

Bab 5

Analisis

5.1. Kegagalan Pada Mesin

Penentuan mesin yang terpilih ditentukan berdasarkan nilai *down time* tertinggi dengan menggunakan diagram pareto, berdasarkan penentuan mesin kritis terdapat empat mesin dengan total *down time* di tahun 2022. Mesin tersebut yaitu mesin *Deckel Maho*, *Jobs*, *SIP*, dan *Cyril Bath*. Pada dari mesin *JOBS* didapatkan total *down time* sebesar 429,51 jam dengan persentase kumulatif yaitu 36,85. Pada mesin *Deckel Maho* didapatkan total *down time* sebesar 418,76 jam dengan persentase kumulatif 72,78%. Pada mesin *CYRIL BATH* didapatkan total *down time* sebesar 300,5 jam dan persentase kumulatif sebesar 98,56%. Terakhir pada mesin *SIP* didapatkan total *down time* terkecil, yaitu 16,75 jam dan didapatkan persentase kumulatif sebesar 100%.

Kemudian Dari ke-empat mesin tersebut di dapatkan persentase kerusakan mesin tertinggi pada mesin *Jobs* dengan total *down time* sebesar 429,51 jam. Mesin *Jobs* ini memiliki beberapa komponen yang sering mengalami kerusakan yaitu komponen *Spindle*, Saluran *Coolant*, Sensor, selang angin, dan bagian *Electrical*. Komponen-komponen tersebut kemudian dianalisa berdasarkan fungsi kegagalannya, penyebab terjadinya kerusakan, dan efek yang disebabkan dengan Metode *Failure Mode Effect Analysis* untuk menentukan komponen kritis. Dari hasil pengisian form *FMEA* oleh pihak *Maintenance* di PTDI di dapatkan nilai *Risk Priority Number* pada masing masing komponen.

Pada komponen *Spindle* jenis kegagalan yang sering terjadi yaitu *cooling* bocor didalam *spindle*, hal ini mengakibatkan operasi mesin terhenti dan penyebab kegagalan selang dalam *spindle* patah, pecah atau putus. Pada komponen *spindle* ini didapatkan nilai ranking pada *severity* atau tingkat keparahan yaitu 7, nilai 7 merupakan nilai keparahan yang tinggi dengan deskripsi sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh, dan didapatkan nilai ranking *Occurrence* atau

tingkat terjadinya kegagalan dengan nilai 8, nilai 8 menunjukkan bahwa komponen ini mengalami kegagalan yang berulang, dan terakhir didapatkan nilai *Detection* atau tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan pada komponen, nilai *Detection* pada komponen *Spindle* didapatkan nilai ranking 4, nilai 4 memiliki nilai dengan tingkat mendeteksi menengah keatas, dalam hal ini *Preventive Maintenance* memiliki kemungkinan "*moderately High*" untuk menemukan penyebab dan mode kegagalan potensial, sehingga nilai total *Risk Priority Number* pada komponen *Spindle* adalah 224. Nilai RPN di dapatkan dari rumus $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$.

Pada komponen Saluran *Coolant* jenis kegagalan yang sering terjadi yaitu peralatan macet, hal ini mengakibatkan operasi mesin terhenti dan penyebab kegagalan saluran *Coolant* kotor. Pada komponen Saluran *coolant* ini didapatkan nilai ranking pada *severity* atau tingkat keparahan yaitu 6, nilai 6 merupakan nilai keparahan yang sedang dengan deskripsi sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi *output*, dan didapatkan nilai ranking *Occurrence* atau tingkat terjadinya kegagalan dengan nilai 7, nilai 7 menunjukkan bahwa komponen ini mengalami kegagalan yang berulang, dan terakhir didapatkan nilai *Detection* atau tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan pada komponen, nilai *Detection* pada komponen saluran *coolant* didapatkan nilai ranking 5, nilai 5 memiliki nilai dengan tingkat mendeteksi sedang, dalam hal ini *Preventive Maintenance* memiliki kemungkinan "*moderate*" untuk menemukan penyebab dan mode kegagalan potensial, sehingga nilai total *Risk Priority Number* pada komponen saluran *coolant* adalah 210.

Pada komponen sensor jenis kegagalan yang sering terjadi yaitu *Alarm Profibus*, hal ini mengakibatkan kesalahan sistem, program atau sinkronisasi, dan penyebab kegagalan yaitu gangguan fungsi pada mesin. Pada komponen sensor ini didapatkan nilai ranking pada *severity* atau tingkat keparahan yaitu 8, nilai 8 merupakan nilai keparahan yang sangat tinggi dengan deskripsi sistem tidak beroperasi, dan didapatkan nilai ranking *Occurrence* atau tingkat terjadinya kegagalan dengan nilai

8, nilai 8 menunjukkan bahwa komponen ini mengalami kegagalan yang berulang, dan terakhir didapatkan nilai *Detection* atau tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan pada komponen, nilai *Detection* pada komponen sensor didapatkan nilai ranking 4, nilai 4 memiliki nilai dengan tingkat menengah keatas, dalam hal ini *Preventive Maintenance* memiliki kemungkinan "*moderately High*" untuk menemukan penyebab dan mode kegagalan potensial, sehingga nilai total *Risk Priority Number* pada komponen sensor adalah 256.

Pada komponen selang angin jenis kegagalan yang sering terjadi yaitu *air leak*, hal ini mengakibatkan operasi terhenti dan tekanan angin kurang, dan penyebab kegagalan yaitu kebocoran pada selang. Pada komponen selang angin ini didapatkan nilai ranking pada *severity* atau tingkat keparahan yaitu 8, nilai 8 merupakan nilai keparahan yang sangat tinggi dengan deskripsi sistem tidak beroperasi, dan didapatkan nilai ranking *Occurrence* atau tingkat terjadinya kegagalan dengan nilai 7, nilai 7 menunjukkan bahwa komponen ini mengalami kegagalan yang berulang, dan terakhir didapatkan nilai *Detection* atau tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan pada komponen, nilai *Detection* pada komponen sensor didapatkan nilai ranking 5, nilai 5 memiliki nilai dengan tingkat sedang, dalam hal ini *Preventive Maintenance* memiliki kemungkinan "*moderate*" untuk menemukan penyebab dan mode kegagalan potensial, sehingga nilai total *Risk Priority Number* pada komponen selang angin adalah 280.

Pada komponen *electrical power supply* jenis kegagalan yang terjadi yaitu *Monitor/display off*, hal ini mengakibatkan operasi terhenti dan tidak dapat setting mesin, dan penyebab kegagalan yaitu kerusakan pada *Power Supply*. Pada komponen *power supply* ini didapatkan nilai ranking pada *severity* atau tingkat keparahan yaitu 7, nilai 7 merupakan nilai keparahan yang tinggi dengan deskripsi sistem tidak beroperasi, dan didapatkan nilai ranking *Occurrence* atau tingkat terjadinya kegagalan dengan nilai 7, nilai 7 menunjukkan bahwa komponen ini mengalami kegagalan yang berulang, dan terakhir didapatkan nilai *Detection* atau tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan pada komponen, nilai *Detection* pada

komponen sensor didapatkan nilai ranking 5, nilai 5 memiliki nilai dengan tingkat sedang, dalam hal ini *Preventive Maintenance* memiliki kemungkinan "*moderate*" untuk menemukan penyebab dan mode kegagalan potensial, sehingga nilai total *Risk Priority Number* pada komponen selang angin adalah 245.

Pada ke lima komponen diatas terdapat komponen dengan nilai RPN tertinggi pada komponen selang angin, yaitu dengan nilai 280. Maka dalam penelitian ini di fokuskan *Preventive Maintenance* pada bagian selang angin pada Sub Komponen *Air Pressure*.

5.2. Penyebab Tingginya Nilai RPN

Penyebab tingginya nilai RPN ini di dasari perhitungan prioritas risiko atau suatu potensi kegagalan dapat terjadi, pada komponen selang angin didapatkan nilai *Severiy* atau tingkat keparahan yaitu 8, semakin besar nilainya maka akan semakin besar nilainya pada dampak yang akan terjadi lebih serius, hal ini berdampak pada kinerja mesin pada sub sistem *air pressure*. *Occurrence* atau kemungkinan terjadinya kerusakan pada komponen selang angin yaitu di dapatkan nilai 7, hal ini menunjukkan seberapa seringnya terjadi kerusakan pada komponen selang angin, dari data *down time* dari mesin *Jobs/Milling* pada tahun 2022 didapatkan 7 kerusakan pada komponen selang angin. *Detection* atau kemampuan mendeteksi pada komponen selang angin mendapatkan nilai 5, angka *detection* didapat cukup tinggi dikarenakan untuk mendeteksi kebocoran pada selang angin cukup sulit di jangkau.

Penyebab tingginya nilai *Severity* atau tingkat keparahan pada komponen selang angin di mesin *Jobs*, dikarenakan selang angin merupakan komponen yang sangat penting dalam sub sistem mesin *Jobs*. Jika selang angin mengalami kebocoran, maka operasi mesin akan terhenti, dikarenakan tekanan angin yang dibutuhkan untuk menunjang operasi mesin kurang, hal ini akan berdampak pada saat proses produksi sedang berlangsung.

Penyebab tingginya nilai *Occurrence* atau kemungkinan terjadinya kerusakan pada komponen selang angin yaitu dikarenakan usia pakai mesin yang sudah lama, hal ini menyebabkan kerusakan yang berulang pada bagian selang angin sub sistem *air pressure*, hal ini menyebabkan seringnya mesin mengalami kerusakan pada bagian tersebut yang akan menghambat proses produksi pada mesin *Jobs*.

Penyebab tingginya nilai *Detection* atau kemampuan mendeteksi pada komponen selang angin dikarenakan untuk mendeteksi komponen ini cukup rumit, karena komponen ini ada pada bagian dalam mesin dan jumlah selang yang tidak sedikit, sehingga jika komponen mengalami kerusakan, teknisi harus memeriksa satu per satu bagian selang mana yang bocor, hal ini mengakibatkan total *down time* yang cukup lama sehingga terhambatnya proses produksi.

Nilai RPN di dapatkan dari rumus $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$ ($RPN = 8 \times 7 \times 5 = 280$), nilai ini merupakan nilai tertinggi dari hasil perhitungan pada komponennya, hal ini menunjukkan bahwa komponen selang angin memiliki risiko yang lebih tinggi dan membutuhkan perhatian yang lebih dalam tindakan pencegahan untuk mengurangi potensi kegagalan pada mesin *Jobs*. Tindakan pencegahan ini harus dilakukan secara rutin agar mesin dapat digunakan dengan optimal, serta *down time* dari mesin akan berkurang secara signifikan.

5.3. Rata-rata Umur Pakai Komponen Kritis

Untuk menentukan distribusi yang akan digunakan untuk menentukan rumus *Mean Time to Failure*, *index of fit* dihitung. Distribusi Weibull, Normal, Lognormal, dan Eksponensial digunakan. Rata-rata umur pakai komponen dihitung dari hasil perhitungan ini.

Pada perhitungan distribusi *Weibull* yang dapat dilihat pada tabel 4.8, diperoleh nilai t_i (*time to failure*) dengan total 253, kemudian dari nilai t_i dicarilah nilai x_i , dimana nilai x_i diperoleh dari nilai $(\ln t_i)$ dan diperoleh nilai total x_i sebesar 22,98. Setelah mendapatkan nilai x_i kemudian mencari nilai $F(t_i)$ dan didapatkan total nilai

$F(t_i)$ sebesar 3,05. Setelah nilai $F(t_i)$ didapat, kemudian Langkah selanjutnya mencari nilai y_i , nilai y_i didapat nilai total sebesar -3,56. Setelah nilai y_i didapat kemudian mencari nilai $x_i.y_i$, total nilai $x_i.y_i$ didapatkan sebesar -12,54. Kemudian mencari nilai x_i^2 dan y_i^2 , nilai x_i^2 didapatkan nilai total 80,70 dan nilai y_i^2 didapatkan nilai total 8,78. Setelah itu kemudian menghitung nilai *index of fit* dari distribusi *Weibull*, dari hasil perhitungan didapatkan nilai *index of fit* distribusi *Weibull* sebesar -0,4661.

Pada perhitungan distribusi *Normal* yang dapat dilihat pada tabel 4.9, diperoleh nilai t_i (*time to failure*) dengan total 253, kemudian dari nilai t_i dicarilah nilai x_i , dimana nilai x_i diperoleh dari nilai t_i dan diperoleh nilai total t_i sebesar 253. Setelah mendapatkan nilai x_i kemudian mencari nilai $F(t_i)$ dan didapatkan total nilai $F(t_i)$ sebesar 3,50. Setelah nilai $F(t_i)$ didapat, kemudian langkah selanjutnya mencari nilai z_i , nilai z_i didapat nilai total sebesar 7,50. Setelah nilai z_i didapat kemudian mencari nilai $x_i.z_i$, total nilai $x_i.z_i$ didapatkan sebesar 262,81. Kemudian mencari nilai x_i^2 dan z_i^2 , nilai x_i^2 didapatkan nilai total 12915 dan nilai z_i^2 didapatkan nilai total 17386,7. Setelah itu kemudian menghitung nilai *index of fit* dari distribusi *Normal*, dari hasil perhitungan didapatkan nilai *index of fit* distribusi *Normal* sebesar -0,001.

Pada perhitungan distribusi *Lognormal* yang dapat dilihat pada tabel 4.10, diperoleh nilai t_i (*time to failure*) dengan total 253, kemudian dari nilai t_i dicarilah nilai x_i , dimana nilai x_i diperoleh dari nilai $(\ln t_i)$ dan diperoleh nilai total x_i sebesar 22,98. Setelah mendapatkan nilai x_i kemudian mencari nilai $F(t_i)$ dan didapatkan total nilai $F(t_i)$ sebesar 3,50. Setelah nilai $F(t_i)$ didapat, kemudian langkah selanjutnya mencari nilai z_i , nilai z_i didapat nilai total sebesar 7,50. Setelah nilai z_i didapat kemudian mencari nilai $x_i.z_i$, total nilai $x_i.z_i$ didapatkan sebesar 24,36. Kemudian mencari nilai x_i^2 dan z_i^2 , nilai x_i^2 didapatkan nilai total 80,70 dan nilai z_i^2 didapatkan nilai total 10,37. Setelah itu kemudian menghitung nilai *index of fit* dari distribusi *lognormal*, dari hasil perhitungan didapatkan nilai *index of fit* distribusi *Lognormal* sebesar 1,691.

Pada perhitungan distribusi *Eksponensial* yang dapat dilihat pada tabel 4.11, diperoleh nilai t_i (*time to failure*) dengan total 253, kemudian dari nilai t_i dicarilah nilai x_i , dimana nilai x_i diperoleh dari nilai t_i dan diperoleh nilai total x_i sebesar 253. Setelah mendapatkan nilai x_i kemudian mencari nilai $F(t_i)$ dan didapatkan total nilai $F(t_i)$ sebesar 3,50. Setelah nilai $F(t_i)$ didapat, kemudian langkah selanjutnya mencari nilai y_i , nilai y_i didapat nilai total sebesar -3,50. Setelah nilai y_i didapat kemudian mencari nilai $x_i \cdot y_i$, total nilai $x_i \cdot y_i$ didapatkan sebesar -153,02. Kemudian mencari nilai x_i^2 dan y_i^2 , nilai x_i^2 didapatkan nilai total 12915 dan nilai y_i^2 didapatkan nilai total 8,78. Setelah itu kemudian menghitung nilai *index of fit* dari distribusi *Eksponensial*, dari hasil perhitungan didapatkan nilai *index of fit* distribusi *Eksponensial* sebesar -0,151.

Dari hasil perhitungan dengan ke-enpat distribusi tersebut didapatkan nilai *index of fit* tertinggi pada distribusi *Lognormal* dengan nilai 1,691, maka selanjutnya untuk menghitung *Mean Time to Failure* (MTTF) dihitung berdasarkan rumus *Lognormal*, dan nilai MTTF yang di dapat yaitu 31,788 hari untuk nilai keandalan komponen selang angin yang bekerja tanpa melakukan *Preventive Maintenance*.

5.4. Usulan Penjadwalan *Preventive Maintenance*

Usulan penjadwalan *Preventive Maintenance* melalui perhitungan pada komponen yang sering mengalami kerusakan, yaitu komponen selang angin pada mesin *Jobs*. Perhitungan ini didasarkan pada distribusi terpilih yaitu distribusi *lognormal* dengan perhitungan *trial error*, dan untuk perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk penggantian komponen selang angin menggunakan simulasi *Monte Carlo*.

Dari hasil perhitungan *Age Replacement* didapatkan hasil waktu optimal untuk pengecekan dan penggantian komponen selang angin yaitu setiap 27 hari, hasil ini didapat dari perhitungan yang didasarkan pada distribusi terpilih, yaitu distribusi *Lognormal* dengan cara *trial error*. Waktu 27 hari ini digunakan karena hasil perhitungan $M(t_p)$ yang terkecil, yaitu dengan nilai 79,72496. Nilai ini dipilih yang

paling kecil guna mengurangi risiko kegagalan atau waktu paling optimal untuk pengecekan dan penggantian komponen pada selang angin.

Dari hasil simulasi Monte Carlo didapatkan hasil setiap 49 hari, hasil simulasi ini digunakan berdasarkan nilai yang sering muncul dan *error probability* dengan persentase tertinggi yaitu 19,05%. Hasil Simulasi Monte Carlo ini tidak sepenuhnya akurat pada sistem nyata, maka hasil simulasi diasumsikan untuk waktu rata-rata penggantian komponen selang angin pada sub sistem *air pressure* untuk *Corrective Maintenance*.

Preventive Maintenance pada komponen selang angin harus dilakukan secara rutin dan berkala sebelum komponen mengalami kerusakan setiap 27 hari guna mengurangi risiko kerusakan pada saat mesin melakukan produksi. Akan tetapi, jika pada saat pemeriksaan di *Preventive Maintenance* kondisi komponen masih baik dan di prediksi masih bisa digunakan sampai dengan periode selanjutnya, maka pengecekan kembali dapat dilakukan lagi pada periode selanjutnya di jadwal *Corrective Maintenance* pada hari ke 49 untuk pengecekan dan penggantian komponen.