramik Diamond Industries, dalam periode 3 bulan dari bulan November 2023 sampai dengan Januari 2024.

Tabel 1. Downtime mesin *grading*

Keterangan Down Time	Gr002 (jam)	Persentase (%)
Ventosa	107,16	29,75
Palet Eser	92,33	25,64
Steker	83,08	23,07
Vant belt / Ban cord	35,26	9,79
Motor	8,66	2,40
Foto Cell	6,83	1,90
Bearing / Pully / Pillow Block	6,58	1,83

Keterangan Down Time	Gr002 (jam)	Persentase (%)
Printer	5,41	1,50
Conveyor	4,83	1,34
Piston	4,08	1,13
Planarita Calibro	4,00	1,11
Gear Box	1,00	0,28
Nozle Spray	0,95	0,26

Sumber : PT.KDI 2024

Dalam proses berhentinya suatu mesin mengakibatkan beberapa pengoperasian yang dapat menyebabkan terhambatnya produktivitas. Sedangkan dampak yang berpengaruh dalam mesin adalah tingkat keandalannya, untuk menghindari hal tersebut maka dilakukan perawatan yang lebih ekstra guna mempertahankan keandalan mesin. Menurut (Pranowo, 2020) Pemeliharaan memiliki beberapa jenis hal ini dibedakan dari tingkat kekritisan suatu kerusakan yang terjadi, Berikut adalah jenis pemeliharaan yang sering diantaranya adalah Pemeliharaan pergantian, Pemeliharaan Peluang, dan Pemeliharaan Pencegahan

2. Metode Penelitian

Pemeliharaan merupakan aktivitas guna menjaga serta memperbaiki suatu kerusakan, Asset yang tiba-tiba rusak saat aktivitas produksi sedang berlangsung atau saat sedang beroperasi dapat menghentikan kegiatan produksi, sampai dengan waktu perbaikan selesai, yang dapat menyebabkan hasil tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan, waktu produksi yang lambat serta biaya produksi bertambah (Siregar & Munthe, 2019). Perencanaan penjadwalan pemeliharaan merupakan bagian terpenting sebuah perusahaan, yang bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin serta meningkatkan waktu kerja mesin, serta efisiensi produksi. Beberapa tantangan yang dihadapi perusahaan adalah, kerusakan mesin yang tidak terduga (Basri et al., 2017).

Pemeliharaan yang berpusat pada keandalan (RCM) adalah metodologi untuk memilih aktivitas pemeliharaan yang harus dilakukan untuk menjaga aset tetap bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Perkembangan model RCM saat ini sedang berjuang untuk mengatasi kelemahan RCM tradisional dalam hal optimasi dan pemilihan strategi; misalnya, RCM tradisional menangani setiap mode kegagalan secara individual dengan pertanyaan keselamatan sederhana ya atau tidak di mana pertanyaan tersebut memiliki kemungkinan kesalahan besar dan kehilangan efek dari mode kegagalan kombinasional (Alrifayy et al., 2020). Pemeliharaan berpusat pada keandalan (RCM) adalah proses yang digunakan untuk menentukan kegiatan yang harus dilakukan untuk memastikan aset terus menjalankan fungsi aset dalam konteks operasi aset saat ini dengan mengidentifikasi fungsi aset, mode kegagalan yang dapat menghalangi pelaksanaan fungsi aset yang dimaksudkan, memprioritaskan mode kegagalan, dan menentukan tugas pemeliharaan pencegahan yang efektif yang dapat diimplementasikan dengan biaya yang efektif dan efisien untuk mengurangi kemungkinan kegagalan (Geisbush & Ariaratnam, 2023).

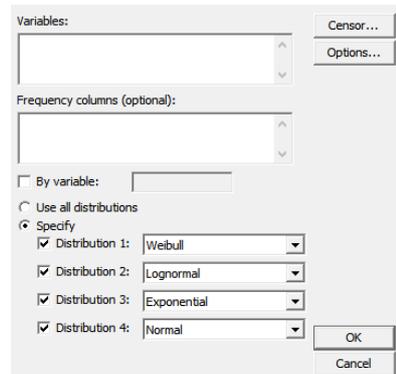
Secara umum, Perawatan merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan perbaikan asset atau mesin di industri, langkah tersebut berguna untuk mencegah atau memperpanjang usia mesin atau asset yang dimiliki perusahaan, Secara umum tujuan perawatan adalah, memperpanjang usia suatu mesin, menjamin operasional mesin dalam keadaan darurat, meningkatkan keandalan dari mesin, dan mengutamakan keselamatan kerja bagi operatornya (Widyaswara Pradana & Widiasih, 2023) Tahapan metode *Reliability Centered Maintenance* sebagai berikut :

a. *Failure Mode Effect Analysis*

Menurut (Suherman & Cahyana, 2019) FMEA Merupakan sebuah prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin kegagalan (*failure mode*). FMEA ini merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa suatu kegagalan didalam sebuah sistem atau proses, FMEA merupakan sebuah proses yang digunakan untuk menganalisa potensi kegagalan didalam sebuah sistem yang selanjutnya akan diklasifikasikan sesuai dengan pengaruh - pengaruh yang membuat kegagalan dalam sebuah sistem tersebut. Yang termasuk kedalam suatu mode kegagalan atau kecacatan yaitu : kegagalan dalam bentuk desain, perubahan pada suatu produk sehingga menyebabkan terganggunya suatu fungsi dari produk itu sendiri, produk keluar dari batas – batas spesifikasi yang sudah di tentukan dalam sebuah perusahaan.

b. *Goodness fit*

Pada tahap ini dilakukan uji distribusi yang cocok untuk perhitungan selanjutnya, dalam mencari distribusi yang cocok atau sesuai, dilakukan menggunakan *Software Minitab17*, Distribusi yang dicari dalam penelitian ini adalah distribusi *Weibull*, *Normal*, *Lognormal*, dan *Exponential*. Untuk pengoperasian *Software Minitab17* dengan mencari distribusi yang cocok, dilakukan dengan cara, siapkan data yang akan di olah, klik menu *start*, kemudian pilih *Reliability /Survival*, Pilih menu *Distribution Anlysis Right Censoring* dan *Distribution ID Plot*, hingga muncul *textbox* seperti gambar 1 berikut.

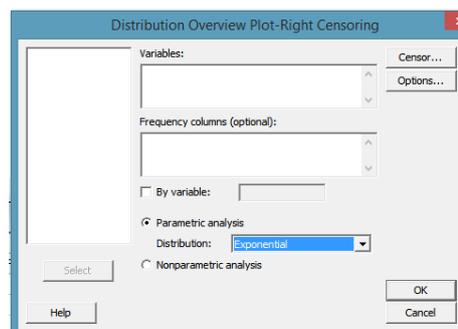


Gambar 1. *Textbox Minitab 17*

Selanjutnya isikan data yang akan diolah untuk mencari distribusi yang cocok pada kolom *Variable*, pada kolom distribusi 1 hingga distribusi 4 isikan, jenis distribusi yang akan diolah seperti *Weibull*, *Normal*, *Lognormal*, dan *Exponential*. Menurut (Ramadhan & Widiasih, 2023) uji distribusi bertujuan untuk mengetahui distribusi yang digunakan pada interval perawatan serta perbaikan pada komponen kritis.

c. *Goodness of fit*

Mencari parameter dari distribusi yang sesuai, merupakan tahap awal dari semua perhitungan yang dilakukan untuk menentukan nilai *Reliability*, *Mean Time To Repair*, *Mean Time To Failure* dan sebagainya, dalam setiap distribusi memiliki parameter yang berbeda beda, pada Uji *Goodness of fit* masih menggunakan *Software Minitab17*, langkah-langkah dalam menentukan parameter yang sesuai dengan distribusi yang sudah cocok adalah dengan cara, klik menu *start*, kemudian pilih *Reliability /Survival*, Pilih menu *Distribution Anlysis Right Censoring* dan *Distribution Overview plot*, hingga muncul *textbox* seperti Gambar 2 berikut :



Gambar 2. *Textbox Minitab 17 Parameter*

Pada Kolom *Variable* isikan data yang akan dicari parameternya, kemudian pada parameter *analysis* isikan distribusi yang sebelumnya sudah sesuai dengan komponen tersebut.

d. Keandalan

Distribusi keandalan berpaku terhadap cara ketika sistem asset didistribusikan di antara berbagai part, komponen atau unit. Distribusi keandalan melibatkan analisis serta strategi guna untuk memastikan bahwa keandalan sistem dijaga secara baik dan rutin di seluruh elemen yang berkontribusi pada seluruh kinerja. (Maruddani, n.d.) Hal ini melibatkan beberapa pendistribusian diantaranya adalah:

1. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull merupakan salah satu distribusi probabilitas yang berfungsi untuk memodelkan data yang berkaitan dengan waktu hingga terjadinya suatu peristiwa atau kegagalan. Berikut merupakan rums dari distribusi Weibull pada persamaan (1) hingga (6).

$$F(t) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \quad (1)$$

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad (2)$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \quad (3)$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\mu} \left(\frac{t}{\mu}\right)^{\beta-1} \quad (4)$$

$$MTTF = \beta \gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \quad (5)$$

Keterangan

- R(t) : Fungsi keandalan
- λ : Laju Kerusakan
- γ : Fungsi gamma, $\gamma(n) = (n-1)!$
- μ : Scale Parameter
- β : Shape Parameter
- t : Waktu , $t \geq 0$

2. Distribusi Normal

Distribusi normal, juga dikenal sebagai distribusi Gaussian, salah satu distribusi probabilitas yang paling penting dan banyak digunakan dalam statistika. Distribusi ini memiliki bentuk lonceng simetris dan kontinu, dengan pusat di nilai rata-rata dan variabilitas yang diatur oleh simpangan baku. Berikut merupakan rumus distribusi Normal pada persamaan (6) dan (7).

$$R(t) = \Phi\left[\frac{t-\mu}{\sigma}\right] \quad (6)$$

$$\lambda(t) = \frac{\exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]}{\int_{t^\infty} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} \quad (7)$$

Keterangan

- R(t) : Fungsi keandalan
- Φ : Distribusi kumulatif standar dari distribusi normal.
- μ : Nilai rata-rata distribusi normal.
- σ : Simpangan baku distribusi normal.

3. Distribusi Lognormal

Distribusi Lognormal ini memiliki bentuk yang berbeda, sehingga dapat disimpulkan data yang sesuai dengan distribusi Weibull sesuai dengan distribusi Lognormal, seperti pada persamaan (8) hingga (12).

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (8)$$

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_t^{t+1} \exp\left[-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (9)$$

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_t^\infty \exp\left[-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (10)$$

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (11)$$

$$MTTF = e(t_0 + 0,5 s^2) \quad (12)$$

Keterangan

- σ : standar deviasi
- μ : harga rata-rata
- t : waktu operasi keseluruhan
- $R(t)$: fungsi keandalan
- $F(t)$: probabilitas kerusakan
- s : scale parameter
- t_{med} : median

4. Distribusi *Exponential*

Distribusi *Exponential* adalah distribusi probabilitas yang diterapkan untuk menggambarkan interval waktu antara 2 kejadian yang terjadi secara tersendiri dan secara berkesinambungan dengan waktu. Parameter yang digunakan dalam distribusi ini ialah λ yang menyatakan rata rata kedatangan suatu kerusakan seperti pada persamaan (13) hingga (17)

$$F(t) = \lambda e^{-\lambda t}; t > 1 \tag{13}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \tag{14}$$

$$R(t) = e^{-\lambda t} \tag{15}$$

$$\lambda(t) = \lambda \tag{16}$$

$$MTTF = \int_t^{\infty} R(t)dt = 1/\lambda \tag{17}$$

Keterangan

- $R(t)$: Fungsi keandalan
- t : Interval waktu
- λ : Laju Kerusakan

e. Interval Perbaikan

Untuk menentukan penjadwalan pada Mesin *Grading Plant II* PT Keramik Diamond Industries dilakukan perhitungan interval perbaikan, dalam perhitungan interval perbaikan tersebut, disesuaikan dengan rumus dari distribusi yang terpilih, rumus yang digunakan untuk interval perawatan ini dengan menggunakan distribusi *Exponential* adalah seperti persamaan (18) sebagai berikut

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \tag{18}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemilihan Sistem dan Informasi

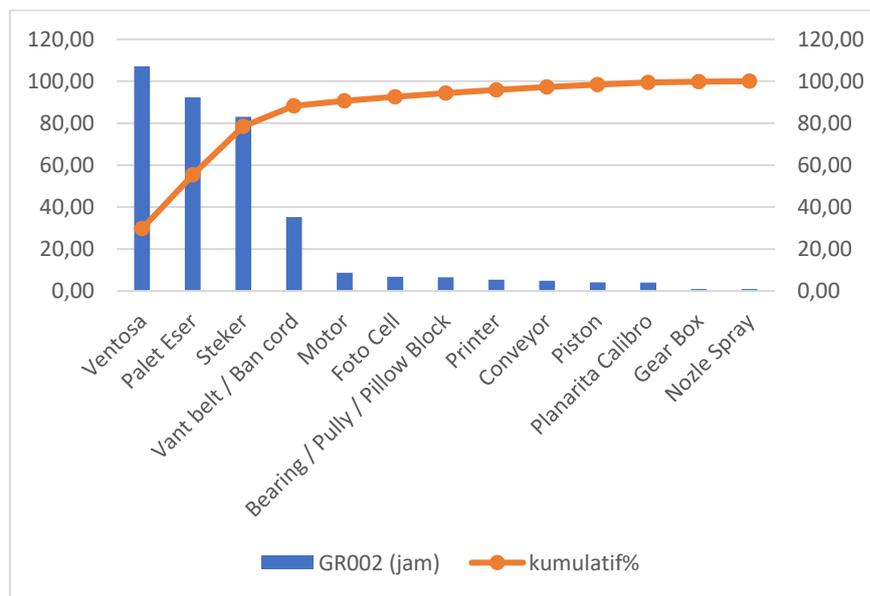
Pemilihan system yang dipilih dalam penelitian ini adalah, mesin *grading* pada *plant II* di PT Keramik Diamond Industries, mesin *grading* merupakan tahap akhir dalam proses pembuatan keramik ubin, mesin ini berfungsi sebagai penyortiran kualitas keramik, pengepakan keramik, serta penataan pada palet yang selanjutnya akan dilakukan pendistribusian kepada konsumen. Berikut ini merupakan tabel komponen serta fungsi dari komponen :

Tabel 2. Komponen dan fungsi

Komponen	Fungsi
Bearing / Pully / Pillow Block	Berfungsi sebagai menambah gerak atau putaran dalam mekanisnya
Conveyor	Conveyor berfungsi untuk, mengantarkan suatu produk pada proses A ke proses B
Foto Cell	Sensor pemberian tanda kualitas, untuk memisahkan KW 1, KW 2, KW 3, dan KW X

Komponen	Fungsi
Gear Box	Gear Box merupakan penggerak dari sebuah mesin, untuk terusan dari part Motor
Lem	Penadah lem berfungsi untuk memanaskan biji lem yang masi mentah
Motor	Merupakan penggerak dari rantai, vanbel. Yang dalam prosesnya dibantu oleh GearBox
Nozle Lem	Mengeluarkan cairan lem, yang sudah dipanaskan di penadah lem
Palet Eser	Menata keramik yang sudah dilakukan pengepakan di palet secara otomatis
Piston	Berfungsi untuk memberi tekanan,pada proses proses yang berjalan
Planarita / Calibro	Planarita berfungsi sebagai menyortir dari sisi keramik, sedangkan calibro berfungsi sebagai penyortiran ketebalan yang di standartkan
Printer	Printer berguna untuk memberi tanda pada kardus packing, tanda tersebut berupa type keramik serta kualitas keramik
Steker	Berfungsi untuk menyusun keramik untuk masuk diproses pengepakan
Vant belt / Ban cord	Berfungsi sebagai penggerak pada conveyor
Ventosa	Memindahkan dari proses glazing ke proses <i>grading</i>

Setelah diketahui beberapa komponen yang berada pada Mesin *Grading*, berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui nilai *Downtime* masing-masing komponen, maka akan dilakukan pemilihan komponen dengan menggunakan diagram pareto.



Gambar 3. Pareto downtime mesin grading

Tabel 3. Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

No	Komponen	Mode kerusakan	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN
1	Ventosa	vakum tidak fungsi penggerak menalami eror	vakum bocor, penggerak mengalami aus, oli mengering,penjepit pada vakum patah.	Proses pengecekan tidak berjalan, tahap sortir terhenti.	5	4	8	160

No	Komponen	Mode kerusakan	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN
4	Palet Eser	penjepit rusak, sensor otomatis tidak berfungsi	penjepit pada komponen ini mengalami gupil atau patah, yang disebabkan oleh jumlah keramik yang dipindahkan, tidak sesuai dengan ukuran, penjepit tersebut. Kelebihan muatan dan ketidaksesuaian keramik yang ditopang.	pemindahan pada palet dilakukan secara manual.	5	5	7	175
2	Steker	profil teflon	terjadi aus, karena digunakan secara berkala dan terus menerus.	proses penyusunan keramik terhambat.	5	7	3	105
3	Bearing / Pully / Pillow Block	Bearing aus Ball bearing pecah	seringnya terjadi gesekan pada komponen lain, bearing sudah pada masanya.	pully berputar tidak sempurna.	5	4	5	100
4	Conveyor	sabuk tidak rapat terjadi gesekan antara sabuk dan kerangka	posisi shaft tidak sejajar mengakibatkan sabuk tidak rapat, sabuk pada conveyor sobek, yang terjadi karena sambungan tidak sempurna, motor penggerak terlalu panas.	Berhenti beroperasi, untuk dilakukan perbaikan.	4	5	5	100
5	Motor	Komponen aus Oli habis	Kecepatan yang terlalu <i>over</i> , sehingga menyebabkan <i>Overhead</i> , suhu sampai dengan 80 derajat	Gearbox tidak jalan, komponen pada mesin <i>grading</i> terhambat	7	2	7	98
6	Printer	catridge rusak, tinta habis	catridge yang ada pada komponen printer sudah tidak layak pakai, serta tinta telat untuk diisi kembali (stok tinta habis).	Kardus tidak bisa diberi tanda type dan grade	5	3	6	90
7	vanbelt/banco rd	vanbelt putus	shaft terlalu rapat dan miring, pully seret, putaran tidak sesuai	conveyor terhenti, proses produksi terhambat	3	6	4	72
8	Planarita/Calibro	fungsi pada keduanya menurun	sensor ketebalan dan kepresisian pada planarita/calibro tidak berfungsi. Mengalami konsleting pada komponen tersebut, sehingga terjadi penurunan fungsi.	sortir otomatis pada ketebalan serta kepresisian mengalami penghambatan	4	2	8	64
9	GearBox	Oli habis Gigi aus	Oli pada GearBox habis karena pemakaian yang berlebihan atau sudah pada waktu perbaikan ulang pada komponen tersebut, yang mengakibatkan gigi dalam gearbox aus karena oli yang terdapat pada gearbox habis.	Penggerak tidak stabil serta kecepatan pada proses berjalannya mesin terhambat.	2	3	9	54
10	Piston	kebocoran oli Komponen aus	oli dalam piston mengalami kebocoran yang mengakibatkan keausan pada komponen dalamnya, serta penggunaan pelumas yang kurang sesuai.	overheat, keausan, dan mengalami penurunan fungsional.	3	2	8	48
11	FotoCell	Sensor tidak berfungsi	tertimpa serpihan keramik yang di sortir secara otomatis, serta LED sensor tidak berfungsi.	melakukan sortir manual bawah.	2	3	8	48
12	Nozzle Spray	Tidak keluar Angin	Angin untuk pembersihan debu pada proses pengecekan warna tidak stabil	proses pengepakan terhambat, lem yang keluar tidak sesuai takaran.	2	2	7	28

Didapatkan komponen yang memiliki nilai kekritisan paling tinggi adalah *Ventosa, Palet esser* dan *Steker*, maka dalam proses selanjutnya akan difokuskan dengan ketiga komponen tersebut.

3.2. Uji Distribusi dan Parameter

Pada tahap ini dilakukan uji distribusi kepada ketiga komponen dari nilai TTR dan TTF, setelah dilakukan proses uji distribusi, dan dilakukan uji parameter dari setiap distribusi yang sesuai, didapatkan hasil sebagai berikut ini:

Tabel 4. Hasil Uji Distribusi

No	Distribusi	TTR			TTF	
		Komponen	λ	t	λ	t
1	Exponential	Ventosa	0,0017704	569,53	0,107233	12,24
2	Exponential	Palet esser	0,0014255	698,79	0,086526	11,38
3	Exponential	Steker	0,001478	675,96	0,090073	11,15

3.3. Reliability

Menurut (Mahendra, 2022) dalam pengertian luas keandalan dijabarkan sebagai tingkat ukur serta keberhasilan suatu objek dalam suatu pengoperasian kemungkinan berfungsi dengan baik dalam rentan waktu yang telah ditentukan, system dapat dikatakan andal apabila, pada rentan 60% sampai dengan 80%, pada angka 60% sistem sudah dapat dikatakan andal, meski masih dalam batas minimal. Tahap selanjutnya adalah dilakukan perhitungan keandalan ketiga komponen tersebut dengan menggunakan distribusi *Exponential*, Rumus untuk menghitung nilai keandalan distribusi *Exponential* adalah:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Berikut contoh perhitungan dari distribusi *Exponential* pada komponen *Ventosa*.

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ R(t) &= e^{-0,107233 \times 12,24} \\ R(t) &= e^{-1,312553192} \\ &= e^{-0,2691} \\ &= 0,2691 \text{ (26,91\%)} \end{aligned}$$

Hasil keseluruhan dari nilai *Reliability* komponen *Ventosa, Palet esser, Steker*, yang akan digunakan sebagai acuan nilai interval perawatan.

Tabel 5. Hasil Keandalan

Distribusi	Komponen	Reliability
Exponential	Ventosa	26,91%,
Exponential	Palet esser	37,33%
Exponential	Steker	36,62%.

3.4. Perhitungan Nilai MTTR dan MTTF

Mean Time To Repair merupakan nilai rata-rata dari kerusakan suatu mesin atau komponen, *Mean Time To Failure* Merupakan nilai rata-rata dari perbaikan yang dilakukan (Junaedi & Aspiranti, 2022). Dalam penelitian ini, tahap perhitungan MTTR dan MTTF menggunakan distribusi *Exponential* sebagai berikut :

$$MTTR = \int_t^{\infty} R(t)dt = 1/\lambda$$

$$MTTR = \int_t^{\infty} R(60)dt = 1/0,001770$$

$$R(60)dt = 5,648$$

$$= 5,648 \text{ Menit}$$

$$MTTF = \int_t^{\infty} R(t)dt = 1/\lambda$$

$$MTTF = \int_t^{\infty} R(12,24)dt = 1/0,107233$$

$$R(12,24)dt = 9,325$$

$$= 9,325 \text{ Jam}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai dengan satuan yang berbeda, yakni jam dan menit yang kemudian akan dijadikan menjadi satuan jam keseluruhan, berikut merupakan hasil dari keseluruhan perhitungan MTTF dan MTTR:

Tabel 6. Hasil MTTF

No	Distribusi	Komponen	TTF		MTTF	Menit
			λ	t		
1	Exponential	Ventosa	0,107233	12,24	9,325	559,53
2	Exponential	Palet esser	0,086526	11,38	11,557	693,43
3	Exponential	Steker	0,090073	11,15	11,102	666,13
No	Distribusi	Komponen	TTR		MTTR	Jam
			λ	t		
1	Exponential	Ventosa	0,0017704	569,53	5,648	0,94
2	Exponential	Palet esser	0,0014255	698,79	7,015	0,11
3	Exponential	Steker	0,0014794	675,94	6,759	0,11

3.5. Perhitungan Interval Perawatan

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari penggunaan metode *Reliability Centered Maintenance*, yang mana menghasilkan sebuah *Output* Penjadwalan perawatan komponen *Ventosa*, *Palet esser*, dan *Steker*. Pada perhitungan interval perawatan menggunakan rumus yang sesuai dengan distribusi *exponential*, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Interval perawatan} &= \frac{\ln(1-p)}{\lambda} \\ &= \frac{\ln(1-0,6357)}{0,0017704} \\ &= \frac{\ln(0,3643)}{0,0017704} \\ &= \frac{-0,6075}{0,0017704} \\ &= \frac{0,6075}{0,0017704} \\ &= 342,821 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan diatas merupakan hasil dari perawatan yang dilakukan untuk komponen *Ventosa*, berikut adalah rekapan keseluruhan perhitungan ketiga komponen yang sudah dilakukan. Dengan nilai lama perbaikan komponen *Ventosa* selama 0,94 jam Komponen *Palet esser* selama 0,11 jam dan komponen *Steker* 0,11 jam. Hasil tersebut diperoleh dari nilai perhitungan MTTR.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Interval Perawatan

No	Komponen	Jam	Hari
1	Ventosa	342,82	14
2	Palet esser	699,79	29
3	Steker	677,79	28

Namun Keandalan yang diinginkan adalah senilai 60% sampai dengan 70%, maka dilakukan perhitungan dengan keandalan pada komponen *Ventosa* sejumlah 60% komponen *Palet esser* sejumlah 65% dan Komponen *Steker* sejumlah 70%, berikut adalah perhitungannya.

$$T = -\ln \left(\frac{1 - \text{Reliability}}{\lambda} \right)$$

$$T = -\ln \left(\frac{1 - 0,60}{0,0017704} \right)$$

$$= -\ln \left(\frac{0,40}{0,0017704} \right)$$

$$= \frac{0,9162}{0,0017704}$$

$$= 517,5 \text{ Jam}$$

Hasil tersebut merupakan keandalan dari sebuah komponen *Ventosa* sejumlah 60%, dengan waktu perawatan komponen *Ventosa* selama 0,94 jam Komponen *Palet esser* selama 0,11 jam dan komponen *Steker* 0,11 jam. Hasil tersebut diperoleh dari nilai perhitungan MTTR.

Tabel 8. Hasil Perhitungan dengan Keandalan 60%-70%

Komponen	Jadwal Perbaikan	
	Jam	Hari
Ventosa	517,5	21
Palet esser	736,5	30
Steker	813,7	33

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah penjadwalan komponen Mesin *Grading Plant II* pada PT Keramik Diamond Industries, dalam proses penentuan penjadwalan tersebut dilakukan analisis tingkat kritis komponen yang ada pada Mesin *Grading Plant II*, Analisis tersebut dilakukan dengan pengukuran tingkat kerusakan atau berhentinya suatu mesin menggunakan diagram pareto serta menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) komponen tersebut adalah *Ventosa*, *Palet esser*, dan *Steker*. Ketiga komponen tersebut merupakan part penting yang ada pada Mesin *Grading Plant II* PT Keramik Diamond Industries, dan memiliki nilai kerusakan tinggi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

Berdasarkan hasil dari perhitungan dari Interval perawatan dihasilkan sebuah jadwal untuk dilakukannya perawatan pada komponen *Ventosa*, *Palet esser*, dan *Steker*, pada komponen *Ventosa* dilakukan penjadwalan setiap 342,82 jam atau sekitar 14 hari, untuk Komponen *Palet esser* dilakukan penjadwalan setiap 699,79 jam atau sekitar 29 hari, dan untuk Komponen *Steker* dilakukan penjadwalan setiap 677,79 jam atau sekitar 28 hari. Berdasarkan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) didapatkan waktu untuk memperbaiki atau perawatan ketiga komponen tersebut. Dari perhitungan tersebut menghasilkan waktu perbaikan Komponen *Ventosa* selama 0,94 jam. Waktu perbaikan Komponen *Palet esser* selama 0,11 jam, Waktu perbaikan Komponen *Steker* selama 0,11 jam.

Untuk perhitungan interval perawatan berdasarkan permintaan perusahaan dengan nilai keandalan 60% sampai dengan 70% memperoleh waktu perawatan pada komponen *Ventosa* 517,5 Jam atau 21 Hari,

Komponen *Palet esser* 736,5 Jam atau 30 Hari, pada Komponen *Steker* 813,7 Jam atau 33 Hari. . Dari perhitungan tersebut menghasilkan waktu perbaikan Komponen *Ventosa* selama 0,94 jam. Waktu perbaikan Komponen *Palet esser* selama 0,11 jam, Waktu perbaikan Komponen *Steker* selama 0,11 jam. Untuk penelitian yang lebih lanjut dapat digunakan metode *Overall Equipment Effectiveness*. Yang bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin serta memperhitungkan *Performance, Availability, Quality*, suatu mesin

6. Daftar Pustaka

- Alrifae, M., Hong, T. S., As'array, A., Supeni, E. E., & Ang, C. K. (2020). Optimization and selection of maintenance policies in an electrical gas turbine generator based on the hybrid reliability-centered maintenance (RCM) model. *Processes*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/PR8060670>
- Basri, E. I., Abdul Razak, I. H., Ab-Samat, H., & Kamaruddin, S. (2017). Preventive maintenance (PM) planning: a review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(2), 114–143. <https://doi.org/10.1108/JQME-04-2016-0014>
- Geisbush, J., & Ariaratnam, S. T. (2023). Reliability centered maintenance (RCM): literature review of current industry state of practice. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(2), 313–337. <https://doi.org/10.1108/JQME-02-2021-0018>
- Junaedi, J., & Aspiranti, T. (2022). Analisis Pemeliharaan Mesin Produksi Panel Surya dengan Menggunakan Metode MTBF, MTTF, MTTR Untuk Meminimumkan Biaya Maintenance. *Bandung Conference Series: Business and Management*, 2(2), 1167–1174. <https://doi.org/10.29313/bcsbm.v2i2.4002>
- Mahendra, B. P. (2022). ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DENGAN INDEKS SAIFI DAN SAIDI PADA PT. PLN (Persero) UP3. 4(1), 1–6. <http://123dok.com>
- Maruddani, D. A. I. (n.d.). *C3 Buku Survival Analysis Tahun 2021*. Undip Press.
- Pranowo, I. D. (2020). *Sistem Dan Manajemen Pemeliharaan (Maintenance. System Dan Management*.
- Ramadhan, I., & Widiasih, W. (2023). Analisis Penggantian dan Perawatan pada Papermachine Bagian Wire dan Dryer Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan Age replacement Pada PT. X. *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Tekstil Dan Manajemen Industri*, 6(1 SE-Articles), 1–14. <https://doi.org/10.59432/jute.v6i1.60>
- Siregar, N., & Munthe, S. (2019). Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 3(2).
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sain Dan Teknologi*, 1–9.
- Widyaswara Pradana, W., & Widiasih, W. (2023). *Penjadwalan Preventive Maintenance untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Frais dan Bubut di PT. ISUMI*. 05, 1–11.