

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Dan Desain Penelitian

3.1.1 Metoda Penelitian

Metode merupakan suatu prosedur atau tehnik untuk mencapai suatu tujuan. Metode penelitian adalah suatu prosedur atau tehnik penelitian untuk memecahkan suatu permasalahan dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana menurut De Punch (1988), Penelitian kuantitatif adalah penelitian empiris di mana data-datanya dalam bentuk sesuatu yang dapat dihitung. Penelitian kuantitatif memperhatikan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik. Selanjutnya Nana Sudjana dan Ibrahim (2001) menyatakan bahwa penelitian kuantitatif adalah penelitian yang didasari pada asumsi, kemudian ditentukan variabel, dan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode-metode penelitian yang valid, terutama dalam penelitian kuantitatif. Kemudian Kasiram (2008) menyatakan bahwa penelitian kuantitatif dapat didefinisikan sebagai suatu proses menemukan pengetahuan dengan menggunakan data berupa angka sebagai alat untuk menganalisis keterangan tentang apa yang ingin diketahui. Sesuai definisi metode kuantitatif oleh para ahli, pada penelitian ini, pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik, kemudian dianalisis dan dikembangkan dalam bentuk model matematika untuk mendapatkan hasil penelitian.

3.1.2 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah kerangka kerja yang digunakan untuk melaksanakan riset (Malhotra, 2007). Desain penelitian memberikan prosedur untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk menyusun atau menyelesaikan masalah dalam penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan dengan desain penelitian sebagai berikut:

- a. Pendahuluan. Pada tahap ini peneliti melakukan pengidentifikasian terhadap masalah, kemudian melakukan studi awal dengan mencari teori yang berhubungan dengan penelitian berdasarkan beberapa sumber seperti buku, jurnal-jurnal, dan penelitian terdahulu.
- b. Pengumpulan Data. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan cara observasi serta pencatatan data-data secara langsung pada objek penelitian.
- c. Pengolahan Dan Analisa Data. Melakukan pengolahan data dengan penerapan metode *Overall Equipment Effectiveness*, selanjutnya hasil perhitungan dilakukan analisa dengan metode *Markov Decision Process*.
- d. Kesimpulan dan saran. Membuat kesimpulan dari hasil pengolahan data dan memberikan saran terkait pemodelan sistem pemeliharaan mesin hybrid guna meningkatkan *availability*.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang pemodelan sistem pemeliharaan mesin hybrid guna meningkatkan *availability* dilaksanakan di Koarmada II, Surabaya dikarenakan KRI yang menggunakan mesin hybrid berada di jajaran Koarmada II, rencana waktu penelitian dilaksanakan pada semester 2 tahun 2021.

3.3 Populasi Dan Sampel Penelitian

Pada penelitian ini, tidak ditentukan populasi dan sampel penelitian. Hal ini dikarenakan, locus penelitian hanya satu yaitu di KRI REM kelas dan operator mesin hybrid kurang lebih 8 orang.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti adalah observasi. Observasi merupakan pengamatan langsung pada objek penelitian, format disusun berisi item-item tentang kejadian atau tingkah laku yang digambarkan akan terjadi pada objek. Peranan yang paling penting dalam menggunakan metode observasi adalah pengamat (Sandu S, 2015). Pada penelitian ini, observasi dilakukan pada operasional mesin *hybrid* dan laporan-laporan tentang pemeliharaan mesin, pencatatan jurnal-jurnal operasional dan pemeliharaan mesin kapal serta dokumen lain terkait mesin *hybrid* kapal perang yang menjadi objek penelitian. Untuk melengkapi data-data yang masih kurang akurat, bila diperlukan peneliti akan melakukan pencarian data pada dinas-dinas di Angkatan Laut yang terkait dengan pemeliharaan mesin pada KRI

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen Penelitian adalah observasi langsung pada objek penelitian, dimana peneliti langsung mengamati proses operasional mesin hybrid dan meneliti software-software pemeliharaan pada objek penelitian.

3.6 Tehnik Pengolahan Data

Tehnik pengolahan data pada penelitian ini yaitu data di partisi dalam beberapa bagian sesuai kebutuhan penelitian kemudian dikelompokkan sesuai

tingkat kerusakan mesin berdasarkan hasil data observasi untuk mendapatkan data secara numerik, selanjutnya dilakukan analisis sesuai metode yang digunakan.

3.7 Teknik Analisa Data

Sandu S dan M. Ali Sodik (2015) menyatakan analisis data disebut juga pengolahan data dan penafsiran data. Analisis data adalah rangkaian kegiatan penelaahan, pengelompokan, sistematisasi, penafsiran dan verifikasi data agar sebuah fenomena memiliki nilai sosial, akademis dan ilmiah. Kegiatan dalam analisis data adalah mengelompokan data berdasarkan variabel, mentabulasi data berdasarkan variabel, menyajikan data tiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah. Sandu S dan M. Ali Sodik (2015) juga menyatakan Analisis data dimaksudkan untuk memahami apa yang terdapat di balik semua data tersebut, mengelompokannya, meringkasnya menjadi suatu yang kompak dan mudah dimengerti, serta menemukan pola umum yang timbul dari data tersebut.

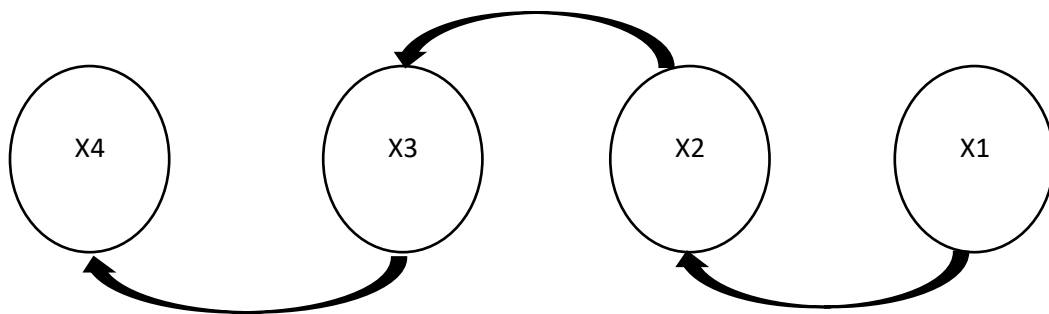
Pada penelitian ini, data yang sudah didapat oleh peneliti diolah dengan teori *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Kemudian, hasil pengolahan OEE menjadi acuan analisis data menggunakan Markov Decision Proses, sebagai berikut:

3.7.1 Proses Analisis Data Dengan Metode *Markov Decision Process*

Markov Decision Process merupakan suatu aplikasi yang dapat memprediksi atau menganalisis suatu perubahan. Penerapan analisa Markov bisa dibidang cukup terbatas karena sulit untuk menemukan permasalahan yang memenuhi kondisi yang diperlukan untuk analisa Markov, terutama persyaratan bahwa probabilitas transisi harus konstan sepanjang waktu. Oleh karena itu, Penentuan kebijakan dengan menggunakan metode *Markovian*

Decision Process (MDP) secara umum masih cenderung subjektif dalam penentuan state karena masih berdasarkan perspektif individual. Untuk itu, agar data valid dan objectives maka dilakukan perhitungan/pengolahan data menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang didasarkan atas kondisi dan kinerja dari mesin sebagai awal penentuan state/kondisi.

Proses Markov terdiri dari dua prosedur, yaitu menyusun matriks probabilitas transisi, dan kemudian menghitung kemungkinan yang ada di waktu yang akan datang. Probabilitas transisi pada pemeliharaan mesin adalah sebuah perubahan status/kondisi mesin dari waktu ke waktu. Seperti pada contoh gambar dibawah ini.



Gambar 3.1. Proses transisi kondisi mesin

Pada gambar diatas, kondisi mesin X1 adalah kondisi mesin dalam keadaan baik, tentu dengan operasional mesin akan mengalami perubahan status ke kondisi X2 yaitu rusak ringan sehingga perlu dilakukan pemeliharaan preventif. begitu seterusnya sampai mengalami perubahan ke kondisi X3 (rusak sedang) dan X4 (rusak berat) sehingga akan dilakukan pemeliharaan korektif. Namun kemungkinan perubahan kondisi dari status X1 ke X3 atau X4 dapat juga terjadi disebabkan situasi tertentu. Berdasarkan penjelasan kondisi diatas, dalam Hillier (2005) kita dapat menentukan kebijakan pemeliharaan yang diambil pada setiap kondisi, yakni:

- Kondisi M0 = tindakan pemeliharaan korektif pada state X4

- Kondisi M1 = tindakan pemeliharaan preventif pada state X2, X3 dan pemeliharaan korektif pada state X4
- Kondisi M2 = tindakan pemeliharaan preventif pada state X3 dan pemeliharaan korektif pada state X4
- Kondisi M3 = tindakan pemeliharaan preventif pada state X2 dan pemeliharaan korektif pada state X3, X4
- Kondisi M4 = pemeliharaan korektif pada state X3, X4

Kriteria Kondisi mesin menurut Alfred (2014) adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi baik. Suatu mesin dikatakan kondisi baik apabila mesin dapat digunakan untuk operasi sesuai dengan spesifikasi teknis yang dimiliki. Perawatan pencegahan dan pemeriksaan rutin dilakukan secara rutin dan berkala sesuai prosedur. Mesin dalam kondisi baik saat masih dalam keadaan baru atau setelah diperbaiki.
- b. Kondisi kerusakan ringan. Suatu mesin dapat dikatakan kondisi kerusakan ringan apabila mesin tersebut dapat beroperasi dengan baik, tetapi kadang-kadang terjadi kerusakan-kerusakan kecil yang membuat mesin harus berhenti sejenak. Namun masih dapat ditangani oleh anggota kapal, pemeliharaan yang dilaksanakan adalah pemeliharaan organik. waktu perbaikan relatif cepat antara 0 sampai dengan 60 menit. seperti penggantian filter, pipa bocor dll.
- c. Kondisi kerusakan sedang. Suatu mesin dikatakan kondisi kerusakan sedang ketika mesin tidak dapat beroperasi dengan baik, hal ini karena adanya penggantian sparepart yang membuat mesin berhenti lebih lama karena penanganan yang kompleks. Kerusakan sedang dapat ditangani oleh organik kapal namun kadangkala karena keterbatasan suku cadang dan tools yang digunakan pemeliharaan dilakukan oleh pihak ke 3. waktu perbaikannya relatif lebih lama.

- d. Kondisi kerusakan berat. Suatu mesin dapat dikatakan kondisi kerusakan berat apabila mesin tersebut tidak dapat digunakan untuk beroperasi. Waktu untuk perbaikan relatif lama dan dilaksanakan oleh pihak ke 3 karena kerusakan yang kompleks.

3.7.1.1 Penentuan Data Transisi Status Mesin

Transisi status adalah perubahan status mesin dari suatu kondisi status ke kondisi status yang lain (Alfred, 2014). Status kondisi suatu mesin dapat terjadi peningkatan tetapi umumnya seiring dengan operasional kondisi mesin akan mengalami penurunan. Tabel dibawah merupakan penentuan data transisi status yang mungkin terjadi pada mesin (Priambodo, 2018), yaitu:

Tabel 3.2. 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 dikelompokan sesuai pada gambar 6 seperti pada tabel 5 dibawah. Perhitungan jumlah transisi status, digunakan untuk menentukan jumlah transisi status mesin yang berada pada status baik, kerusakan ringan, kerusakan sedang dan kerusakan berat (Alfred, 2014).

Tabel 3.3. 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	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	$\Sigma 3$	$\Sigma 4$

Sumber. Alfred, 2014

Keterangan:

$\Sigma 1$, $\Sigma 2$, $\Sigma 3$ dan $\Sigma 4$ merupakan jumlah status transisi mesin pada masing-masing kondisi.

3.7.1.2 Perhitungan Probabilitas Transisi Status Mesin

Penentuan probabilitas transisi status suatu mesin, menggunakan data transisi status yang telah dihitung dari state dan perhitungan jumlah transisi status yang telah dikelompokkan pada kondisi baik, kerusakan ringan, kerusakan sedang dan kerusakan berat (Alfred, 2014). Perhitungan probabilitas Transisi Status Mesin menggunakan rumusan sebagai berikut (Priambodo, 2018):

$$P_{ij} = \frac{(a_{ij})}{(\Sigma a_{ij})} \quad (12)$$

Dimana:

a_{ij} = total perubahan kondisi mesin dari kondisi- i ke kondisi- j

i = kondisi saat ini

j = kondisi periode mendatang

Data perhitungan didapat pada tabel dibawah yang merupakan cara perhitungan probabilitas transisi pada setiap mesin.

Tabel 3.4. Probabilitas Transisi Status Mesin

PART	STATUS									
	(B/B)/ $\Sigma 1$	(B/Kr)/ $\Sigma 1$	(B/Ks)/ $\Sigma 1$	(B/Kb)/ $\Sigma 1$	(Kr/Kr)/ $\Sigma 2$	(Kr/Ks)/ $\Sigma 2$	(Kr/Kb)/ $\Sigma 2$	(Ks/Ks)/ $\Sigma 3$	(Ks/Kb)/ $\Sigma 3$	(Kb/B)/ $\Sigma 4$
1										
2										
3										
4	(B/B)/ $\Sigma 1$	(B/Kr)/ $\Sigma 1$	(B/Ks)/ $\Sigma 1$	(B/Kb)/ $\Sigma 1$	(Kr/Kr)/ $\Sigma 2$	(Kr/Ks)/ $\Sigma 2$	(Kr/Kb)/ $\Sigma 2$	(Ks/Ks)/ $\Sigma 3$	(Ks/Kb)/ $\Sigma 3$	(Kb/B)/ $\Sigma 4$
Σ	$\Sigma B/B$	$\Sigma B/Kr$	$\Sigma B/Ks$	$\Sigma B/Kb$	$\Sigma Kr/Kr$	$\Sigma Kr/Ks$	$\Sigma Kr/Kb$	$\Sigma Ks/Ks$	$\Sigma Ks/Kb$	$\Sigma Kb/B$

Sumber. Alfred, 2014.

3.7.1.3 Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi Awal (M0) pada status kondisi saat ini

Matriks probabilitas transisi memungkinkan untuk melakukan perhitungan probabilitas state di masa mendatang berdasarkan pada state saat ini (Alfred, 2014). Bentuk matriks probabilitas transisi usulan awal (M0) yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 3.5. Matriks Probabilitas Awal

i \ j	1	2	3	4
1	$\Sigma B/B$	$\Sigma B/K_r$	$\Sigma B/K_s$	$\Sigma B/K_b$
2	0	$\Sigma K_r/K_r$	$\Sigma K_r/K_s$	$\Sigma K_s/K_b$
3	0	0	$\Sigma K_s/K_s$	$\Sigma K_s/K_b$
4	$\Sigma K_b/B$	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

berdasarkan tabel 3.5 diatas, dalam jangka panjang probabilitas mengalami kerusakan dan *steady state* dapat ditulisk dengan rumusan sebagai berikut (Petrus, Effendi, & Effendi, 2014):

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

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

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:

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

3.7.1.4 Perhitungan Pemodelan Matriks Probabilitas Transisi

Untuk menjaga kondisi mesin tetap baik maka perlu dilakukan pemeliharaan terhadap mesin. Pemeliharaan mesin yang baik harus ada suatu perencanaan. Pada penulisan ini akan dibuat suatu perencanaan berupa kebijakan dalam pemeliharaan. Kebijakan pemeliharaan mesin didasarkan pada perubahan matriks transisi awal. Sehingga didapatkan empat pemodelan sistem pemeliharaan (Rochmoeljati, 2012), yaitu:

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

Tabel 3.6. Matriks Model I (M1)

i \ j	1	2	3	4
1	$\sum B/B$	$\sum B/K_r$	$\sum B/K_s$	$\sum B/K_b$
2	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

Berdasarkan hasil matriks transisi pada tabel diatas, probabilitas jangka panjang dalam keadaan baik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3 \quad \pi_4] \begin{bmatrix} \sum B/B & \sum B/K_r & \sum B/K_s & \sum B/K_b \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

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

Maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\pi_1 \sum \frac{B}{B} + \pi_2 + \pi_4 = \pi_1$$

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

$$\pi_1 \sum \frac{B}{K_s} + \pi_3 = \pi_3$$

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

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

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

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

Tabel 3.7. Matriks Model II (M2)

i \ j	1	2	3	4
1	$\sum B/B$	$\sum B/K_r$	$\sum B/K_s$	$\sum B/K_b$
2	0	$\sum K_r/K_r$	$\sum K_r/K_s$	$\sum K_s/K_b$
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

Berdasarkan hasil matriks transisi pada tabel diatas, probabilitas jangka panjang dalam keadaan baik dapat dituliskan sebagai berikut:mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3 \quad \pi_4] \begin{bmatrix} \sum B/B & \sum B/K_r & \sum B/K_s & \sum B/K_b \\ 0 & \sum K_r/K_r & \sum K_r/K_s & \sum K_s/K_b \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

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

Maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\pi_1 \sum \frac{B}{B} + \pi_3 + \pi_4 = \pi_1$$

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

$$\pi_1 \sum \frac{B}{K_s} + \pi_2 \sum \frac{K_r}{K_s} = \pi_3$$

$$\pi_1 \sum \frac{B}{K_b} + \pi_2 \sum \frac{K_s}{K_b} = \pi_4$$

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

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

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

Tabel 3.8. Matriks Model III (M3)

i \ j	1	2	3	4
1	$\sum B/B$	$\sum B/K_r$	$\sum B/K_s$	$\sum B/K_b$
2	0	$\sum K_r/K_r$	$\sum K_r/K_s$	$\sum K_s/K_b$
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

Berdasarkan hasil matriks transisi pada tabel diatas, probabilitas jangka panjang dalam keadaan baik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3 \quad \pi_4] \begin{bmatrix} \sum B/B & \sum B/K_r & \sum B/K_s & \sum B/K_b \\ 0 & \sum K_r/K_r & \sum K_r/K_s & \sum K_s/K_b \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

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

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

$$\pi_1 \sum \frac{B}{K_s} + \pi_2 \sum \frac{K_r}{K_s} = \pi_3$$

$$\pi_1 \sum \frac{B}{K_b} + \pi_2 \sum \frac{K_s}{K_b} = \pi_4$$

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

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

d. Pemeliharaan korektif pada status 3, 4 dan pemeliharaan preventif pada status 2(M4). Matriks transisinya sebagai berikut:

Tabel 3.9. Matriks Model IV (M4)

i \ j	1	2	3	4
1	$\sum B/B$	$\sum B/r$	$\sum B/Ks$	$\sum B/Kb$
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0

Sumber. Rochmoeljati, 2012

Berdasarkan hasil matriks transisi pada tabel diatas, probabilitas jangka panjang dalam keadaan baik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3 \quad \pi_4] \begin{bmatrix} \sum B/B & \sum B/Kr & \sum B/Ks & \sum B/Kb \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

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

Maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

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

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

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

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

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

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

3.7.1.5 Reliabilitas Menggunakan Rantai Markov

Dalam penentuan reliabilitas menggunakan rantai Markov, dibagi menjadi 2 keadaan yaitu keadaan saat mesin beroperasi (keadaan awal $(i)=[0,1,\dots,n]$) dan keadaan saat mesin mengalami kerusakan/gagal (keadaan $(j)=[i+1,\dots,j]$) (Mega NA,dkk, 2017). Keadaan tersebut dapat diartikan bahwa kondisi mesin pada saat beroperasi sangat mungkin mengalami kerusakan. Pada perhitungan ini keadaan awal dan kegagalan kemungkinan akan terjadi $(i,j=\emptyset)$ Mega NA,dkk, 2017. Untuk $m=0$, mesin dalam kondisi sangat baik dan belum pernah mengalami kerusakan sama sekali, artinya tingkat keandalan atau reliabilitas dari suatu mesin tersebut sangat baik sehingga $R(0)=1$. Berdasarkan penentuan keadaan i dan j maka matriks peluang transisi \mathbf{P} dan distribusi awal $\pi(0)$ menjadi:

$$P = \begin{bmatrix} P_{ii} & P_{ij} \\ P_{ji} & P_{jj} \end{bmatrix} \quad (13)$$

dan $\pi(0)=[\pi_i(0),\pi_j(0)]$

Maka reliabilitas untuk rantai Markov didefinisikan sebagai berikut:

$$R(m) = \pi_u(0)P_{ii}^m 1_n \quad (14)$$

untuk ≥ 0 ; (Mega NA,dkk, 2017)

3.8 Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik tidak ditentukan, karena pada penelitian ini tidak dilakukan pengambilan sampel pada suatu populasi.