USULAN PENENTUAN WAKTU PENGGANTIAN KOMPONEN KIT PADA LOKOMOTIF CC 201 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *AGE REPLACEMENT* DI PT. KERETA API INDONESIA

Friska Nurcahaya Pakpahan[1], I Made Aryantha A[2]
Program Studi Teknik Industri, Universitas Komputer Indonesia, Bandung
Jl Dipatiukur No. 112-116, 40132, Tlp. (022) 2504119, Fax. (022) 2533754
alam.santosa@unikom.ac.id, friska.pakpahan@gmail.com

Abstrak

PT Kereta Api sebagai perusahaan yang bergerak dibidang sektor jasa transportasi. Salah satu sarana penting dalam penyelenggaraan transportasi kereta api adalah lokomotif. Lokomotif adalah bagian dari rangkaian kereta api dimana terdapat mesin untuk menggerakkan kereta api. Lokomotif yang sering mengalami tingkat frekuensi kerusakan yang sangat tinggi adalah lokomotif CC 201. Di bagian lokomotif CC 201 terdapat beberapa bagian komponen yang rutin dilakukan *maintenance* yaitu komponen KIT. Penggantian komponen KIT dilakukan dalam interval waktu per 3 bulan dan dalam setahun terjadi perawatan sebanyak 4 kali. Penggantian komponen KIT 3 bulan CC 201 selama setahun sebanyak 29 kali. Sering terjadinya kegiatan penggantian komponen KIT 3 bulan mengakibatkan terjadinya waktu kerusakan *(downtime)* yang tidak dikehendaki.

Age Replacement adalah metode yang tepat digunakan karena metode ini menentukan interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat. Metode ini sangat tepat diterapkan terhadap komponen yang interval waktu penggantiannya relatif tidak mempengaruhi komponen lain.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat bagian mesin dari lokomotif yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah komponen KIT 3 bulan. Tahapan dalam menentukan penggantian komponen KIT 3 bulan yang optimal yaitu menentukan waktu antar kerusakan, tingkat keandalan (reliability) dan interval waktu penggantian dan ongkos penggantian komponen KIT 3 bulan. Hasil perhitungan dengan metode *age replacement* interval waktu penggantian yang tepat yaitu pada hari ke 78 dengan biaya yang dikeluarkan Rp 56.384,18,-/hari dan total biaya yang dikeluarkan selama 78 hari Rp 4.397.996,82. Sedangkan tindakan perbaikan yang diusulkan adalah menggunakan interval waktu penggantian komponen KIT 3 bulan pada hari ke 78 dan membuat koordinasi yang lebih baik antar bagian pengoperasian serta bagian *maintenance*.

Kata kunci : *maintenance*, komponen kritis, *age replacement*

Bab 1 Pendahuluan

PT Kereta Api (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang sektor jasa yaitu jasa transportasi, dimana proses operasinya hanya memfokuskan dalam dua bidang sektor yaitu : transportasi kereta api pengiriman barang dan transportasi kereta api umum (Penumpang). Dalam upaya untuk melayani kepentingan publik maka perusahaan harus memperhatikan kualitas dan kelayakan sarana pelayanan transportasi kereta api. Salah satu sarana penting dalam penyelenggaraan transportasi kereta api adalah lokomotif, karena lokomotif merupakan alat penggerak utama pada kereta api. Untuk meningkatkan keandalan lokomotif maka diperlukan penanganan perawatan yang baik agar tidak terjadi suatu kerusakan.

Lokomotif adalah bagian dari rangkaian kereta api dimana terdapat mesin untuk menggerakkan kereta api. Terdapat beberapa jenis lokomotif yang dimiliki Indonesia khususnya yang berlokasi di Dipo Lokomotif Daop 2 bandung. Berdasarkan sumber dari perusahaan yang berlokasi pada Dipo Lokomotif dalam melakukan penanganan perawatan lokomotif, di temui bahwa lokomotif CC 201 adalah lokomotif yang paling sering digunakan dan memiliki tingkat frekuensi kerusakan yang sangat tinggi.

Dibagian lokomotif CC 201 terdapat beberapa bagian komponen yang rutin dilakukan *maintenance*, yaitu komponen KIT. Komponen KIT terdiri dari beberapa komponen yang terbagi dalam beberapa jenis perawatan penggantian dan telah disesuaikan dengan jadwal penggantian KIT tersebut. Komponen ini tidak saat kerusakan saja dilakukan penggantian namun, ketika komponen ini masih layak untuk digunakan dan tidak dalam keadaan rusak komponen KIT tersebut tetap dilakukan penggantian dengan komponen yang baru sesuai jenis penggantian pada jadwal yang ditetapkan.

Penggantian komponen KIT dilakukan dalam interval waktu per 3 bulan dan dalam rentan waktu selama setahun terjadi perawatan per 3 bulan sebanyak 4 kali. Pada 3 bulan pertama terjadi perawatan komponen KIT 3 bulan yaitu penggantian KIT (P3), untuk 3 bulan berikutnya terjadi penggantian komponen KIT dengan periode 6 bulan (P6), periode 3 bulan berikutnya (P3) dan perawatan akhir pada periode 12 bulan (P12). Sistem penggantian komponen KIT untuk P6 dan P12 hampir sama dengan P3, karena dalam di dalam komponen P6 terdapat komponen P3 dan P12 terdapat komponen P3 dan P6.

Sering terjadinya kegiatan penggantian komponen KIT per 3 bulan (P3) mengakibatkan terjadinya *downtime* yang tidak dikehendaki, karena penggantian komponen KIT (P3) CC 201 selama periode januari 2013 hingga desember 2013 terjadi penggantian sebanyak 29 kali. Untuk menentukan waktu penggantian komponen KIT (P3) sesuai atau tidak dengan umur komponen dapat di analisis dengan menggunakan beberapa metode dan metode yang dapat digunakan adalah metode *age replacement*.

Pemilihan metode *age replacement* dianggap sesuai, karena metode ini menetukan interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari

komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat.

Dalam penelitian ini maka akan dibahas tentang **"Usulan Penentuan Waktu Penggantian Komponen KIT pada Lokomotif CC 201 dengan Menggunakan Metode *Age Replacement* di PT. KERETA API INDONESIA"**

Bab 2 Landasan Teori

2.1. Model Penggantian Pencegahan

Tindakan penggantian pencegahan yang saat ini dilakukan hanya jika terjadi kerusakan yang menyebabkan mesin berhenti, tindakan penggantian pencegahan dengan mengacu pada interval waktu tersebut ternyata tidak mengurangi frekuensi kerusakan komponen mesin yang menuntut penggantian dengan komponen yang baru. Dengan melihat kondisi ini, maka akan dilakukan penetapan kebijaksanaan penggantian dengan cara mencari pilihan interval waktu penggantian baru yang diharapkan akan dapat menciptakan kuantitas keluaran produk atau jasa yang sebaik-baiknya yaitu yang sesuai dengan permintaan.

Permasalahan diatas dapat dipecahkan dengan teknik kuantitatif melalui pengambilan model. Terdapat dua konsep model pengembangan matematis yang berkaitan dengan cara penggantian, yaitu model *age replacement* dan model *block replacement (interval replacement*).

2.2. Model *Age Replacement*

Model *age replacement* yaitu dimana interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat, jika terjadi suatu kerusakan model ini akan menyesuaikan kembali jadwalnya setelah penggantian komponen dilakukan, baik akibat terjadi kerusakan maupun hanya bersifat sebagai perawatan pencegahan.

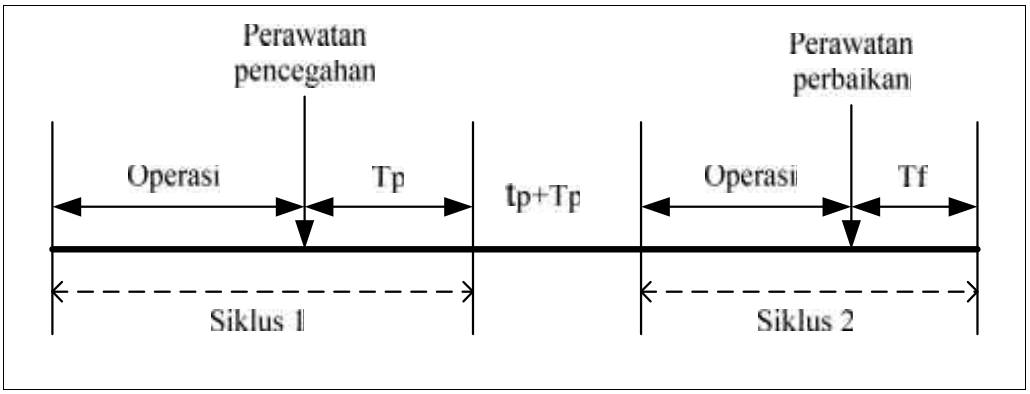
Model ini cocok diterapkan terhadap komponen yang interval waktu penggantiannya relatif tidak mempengaruhi umur komponen lainnya atau komponen yang penggantiannya sekaligus dalam artian model ini berlaku jika ada kerusakan komponen dalam satu set mesin maka hanya satu komponen yang rusak saja yang mengalami penggantian. Dalam model *age replacement*, intinya pada saat dilakukan penggantian adalah tergantung pada umur komponen, jadi penggantian pencegahan akan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan.

Model *age replacement* mempunyai dua siklus penggantian pencegahan, yaitu :

a. Siklus 1 atau siklus pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan, ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian sesuai dengan rencana.

b. Siklus 2 atau siklus kerusakan yang diakhiri dengan kegiatan kerusakan, ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

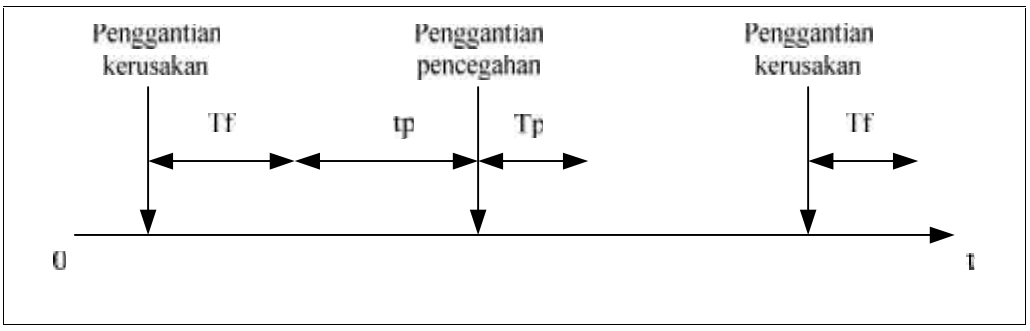
Kedua siklus dari model age replacement tersebut dapat terlihat jelas pada gambar berikut ini :



Sumber : Jardine (1973)

Gambar 2.18 Model *Age Replacement*

Sedangkan kebijaksanaan perawatannya mengikuti kebijaksanaan yang digambarkan sebagai berikut :



Sumber : Jardine (1973)

Gambar 2.19 Kebijaksanaan Perawatan Penggantian Pencegahan

t_p = Interval waktu penggantian pencegahan per satuan waktu.

T_f = waktu yang diperlukan untuk penggantian karena kerusakan

T_p = Down time yang terjadi karena kegiatan penggantian.

$F_{(t)}$ = Fungsi distribusi interval waktu kerusakan

$R_{(tp)}$ = Probabilitas terjadinya siklus 1 pada saat tp

$M_{(tp)}$ = Waktu rata-rata terjadinya suatu kerusakan, jika penggantian dilakukan saat t_p.

Pembentukan model ongkos penggantian pencegahan :

$$C_{(tp)} = \frac{ekspetasi\ ongkos\ perawatan\ penggantian\ per\ siklus}{ekspetasi\ panjang\ siklus}$$

- Ekspetasi ongkos perawatan penggantian per siklus
  = {ekspetasi ongkos total pada siklus pencegahan x probabilitas terjadinya siklus pencegahan}+{ekspetasi ongkos total pada siklus kerusakan x probabilitas terjadinya siklus kerusakan}

  $= \{C_p.R_{(tp)}\}+[C_f.\{1-R_{(tp)}\}]$ .....(2.19)

- Ekspetasi panjang siklus
  ={ekspetasi panjang siklus pencegahan x probabilitas terjadinya siklus perencanaan} + {ekspetasi panjang siklus kerusakan x probabilitas terjadinya siklus kerusakan}

  $= [\{t_p+T_p\}.R_{(tp)}] + \int_0^t t.f(t)\,dt + [T_f.\{1-R_{(tp)}\}]$ .....(2.20)

Sehingga model penentuan interval penggantian pencegahan dengan kriteria meminimasi ongkos ini dapat ditulis sebagai berikut :

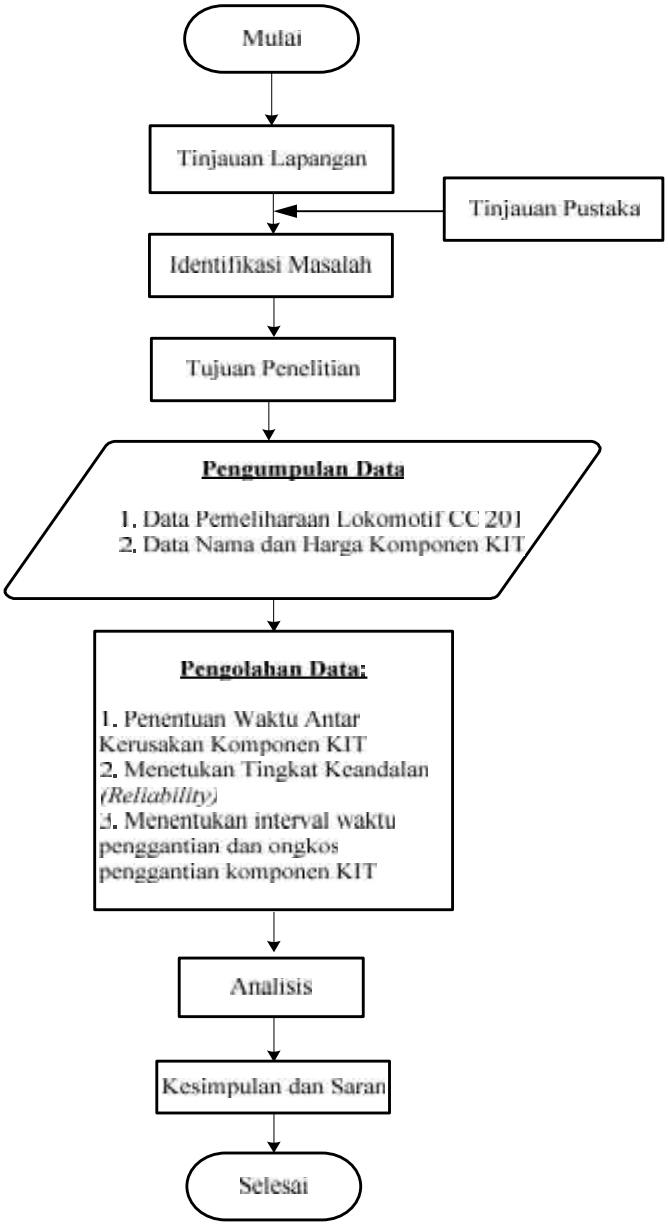
$$C_{(tp)} = \frac{\left(C_p.R_{(tp)}\right)+\left[C_f\,(1-R_{(tp)})\right]}{\left[\left(t+T_p\right)R_{(tp)}\right]+\int_0^t t.f(t)\,dt+\left[T_f\left(1-R_{(tp)}\right)\right]}$$

Dengan pembentukan untuk ongkos penggantian pencegahan C_p dan C_f

- C_p = Ongkos pembelian komponen penggantian pencegahan + ongkos tenaga kerja perawatan
- C_f = Ongkos pembelian komponen penggantian kerusakan + ongkos tenaga kerja perawatan

Dari persamaan tersebut akan dicari harga t_p yang memberikan nilai $C_{(tp)}$ yang paling optimum.

2. Metodologi Pemecahan Masalah



4. Hasil Pembahasan

4.1. Distribusi Waktu antar Kerusakan

Penentuan distribusi waktu kerusakan yang dipilih adalah distribusi *weibull*, karena distribusi *weibull* dapat digunakan untuk memodelkan laju kerusakan yang meningkat maupun menurun. Pemilihan distribusi *weibull* sangat fleksibel terhdapa berbagai fungsi distribusi kerusakan dan memiliki parameter bentuk β sehingga karakteristik distribusi yang memiliki laju laju meningkat, menurun dan konstan dapat ditunjukkan oleh nilai parameter bentuk tersebut.

4.2. Perbandingan Distribusi

Hasil perhitungan distribusi *weibull* dan uji statistik dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* menunjukkan bahwa data pengamatan yang diolah berasal dari populasi distribusi yang ditentukan yaitu distribusi *weibull*. Karena hasil perhitungan uji distribusi *kolmogorov-smirnov* mengikuti distribusi *Weibull* satu parameter pada tingkat signifikansi $\alpha = 10\%$, yang berarti bahwa sampel tersebut berdistribusi *weibull* dengan parameter $\alpha = 92{,}920$ dan $\beta = 1{,}241$.

4.3. Model Penggantian Komponen KIT

Model yang dilakukan pada penelitian ini adalah age replacement. Model *age replacement*, pada saat dilakukan penggantian adalah tergantung pada umur komponen, jadi penggantiann akan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan.

Pada model ini dilakukan pada umur pakai dari komponen KIT. Tujuan model *age replacement* ini yaitu menentukan umur optimal dimana penggantian pencegahan harus dilakukan sehingga dapat meminimasi total *downtime*.

Pada nilai perhitungan keandalan pada komponen KIT diketahui kondisi komponen dan berdasarkan pada data penelitian diperoleh komponen yang probabilitasnya menurun yaitu penggantian komponen KIT 3 bulan (P3), sehingga tingkat keandalan pada komponen tersebut menjadi menurun.

4.4. Model *Age Replacement*

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *age replacement* diperoleh hasil interval waktu penggantian yang optimal yaitu pada hari ke 78 hari dengan biaya yang dikerluarkan Rp 56.384,19,-/hari. Diperoleh waktu penggantian 78 hari dilihat dari hasil perhitungan selama 90 hari (3 bulan) yang menunjukkan pada interval waktu antara hari 1 sampai 78 hari biaya yang dikeluarkan semakin menurun sedangkan pada interval waktu antara hari ke 79 sampai 90 hari biaya yang dikeluarkan semakin meningkat. Maka pemilihan waktu penggantian waktu yang optimal selama 90 hari dipilih hari ke 78dengan total biaya yang dikeluarkan selama 78 hari adalah Rp 4.397.966,82,-

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Pada perhitungan dengan model *age replacement* didapatkan hasil penggantian waktu komponen KIT 3 bulan yang paling optimal dan tepat adalah pada hari ke 78. Karena pada saat penggantian hari ke 78 ongkos yang paling minimum yaitu Rp 56.384,19,-/hari dan total ongkosnya sebesarRp 4.397.966,82,-dibandingkan dengan interval waktu yang lainnya dimana ongkos yang dikeluarkan semakin naik ketika memasuki interval waktu penggantian pada hari 79 sampai ke hari 90.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan model *age replacement* saran yang akan diberikan adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan menggunakan interval penggantian berdasarkan hasil perhitungan penggantian komponen KIT 3 bulan, karena secara teori perhitungan menyatakan bahwa interval waktu yang optimal untuk dilakukan penggantian komponen KIT 3 bulan adalah hari ke 78 dengan ongkos yang dikeluarkan adalah Rp 4.397.966,82,-

2. Agar dibuat koordinasi yang lebih baik lagi antara bagian pengoperasian serta bagian *maintenance*. Koordinasi yang baik dapat memberikan perencanaan yang lebih baik mengenai waktu penggantian komponen sehingga waktu penggantian direncanakan dengan mempertimbangkan waktu penggantian komponen optimal serta jadwal operasi lokomotif.

Daftar Pustaka

Ratoni. (2006). *Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Persediaan Komponen Kritis Mesin Picanol-Pat di Pabrik Textil PT Daya Mekar Tekstindo*: Universitas Pasundan Bandung

Jardine, A.K.S, (1973). *Maintenance, Replacement, and Reliability*, Pitman Publishing, London.

Siegel, Sidney (1997). *Statistik Non Parametrik Untuk Ilmu-Ilmu Sosial*, Jakarta: Gramedia.

Krisnadi Wirawan, Juliandi. (April, 2014). Optimisasi Waktu Penggantian Komponen Pada Lokomotif DE CC 201 Seri 99 Menggunakan Metoda Age Replacement Di PT.Kereta Api Indonesia. *Age Replacement*, 24-34.

Afrinaldi, Feri. (2014). Penentuan Otimal *Preventive Replacement Age* Untuk Meminimasi *Downtime* Blade Dan Sambungan As Cake Breaker Conveyor (Studi Kasus PT X). *Age Replacemen*t. 103-108.

Hariastuti Putu, Ni Luh. (2014). Aplikasi *Ages Replacement Methods* Dalam Menentukan Optimasi Penjadwalan Perawatan Kendaraan. *Ages Replacement Method*.

Sejarah Kereta Api Indonesia, Retrieved Oktober, 2014, from http://id.wikipedia.org/wiki/Sejarah_perkeretaapian_di_Indonesia

Lokomotif CC 201, Retrieved Oktober, 2014, from http://id.wikipedia.org/wiki/CC201