

Pengukuran dan Analisis Efektivitas Mesin Cooling Pada Produksi Susu Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness

Measurement and Effectiveness Analysis of Cooling Machines On Milk Production Using Overall Equipment Effectiveness Method

Ajat Sudrajat¹, Gabriel Sianturi²

^{1,3} Universitas Komputer Indonesia
^{1,3} Jalan Dipatiukur 112-116 Bandung
Email:ajatsudrajat091294@gmail.com

Abstrak - Mesin cooling yang digunakan untuk mendinginkan susu pada Koperasi Serba Usaha (KSU) Karya Nugraha Kuningan belum beroperasi secara efektif. Hal ini dapat terlihat dari adanya *downtime* dan penurunan kecepatan mesin dalam memproses susu. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas mesin cooling pada produksi susu menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE), menganalisis faktor-faktor penyebab kerugian-kerugian (*losses*) serta memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin cooling. Hasil penelitian menunjukkan pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2016, nilai OEE mesin cooling rata-rata adalah 66.4%. Nilai OEE yang berada di bawah standar ideal tersebut terutama disebabkan rendahnya nilai *performance efficiency* mesin cooling, yaitu rata-rata sebesar 70.3%. Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk menganalisis penyebab *losses* yang selanjutnya hasil dari analisis FTA tersebut menjadi acuan dalam memberikan usulan perbaikan agar efektivitas mesin cooling dapat ditingkatkan

Kata kunci : Overall Equipment Effectiveness, efektivitas, mesin cooling

Abstract – *The cooling machine used to cool the milk to the Koperasi Serba Usaha (KSU) Karya Nugraha Kuningan, has not operated effectively. This can be seen from the downtime and decreased machines speed in processing milk. This study aims to measure the effectiveness of cooling machines in milk production using Overall Equipment Effectiveness (OEE), analyze the factors causing losses and provide suggestions for improvement to increase the effectiveness of the cooling machines. The results show that from June to August 2016, the average value of OEE for cooling machines is 66.4%. OEE values that fall below the ideal standard is mainly due to the low performance efficiency of cooling machines , which is an average of 70.3%. Fault Tree Analysis (FTA) is used to analyze the cause of losses which is the result of the FTA analysis becomes a reference in suggesting improvement so that the effectiveness of cooling machines can be improved.*

Keyword : Overall Equipment Effectiveness, effectiveness, cooling machines

I. PENDAHULUAN

Koperasi Serba Usaha (KSU) Karya Nugraha Kuningan yang bergerak dalam bidang produksi susu sapi perah memiliki enam buah mesin cooling dengan kapasitas yang berbeda. Mesin cooling tersebut digunakan untuk mendinginkan susu yang diperoleh dari peternak sapi perah sebelum susu diproses lebih lanjut.

Masalah yang terjadi saat ini adalah mesin cooling tersebut belum beroperasi secara efektif. Hal ini dapat diketahui dari kapasitas produksi susu yang belum memenuhi target yang diinginkan. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran terhadap efektifitas mesin cooling yang beroperasi saat ini dan menganalisis faktor-faktor penyebab ketidakefektifan mesin cooling tersebut.

Tingkat Efektifitas suatu mesin atau peralatan dapat ditentukan melalui pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pengukuran OEE bermanfaat untuk mengevaluasi dan memperbaiki

dengan cara yang tepat agar produktifitas dari mesin atau peralatan dapat ditingkatkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur efektifitas mesin cooling pada KSU Karya Nugraha, mencari penyebab ketidakefektifan mesin cooling dan memberi usulan perbaikan untuk meningkatkan efektifitas mesin cooling.

II. DASAR TEORI

A. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah tingkat keefektifan fasilitas secara menyeluruh yang diperoleh dengan memperhitungkan *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product*. [1]

Sedangkan menurut Borris, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah total pengukuran terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas. Pengukuran OEE menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan sumber daya yang dimiliki termasuk peralatan, pekerja dan kemampuan untuk memuaskan

konsumen dalam hal pengiriman yang sesuai dengan spesifikasi kualitas menurut konsumen [2]

Menurut Nakajima perhitungan nilai OEE dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung nilai *Availability, Performance* dan *Quality* [3]:

1. Availability

Availability adalah rasio dari jumlah waktu bahwa alat tersebut mampu membuat produk berkualitas. Elemen *availability ratio* yang digunakan untuk mengukur nilai OEE adalah dengan memperhatikan total waktu kerusakan yang dihasilkan dari *unscheduled downtime*, proses *set-up* dan kerusakan yang tidak direncanakan lainnya. Faktor penting *availability* adalah *loading time* dan *operating time*. *Loading time* adalah total waktu produksi dalam sehari, yang dapat dipisahkan dalam beberapa aktivitas, sedangkan *down time* yaitu waktu operasi mesin berhenti karena mengalami kerusakan

$$Availability = \frac{(loading\ time - downtime)}{loading\ time} \quad (1)$$

B. Performance

Performance ratio merupakan suatu *ratio* yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual. *Net operating rate* mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah.

$$Operation\ speed\ rate = \frac{theoretical\ cycle\ time}{actual\ cycle\ time} \quad (2)$$

$$Net\ operating\ rate = \frac{actual\ processing\ time}{operation\ time} \quad (3)$$

$$Performance\ Efficiency = operation\ speed\ rate \times net\ operating\ rate \quad (4)$$

Theoretical cycle time yaitu waktu operasian mesin yang sesuai dengan target. Sedangkan *actual cycle time* yaitu waktu operasi mesin yang sebenarnya terjadi di lantai produksi. *Operation time* merupakan waktu operasi mesin.

C. Quality

Quality ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. *Quality* dapat digunakan untuk menunjukkan proporsi produksi yang tidak sempurna dengan volume produksi total.

$$Quality = \frac{total\ amount\ produced - defect\ amount}{total\ amount\ produced} \quad (5)$$

D. Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai OEE didapatkan dari hasil perkalian antara *Availability, Performance* dan *Quality*

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (6)$$

E. Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis adalah teknik analisis kegagalan yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan. FTA berorientasi pada fungsi (*function oriented*) atau yang lebih dikenal dengan “*top down*” approach karena analisis ini berawal dari sistem level (*top*) dan meneruskannya ke bawah. Titik awal dari analisis ini adalah pengidentifikasiannya mode kegagalan fungsional pada top level dari suatu sistem atau subsistem.

III. METODE PENELITIAN

Diagram alir langkah-langkah penelitian adalah seperti yang terlihat pada gambar 1.

Data yang diperoleh terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer seperti banyaknya mesin cooling yang dioperasikan dan proses produksi, didapatkan dengan melakukan pengamatan secara langsung di Koperasi Serba Usaha Karya Nugraha. Data sekunder seperti profil perusahaan, data produksi, data kerusakan dan perawatan mesin cooling didapatkan dari data yang sudah ada di Koperasi Serba Usaha Karya Nugraha. Data sekunder yang digunakan untuk menghitung nilai OEE pada penelitian ini adalah data dari bulan Juni 2016 sampai dengan bulan Agustus 2016.

Pada tabel 1, tabel 2, tabel 3 dapat dilihat data *operation time, down time, theoretical cycle time, reject*, dan data produksi dari mesin-mesin cooling yang didapatkan dari KSU Karya Nugraha.

Tabel 1. Data bulan Juni 2016

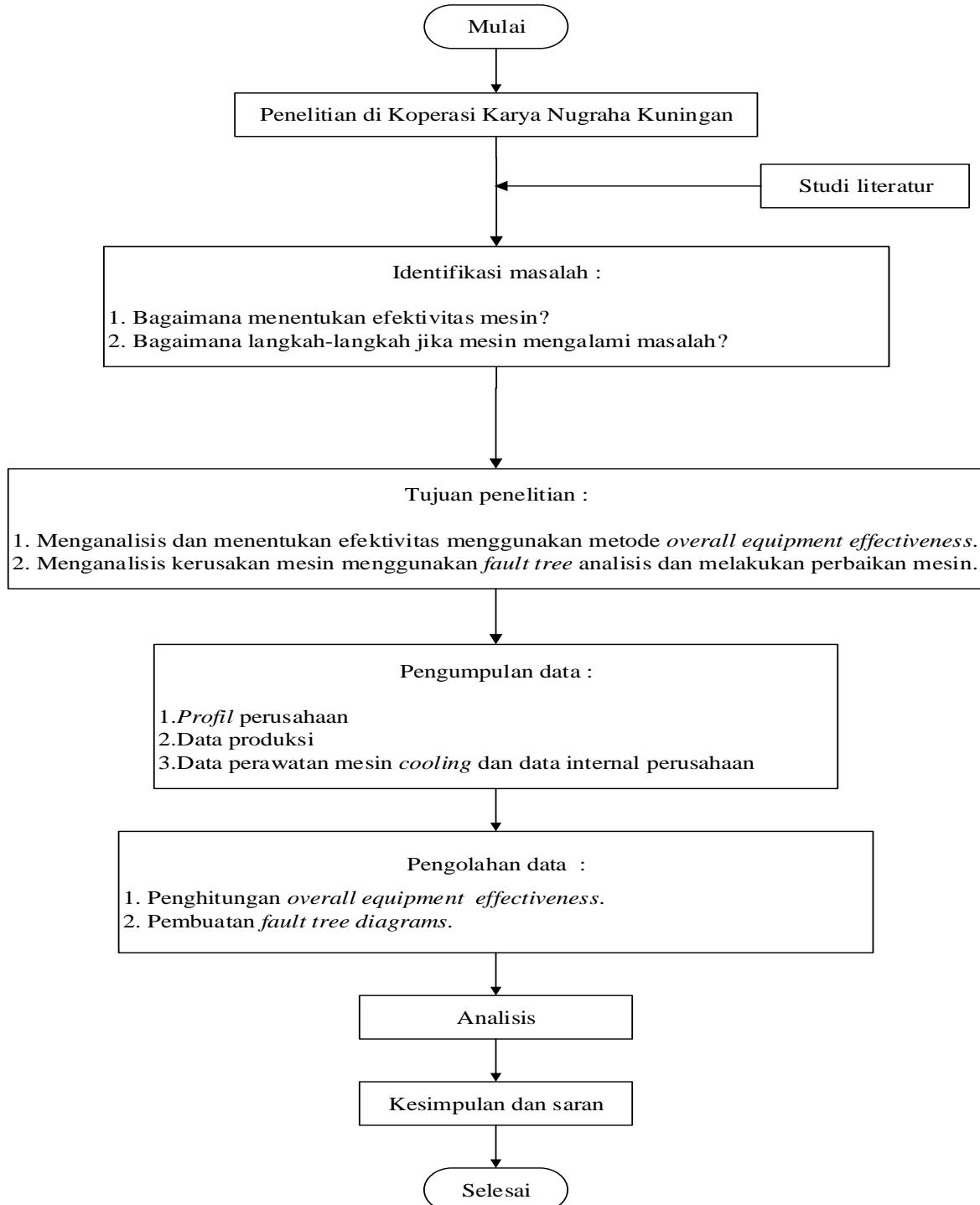
No	Mesin	Operation Time (jam)	Down Time (jam)	Theoretical cycle Time (jam)	Produk (liter)	Reject (liter)
1	Cooling 1500	240	13,5	144	4,500	0
2	Cooling 1700	240	13,5	168	5,100	0
3	Cooling 2000 (serap)	240	17,5	180	6,000	0
4	Cooling 2000 (serap)	240	17,5	180	5,530	0
5	Cooling 2000 A	240	17,5	180	4,000	0
6	Cooling 2000 B	240	17,5	180	4,000	0

Tabel 2. Data bulan Juli 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Down Time (jam)	Theoretical cycle Time (jam)	Produk (liter)	Reject (liter)
1	Cooling 1500	248	11,5	144	4,500	0
2	Cooling 1700	248	10,5	168	5,100	0
3	Cooling 2000 (serap)	248	14	180	6,000	0
4	Cooling 2000 (serap)	248	14	180	6,000	0
5	Cooling 2000 A	248	14	180	4,425	0
6	Cooling 2000 B	248	14	180	4,000	0

Tabel 3. Data bulan Agustus 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Down Time (jam)	Theoretical cycle Time (jam)	Produk (liter)	Reject (liter)
1	Cooling 1500	248	6,5	144	4.500	0
2	Cooling 1700	248	4	168	5.100	0
3	Cooling 2000 (serap)	248	4	180	6.000	0
4	Cooling 2000 (serap)	248	4	180	4.480	0
5	Cooling 2000 A	248	6	180	4.000	0
6	Cooling 2000 B	248	6	180	4.000	0



Gambar 1. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Berisi rangkuman hasil penelitian serta saran bila Nilai Availability

Availability untuk bulan Juni 2016, Juli 2010 dan Agustus 2016 berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 4. Availability bulan Juni 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Down Time (jam)	Loading Time (jam)	Availability	Percentase
1	Cooling 1500	240	13,5	226,5	0,94	94%
2	Cooling 1700	240	13,5	226,5	0,94	94%
3	Cooling 2000 (serap) A	240	17,5	222,5	0,92	92%
4	Cooling 2000 (serap) B	240	17,5	222,5	0,92	92%
5	Cooling 2000 A	240	17,5	222,5	0,92	92%
6	Cooling 2000 B	240	17,5	222,5	0,92	92%

Tabel 5. Availability bulan Juli 2106

No	Mesin	Operation Time (jam)	Down Time (jam)	Loading Time (jam)	Availability	Percentase
1	Cooling 1500	248	11,5	236,5	0,95	95%
2	Cooling 1700	248	10,5	237,5	0,96	96%
3	Cooling 2000 (serap) A	248	14	234	0,94	94%
4	Cooling 2000 (serap) B	248	14	234	0,94	94%
5	Cooling 2000 A	248	14	234	0,94	94%
6	Cooling 2000 B	248	14	234	0,94	94%

Tabel 6. Availability bulan Agustus 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Down Time (jam)	Loading Time (jam)	Availability	Percentase
1	Cooling 1500	248	6,5	241,5	0,97	97%
2	Cooling 1700	248	4	244	0,98	98%
3	Cooling 2000 (serap) A	248	4	244	0,98	98%
4	Cooling 2000 (serap) B	248	4	244	0,98	98%
5	Cooling 2000 A	248	6	242	0,98	98%
6	Cooling 2000 B	248	6	242	0,98	98%

Dari tabel 4,5,6 didapatkan Nilai *availability* mesin cooling dari bulan Juni sampai dengan Agustus 2016 adalah sebesar 96%.

Nilai *Availability* yang didapatkan tersebut melebihi nilai ideal 90%. *Down time* pada bulan Juni 2016 dengan rata-rata 16 jam, bulan Juli 2016 dengan rata-rata 13 jam dan bulan Agustus dengan rata-rata 5 jam. *Down time* ini diakibatkan oleh adanya proses perawatan dan perbaikan pada mesin. Pada proses perawatan maupun perbaikan mesin, proses produksi harus dihentikan. Hal ini karena pihak *maintenance* berasal dari luar KSU dan jika satu mesin sedang dalam proses perawatan akan berpengaruh pada mesin yang lainnya, karena jika kapasitas satu mesin cooling susu sudah terpenuhi akan langsung disalurkan ke mesin cooling yang lainnya. Jadi tindakan perawatan sangat berpengaruh besar dalam jalannya proses produksi.

Down time yang tinggi bulan Juni pada mesin cooling kapasitas 2000 liter diakibatkan karena panel mesin yang rusak dan sirkulasi udara yang kotor. Kedua kerusakan ini merupakan kerusakan yang cukup memakan banyak waktu untuk perbaikan, yaitu membutuhkan waktu empat jam perbaikan

B. Nilai Performance

Performance mesin cooling bulan Juni 2016, Juli 2010 dan Agustus 2016 berturut-turut dapat dilihat pada tabel 7, tabel 8 dan tabel 9.

Tabel 7. Performance bulan Juni 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Actual cycle time (jam)	Theoretical cycle Time (jam)	Operation Speed Rate (item/kapasitas)	Net Operating Rate (item/jam)	Performance Efficiency	Percentase
1	Cooling 1500	240	226,5	144	0,64	0,944	0,600	60%
2	Cooling 1700	240	226,5	168	0,74	0,944	0,700	70%
3	Cooling 2000 (serap) A	240	222,5	180	0,81	0,927	0,750	75%
4	Cooling 2000 (serap) B	240	222,5	180	0,81	0,927	0,750	75%
5	Cooling 2000 A	240	222,5	180	0,81	0,927	0,750	75%
6	Cooling 2000 B	240	222,5	180	0,81	0,927	0,750	75%

Tabel 8. Performance bulan Juli 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Actual cycle time (jam)	Theoretical cycle Time (jam)	Operation Speed Rate (item/kapasitas)	Net Operating Rate (item/jam)	Performance Efficiency	Percentase
1	Cooling 1500	248	236,5	144	0,61	0,95	0,58	58%
2	Cooling 1700	248	237,5	168	0,71	0,96	0,68	68%
3	Cooling 2000 (serap) A	248	234	180	0,77	0,94	0,73	73%
4	Cooling 2000 (serap) B	248	234	180	0,77	0,94	0,73	73%
5	Cooling 2000 A	248	234	180	0,77	0,94	0,73	73%
6	Cooling 2000 B	248	234	180	0,77	0,94	0,73	73%

Tabel 9. Performance Bulan Agustus 2016

No	Mesin	Operation Time (jam)	Actual cycle time (jam)	Theoretical cycle Time (jam)	Operation Speed Rate (item/kapasitas)	Net Operating Rate (item/jam)	Performance Efficiency	Percentase
1	Cooling 1500	248	241,5	144	0,60	0,97	0,58	58%
2	Cooling 1700	248	244	168	0,69	0,98	0,68	68%
3	Cooling 2000 (serap) A	248	244	180	0,74	0,98	0,73	73%
4	Cooling 2000 (serap) B	248	244	180	0,74	0,98	0,73	73%
5	Cooling 2000 A	248	242	180	0,74	0,98	0,73	73%
6	Cooling 2000 B	248	242	180	0,74	0,98	0,73	73%

Nilai *performance efficiency* rata-rata mesin cooling dari bulan Juni sampai dengan Agustus 2016 adalah sebesar 70.3%. Nilai Performance ini lebih rendah dari nilai ideal 95%.

Performance dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu *net operation rate* dan *operation speed rate*. Faktor yang membuat tingkat *performance* rendah karena *operation speed rate* yang rendah, yaitu pada bulan Juni dengan rata-rata 77%, bulan Juli dengan rata-rata 73.3% dan bulan Agustus 2016 dengan rata-rata 70.8%.

Nilai *operation speed rate* rendah diakibatkan oleh *actual cycle time* yang rendah, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yakni operator, mesin dan mekanik. Operator tidak bisa melakukan perawatan terhadap mesin yang mengakibatkan mesin tidak dalam performa yang baik. Perawatan mesin yang kurang baik dan tidak terjadwal. Mesin yang digunakan setiap hari dan perawatan yang kurang membuat mesin akan cepat mengalami kerusakan dan tingkat performa kerja mesin akan menurun, umur mesin yang sudah terlalu tua juga menjadi penyebabnya. Mekanik yang didatangkan dari luar KSU akan sulit melakukan perbaikan dan perawatan secara langsung jika mesin mengalami gejala maupun kerusakan. Mekanik hanya akan melakukan perawatan dan perbaikan jika ada panggilan dari pihak KSU. Mekanik juga tidak selalu datang tepat waktu jika ada panggilan dari pihak KSU.

C. Nilai Quality

Persentase kualitas adalah 100% karena suhu susu yang datang dari peternak dan masuk ke dalam mesin cooling berkisar 28°C sampai 30°C dan setelah proses pendinginan di dalam mesin cooling suhu susu mencapai target yaitu sebesar 2°C Celcius

D. Nilai Overall Equipment Effectiveness

OEE untuk semua mesin cooling pada bulan Juni 2016, Juli 2016 dan Agustus 2016 masing-masing ditunjukkan pada tabel 10, tabel 11 dan tabel 12

Tabel 10. OEE bulan Juni 2016

No	Mesin	Availability	Performance	Quality	OEE	Percentase
1	Cooling 1500	0.94	0.60	100	56.40	56%
2	Cooling 1700	0.94	0.70	100	65.80	65%
3	Cooling 2000 (serap) A	0.92	0.75	100	69.00	69%
4	Cooling 2000 (serap) B	0.92	0.75	100	69.00	69%
5	Cooling 2000 A	0.92	0.75	100	69.00	69%
6	Cooling 2000 B	0.92	0.75	100	69.00	69%

Tabel 11. OEE bulan Juli 2016

No	Mesin	Availability	Performance	Quality	OEE	Percentase
1	Cooling 1500	0.95	0.58	100	55.16	55%
2	Cooling 1700	0.96	0.68	100	65.03	65%
3	Cooling 2000 (serap) A	0.94	0.73	100	68.23	68%
4	Cooling 2000 (serap) B	0.94	0.73	100	68.23	68%
5	Cooling 2000 A	0.94	0.73	100	68.23	68%
6	Cooling 2000 B	0.94	0.73	100	68.23	68%

Tabel 12. OEE bulan Agustus 2016

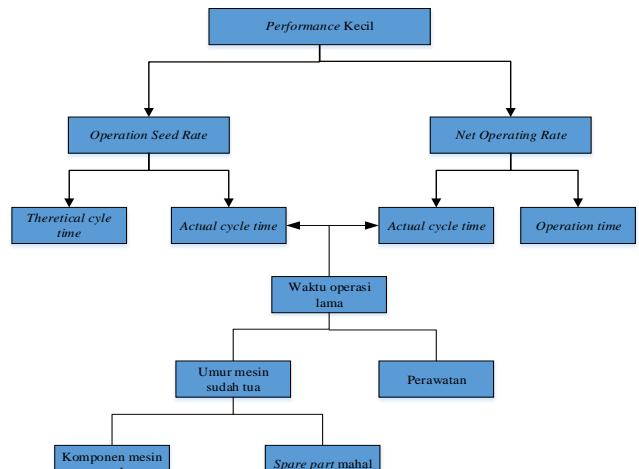
No	Mesin	Availability	Performance	Quality	OEE	Percentase
1	Cooling 1500	0.97	0.58	100	56.32	56%
2	Cooling 1700	0.98	0.68	100	66.39	66%
3	Cooling 2000 (serap) A	0.98	0.73	100	71.13	71%
4	Cooling 2000 (serap) B	0.98	0.73	100	71.13	71%
5	Cooling 2000 A	0.98	0.73	100	71.13	71%
6	Cooling 2000 B	0.98	0.73	100	71.13	71%

Dari perhitungan didapatkan nilai OEE mesin cooling dari bulan Juni 2016 sampai dengan Agustus 2016, rata-rata adalah sebesar 66.4%. Nilai OEE yang didapatkan tersebut masih di bawah standar ideal 85%.

E. Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerugian (*losses*) yang mengakibatkan nilai *performance* mesin cooling rendah. Pada gambar 2 dapat dilihat Fault Tree Diagram untuk *performance* mesin cooling

Performance rendah disebabkan oleh 2 faktor yaitu *net operation rate* dan *operation speed rate*. Hal ini berpengaruh besar terhadap menurunnya tingkat performa mesin. *Net operation rate* dipengaruhi oleh *theroetical cycle time* dan *actual cycle time*. Sedangkan *operation speed rate* dipengaruhi oleh *actual cycle time* dan *operation time*. Penyebab nilai *actual cycle time* yang rendah, yaitu karena umur mesin yang sudah tua dan tindakan perawatan mesin yang kurang baik, karena tidak terjadwalnya tindakan perawatan mesin. Banyak komponen mesin yang mengalami kerusakan tanpa melakukan pergantian karena harga *spare-part* mesin yang mahal.



Gambar 2. Fault Tree Diagram untuk *Performance*

F. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan yang dibuat mengacu pada diagram, *fault tree* analysis karena dapat mengetahui akar penyebab rendahnya performansi mesin yang sangat berpengaruh terhadap tingkat efektivitas atau nilai OEE mesin cooling. Mesin yang digunakan oleh KSU Karya nugraha merupakan mesin yang sudah tua, diperlukan pembaharuan komponen mesin atau *spare-part* mesin. Tidak menggunakan *spare-part* bekas karena akan mengakibatkan kerusakan pada komponen mesin yang lain serta akan menambah waktu perawatan dan perbaikan mesin tersebut. Selain itu perlu adanya tindakan perawatan mesin yang terjadwal agar kondisi mesin tetap optimal. Jika terjadi gejala kerusakan, diharapkan langsung melakukan perbaikan agar tidak menambah *downtime*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data rata-rata nilai OEE mesin cooling pada bulan Juni 2016 sampai dengan bulan Agustus 2016 adalah sebesar 66.4%. Nilai OEE yang masih di bawah standar ideal ini terutama disebabkan oleh nilai *performance* mesin cooling yang rendah, yaitu rata-rata sebesar 70.3%. *Performance* mesin cooling rendah disebabkan mesin cooling yang digunakan sudah tua, perawatan mesin yang kurang baik dan tidak terjadwal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Davis, R.K. , *Productivity Improvement Through TPM*, Prentice Hall. London, 1995
- [2] Steven Borris, *Total Productive Maintenance*, McGraw Hill , 2006
- [3] Seiichi Nakajima, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, Productivity Press, 1998.

