

PEMODELAN SISTEM PEMELIHARAAN ELECTRIC MOTOR PROPULSION GUNA MENINGKATKAN AVAILABILITY MESIN HIBRID DI KAPAL PERANG REPUBLIK INDONESIA

MODELING OF ELECTRIC MOTOR PROPULSION MAINTENANCE SYSTEMS TO INCREASE THE AVAILABILITY OF HYBRID ENGINES ON THE WARSHIP OF THE REPUBLIC OF INDONESIA

Chardes Marihot Tampubolon¹, Imanuel Dindin², Pujo Widodo³

¹PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAYA GERAK, FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN
UNIVERSITAS PERTAHANAN

(chardsbolon@gmail.com, dindin201473@gmail.com, pujowidodo78@gmail.com)

Abstrak-Tantangan tugas yang cukup berat dan kompleks menuntut TNI AL harus dapat memelihara dan meningkatkan performa alutsistanya secara berkesinambungan. Performa alutsista dalam hal ini kapal perang tidak dapat dilepaskan dari sistem propulsi. Saat ini teknologi di dunia perkapalan terus berkembang khususnya pada teknologi propulsi kapal. Perkembangan teknologi propulsi kedepannya akan mengarah kepada teknologi hybrid. Saat ini TNI AL memiliki teknologi mesin hybrid pada Kapal perang berjenis sigma freegate yang menggunakan dua jenis propulsi yaitu propulsion diesel engine (PDE) dan propulsion electric motor (PEM). Namun dengan kondisi dua propulsi tersebut, terdapat perbandingan frekwensi penggunaan yang berbeda, dimana PDE memiliki jam operasi lebih tinggi. kemudian pada penggunaan PEM pada daya besar perlu diperhatikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pemodelan sistem pemeliharaan yang paling efektif untuk meningkatkan availability mesin hibryd. Metode penelitian ini adalah kuantitatif dengan konsep metode overall equipment effectiveness (OEE) dan metode Markov decision process (MDP). Pada hasil penelitian, data diperoleh dari data operasional kapal dan kegiatan pemeliharaan mesin di kapal. Kemudian data diolah dengan metode OEE dengan hasil rasio PDE 63,33% dan PEM 69,06%, nilai tersebut masih dibawah standar OEE dengan rasio 85%. Selanjutnya nilai rasio OEE dijadikan sebagai input analisis MDP. Pada analisis MDP tersebut dibuat empat pemodelan sistem pemeliharaan yaitu M1, M2, M3 dan M4. Output dari pemodelan tersebut adalah probabilitas jangka panjang mesin dalam keadaan baik. Berdasarkan proses penelitian, pemodelan M1 merupakan model yang paling berpengaruh terhadap availability mesin hybrid dengan melakukan penjadwalan, ketersediaan suku cadang sesuai jadwal pemeliharaan, keahlian personel dan pemeriksaan rutin. Pemodelan M1 juga merupakan model paling efektif guna meningkatkan availability mesin hibryd karena mengutamakan deteksi dini terhadap gejala kerusakan sehingga dapat dicegah.

Kata kunci: electric motor propulsion, availability, efektif, Metode OEE, Metode MDP

Abstract-The challenges of a fairly heavy and complex task require the Indonesian Navy to be able to maintain and improve the performance of its defense equipment on an ongoing basis. The performance of defense equipment, in this case warships, cannot be separated from the propulsion system. Currently, technology in the shipping world continues to develop, especially in ship propulsion technology. The development of propulsion technology in the future will lead to hybrid technology. Currently, the Indonesian Navy has hybrid engine technology on warships of the sigma freegate type that uses two types of propulsion, namely the propulsion diesel engine (PDE) and the propulsion electric motor (PEM). However, with the two propulsion conditions, there is a comparison of different usage frequencies, where PDE has higher operating hours. then the use of PEM at large power needs

to be considered. The purpose of this research is to analyze the most effective maintenance system modeling to increase the availability of hybrid machines. This research method is quantitative with the concept of overall equipment effectiveness (OEE) and Markov decision process (MDP) methods. In the results of the study, data were obtained from ship operational data and engine maintenance activities on ships. Then the data was processed by the OEE method with the results of the ratio of PDE 63.33% and PEM 69.06%, this value is still below the OEE standard with a ratio of 85%. Furthermore, the value of the OEE ratio is used as input for the MDP analysis. In the MDP analysis, four maintenance system models were made, namely M1, M2, M3 and M4. The output of the modeling is the long-term probability of the machine in good condition. Based on the research process, M1 modeling is the model that has the most influence on the availability of hybrid machines by scheduling, availability of spare parts according to the maintenance schedule, personnel expertise and routine inspections. M1 modeling is also the most effective model to increase the availability of hybrid machines because it prioritizes early detection of damage symptoms so that they can be prevented.

Keywords: electric motor propulsion, availability, effective, OEE Method, MDP Method

Pendahuluan

Indonesia memiliki wilayah laut yang lebih luas dibandingkan wilayah daratnya. Gischa S, 2019 menyebutkan perbandingan wilayah laut dan darat Indonesia yaitu 2:3. Sehingga Indonesia dapat disebut sebagai negara Maritim. Marsetio, 2015 menjelaskan luasnya wilayah laut maka TNI AL dituntut memiliki kemampuan dalam pengamanan dan pengendaliannya (Marsetio, 2015). Tangguh B, 2014 menyebutkan bahwa pengendalian dan pengamanan laut memang cukup memberikan tantangan kepada Negara kita sebagai negara kepulauan dengan jumlah pulau 17.499 pulau dan luas laut 5,8 juta km², serta garis pantai yang cukup panjang mencapai 81.000 km, sementara luas wilayah darat kita seluas 2,2 juta km², sehingga peluang terjadinya pelanggaran

sangat besar seperti ilegal fishing, penyelundupan, perompakan, ilegal logging, pelanggaran wilayah dan lain-lain. Ryamizard, 2016 menjelaskan bahwa banyaknya tantangan berupa pelanggaran-pelanggaran di lautan, maka TNI AL membutuhkan kemampuan alut yang mumpuni yang dimiliki saat ini sehingga dapat menetralsisir pelanggaran-pelanggaran tersebut.

Kasum TNI, 2021 menjelaskan bahwa dengan tantangan tugas yang cukup berat dan kompleks, kemudian ditegaskan oleh Marsetio, 2015 bahwa TNI AL harus dapat memelihara dan meningkatkan performa alutsistanya secara berkesinambungan. Saat ini teknologi di dunia perkapalan terus berkembang khususnya pada teknologi propulsi kapal. Andi H dkk, 2019 menjelaskan bahwa Perkembangan

teknologi propulsi kedepannya akan mengarah kepada teknologi hibrid. Teknologi hibrid pada perkapalan adalah teknologi propulsi kapal dengan menggunakan dua sumber tenaga yaitu *electric motor propulsion* dan *diesel engine propulsion*. TNI Angkatan laut telah memiliki teknologi mesin hibrid pada Kapal Perang kelas REM. Kapal Perang ini merupakan satuan tempur di jajaran TNI AL yang memiliki tugas operasi laut seperti pertempuran dan pengamanan perbatasan. KRI kelas REM saat kecepatan penuh mampu melaju pada kecepatan 28 knot sehingga membutuhkan mesin propulsi yang memiliki efektivitas yang baik. Mesin hibrid khususnya *electric motor propulsion* pada KRI kelas REM memiliki keterbatasan salah satunya adalah penggunaan mesin untuk aplikasi berdaya besar sehingga tindakan pemeliharaan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini akan meneliti bagaimana tindakan pemeliharaan yang dilaksanakan terhadap *electric motor propulsion* pada mesin hibrid. Penelitian yang dilakukan adalah menggunakan metode *overall effectiveness equipment* sebagai data awal yang kemudian akan dilakukann

perhitungan *Markov decision proses* yang dibuat dalam bentuk pemodelan selanjutnya dilakukan analisis.

Metode Penelitian

Pada peneltian ini menggunakan metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif menerapkan pengumpulan dan analisis data secara numerik. Pada penelitian ini dilakukan suatu pemodelan, kemudian ditentukan variabel, dan dilakukan analisis menggunakan metode yang valid. Penelitian ini menggunakan metode *overall equipment effectiveness* dan *Markov decision process*. Pada tahapan perhitungan OEE, adalah untuk mengetahui efektifitas mesin hibrid yang selanjutnya data tersebut dijadikan input data awal perhitungan MDP. Pada MDP perhiitungan dilakukan melalui pemodelan pemeliharaan.

Metode *overall equipment effectiveness*

Overall Equipment Effektivness merupakan hasil nyata suatu mesin/peralatan dengan hasil maksimum yang dapat dicapai sesuai spesifikasinya. Pengukuran OEE terdiri dari tiga rasio utama, yaitu: *availability*, *performance* dan *rate of quality product (ROQP)*, sebagai berikut:

Availability

Saiful, et al., 2014 menjelaskan bahwa *availability* merupakan perbandingan rasio antara *operation time* dengan *loading time*. rumusnya adalah:

$$A = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Performance Efficiency

Adalah rasio yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk. dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$PE = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Processed amount}}{\text{Operating time}} \times 100\%$$

Ideal Cycle Time pada mesin PEM merupakan siklus waktu proses yang dapat dicapai mesin dalam proses produksi dalam keadaan optimal (K. Hafids, 2019).

Rate of Quality Product

Adalah rasio yang mendeskripsikan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk sesuai standarnya (Saiful, et al., 2014). Rumus pengukuran rasio ini adalah:

$$ROQP = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

Penentuan Nilai OEE

Chetan S, et. Al. (2016) meyebutkan bahwa definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah alat untuk mengukur produktifitas. Kemudian Saiful,

et al., 2014 menyebutkan bahwa nilai OEE diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut. rumus pengukuran nilai OEE adalah:

$$OEE = A \times PE \times ROQP$$

Menurut Boban pada Alfred, 2014. Standar *world class* sesuai JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), untuk nilai OEE hasil dari setiap parameter adalah 85%. Berikut standar dari faktor OEE yaitu *availability* 90%, *Performance efficiency* 95% dan *RoQp* 99,9%.

Penentuan State (Status) Mesin Berdasarkan Nilai OEE

Penentuan status dari suatu sistem perlu dilakukan untuk mengidentifikasi suatu kemungkinan sebagai bahan awal perhitungan metode markovian decision process. Penentuan state (status) mesin berdasarkan nilai OEE dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 1. penentuan state

No	Nilai Oee (%)	Kondisi
1	85,01 s/d 100	Baik
2	60,01 s/d 85	Kerusakan Ringan
3	40,01 s/d 60	Kerusakan Sedang
4	0 s/d 40	Kerusakan Berat

Sumber: Malik & Hamsal, 2013

Markov Decision Process

Markov Decision Process merupakan suatu aplikasi yang dapat memprediksi atau menganalisis suatu perubahan. Analisa dengan metode Markov

probabilitas transisi harus konstan sepanjang waktu. Untuk objectives pengolahan data awal menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang didasarkan atas kondisi dan kinerja dari mesin sebagai awal

penentuan state/kondisi. Proses Markov dilakukan melalui dua proses yaitu penghitungan matriks probabilitas transisi, dan menghitung peluang di waktu yang akan datang.

Penentuan Data Transisi Status Mesin

Tabel 2. Data transisi status mesin

PART	STATUS									
	B/B	B/Kr	B/Ks	B/Kb	Kr/Kr	Kr/Ks	Kr/Kb	Ks/Ks	Ks/Kb	Kb/B
1	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄						N ₄₄
2										
3										
4	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄						N ₄₄

Sumber: Priambodo, 2018

Keterangan: B/B, B/Kr, B/Ks, B/Kb...,Kb/B merupakan transisi status pada mesin, dan N₁₁ sd N₄₄ merupakan data jumlah transisi status mesin.

Selanjutnya data transisi status mesin dikelompokkan sesuai pada gambar 6 seperti pada tabel 4 dibawah.

Tabel 3. Jumlah Transisi Status

PART	Jumlah Transisi Status			
	Kondisi baik (1)	Kondisi Kerusakan Ringan (2)	Kondisi Kerusakan Sedang (3)	Kondisi Kerusakan Berat (4)
1	B/B+B/Kr+B/Ks+B/Kb	Kr/Kr+Kr/Ks+Kr/Kb	Ks/Ks+Ks/Kb	Kb/B
2				
3				
4	B/B+B/Kr+B/Ks+B/Kb	Kr/Kr+Kr/Ks+Kr/Kb	Ks/Ks+Ks/Kb	Kb/B
Σ	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4

Sumber. Alfred, 2014

Keterangan: Σ1, Σ2, Σ3 dan Σ4 merupakan jumlah status transisi mesin pada masing-masing kondisi.

Priambodo, 2018 menjelaskan bahwa perhitungan probabilitas Transisi Status Mesin menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{(a_{ij})}{(\sum a_{ij})}$$

Dimana:

Perhitungan Probabilitas Transisi Status Mesin

a_{ij} = banyaknya perubahan kondisi mesin dari status- i ke status- j
 I = kondisi saat ini
 j = kondisi yang akan mendatang

Data perhitungan probabilitas transisi pada setiap mesin didapat berdasarkan formula diatas, sesuai tabel di bawah, sebagai berikut:

Tabel 4. Probabilitas Transisi Status Mesin

PART	STATUS									
	(B/B)/ Σ1	(B/Kr)/ Σ1	(B/Ks)/ Σ1	(B/Kb)/ Σ1	(Kr/Kr)/ Σ2	(Kr/Ks)/ Σ2	(Kr/Kb)/ Σ2	(Ks/Ks)/ Σ3	(Ks/Kb)/ Σ3	(Kb/B)/ Σ4
1										
2										
3										
4	(B/B)/ Σ1	(B/Kr)/ Σ1	(B/Ks)/ Σ1	(B/Kb)/ Σ1	(Kr/Kr)/ Σ2	(Kr/Ks)/ Σ2	(Kr/Kb)/ Σ2	(Ks/Ks)/ Σ3	(Ks/Kb)/ Σ3	(Kb/B)/ Σ4
Σ	Σ B/B	Σ B/Kr	Σ B/Ks	Σ B/Kb	Σ Kr/Kr	Σ Kr/Ks	Σ Kr/Kb	Σ Ks/Ks	Σ Ks/Kb	Σ Kb/B

Sumber: Alfred, 2014.

Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi Awal (Mo) pada status kondisi saat ini

Bentuk matriks probabilitas transisi usulan awal (Mo) yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 5. Matriks Probabilitas Awal

i	j			
	1	2	3	4
1	ΣB/B	ΣB/Kr	ΣB/Ks	ΣB/Kb
2	0	ΣKr/Kr	ΣKr/Ks	ΣKs/Kb
3	0	0	ΣKs/Ks	ΣKs/Kb
4	ΣKb/B	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

berdasarkan hasil matriks transisi pada tabel diatas, dalam jangka panjang probabilitas terjadinya kerusakan dan dalam keadaan mapan (steady state) dapat dituliskan sebagai berikut (Petrus, Effendi, & Effendi, 2014):

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3 \quad \pi_4] \begin{bmatrix} \sum B/B & \sum B/Kr & \sum B/Ks & \sum B/Kb \\ 0 & \sum Kr/Kr & \sum Kr/Ks & \sum Kr/Kb \\ 0 & 0 & \sum Ks/Ks & \sum Ks/Kb \\ \sum Kb/B & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\pi_1 \sum \frac{B}{B} + \pi_4 \sum \frac{Kb}{B} = \pi_1$$

$$\pi_1 \sum \frac{B}{Kr} + \pi_2 \sum \frac{Kr}{Kr} = \pi_2$$

$$\pi_1 \sum \frac{B}{Ks} + \pi_2 \sum \frac{Kr}{Ks} + \pi_3 \sum \frac{Ks}{Ks} = \pi_3$$

$$\pi_1 \sum \frac{B}{Kb} + \pi_2 \sum \frac{Kr}{Kb} + \pi_3 \sum \frac{Ks}{Kb} = \pi_4$$

Dari hasil π_1 , π_2 , π_3 dan π_4 masukan syarat batas:

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 = 1$$

Perhitungan Pemodelan Matriks Probabilitas Transisi

Perhitungan pemodelan matriks probabilitas transisi dibuat dalam 4 model, yaitu:

- a. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan preventif pada status 2, 3 (M1). Matriks transisinya sebagai berikut:

Tabel 6. Matriks Model I (M1)

		j			
i	1	2	3	4	
1	$\frac{\sum B}{B}$	$\frac{\sum B}{K_r}$	$\frac{\sum B}{K_s}$	$\frac{\sum B}{K_b}$	
2	1	0	0	0	
3	0	1	0	0	
4	1	0	0	0	

Sumber: Rochmoeljati, 2012

- b. Pemeliharaan korektif pada status 3, 4 (M2). Matriks transisiya sebagai berikut:

Tabel 7. Matriks Model II (M2)

		j			
i	1	2	3	4	
1	$\frac{\sum B}{B}$	$\frac{\sum B}{K_r}$	$\frac{\sum B}{K_s}$	$\frac{\sum B}{K_b}$	
2	0	$\frac{\sum K_r}{K_r}$	$\frac{\sum K_r}{K_s}$	$\frac{\sum K_s}{K_b}$	
3	1	0	0	0	
4	1	0	0	0	

Sumber: Rochmoeljati, 2012

- c. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan preventif pada status 3 (M3). Matriks transisinya sebagai berikut:

Tabel 8. Matriks Model III (M3)

		j			
i	1	2	3	4	
1	$\frac{\sum B}{B}$	$\frac{\sum B}{K_r}$	$\frac{\sum B}{K_s}$	$\frac{\sum B}{K_b}$	

2	0	$\frac{\sum K_r}{K_r}$	$\frac{\sum K_r}{K_s}$	$\frac{\sum K_s}{K_b}$
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

- d. Pemeliharaan korektif pada status 3, 4 dan pemeliharaan preventif pada status 2(M3). Matriks transisinya sebagai berikut:

Tabel 9. Matriks Model IV (M4)

		j			
i	1	2	3	4	
1	$\frac{\sum B}{B}$	$\frac{\sum B}{K_r}$	$\frac{\sum B}{K_s}$	$\frac{\sum B}{K_b}$	
2	1	0	0	0	
3	1	0	0	0	
4	1	0	0	0	

Sumber: Rochmoeljati, 2012

Setelah Pemodelan dibuat dalam bentuk matriks transisinya kemudian dilakukan perhitungan sesuai proses perhitungan pada matriks probabilitas transisi awal.

Reliabilitas Menggunakan Rantai Markov

Mega NA,dkk, 2017 menjelaskan bahwa dalam penentuan reliabilitas menggunakan rantai Markov, dibagi menjadi 2 keadaan yaitu keadaan saat mesin beroperasi (keadaan awal (i)=[0,1,...,n]) dan keadaan saat mesin mengalami kerusakan/gagal (keadaan (j)=[i+1,...,j]). Berdasarkan penentuan keadaan i dan j maka matriks peluang transisi **P** dan distribusi awal $\pi(0)$ menjadi

$$P = \begin{bmatrix} P_{ii} & P_{ij} \\ P_{ji} & P_{jj} \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad \pi(0)=[\pi_i(0),\pi_j(0)]$$

Maka reliabilitas untuk rantai Markov didefinisikan sebagai berikut:

$$R(m) = \pi_u(0)P_{ii}^m 1_n \quad (15) \quad \text{untuk}$$

≥ 0 ; (Mega NA,dkk, 2017) pengukuran reliabilitas suatu sistem menggunakan rantai Markov, menurut Balakrishnan (2001) adalah sebagai berikut:

$$R(n) = [\pi_1(n) \quad \pi_2(n)] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{21} & P_{22} \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Nilai $n=1$ adalah mesin dalam kondisi baik yaitu keandalan/reliabilitas mesin sangat baik sehingga dapat dikatakan $R(0)=1$.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Perhitungan OEE

Hasil Perhitungan OEE berdasarkan 3 faktor yang mempengaruhi adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Nilai OEE PEM

Part	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate Of Quality Product (%)	OEE (%)
I	93,31	100	65,33	60,97
II	93,63	100	82,35	77,14
		Rata-Rata		69,06

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Tabel 15. Perhitungan jumlah transisi status mesin PEM

Part	STATUS															
	1/1	1/2	1/3	1/4	2/1	2/2	2/3	2/4	3/1	3/2	3/3	3/4	4/1	4/2	4/3	4/4
1	0	1	0	0	1	7	1	0	0	1	5	0	0	0	0	0
2	5	1	2	0	4	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0
Σ	5	2	2	0	5	7	2	0	0	4	6	0	0	0	0	0

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui nilai rata-rata OEE PEM sebesar 69,06%. Nilai OEE dari PEM masih dibawah nilai standar OEE sebesar 85%. Hal tersebut dipengaruhi rendahnya *rate of quality product*. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan PEM secara keseluruhan masih belum efektif dan efisien dalam operasionalnya.

Penentuan State Mesin

Hasil penentuan state berdasarkan perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* PEM adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Penentuan jumlah status mesin

Mesin	Part	StatusKondisi			
		1	2	3	4
PEM	I	1	10	6	0
	II	9	5	4	0
	Jumlah	10	15	10	0

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Perhitungan Transisi Status Mesin

Perhitungan jumlah probabilitas transisi status berdasarkan data hasil perhitungan OEE dapat dilihat pada tabel 15, sebagai berikut:

Perhitungan Jumlah Transisi Status Pada Masing-Masing Kondisi

Perhitungan jumlah transisi status digunakan untuk menentukan jumlah transisi status mesin yang dikelompokkan dalam 4 kondisi yaitu

Tabel 16. Pengelompokan hasil transisi status mesin PEM

Part	Jumlah Transisi Status PEM			
	B (1)	KR (2)	KS (3)	KB (4)
1	1	9	6	0
2	3	5	4	0
Σ	4	14	10	0

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Pada tabel 16, jumlah transisi status mesin PEM di atas, perubahan yang dominan terjadi adalah pada kondisi dua (kerusakan ringan) dengan total jumlah perubahan transisi 14 dan kondisi tiga (kerusakan sedang) dengan total jumlah perubahan transisi 10. hal ini terjadi karena adanya frekwensi inspeksi rutin

yang cukup tinggi. Inspeksi rutin diperlukan saat mesin beroperasi untuk mengantisipasi adanya kebocoran, tekanan udara pada tangki ekspansi, general instalation, bearing, cooling system dan pemeriksaan kondisi baut-baut karena baut yang kendor akan mempengaruhi kinerja mesin.

Perhitungan Probabilitas Transisi Status Mesin

Alur perhitungan probabilitas transisi status yaitu dengan membagikan hasil dari transisi status yang dihasilkan PEM dengan total jumlah transisi yang dihasilkan mesin pada status 1, 2, 3, dan 4. Hasil dari perhitungan data ini akan didapatkan nilai probabilitas transisi status sesuai pada tabel 17 di bawah.

Tabel 17. Perhitungan probabilitas transisi mesin PEM

Part	Status															
	$P_{1/1}$	$P_{1/2}$	$P_{1/3}$	$P_{1/4}$	$P_{2/1}$	$P_{2/2}$	$P_{2/3}$	$P_{2/4}$	$P_{3/1}$	$P_{3/2}$	$P_{3/3}$	$P_{3/4}$	$P_{4/1}$	$P_{4/2}$	$P_{4/3}$	$P_{4/4}$
1	0	0,11 1	0	0	0,071	0,5	0,0 71	0	0	0,0 1	0,0 5	0	0	0	0	0
2	0,5 56	0,11 1	0,2 22	0	0,286	0	0,0 71	0	0	0,0 3	0,0 1	0	0	0	0	0
Σ	0,5 56	0,2 22	0,2 22	0	0,357	0,5	0,1 42	0	0	0,0 4	0,0 6	0	0	0	0	0

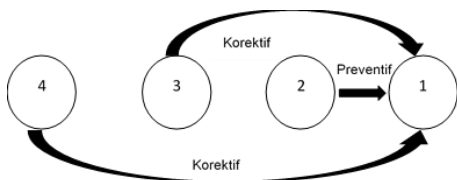
Sumber. Diolah Penulis, 2021

Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi

Matriks Probabilitas Transisi merupakan perhitungan untuk memprediksi *probabilitas state* di masa

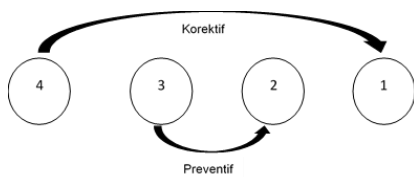
mendatang. Pada penelitian ini matriks probabilitas transisi diawali dengan perhitungan matriks probabilitas transisi awal, kemudian dibuat dalam 4 model sistem pemeliharaan, sebagai berikut:

- Kondisi awal (M_0) = tindakan pemeliharaan korektif pada kondisi 4
- Model (M_1) = tindakan pemeliharaan preventif pada kondisi 2, 3 dan pemeliharaan korektif pada kondisi 4



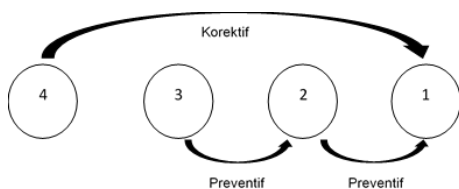
Gambar 2. Pemodelan pemeliharaan M1
Sumber: Rochmoeljati, 2012

- Model M2 = tindakan pemeliharaan preventif pada kondisi 3 dan pemeliharaan korektif pada kondisi 4



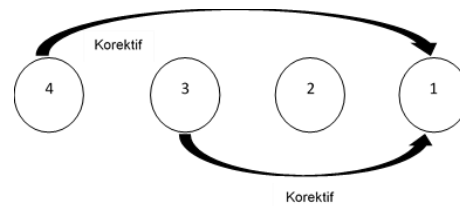
Gambar 3. Pemodelan pemeliharaan M2
Sumber: . Rochmoeljati, 2012

- Model M3 = tindakan pemeliharaan preventif di kondisi 2 dan pemeliharaan korektif pada kondisi 3, 4



Gambar 4. Pemodelan pemeliharaan M3
Sumber: Rochmoeljati, 2012

- Model M4 = pemeliharaan korektif pada kondisi 3,4



Gambar 5. Pemodelan pemeliharaan M4
Sumber: Rochmoeljati, 2012

Hasil perhitungan Matriks Probabilitas Transisi pemodelan sistem pemeliharaan, sebagai berikut:

Tabel 18. Peluang jangka waktu mesin PEM

No	Item	π_1	π_2	π_3	π_4
1	Kondisi awal	0,3083	0,3835	0,3082	0
2	Pemodelan 1	0,6002	0,6651	0,1333	0
3	Pemodelan 2	0,0378	0,4705	0,1513	0
4	Pemodelan 3	0,6925	0,1537	0,1537	0
5	Pemodelan 4	0,5782	0,2567	0,1651	0

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Pada tabel diatas, π merupakan representasi dari kondisi mesin yaitu π_1 adalah kondisi baik, π_2 adalah kondisi rusak ringan, π_3 adalah kondisi rusak sedang, π_4 adalah kondisi rusak berat (Rochmoeljati, 2012).

Perhitungan Reliabilitas

Tabel 19. Hasil perhitungan reliabilitas mesin PEM

NO	URAIAN	RELIABILITAS (%)
1	Kondisi awal	56,85
2	Model 1	73,35
3	Model 2	69,75
4	Model 3	69,25

5	Model 4	66,99
---	---------	-------

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Pada hasil reliabilitas model pemeliharaan mesin PEM di atas, keandalan pemeliharaan terendah adalah pada kondisi awal sebesar 56,85% yaitu mesin langsung diadakan pemeliharaan korektif. Hasil perhitungan reliabilitas model pemeliharaan yang memiliki nilai tertinggi adalah model 1 sebesar 73,35 %.

Analisa Pengaruh Sistem Pemeliharaan Terhadap Availability Mesin PEM

Berdasarkan tabel 18, pada mesin PEM, model 3 memiliki peluang jangka waktu mesin dalam kondisi baik yang paling lama dan kedua adalah pada pemodelan 1. namun untuk efisiensi, model 1 memiliki kelebihan biaya yang lebih murah karena pemeliharaan dilaksanakan secara preventif. Selain itu pemodelan 1 memiliki nilai reliabilitas tertinggi yaitu 0,73 dan untuk pemodelan 3 adalah 0,69. Hal ini dikarenakan, pada mesin PEM, pemeliharaan yang dilakukan lebih kepada pemeliharaan korektif kecuali mesin diesel generator sebagai sumber tenaga listriknya. Pemeliharaan korektif yang dimaksud pada penelitian ini adalah bila terdapat kendala pada komponen-komponennya akan selalu

dilaksanakan perbaikan. Sebagai contoh motor listrik pada PEM, pemeliharaan preventif yang dilakukan adalah bersifat inspeksi sebagai contoh adalah dengan pengukuran tahanan isolasi, bila terdapat ukuran yang tidak sesuai akan dilaksanakan perbaikan.

Mengacu pada hasil perhitungan reliabilitas, pemeliharaan yang lebih mengedepankan pencegahan atau preventif akan memberikan keandalan mesin yang lebih baik. sehingga pada pemeliharaan PEM, pemodelan yang sesuai dan memberikan pengaruh positif terhadap availability adalah pemodelan 1. seperti dapat dilihat pada tabel 20 di bawah:

Tabel 20. model pemeliharaan mesin PEM

Kondisi	Pemodelan 3
Baik (1)	Tidak ada Har
Kerusakan ringan (2)	Preventif
Kerusakan sedang (3)	Preventif
Kerusakan berat (4)	Korektif

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Analisis Model Pemeliharaan Yang Paling Efektif Untuk Meningkatkan Availability mesin PEM pada Mesin Hibrid

Pada analisis efektifitas model pemeliharaan mesin PEM, pemodelan pemeliharaan dikondisikan dalam empat kondisi dan pemeliharaan yang dilakukan secara preventif dan korektif. Hasil pemodelan pemeliharaan dapat dilihat pada tabel 21 di bawah, sebagai berikut:

Tabel 21. Hasil perhitungan peluang waktu pemeliharaan dan reliabilitas mesin PEM

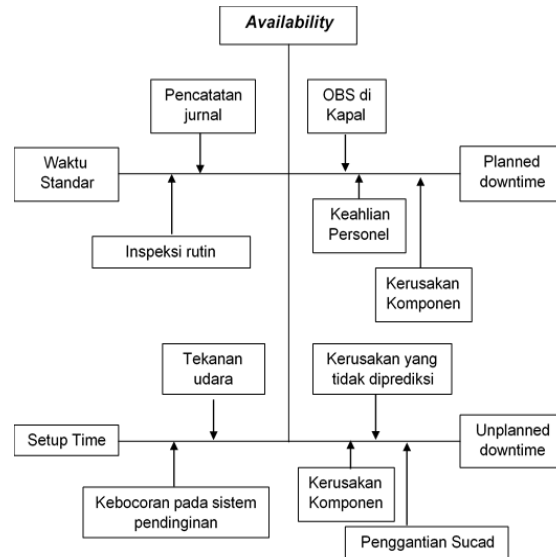
NO	MODEL	Peluang Waktu jangka panjang	Reliabilitas
1	Kondisi Awal	0,308326	56,85
2	Pemodelan 1	0,600249	73,35
3	Pemodelan 2	0,037828	69,75
4	Pemodelan 3	0,69252	69,25
5	Pemodelan 4	0,578205	66,99

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Pada tabel di atas, pemodelan pemeliharaan mesin yang memiliki nilai terbaik untuk peluang waktu jangka panjang dalam kondisi baik adalah pemodelan 3. Namun untuk reliabilitas nilai terbaik adalah pemodelan 1. Untuk reliabilitas, pemodelan 1 dengan 3 tidak terpaut jauh dimana pemodelan 1 memiliki reliabilitas 73,35% dan pemodelan 3 memiliki reliabilitas 69,25%.

Berdasarkan uraian diatas, pemodelan 1 memiliki peluang waktu lama dalam kondisi baik tidak terpaut jauh dengan pemodelan 3 namun memiliki nilai reliabilitas yang tinggi. Untuk menentukan efektifitas, sebagai alat bantu adalah dengan mengetahui perlakuan mesin saat sedang operasional, yaitu dengan memetakan faktor-faktor

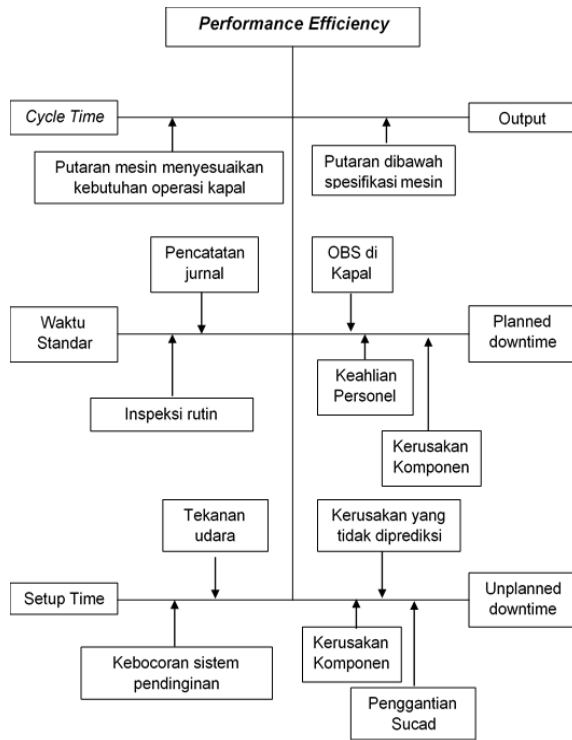
pada metode OEE seperti *availability*, *preformance efficiency* dan *rate of quality product*, sebagai berikut:



Gambar 7. Pemetaan *Availability* mesin PEM
Sumber: Diolah Penulis, 2021

Pada gambar diatas, faktor-faktor yang mempengaruhi *availability* mesin PEM secara umum masih dapat diatasi dengan melakukan pemeliharaan preventif. Pemeliharaan korektif dilakukan saat terjadinya suatu kerusakan yang tidak diprediksi dan membutuhkan penggantian suku cadang.

Selanjutnya pada *performance efficiency* dapat dilihat pada gambar dibawah, sebagai berikut:



Gambar 8. Pemetaan *performance efficiency* mesin PEM
 Sumber: Diolah Penulis, 2021

Faktor-faktor pada *availability* juga mempengaruhi *performance efficiency* mesin PEM. *Performance efficiency* sangat dipengaruhi oleh *output* dari mesin. Penggunaan putaran mesin sangat dipengaruhi kebutuhan operasi, dimana kebutuhan kecepatan kapal mengharuskan mesin beroperasi dibawah spesifikasi standarnya. Kendala-kendala yang telah disampaikan, secara umum masih dapat diatasi dengan pemeliharaan *preventif*, namun pemeliharaan secara korektif membutuhkan penggantian komponen sehingga harus ada *on board spare* di kapal.

Kemudian untuk *rate of quality product*, faktor-faktor yang mempengaruhi dapat dilihat pada gambar di bawah, sebagai berikut:



Gambar 9. Pemetaan *rate of quality product* mesin PEM
 Sumber: Diolah Penulis, 2021

Sesuai gambar di atas, faktor yang paling mempengaruhi *rate of quality product* adalah pengoperasian mesin yang selalu dibawah spesifikasi standar dari mesin, sehingga sangat memberikan pengaruh besar terhadap nilai *overall equipment effectiveness*. Hal tersebut memang disebabkan kebutuhan operasi. Namun dengan perilaku operasional mesin tersebut, seiring berjalannya waktu akan membuat mesin perlu dilaksanakan pemeliharaan korektif.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan diatas, pemodelan pemeliharaan yang paling efektif adalah pemodelan 1 yaitu pada kondisi kerusakan ringan dan kerusakan sedang dilaksanakan pemeliharaan *preventif* kemudian untuk kerusakan berat dilaksanakan pemeliharaan korektif.

Strategi Pemeliharaan Guna Meningkatkan Efektifitas Pemodelan Sistem Pemeliharaan

Berdasarkan hasil analisa diatas, tindak lanjut dari pemodelan 1 perlu adanya suatu strategi pemeliharaan guna meningkatkan efektifitas untuk meningkatkan availability PEM., sebagai berikut:

a. Tentukan kategori tindakan pemeliharaan

1) Darurat

- Antisipasi dengan pengawasan ketat terhadap bagian-bagian atau komponen mesin dari kerusakan yang berakibat fatal sehingga mesin mengalami kerusakan parah.
- Laksanakan pengawasan dan pemeriksaan berkala terhadap bagian mesin atau komponen mesin yang bernilai tinggi, sulit diperbaiki di medan operasi dan bila mengalami kerusakan membutuhkan perbaikan dengan waktu yang lama.
- Pemeriksaan rutin terhadap komponen mesin yang sensitif contohnya pada perubahan temperatur dan tekanan sehingga berpengaruh terhadap operasional mesin.

- Selalu tersedianya komponen mesin sesuai jadwal pemeliharaan guna dapat mempertahankan performa mesin dan efisiensinya.

2) Operasional standar

- Laksanakan antisipasi dengan pemeriksaan fisik mesin guna deteksi dini terhadap gejala kerusakan.
- Laksanakan aksi cepat tanggap terhadap kerusakan kecil yang sangat sensitif sehingga tidak berpengaruh terhadap performa sistem yang lain.
- Laksanakan pemeliharaan secara tertib dan disiplin terhadap komponen sesuai jadwal pemeliharannya/jam putarnya.

3) Umum

- Semaksimal mungkin selalu menyiapkan secara lengkap tools untuk antisipasi kerusakan mesin, terutama peralatan yang sifatnya khusus.
- Ketersediaan software maintenance mesin seperti manual book dan lain-lain.

- Ketersediaan suku cadang/spare part kritis sesuai jadwal pemeliharaan mesin.
- b. Tentukan aplikasi tindakan pemeliharaan yang harus dilakukan.
- 1) Reaktif. Lakukan tindakan pemeliharaan disaat ada indikasi kerusakan agar tidak menjadi lebih parah atau kerusakan merembet kesistem yang lain. Kelebihan aksi ini dapat meminimalkan kerusakan yang lebih parah.
 - 2) Proaktif. Lakukan tindakan atau aktifitas pengawasan kondisi mesin secara rutin baik secara fisik maupun melalui indikator-indikator mesin, lakukan tindakan pemeliharaan yang sifatnya antisipasi sebagai contoh melakukan pencetakan pada sistem bahan bakar untuk meminimalkan penggantian filter.
 - 3) Agresif. Lakukan tindakan perbaikan secepat mungkin terhadap adanya kerusakan mesin yaitu dengan melakukan tindakan antisipasi awal menggunakan komponen dan peralatan yang tersedia guna menghindari kerusakan lebih parah sambil menunggu perbaikan yang lebih kompleks.
- c. Lakukan tindakan pemeliharaan antisipasi prioritas terhadap komponen ataupun sistem yang dianggap kritis sehingga sulit dilakukan perbaikan bila terjadi kerusakan dengan kriteria sebagai berikut:
- 1) Memiliki posisi yang sulit sehingga harus dilakukan pembongkaran penghalang-penghalang dengan skala besar.
 - 2) Keterbatasan peralatan yang ada sehingga mempengaruhi kegiatan perbaikan.
 - 3) Membutuhkan waktu yang lama saat pelaksanaan perbaikan.
 - 4) Keterbatasan keahlian personel untuk melakukan perbaikan tersebut.
 - 5) Membutuhkan biaya perbaikan yang besar.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan seluruh proses penelitian yang telah dilaksanakan, disimpulkanp pemodelan M1 merupakan sistem pemeliharaan yang paling berpengaruh dan efektif untuk meningkatkan availability mesin hibrid, dimana model pemeliharaan ini memiliki

nilai peluang jangka panjang mesin dalam kondisi baik 0,60 dan nilai reliabilitas yang baik dengan nilai 0,73. Selain itu, pemodelan pemeliharaan mengedepankan deteksi dini terhadap gejala kerusakan sehingga dapat dilakukan langkah antisipasi. Untuk strategi pemeliharaan guna meningkatkan efektifitas mesin hibrid adalah: 1) Tentukan kategori tindakan pemeliharaan, 2) Tentukan aplikasi tindakan pemeliharaan yang harus dilakukan, dan 3) Lakukan tindakan pemeliharaan antisipasi secara prioritas terhadap komponen ataupun sistem yang dianggap kritis sehingga sulit dilakukan perbaikan bila terjadi kerusakan.

Untuk penelitian lebih lanjut, dapat mengoptimalkan waktu dengan penelitian melekat di kapal dan dilakukan secara *continue* sehingga peneliti dapat melihat langsung perilaku pemeliharaan dan mendapatkan data langsung melalui pengamatan peneliti di kapal.

DAFTAR PUSTAKA

Alfred. P. P. (2014). Penerapan Metode Markovian Decision Proses dan Overall Equipment Effectiveness untuk Menentukan Kebijakan Perawatan Mesin Produksi di PTPN XII (Persero) Bantaran-Blitar. Penelitian Tugas Akhir. Universitas Brawijaya, Malang.

Andi HM, dkk (2015). Pemodelan Sistem Propulsi Kapal perikanan dengan Hybrid Energi. Seminar Teknologi dan Rekayasa (Sentra) 2015. Unhas-Makasar. ISBN: 978-979-796-238-6

Chetan S.S. dkk. (2016). A Case Study on Total Productive Maintenance in Rolling Mill. International Journal of Scientific Development and Research (IJSDR) www.ijedr.org. ISSN: 2455-2631.

Gischa S (2019). Indonesia sebagai Negara Maritim apa maksudnya? <https://www.kompas.com/skola/read/2019/12/10/162412069/indonesia-sebagai-negara-maritim-apa-maksudnya?page=all>. Diakses tanggal 4 juli. 11.40 WIB.

Malik, N. A., & Hamsal, M. (2013). Pengukuran Kinerja Operasional Melalui Implementasi Total Produktive Maintenance di PT. XYZ. Journal of Business and Enterprenuership Vol.01, No.02, pp.51-73.

Marsetio. (2015). Aktualisasi peran pengawasan wilayah laut dalam mendukung pembangunan Indonesia sebagai Negara Maritim yang tangguh. Makalah Penelitian. Jakarta.

Priambodo, B. (2018). Minimalisasi Biaya Maintenance Lift Menggunakan Metode Markov. Jurnal Valtech, 1(1), pp.12-16. ITN-Malang.

Rochmoeljati, R. (2012). Perencanaan Perawatan Mesin Menggunakan Metode Markov Chain untuk Meminimumkan Biaya Perawatan. Jurnal Teknik Industri FTI UPNV Jatim, pp.63-74.

Saiful, Amrin R, Olyvia N. (2014). Pengukuran Kinerja Mesin Defekator I dengan menggunakan

Metode Overall Equipment Effectiveness. *Jurnal Of Engineering and Management in Industrial System*. Vol. 2 no. 2 tahun 2014. ISSN 2338-3925. Unhas-Makasar.

Tangguh B, I Made A, Indrajaya G. (2014).
Analisa Penerapan Sistem Hybrid

Pada Kapal KPC 28 Dengan Kombinasi Diesel Engine dan Motor Listrik yang Disuplai Dengan Baterai. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 3, No. 1, (2014) ISSN: 2337-3539. ITS-Surabaya.

Lampiran 1
Data Downtime Mesin PEM

TGL	Loading Time (Jam)	Loading Time (Menit)	Downtime		Down time	Keterangan
			Inspeksi (Jam)	Pembersihan (Jam)		
APRIL						
7	3	180	0,25		0,25	Pemeriksaan rutin
8	6	360	0,33		0,33	Pemeriksaan rutin
11	18	1080	1		1	Pemeriksaan rutin
12	8	480	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
22	16	960	1	0,5	1,5	Pemeriksaan Rotor dan Stator, pemeriksaan rutin
23	11	660	0,75		0,75	Pemeriksaan rutin
24	13	780	0,75		0,75	Pemeriksaan rutin
25	5	300	0,33		0,33	Pemeriksaan rutin
26	21	1260	1,25		1,25	Pemeriksaan rutin
27	4	240	0,25		0,25	Pemeriksaan rutin
AGUSTUS						
11	4	240	0,25		0,25	Pemeriksaan rutin
12	22	1320	1,25		1,25	Pemeriksaan rutin
13	19	1140	1,25		1,25	Pemeriksaan rutin
14	24	1440	1,5		1,5	Pemeriksaan rutin
15	24	1440	1,5		1,5	Pemeriksaan rutin
16	24	1440	1,5		1,5	Pemeriksaan rutin
17	10	600	0,5	0,5	1	Pemeriksaan Rotor dan stator, Pemeriksaan rutin
	232			PART I	15,16	
21	9	540	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
22	24	1440	1,5		1,5	Pemeriksaan rutin
23	7	420	0,33		0,33	Pemeriksaan rutin
24	15	900	1		1	Pemeriksaan rutin
25	8	480	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
28	2	120	0,25		0,25	Pemeriksaan rutin
29	24	1440	1,5		1,5	Pemeriksaan rutin
30	12	720	0,25		0,25	Pemeriksaan rutin
SEPTEMBER						
2	17	1020	1		1	Pemeriksaan rutin
3	14	840	0,75		0,75	Pemeriksaan rutin
4	10	600	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
29	8	480	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
30	6	360	0,33		0,33	Pemeriksaan rutin
OKTOBER		0			0	
5	9	540	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
8	12	720	0,75	0,5	1,25	Pemeriksaan Rotor dan stator, Pemeriksaan rutin
10	11	660	0,75		0,75	Pemeriksaan rutin
12	7	420	0,5		0,5	Pemeriksaan rutin
13	23	1380	1,5		1,5	Pemeriksaan rutin
	218		38,59	PART II	13,41	

Lampiran 2
Data Loading Time Mesin

TGL	PROPULSION ELECTRIC MOTOR						JUMLAH
	PH	SH	PTH	MH	LM	DH	
	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	
April							
7	0	0	0	3	0	0	3
8	0	0	0	0	4	2	6
11	4	4	4	4	0	2	18
12	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	4	4	4	4	1	4	21
22	4	4	0	0	4	4	16
23	0	4	4	3	0	0	11
24	3	2	0	0	4	4	13
25	0	0	1	4	0	0	5
26	1	4	4	4	4	4	21
27	0	0	0	0	4	0	4
Agustus							
11	0	0	0	4	0	0	4
12	2	4	4	4	4	4	22
13	4	4	4	4	1	2	19
14	4	4	4	4	4	4	24
15	4	4	4	4	4	4	24
16	4	4	4	4	4	4	24
17	2	0	0	0	4	4	10
21	0	0	5	4	0	0	9
22	4	4	4	4	4	4	24
23	0	0	0	0	4	3	7
24	3	4	4	4	0	0	15
25	0	0	0	0	4	4	8
28	0	0	0	2	0	0	2
29	4	4	4	4	4	4	24
30	4	0	0	0	4	4	12
SEPTEMBER							
2	4	4	4	4	0	1	17
3	4	0	0	2	4	4	14
4	2	0	0	0	4	4	10
29	0	0	4	4	0	0	8
30	0	0	0	0	4	2	6
OKTOBER							
5	4	3	0	0	0	2	9
8	4	4	4	0	0	0	12
10	4	4	1	0	0	2	11
12	0	0	3	4	0	0	7
13	4	4	4	3	4	4	23
JUMLAH TOTAL							463

Lampiran 3
Summary Perhitungan Overall Equipment Effectiveness
dan Penentuan Data Status Mesin PEM

Part	Loading Time (Jam)	Loading Time (Menit)	Down time	Operation Time (Jam)	Operation Time (Menit)	% Jam Kerja	Processed Amount (RPM)	Waktu Siklus	ICT	Availability (%)	PE (%)	ROQP (%)	OEE (%)	Status
APR														
7	3	180	0,25	2,75	165	0,92	1200	0,15	0,14	91,67	100,00	66,67	61,11	2
8	6	360	0,33	5,67	340,2	0,95	1200	0,30	0,28	94,50	100,00	66,67	63,00	2
11	18	1080	1	17	1020	0,94	850	1,27	1,20	94,44	100,00	47,22	44,60	3
12	8	480	0,5	7,5	450	0,94	851	0,56	0,53	93,75	100,00	47,28	44,32	3
22	16	960	1,5	14,5	870	0,91	850	1,13	1,02	90,63	100,00	47,22	42,80	3
23	11	660	0,75	10,25	615	0,93	850	0,78	0,72	93,18	100,00	47,22	44,00	3
24	13	780	0,75	12,25	735	0,94	850	0,92	0,86	94,23	100,00	47,22	44,50	3
25	5	300	0,33	4,67	280,2	0,93	850	0,35	0,33	93,40	100,00	47,22	44,11	3
26	21	1260	1,25	19,75	1185	0,94	1250	1,01	0,95	94,05	100,00	69,44	65,31	2
27	4	240	0,25	3,75	225	0,94	1250	0,19	0,18	93,75	100,00	69,44	65,10	2
Agts														
11	4	240	0,25	3,75	225	0,94	1340	0,18	0,17	93,75	100,00	74,44	69,79	2
12	22	1320	1,25	20,75	1245	0,94	1450	0,91	0,86	94,32	100,00	80,56	75,98	2
13	19	1140	1,25	17,75	1065	0,93	1450	0,79	0,73	93,42	100,00	80,56	75,26	2
14	24	1440	1,5	22,5	1350	0,94	1650	0,87	0,82	93,75	100,00	91,67	85,94	1
15	24	1440	1,5	22,5	1350	0,94	1300	1,11	1,04	93,75	100,00	72,22	67,71	2
16	24	1440	1,5	22,5	1350	0,94	1400	1,03	0,96	93,75	100,00	77,78	72,92	2
17	10	600	1	9	540	0,90	1400	0,43	0,39	90,00	100,00	77,78	70,00	2
	232	13920	15,16	216,84	13.010	0,9347	1176	11,84	11,06	93,31	100,00	65,33	60,97	
21	9	540	0,5	8,5	510	0,94	1400	0,39	0,36	94,44	100,00	77,78	73,46	2
22	24	1440	1,5	22,5	1350	0,94	1710	0,84	0,79	93,75	100,00	95,00	89,06	1
23	7	420	0,33	6,67	400,2	0,95	1700	0,25	0,24	95,29	100,00	94,44	89,99	1
24	15	900	1	14	840	0,93	1730	0,52	0,49	93,33	100,00	96,11	89,70	1
25	8	480	0,5	7,5	450	0,94	850	0,56	0,53	93,75	100,00	47,22	44,27	3
28	2	120	0,25	1,75	105	0,88	1430	0,08	0,07	87,50	100,00	79,44	69,51	2
29	24	1440	1,5	22,5	1350	0,94	1130	1,27	1,19	93,75	100,00	62,78	58,85	3
30	12	720	0,25	11,75	705	0,98	1200	0,60	0,59	97,92	100,00	66,67	65,28	2
SEPT												0,00		
2	17	1020	1	16	960	0,94	1730	0,59	0,55	94,12	100,00	96,11	90,46	1
3	14	840	0,75	13,25	795	0,95	1730	0,49	0,46	94,64	100,00	96,11	90,96	1
4	10	600	0,5	9,5	570	0,95	1720	0,35	0,33	95,00	100,00	95,56	90,78	1
29	8	480	0,5	7,5	450	0,94	1700	0,28	0,26	93,75	100,00	94,44	88,54	1
30	6	360	0,33	5,67	340,2	0,95	1500	0,24	0,23	94,50	100,00	83,33	78,75	2
OKT												0,00		
5	9	540	0,5	8,5	510	0,94	1650	0,33	0,31	94,44	100,00	91,67	86,57	1
8	12	720	1,25	10,75	645	0,90	1150	0,63	0,56	89,58	100,00	63,89	57,23	3
10	11	660	0,75	10,25	615	0,93	1100	0,6	0,56	93,18	100,00	61,11	56,94	3
12	7	420	0,5	6,5	390	0,93	1600	0,26	0,24	92,86	100,00	88,89	82,54	2
13	23	1380	1,5	21,5	1290	0,9348	1650	0,84	0,78	93,48	100,00	91,67	85,69	1
	218	13080	13,41	204,59	12275,4	0,9385	1482,22	8,82	8,28	93,63	100,00	82,35	77,14	