

PERENCANAAN PEMELIHARAAN JALAN RELDAOP VI YOGYAKARTA

Ayi Rayhana Aulia¹, and Danang Parikesit¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
E-mail: ayi.rayhana.a@mail.ugm.ac.id
E-mail: dparikesit@ugm.ac.id

Abstrak. PT. Kereta Api Indonesia menempatkan keselamatan pada misi utamanya dalam melayani pelanggan dengan cara melakukan pemeliharaan pada seluruh daerah operasionalnya, termasuk Daerah Operasional VI Yogyakarta yang terdiri atas 12 koridor dengan panjang total sekitar 385 km. Pelaksanaan pemeliharaan akan menggunakan IMO (Infrastructure Maintenance and Operation) sebagai biaya pemeliharaan dan operasi, namun IMO yang diberikan oleh pemerintah seringkali tidak cukup karena adanya kendala dalam anggaran. Daerah pemeliharaan yang panjang, dana pemeliharaan yang terbatas, dan pentingnya pemeliharaan membuat pemeliharaan dilakukan berdasarkan urutan prioritas koridor atau urutan koridor yang membutuhkan pemeliharaan terlebih dahulu, sehingga dana yang terbatas dapat dialokasikan dengan tepat. Perencanaan pemeliharaan dilakukan dengan mencari banyaknya kuantitas pemeliharaan berdasarkan umur layan masing-masing komponen atas penyusun jalan rel, kemudian menetapkan koridor prioritas dengan menggunakan penilaian kekritisan dan penilaian kondisi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa koridor Yogyakarta-Lempuyangan menjadi prioritas utama dengan nilai kekritisan sebesar 18, dan 17 untuk penilaian berdasarkan kondisi. Kuantitas pemeliharaan untuk koridor Yogyakarta-Lempuyangan adalah penggantian rel R-54 sebanyak 187 m/tahun, 87 penggantian bantalan kayu dan 76 penggantian bantalan beton, penggantian balas sebanyak 203 m³/tahun, dan frekuensi pemecokan yang dilakukan 20 bulan sekali sepanjang 1,517 m.

Kata kunci: IMO, komponen jalan rel, nilai kekritisan, pemecokan, umur layan

I. PENDAHULUAN

Struktur jalan rel merupakan salah satu bagian yang berperan mempengaruhi kinerja operasional kereta api yang terdiri atas beberapa indikator, seperti keselamatan, ketepatan waktu, pelayanan, serta kenyamanan. Kinerja operasional kereta api yang terganggu akan menyebabkan kerugian, baik dari segi waktu, materiil, bahkan mengancam keselamatan penumpang. Hal tersebut sangat mungkin terjadi bila struktur jalan rel yang lambat laun mengalami penurunan kualitas tidak dilakukan tindakan. Oleh karena itu, dilakukanlah pemeliharaan untuk mengontrol kinerja operasional kereta api tersebut. Namun menurut Muthohar (2010), pelaksanaan pemeliharaan sering terpengaruh dengan masalah biaya yang terbatas maupun terlambat dalam pencairannya, sehingga dana yang ada harus digunakan dengan bijak agar pengalokasiannya tepat sasaran.

Tujuan perencanaan ini adalah mencari kuantitas yang dibutuhkan berdasarkan umur layannya agar bisa diketahui biaya pemeliharaan yang dibutuhkan, kemudian dari seluruh koridor yang ada akan dilakukan

pengurutan prioritas, koridor mana yang membutuhkan prioritas pengerjaan pemeliharaan terlebih dahulu agar dana yang terbatas dapat dialokasikan dengan bijak.

Para peneliti terdahulu terkait pemeliharaan jalan rel adalah Hamdani (2006) yang menentukan model pengambilan keputusan pemeliharaan dan perawatan badan jalan rel pada stasiun Tugu Yogyakarta dengan menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Rais (2008) melakukan perhitungan kebutuhan volume pemeliharaan tahunan jalan rel berdasarkan *passing tonnage* dan klasifikasi jalan kereta api, serta menentukan prioritas petak/koridor yang memerlukan perbaikan geometri rel berdasarkan nilai *Track Quality Index* pada lintas Yogyakarta-Solo. Setio (2009) menggunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) yang penerapannya dipermudah dengan perangkat lunak Sistem Informasi Manajemen Perawatan pada koridor Cikampek-Bandung-Tasikmalaya dan koridor Sukabumi-Cianjur-Padalarang, dimana analisis dilakukan dengan tahapan inventarisasi, perhitungan nilai dan prioritas perawatan, serta analisis mode kegagalan dan dampaknya.

II. METODOLOGI

Perencanaan pemeliharaan dilakukan dengan tahapan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari DAOP VI Yogyakarta Unit Operasi serta Jalan Rel dan Jembatan, perhitungan daya angkut lalu lintas, perhitungan kuantitas pemeliharaan komponen, kemudian penyusunan prioritas berdasarkan nilai kekritisan dan nilai kondisi per koridor. Perencanaan ini tanpa memperhitungkan biaya yang dibutuhkan.

A. Daya Angkut Lalu Lintas

Besarnya daya angkut lalu lintas digunakan untuk mengetahui lamanya umur layan rel dan menetapkan kelas jalan rel berdasarkan klasifikasi jalan rel pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012. Persamaan (1) dan (2) adalah persamaan untuk mencari besarnya daya angkut lalu lintas yang digunakan oleh PT. KAI sesuai dengan Buku Saku Perawatan Jalan Rel (2012).

$$T_0 = 360ST_s \quad (1)$$

$$T_s = T_p | (K_b T_b) | (K_l T_l) \quad (2)$$

dengan,

- T_0 = beban lalu lintas (ton/tahun)
- TE = beban ekuivalen (ton/hari)
- T_p = beban penumpang dan kereta harian (ton/hari)
- T_b = beban barang dan gerbong harian (ton/hari)
- T_l = beban lokomotif harian
- S = koefisien yang besarnya tergantung pada kualitas lintas
= 1,1 untuk lintas dengan kereta penumpang dengan kecepatan maksimum 120 km/jam
= 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang
- K_l = koefisien yang besarnya 1,4
- K_b = koefisien yang besarnya tergantung kepada beban gandar
= 1,5 untuk beban gandar < 18 ton
= 1,3 untuk beban gandar > 18 ton

B. Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan adalah berupa penggantian pada komponen rel, bantalan, dan balas serta berupa pemecokan pada balas.

a. Kuantitas Penggantian Komponen

Perencanaan pemeliharaan dimulai dengan mengetahui banyaknya volume kebutuhan penggantian pada komponen rel, bantalan, dan balas dengan menggunakan metode garis lurus, yakni jumlah komponen yang diganti adalah sama setiap tahunnya, sehingga persamaannya seperti pada Persamaan 3.

Jumlah komponen dinyatakan dalam meter untuk rel, batang untuk bantalan dan meter³ kubik untuk balas. Umur layan masing-masing komponen adalah berbeda-beda. Balas memiliki umur layan selama 15

tahun (Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011), bantalan kayu, besi dan beton masing-masing memiliki umur layan selama 10, 40 dan 50 tahun (PT. KAI dalam Rais, 2008), sedangkan lamanya umur layan rel ditentukan dari persamaan yang dikemukakan Ward, L. E., dkk (1957) seperti pada Persamaan 4.

$$\text{Volume Pemeliharaan} = \frac{\text{Jumlah Komponen}}{\text{Umur Komponen}} \quad (3)$$

$$T = KWD^{0,565} \quad (4)$$

Dengan T adalah umur re (MGT), D adalah beban lalu lintas (MGT/tahun), W adalah berat rel (lb/yard), dan K merupakan konstanta rel yang bergantung dengan kondisinya. Nilai K sebesar 0,981 untuk rel dengan berat rel lebih dari 123, nilai 1,3544–1,3930 untuk rel panjang menerus, nilai 1,4210–1,4616 untuk *High Silicon Rail*, untuk jalan baru dengan nilai K sebesar 0,938, dan rel dengan data lain menggunakan K sebesar 0,545. Pada kondisi geometrik alinemen horizontal dapat digunakan perbandingan nilai K terhadap jalan lurus seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai K berdasarkan perbandingan dengan umur jalan lurus

Jari-jari lekung (m)	Perbandingan dengan umur jalan lurus	
	Tanpa Pelumasan	Dengan Pelumasan
0 - 3500	1	1
3500-1165	0,87	1
1165-700	0,74	0,88
700-500	0,61	0,73
500-390	0,49	0,70
390-320	0,38	0,62
320-270	0,30	0,55
270-230	0,22	0,48
230-200	0,16	0,44
200-185	0,12	0,40
<185	0,10	0,37

(Sumber: Rosyidi, 2015)

b. Pemecokan Balas

Kebutuhan pemecokan suatu koridor yang terdiri dari frekuensi pemecokan dalam satu tahun dan panjang daerah yang akan dipekok. Pada PERJANA 2C Tahun 2012 disebutkan persamaan-persamaan untuk menentukan frekuensi dan panjang pemecokan yang dilakukan setiap tahun ditunjukkan pada Persamaan (5), (6), dan (7).

$$F = 0,023 T_0^{0,3} S^{0,5} (1F_p) \quad (5)$$

$$F_b = I_b I_p I_s K_t \quad (6)$$

$$K_p = PL_r \quad (7)$$

- Dengan,
 F = frekuensi pemencokan per tahun (kali/tahun)
 T_o = daya angkut lintas (juta ton/tahun)
 S = kecepatan maksimum (km/jam)
 F_p = faktor penentu
 I_b = (fi kayu) + (fi besi) + (fi beton)
 I_p = (fi kaku) + (fi elastis)
 I_s = (fi RPM) + (fi fish plate)
 K_t = (fi tanah baik) + (fi tanah sedang) + (fi tanah jelek)
 K_p = kebutuhan pemencokan (m/tahun)
 P = frekuensi pemencokan per tahun (kali/tahun)
 L_r = panjang rel (m)

Variabel fi atau faktor indeks yang digunakan untuk Persamaan (6) didapat dengan menggunakan Tabel 2.

Tabel 2. Faktor penentu frekuensi pemecokan

Komponen	Faktor Penentu (F_p)	
	Jenis	Faktor Indeks (fi)
Bantalan	Beton	0
	Besi	0,1
	Kayu	0,2
Penambat	Elastis	0
	Kaku	0,25
Sambungan rel	Rel panjang menerus (RPM)	0
	Sambungan fish plate	0,5
	Baik	0
Tanah dasar	Sedang	0,75
	Jelek	1,5

(Sumber : PERJANA 2C, 2012)

C. Penetapan Prioritas Koridor

Prioritas koridor didapat dengan cara melakukan penilaian pada masing-masing koridor dengan menjumlahkan nilai-nilai pada faktor kekritisan dan faktor kondisinya, kemudian dari seluruh koridor diurutkan.

a. Nilai Kekritisian

Menurut Carretero, dkk (2003), kekritisan adalah sebuah pengukur kepentingan sebuah sistem secara

fungsional. Faktor-faktor ditetapkan untuk menghitung nilai kekritisan yang merupakan penjumlahan dari semua nilai faktor (Persamaan (8)).

$$c = \sum_{i=1}^n F \quad (8)$$

Dengan c sebagai nilai kekritisan, F merupakan nilai bobot faktor kekritisan, dan n jumlah parameter. Faktor-faktor tersebut akan diberi nilai skala 1 – 4, seperti yang terlihat pada Tabel 3. Penilaian faktor perawatan (E) yang memiliki 3 aspek adalah dengan menilai masing-masing aspek kemudian dirata-rata.

b. Nilai Kondisi

Penetapan prioritas dapat dikatakan sebagai peramalan kondisi prasana yang penting dijadikan pertimbangan kegiatan pemeliharaan, karena pada dasarnya PT. KAI melakukan tindakan pemeliharaan atas laporan yang terjadi di lapangan. Koridor yang menjadi prioritas pertama dalam perawatan adalah koridor yang dianggap akan mengalami kerusakan terdini, baik karena kondisinya saat ini maupun kondisi pendukung penyebab kerusakan. Oleh karena itu, penetapan prioritas harus berkaitan pula dengan kerusakan yang umum terjadi pada prasarana.

Prioritas berdasarkan kondisi juga akan diberi nilai skala 1 – 4 seperti pada Tabel 4, yang nantinya akan dijumlahkan dari tiap-tiap faktor.

Penetapan prioritas berdasarkan nilai kekritisan maupun nilai kondisi, keduanya terdapat 2 jenis metode, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode kuantitatif akan mudah dilakukan penilaiannya, karena sifatnya numeris, sedangkan sebaliknya penilaian secara kualitatif akan lebih sulit karena sifatnya relatif. Penilaian secara kualitatif akan menggunakan metode fraktil, khususnya pada perencanaan ini fraktil yang digunakan adalah kuartil.

Tabel 3. Faktor-faktor nilai kekritisan

Kode	Faktor Perhitungan	Deskripsi	Klasifikasi Kekritisian			
			Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Nilai 4
A	Teknologi	Jenis dari teknologi yang akan dipergunakan	Mekanik	Elektro-mekanik	Elektrik	Elektronik
B	Kepadatan Lalu Lintas	Jumlah sirkulasi kereta api dalam 1 harinya	1 – 20	20 – 60	60 – 200	> 200
C	Operasional Kereta Api	Lamanya waktu beroperasi kereta api	6 jam	12 jam	18 jam	24 jam
D	Pengguna	Banyaknya penumpang yang melalui jalur tersebut	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi
E	Perawatan	Kerumitan dalam melakukan perawatan dari 3 aspek ; Panjang lengkung, panjang koridor, waktu operasi	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi
F	Dampak Lingkungan	Dampak lingkungan yang terjadi apabila kegagalan terjadi	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi
G	Keselamatan	Resiko terjadi kecelakaan yang membahayakan penumpang	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi

Tabel 4. Faktor-faktor nilai kondisi

Kode	Faktor Perhitungan	Deskripsi	Klasifikasi Kondisi			
			Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Nilai 4
a	Kelas Jalan	Besarnya kapasitas yang diangkut per tahun	IV – V	III	II	I
b	Panjang Lengkung Radius Kecil	Panjang tikungan berjari-jari < 800 m	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi
c	Kecepatan	Kondisi jalan rel dilihat dari perbedaan kecepatan berdasarkan kelas jalan dan kecepatan lapangan	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
d	TQI	Penilaian secara geometrik menggunakan kereta ukur	0-20	21-40	41-60	> 60
e	Frekuensi Pemecokan	Seberapa sering dilakukan pemecokan dalam setahun	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi
f	Sambungan Rel	Banyaknya sambungan <i>fishplate</i>	Rendah	Medium	Tinggi	Sangat tinggi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan daya angkut lalu lintas dan kebutuhan pemeliharaan komponen jalan rel terdapat pada Tabel 5. Banyaknya volume penggantian komponen yang dicari dengan metode garis lurus dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu jumlah komponen yang terpasang dan umur layannya. Bantalan dan balas pada perencanaan ini sudah memiliki ketetapan umur layan pada masing-masing jenisnya. Banyaknya penggantian komponen bergantung dengan jumlah komponen yang terpasang di lapangan. Berbeda dengan rel yang meskipun dengan jenis rel yang sama, umur layannya belum tentu sama. Hal ini dikarenakan oleh lamanya umur layan rel yang dipengaruhi beberapa faktor, yaitu nilai K yang berhubungan dengan lengkung tempat dimana kerap terjadi keausan, daya angkut lalu lintas yang menggambarkan frekuensi gesekan antar roda kereta api dengan rel, dan jenis rel itu sendiri yang berkaitan dengan dimensinya.

Kebutuhan pemecokan pada setiap koridor dimana semakin besar nilai frekuensinya, maka akan lebih sering dilakukan, begitu pun sebaliknya. Kegiatan pemecokan dengan frekuensi yang tinggi memiliki artian bahwa koridor tersebut memiliki balas yang rentan mengalami deformasi akibat beban yang terjadi di atasnya. Deformasi yang terjadi dipengaruhi

beberapa hal, yaitu daya angkut lalu lintas, kecepatan maksimum yang berkaitan dengan gaya dinamis yang akan terjadi, serta faktor-faktor penentu yang terdiri atas jenis bantalan, penambat, sambungan, dan jenis tanah, dimana jenis tanah selaku penopang utama struktur jalan rel memiliki nilai-nilai faktor indeks yang lebih besar di antara 3 komponen lainnya.

Semakin banyak pemeliharaan yang dibutuhkan pada kelas jalan yang tinggi suatu koridor, maka akan menimbulkan tantangan tersendiri dalam pengerjaannya.

Sebelum dilakukan penilaian skala 1-4, data lapangan harus diinput ke dalam masing-masing faktor penyusun penilaian kekritisan dan kondisi. Tabel 6 adalah pendataan untuk menentukan kekritisan suatu koridor. Koridor dianggap kritis ketika memiliki resiko tinggi yang mengancam keselamatan penumpang, memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan, tingkat kerumitan perawatan yang tinggi, melayani banyak penumpang dan perjalanan, serta kecanggihan teknologi yang dimilikinya. Semua ini merujuk akan besarnya dampak yang timbul ketika adanya gangguan operasional kereta api.

Tabel 7 merupakan pendataan berdasarkan penilaian kondisi yang akan mempengaruhi dan menggambarkan performa struktur jalan rel di lapangan.

Tabel 5. Hasil perhitungan daya angkut lalu lintas dan volume kebutuhan pemeliharaan

Koridor	T (10 ⁶ ton/tahun)	Kelas Jalan	Volume Penggantian (per tahun)						Pemecokan (per tahun)		
			Rel (m)			Bantalan (batang)			Balas (m ³)	Frekuensi (bulan sekali)	Panjang (km)
			R-54	R-42	R-33	K	Bs	Bt			
KTA-WT	26,64	I	4.813	0	0	257	0	2.215	6.760	19	42,270
WT-RWL	26,64	I	3.188	0	0	208	0	1.250	3.845	19	24,039
RWL-YK	28,97	I	1.270	0	0	124	0	573	1.823	18	11,644
YK-LPN	30,25	I	187	0	0	87	0	76	203	20	1,517
LPN-KT	29,41	I	3.899	0	0	264	0	1.781	4.859	22	28,584
KT-SLO	27,06	II	6.204	0	0	308	1	1.954	5.067	18	55,693
SLO-SK	12,23	II	123	0	0	25	1	66	94	15	1,650
SK-PI	12,23	II	219	0	0	51	1	129	218	13	3,644
PI-MSR	12,23	II	1.312	0	0	125	1	850	1.439	13	22,483
MSR-WK	12,23	II	463	0	0	44	0	295	508	14	7,931
SLO-GDH	9,14	III	1.178	574	309	167	0	1.300	3.230	31	15,033
PWS-WNG	0,16	V	0	314	79	139	1.298	39	1.831	149	2,967

Keterangan: K = Kayu, Bs = Besi, Bt = Beton

Tabel 6. Input data koridor pada masing-masing faktor kekritisan

Koridor	A	B (perjalanan)	C (jam)	D (orang/km)	E			F	G (buah)
					E ₁ (km)	E ₂ (km)	E ₃ (jam)		
KTA-WT	Elektrik	222	24	425	0	67,376	24	Rendah	48
WT-RWL	Elektrik	148	24	747	7,239	38,2508	24	Rendah	23
RWL-YK	Elektrik	152	24	3.068	0	17,776	24	Rendah	18
YK-LPN	Elektrik	95	24	14.288	0	2,614	24	Rendah	4
LPN-KT	Mekanik	364	24	1.101	0	54,584	24	Rendah	42
KT-SLO	Mekanik	450	24	404	0,135	86,85	24	Rendah	42
SLO-SK	Mekanik	46	24	9.274	0,48936	2,086	24	Rendah	7
SK-PI	Mekanik	46	24	4.662	0	4,15	24	Rendah	4
PI-MSR	Mekanik	92	24	738	0	26,224	24	Rendah	8
MSR-MN	Mekanik	184	24	2.089	0	9,26	24	Rendah	24
SLO-GDH	Mekanik	70	20	120	0,28	39,359	20	Rendah	72
PWS-WNG	Mekanik	16	8	13	4,46474	36,884	8	Rendah	172

Presentase kecepatan, nilai TQI dan frekuensi pemecokan merupakan faktor yang merepresentasikan kondisi struktur jalan rel saat ini. Presentase kecepatan yang kecil memiliki artian bahwa kecepatan realita yang berada pada lapangan memiliki kecepatan jauh lebih rendah dari yang ditetapkan oleh kelas jalannya karena kondisinya tidak memungkinkan untuk dilalui dengan kecepatan yang sesuai dengan kelasnya. Kondisi koridor juga dapat diketahui dari nilai TQI yang didapat dari pengukuran geometri menggunakan kereta ukur dan juga seberapa sering koridor tersebut harus dilakukan pemecokan. Dua hal ini berkaitan dengan kondisi *subgrade* sebagai penyokong suatu struktur jalan rel.

Sedangkan kelas jalan, panjang lengkung radius kecil serta sambungan rel merupakan faktor-faktor yang menggambarkan kondisi struktur jalan rel ke depannya. Semakin besar nilai-nilai faktor ini maka akan semakin besar pula potensi dalam menyebabkan kerusakan pada struktur jalan rel, khususnya rel. Kelas jalan menunjukkan daya angkut dalam kurun waktu setahun, panjang lengkung radius kecil yang berpotensi menyebabkan terjadinya keausan pada rel bagian luar

suatu lengkung akibat adanya kontak antara roda kereta api dengan sisi rel bagian dalam, serta sambungan rel berupa *fishplate* yang dapat menimbulkan kerusakan pada ujung-ujung rel akibat adanya kontak ujung rel dengan roda dan akan menimbulkan gaya dinamis yang besar terutama saat rangkaian kereta api melaju dengan kencang.

Koridor-koridor dengan volume kebutuhan pemeliharaan yang telah diketahui selanjutnya diberi penilaian dengan skala 1-4 pada masing-masing faktor nilai kekritisan dan nilai kondisi, kemudian dijumlahkan lalu diurutkan. Hasilnya terdapat pada Tabel 9.

Nilai total pada suatu koridor yang semakin tinggi akan menjadikan pemeliharaan koridor tersebut diprioritaskan, seperti koridor Yogyakarta-Lempuyangan yang memiliki nilai total tertinggi dari seluruh koridor-koridor yang ada pada DAOP VI Yogyakarta, pelaksanaan pemeliharaan koridor ini harus disegerakan dan tidak dapat ditunda. Adapun pemeliharaan yang dilakukan adalah berupa penggantian komponen rel, bantalan, balas serta pemecokan.

Tabel 7. Input data koridor pada masing-masing faktor kondisi

Koridor	a	b (km)	c (%)	d	e (bulan sekali)	f (buah/km)
KTA-WT	I	0,636	83,33	14,906	19	1
WT-RWL	I	9,488	83,33	16,026	19	2
RWL-YK	I	0,383	83,33	14,64	18	3
YK-LPN	I	0,247	54,17	23,156	20	5
LPN-KT	I	1,78858	54,17	17,53	22	1
KT-SLO	I	1,7	87,50	18,487	18	1
SLO-SK	II	0,48936	72,73	24,296	15	2
SK-PI	II	0	90,91	25,567	13	1
PI-MSR	II	0	90,91	18,399	13	1
MSR-MN	II	0	90,91	21,009	14	1
SLO-GDH	III	3,068	63,64	33,401	31	3
PWS-WNG	V	6,21203	37,50	0	149	1

Tabel 8. Penilaian nilai kekritisan dan nilai kondisi

Koridor	Nilai Kekritisan									Nilai Kondisi							
	A	B	C	D	E			F	G	Total	a	b	c	d	e	f	Total
					E ₁	E ₂	E ₃										
KTA-WT	3	4	4	2	1	4	4	1	4	21	4	3	1	1	2	1	12
WT-RWL	3	3	4	2	4	3	4	1	2	18,67	4	4	1	1	2	2	14
RWL-YK	3	3	4	3	1	2	4	1	2	18,33	4	2	1	1	3	3	14
YK-LPN	3	3	4	4	1	1	4	1	1	18	4	2	3	2	2	4	17
LPN-KT	1	4	4	3	1	4	4	1	3	19	4	3	3	1	1	1	13
KT-SLO	1	4	4	1	2	4	4	1	3	17,33	4	3	1	1	3	1	13
SLO-SK	1	2	4	4	3	1	4	1	1	15,67	3	2	1	2	3	2	13
SK-PI	1	2	4	4	1	1	4	1	1	15	3	1	1	2	4	1	12
PI-MSR	1	3	4	2	1	2	4	1	1	14,33	3	1	1	1	4	1	11
MSR-MN	1	3	4	3	1	2	4	1	3	17,33	3	1	1	2	4	1	12
SLO-GDH	1	3	3	1	2	3	3	1	4	15,67	2	4	2	3	1	3	15
PWS-WNG	1	1	2	1	4	3	2	1	4	13	1	4	3	0	1	1	10

Tabel 9. Total nilai kekritisan dan nilai kondisi koridor

Urutan	Koridor	Nilai Kekritisan	Nilai Kondisi	Total
2	KTA-WT	21	12	33
3	WT-RWL	18,67	14	32,67
4	RWL-YK	18,33	14	32,33
1	YK-LPN	18	17	35
5	LPN-KT	19	13	32
7	KT-SLO	17,33	13	30,33
9	SLO-SK	15,67	13	28,67
10	SK-PI	15	12	27
11	PI-MSR	14,33	11	25,33
8	MSR-WK	17,33	12	29,33
6	SLO-GDH	15,67	15	30,67
12	PWS-WNG	13	10	23

IV. KESIMPULAN

A. Kebutuhan Pemeliharaan per Koridor

Hasil perencanaan dari data-data sekunder yang didapat, kebutuhan pemeliharaan per koridor per tahunnya agar dapat diketahui berapa besar dana yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a. Kutoarjo – Wates (KTA – WT)

Penggantian rel R-54	: 4.813 m
Penggantian bantalan kayu	: 257 batang
Penggantian bantalan beton	: 2.215 batang
Penggantian balas	: 6.760 m ³
Frekuensi pemecokan	: 19 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 42,270 km

b. Wates – Rewulu (WT – RWL)

Penggantian rel R-54	: 3.188 m
Penggantian bantalan kayu	: 208 batang
Penggantian bantalan beton	: 1.250 batang
Penggantian balas	: 3.845 m ³
Frekuensi pemecokan	: 19 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 24,039 km

c. Rewulu – Yogyakarta (RWL – YK)

Penggantian rel R-54	: 1.270 m
Penggantian bantalan kayu	: 124 batang
Penggantian bantalan beton	: 573 batang
Penggantian balas	: 1.823 m ³

Frekuensi pemecokan : 18 bulan sekali
Panjang daerah pecok : 11,644 km

d. Yogyakarta – Lempuyangan (YK – LPN)

Penggantian rel R-54	: 187 m
Penggantian bantalan kayu	: 87 batang
Penggantian bantalan beton	: 76 batang
Penggantian balas	: 203 m ³
Frekuensi pemecokan	: 20 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 1,517 km

e. Lempuyangan – Klaten (LPN – KT)

Penggantian rel R-54	: 3.899 m
Penggantian bantalan kayu	: 264 batang
Penggantian bantalan beton	: 1.781 batang
Penggantian balas	: 4.859 m ³
Frekuensi pemecokan	: 22 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 28,584 km

f. Klaten – Solo Balapan (KT – SLO)

Penggantian rel R-54	: 6.204 m
Penggantian bantalan kayu	: 308 batang
Penggantian bantalan besi	: 1 batang
Penggantian bantalan beton	: 1.954 batang
Penggantian balas	: 5.067 m ³
Frekuensi pemecokan	: 18 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 55,693 km

g. Solo Balapan – Solojebres (SLO – SK)

Penggantian rel R-54	: 123 m
Penggantian bantalan kayu	: 25 batang
Penggantian bantalan besi	: 1 batang
Penggantian bantalan beton	: 66 batang
Penggantian balas	: 94 m ³
Frekuensi pemecokan	: 15 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 1,650 km

h. Solojebres – Palur (SK – PI)

Penggantian rel R-54	: 219 m
Penggantian bantalan kayu	: 51 batang
Penggantian bantalan besi	: 1 batang
Penggantian bantalan beton	: 129 batang
Penggantian balas	: 218 m ³
Frekuensi pemecokan	: 13 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 3,644 km

i. Palur – Masaran (PI – MSR)

Penggantian rel R-54	: 1.312 m
Penggantian bantalan kayu	: 125 batang
Penggantian bantalan besi	: 1 batang

Penggantian bantalan beton	: 850 batang
Penggantian balas	: 1.439 m ³
Frekuensi pemecokan	: 13 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 22,483 km
j. Masaran – Walikukun (MSR – WK)	
Penggantian rel R-54	: 463 m
Penggantian bantalan kayu	: 44 batang
Penggantian bantalan beton	: 295 batang
Penggantian balas	: 508 m ³
Frekuensi pemecokan	: 13 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 7,931 km
k. Solo Balapan – Gundih (SLO – GDH)	
Penggantian rel R-54	: 1.178 m
Penggantian rel R-42	: 574 m
Penggantian rel R-33	: 309 m
Penggantian bantalan kayu	: 167 batang
Penggantian bantalan beton	: 1.300 batang
Penggantian balas	: 3.230 m ³
Frekuensi pemecokan	: 31 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 15,033 km
l. Purwosari – Wonogiri (PWS – WNG)	
Penggantian rel R-42	: 314 m
Penggantian rel R-33	: 79 m
Penggantian bantalan kayu	: 139 batang
Penggantian bantalan besi	: 1.298 batang
Penggantian bantalan beton	: 39 batang
Penggantian balas	: 1.831 m ³
Frekuensi pemecokan	: 149 bulan sekali
Panjang daerah pecok	: 2,967 km

B. Prioritas Pemeliharaan Koridor

Berdasarkan penilaian kekritisan dan kondisi, didapat bahwa urutan-urutan prioritas dilaksanakannya pemeliharaan koridor adalah,

1. Yogyakarta – Lempuyangan
2. Kutoarjo – Wates
3. Wates– Rewulu
4. Rewulu – Yogyakarta
5. Lempuyangan – Klaten
6. Solo Balapan – Gundih
7. Klaten – Solo Balapan
8. Masaran – Walikukun
9. Solo Balapan – Solojebres
10. Solojebres – Palur
11. Palur – Masaran
12. Purwosari – Wonogiri

Urutan ini akan membantu menentukan lokasi dilakukannya pemeliharaan pada DAOP VI Yogyakarta, sehingga meskipun cakupan wilayahnya luas dan dana yang dimiliki terbatas, dana tersebut akan dapat terpakai secara bijak di lokasi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Carretero, J., dkk, 2003, “Applying RCM in Large System: A Case Study with Railway Network”, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 82, hlm. 257-273.
- Hamdani, F. F., 2006, *Model Pengambilan Keputusan Pemeliharaan Jalan Rel Stasiun: Studi Kasus Jalan Rel Stasiun Yogyakarta*, Tesis tidak dipublikasikan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Muthohar, I.; Sumi, T.;& Sutomo, H., 2010, “The Implementation and Impacts of PSO, IMO, and TAC Schemes on National Railways Reform in Indonesia”, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 8, hlm. 261-270.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian*, Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2012, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*, Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- PT. KAI, 2012, *Buku Saku Perawatan Jalan Rel*, Bandung: PT. KAI.
- Rais, M. Q. N., 2008, *Analisis Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Passing Tonnage dan Klasifikasi Jalan Rel Kereta Api: Studi Kasus Lintas Yogyakarta–Solo*, Tesis tidak dipublikasikan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Rosyidi, S. A. P., 2015, *BAB III Struktur Jalan Rel*, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Rosyidi, S. A. P., 2015, *BAB V Komponen Rel*, Yogyakarta: Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Setio H. D., Bawono D. A.;& Setio S., 2009, “Studi Perawatan Jaringan Jalan Rel Kereta Berbasis Keandalan (RCM)”, *Dinamika Teknik Sipil*, Vol. 9, hlm. 163-173.
- Sumbowo, H. P., 2011, *Evaluasi Sistem Perawatan Jalan Rel Lintas Stasiun Kutoarjo-Stasiun Tugu*, Tesis tidak dipublikasikan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Utomo, S. H. T., 2009, *Jalan Rel*, Yogyakarta: Beta Offset.
- Ward, L. E., dkk , 1957, “Economics of Railway Location and Operation : Life of Rail”, dalam American Railway Engineering Association, *Proceedings of the Fifty-sixth Annual Convention of the American Railway Engineering Association*, hlm. 360, Chicago: American Railway Engineering Association.