

**KAJIAN PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PERAWATAN JALAN REL
MENGUNAKAN MEKANISASI DAN NON MEKANISASI
(Studi Kasus: Petak Jalan Rel Antara Bojonggede - Bogor)**

Anggi Sanjaya

Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Ibn Khaldun Bogor

e-mail: anggisanjaya76@gmail.com

ABSTRAK

Untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan perjalanan kereta api melibatkan banyak pihak. Mulai dari operasional, baik kondisi sarana maupun kondisi prasarana yang harus selalu terjaga fungsinya agar dapat dilewati kereta api sesuai beban rencana dan kecepatan yang direncanakan. Mengingat frekuensi kereta api yang semakin lama semakin padat maka persiapan olah data geometri jalan rel dengan menggunakan metode lama (tenaga manual) sudah semakin sulit dilaksanakan sehingga perlu adanya pengembangan metode semi mekanik yang nantinya akan berkembang ke teknologi yang lebih modern lagi. Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukanlah penelitian untuk menganalisa perbandingan biaya dan waktu pekerjaan perawatan menggunakan mekanisasi dan non mekanisasi. Analisa perhitungan jumlah tenaga perawatan non mekanisasi menggunakan form CD, sedangkan perhitungan perawatan mekanisasi berdasarkan jam kerja efektif dan kapasitas mesin perawatan jalan rel (MPJR). Perawatan jalan rel menggunakan non mekanisasi membutuhkan waktu sekitar 1 tahun serta biaya sebesar **Rp. 924.410.000,00** (Sembilan ratus dua puluh empat juta empat ratus sepuluh ribu rupiah). Perawatan jalan rel menggunakan mekanisasi hanya di perlukan waktu sekitar 67 hari (untuk mesin MTT 09-16 CAT dan PBR 400 URS) dan 13 hari untuk mesin MTT 08-75 GS serta biaya sebesar **Rp. 884.919.000,00** (Delapan ratus delapan puluh empat juta sembilan ratus sembilan belas ribu rupiah). Dari hasil analisa menunjukkan bahwa perawatan jalan rel menggunakan mekanisasi, biaya nya lebih murah dan waktu nya lebih cepat di bandingkan dengan non mekanisasi (tenaga manual).

Kata kunci : Non Mekanisasi, Mekanisasi, MPJR, Form CD, Jam Kerja Efektif.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan perjalanan kereta api melibatkan banyak pihak. Mulai dari operasional, baik kondisi sarana , dan juga yang tidak kalah penting adalah kondisi prasarana yang harus selalu terjaga fungsinya agar dapat dilewati kereta api sesuai beban rencana dan kecepatan yang direncanakan, dengan memperhatikan keamanan dan kenyamanan Perjalanan kereta api. Isu utama yang saat ini menjadi tantangan terbesar PT. Kereta Api Indonesia (Persero) adalah kurangnya sumber daya manusia di berbagai lini. Kekurangan sumber daya manusia (SDM) terutama tenaga regu untuk merawat jalan rel dan jembatan jelas bisa mengurangi keselamatan dan kenyamanan perjalanan kereta api. Hal ini disebabkan oleh panjang lintas yang harus dirawat tidak sesuai dengan jumlah sumber daya manusia yang merawat ditambah lagi kondisi track jalan rel yang terus menurun membuat pekerjaan perawatan harus lebih sering dilakukan.

Terlebih lagi kalau dilihat dari segi metode perawatan jalan rel walaupun sudah mengarah ke

mekanisasi dengan menggunakan mesin perawatan jalan rel (MPJR), namun tetap saja pemeliharaan secara manual belum bisa Penelitian yang akan dilaksanakan mempunyai tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Mengetahui hasil evaluasi waktu

digantikan sepenuhnya apalagi untuk pekerjaan yang bersifat mendesak misalnya goyangan keras, rel patah, pemeliharaan sambungan, oprit daerah tertentu. Secara keseluruhan harus saling mendukung dan terprogram serta dipersiapkan.

Sedangkan mengingat frekuensi kereta api yang semakin lama semakin padat maka persiapan olah data geometri jalan rel dengan menggunakan metode lama sudah semakin sulit dilaksanakan sehingga perlu adanya pengembangan metode semi mekanik yang nantinya akan berkembang ke teknologi yang lebih modern lagi.

Berdasarkan latar belakang tersebut di lakukanlah penelitian untuk menganalisa perbandingan biaya dan waktu pekerjaan perawatan menggunakan mekanisasi dan non mekanisasi.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang di atas, maka penelitian ini akan difokuskan pada evaluasi biaya dan waktu. Adapun yang akan ditinjau adalah:

1. Evaluasi waktu pelaksanaan antara perawatan jalan rel oleh tenaga manual dengan sistem mekanisasi, dan
2. Evaluasi biaya perawatan jalan rel oleh tenaga manual dengan sistem mekanisasi.

1.3 Tujuan Penelitian

- pelaksanaan perawatan jalan rel oleh tenaga manual dan sistem mekanisasi, dan
2. Mengetahui hasil evaluasi biaya

perawatan jalan rel oleh tenaga manual dan sistem mekanisasi sehingga mana yang lebih efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip dasar perawatan jalan rel

Perawatan jalan rel adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan, memperbaiki dan mengembalikan material dan geometri jalan rel agar kondisi kondisinya tetap layak untuk operasi sehingga kereta api dapat berjalan dengan aman dan nyaman pada kecepatan yang diijinkan.

Perawatan secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana. Dalam perawatan jalan harus diperhatikan keselamatan dan keamanannya (Syaiful, 2005)

2.2 Mesin Perawatan Jalan Rel (MPJR)

Untuk mendapatkan hasil perawatan geometri jalan rel yang homogen dan memiliki daya

tahan yang lebih lama digunakan mesin – mesin perawatan jalan rel. Mesin perawatan jalan rel yang digunakan PT. Kereta Api Indonesia (Persero) terdiri dari beberapa jenis dan tipe.

2.2.1 MTT 09–16 CAT

MTT merupakan kependekan dari Multi Tie Tamper, secara harfiah memiliki arti alat pemadat dengan beberapa pengikat. Mesin ini memiliki 4 fungsi sekaligus yaitu mengangkat, melestreng, memecok, dan memadatkan ballast di bawah bantalan. MTT 09 – 16 CAT dibuat pada tahun 1994, dengan kapasitas pemecokan sebesar 300 msp per jam.



Gambar 1. MTT 09–16 CAT

Sumber : Resort Jalan Rel 1.16 Bogor PT. Kereta Api Indonesia (Persero)

2.2.2 MTT 08–75 GS

MTT tipe ini khusus digunakan untuk melakukan fungsinya di area wesel saja, dengan kapasitas pemecokan 300 msp per jam.

PBR (Profile Ballast Regulator) adalah salah satu tipe mesin berat perawatan jalan rel, mesin ini berfungsi memprofil ballast dan mengatur kerapuhan ballast. PBR tipe 400 memiliki dua garden shaft

dan menggunakan tenaga hidrolis untuk membalik arah kerja.

2.2.3 PBR 400 URS



Gambar 2. PBR 400 URS

Sumber : Resort Jalan Rel 1.16 Bogor PT. Kereta Api Indonesia (Persero)

2.3 Komponen Struktur Jalan Rel

Struktur jalan rel dibagi ke dalam dua bagian struktur yang terdiri dari kumpulan komponen-komponen jalan rel (Muslim, Hartono 1988) yaitu:

1. Struktur bagian atas, atau dikenal sebagai superstructure yang terdiri dari komponen-komponen seperti rel (rail), penambat (fastening) dan bantalan (sleeper), plat

sambung, wesel.

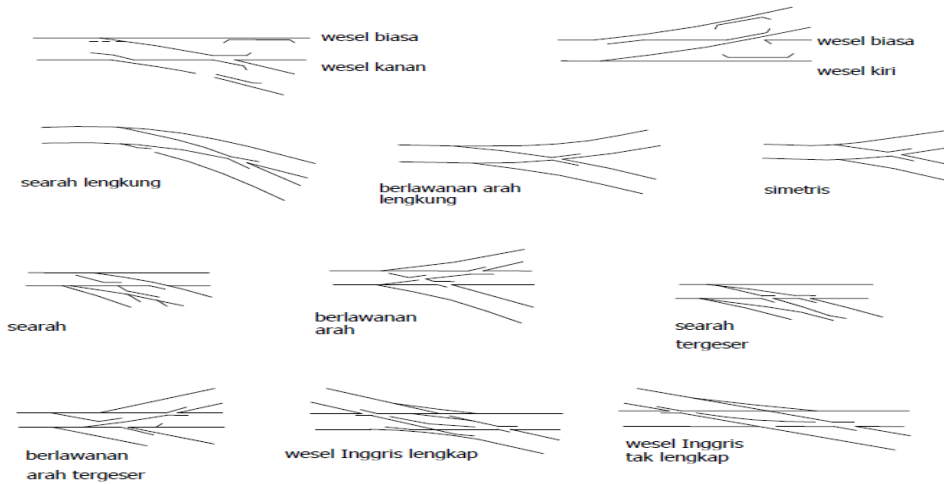
2. Struktur bagian bawah, atau dikenal sebagai substructure, yang terdiri dari komponen balas (ballast), subbalas (subballast), tanah dasar (improve subgrade) dan tanah asli (natural ground).

Konstruksi jalan rel merupakan suatu sistem struktur yang menghimpun komponen-komponennya seperti rel, bantalan, penambat

dan lapisan fondasi serta tanah dasar secara terpadu dan disusun dalam sistem konstruksi dan analisis tertentu untuk dapat dilalui kereta api secara aman dan nyaman

2.4 Wesel

Fungsi wesel adalah untuk mengalihkan kereta dari satu sepur ke sepur yang lain sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 3. Bagan wesel

2.1 Menentukan Frekuensi Siklus Pertahun

Tabel 1 Frekuensi Siklus Pertahun

URAIAN PEKERJAAN	FRE KUENSI /THN	VOLUME DIRAWAT
I. REL		
1. Pemeliharaan Sambungan - Manual Sp. Raya	2	- Volume = Seluruh titik sambungan yang terdapat pada sp. raya - Titik sambungan yang dimaksud ialah titik sambungan yang menggunakan pelat sambung, sedangkan sambungan dengan las tidak dihitung disini - Pekerjaan pemeliharaan sambungan ini (angkatan / listringan) disarankan dengan Manual
2. Pemeliharaan Alat Penambat	1	- Volume = Sepanjang rel yang menggunakan alat penambat rigid (lihat data yang ada) - Alat penambat rigid antara lain : tirepon, baut sindik, penambat pada bantalan besi, dsb
II. PEMECOKAN		
1. Pengukuran Dengan Optik Untuk Penyiapan Lahan MTT	2	- Volume = Panjang lahan MTT (lihat data di Asmen Fasilitas) - Kalau tidak tersedia data, maka : Volume = Panjang sp. raya - BH - JPL - Wsl - TM - BH = Total panjang seluruh BH ; dimana BH yang tidak bisa di MTT = jembatan baja - BH yang tidak terdapat balas = (lihat data yang ada) - JPL = Total panjang perlintasan (JPL) ; Semua JPL resmi - Wsl = Total panjang wesel ; 1 wesel = 30 m - TM = Panjang titik mati lainnya - Pekerjaan ini hanya dilakukan pada sp. raya saja
2. Pemeliharaan Lengkung		
a. Pemeriksaan Lengkung		
- R ≤ 500	4	- Volume, A = Semua lengkung (R < 500) - Panjang 1 lengkung = PL + PLA - PL = Panjang lengkung (m) atau Tali busur (m) atau BB s/d EB (m) - PLA = Panjang lengkung peralihan
- 500 < R < 1000	2	- Volume, B = Semua lengkung (500 < R < 1000) - Panjang 1 lengkung = PL + PLA - PL = Panjang lengkung (m) atau Tali busur (m) atau BB s/d EB (m) - PLA = Panjang lengkung peralihan
- R ≥ 1000	1	- Volume, C = Semua lengkung (R ≥ 1000) - Panjang 1 lengkung = PL + PLA - PL = Panjang lengkung (m) atau Tali busur (m) atau BB s/d EB (m) - PLA = Panjang lengkung peralihan
b. Perbaikan Lengkung		
- R ≤ 500	4	- Volume = 25% x Volume, A
- 500 < R < 1000	2	- Volume = 25% x Volume, B
- R ≥ 1000	1	- Volume = 25% x Volume, C
III. LINGKUNGAN		
1. Pembersihan Alur Roda	2	- Volume = Jumlah JPL yang resmi tidak dijaga - Semua JPL resmi yang tidak dijaga ; semua JPL tidak resmi dibongkar
2. Perawatan Selokan / Drainase - Pasangan	2	- Volume = Panjang drainase (pasangan) dikiri dan kanan sepur (lihat data aset yang ada)
- Tanah	2	- Volume = Panjang drainase (tanah) dikiri dan kanan sepur (lihat data aset yang ada)
IV. WESEL		
1. Pemeriksaan Wesel / Persilangan - Sp. Raya	1	- Volume, G = Jumlah wesel di sp. raya saja - Wesel yang dimaksud merupakan wesel yang masih aktif saja atau masih operasional, sedangkan wesel yang dipasangi semb. 3 tidak dihitung
2. Angkatan & Listringan Wesel Manual - Sp. Raya Menyeluruh	2	
3. Pengencangan Baut-Baut - Sp. Raya	1	- Volume = Volume, G
4. Perbaikan Alat Penambat Tirepon	2	- Volume = Volume, G + Volume, H
5. Perbaikan Yang Melebihi Batas Keamanan - Sp. Raya	1	- Volume = Volume, G

Sumber : Perjana 1984, Lampiran D.141

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan comparatif studi

kasus dengan pengumpulan, telaah, serta penjabaran data sekunder dan primer. Data sekunder merupakan data-data yang

didapatkan langsung dari instansi-instansi terkait tanpa perlu lagi melakukan survey di lapangan contohnya telaah dokumen dengan cara mengumpulkan data-data melalui kepustakaan baik dari buku-buku, dokumen-dokumen, arsip-arsip dari PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dan lain-lain yang berkaitan dengan fokus penelitian.

Data primer merupakan data-data yang diperoleh dengan pengamatan secara langsung di lapangan contohnya penelitian lapangan (Field Research).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung analisa biaya perawatan jalan rel dengan non mekanisasi

4.1.1 Menghitung Kebutuhan JO berdasarkan Perhitungan Tenaga JO

Berdasarkan data aset di wilayah resort jalan rel 1.16 Bogor, di peroleh rincian sebagai berikut :

4.1.2 Perhitungan tenaga perawatan berkala Jalan Rel mengacu pada perhitungan tenaga JO masing-masing wilayah sesuai beban

lintas dimana perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Keb. JO/Thn} = \text{Vol. Opname} \times \text{Stand. JO} \times \text{Frek. Siklus/Thn} \dots\dots\dots$$

(1)

$$\text{Keb. OH} = \frac{\text{Keb. JO/Thn} - \text{KW}}{[12 \text{ Bln} \times 26 \text{ hr} \times 6 \text{ jam (waktu efektif kerja)}] \dots\dots\dots}$$

(2)

Dimana:

Keb. JO/Thn = Kebutuhan Jam Orang per Tahun (JO/tahun)
Vol. Opname = Volume yang di rawat sesuai hasil pemeriksaan

Stand. JO = Standard perhitungan waktu perawatan tiap pekerjaan (Jam/Satuan)

Frek. Siklus/Thn = Frekuensi perawatan tiap tahun

Keb. OH = Kebutuhan orang per hari

KW = Kehilangan waktu akibat angkutan mobilisasi, hujan, diklat

Tabel 2 Kebutuhan JO Pertahun

URAIAN PEKERJAAN		SATUAN	VOLUME OPNAME	STANDAR JO / SATUAN	STANDAR SIKLUS PER TAHUN	KEBUTUHAN JO / THN	
A		B	C	D	F	H=CxExG	
I. REL							
1.	a. Pemeliharaan Sambungan Normal	- Sp. Raya	titik	346	4.35	2	3,011.00
2	Pemeliharaan Alat Penambat aset pemerintah yang bermasalah	- Sp. Raya	m'sp	21,620	0.50	1	10,810.00
II. PEMECOKAN							
1.	Pengukuran Dengan Optik Untuk Penyiapan Lahan MTT		lcm'sp	20	25.00	2	1,000.00
2.	Pemeliharaan Lengkung						
a.	Pemeriksaan Lengkung	- R ≤ 500	m'sp	439	0.40	4	703.00
		- 500 < R < 1000	m'sp	8,297	0.20	2	3,319.00
		- R ≥ 1000	m'sp	3,378	0.20	1	676.00
b.	Perbaikan pilih-pilih Lengkung	- R ≤ 500	m'sp	109.75	0.40	4	176.00
	(Diambil 25%)	- 500 < R < 1000	m'sp	2,074.25	0.20	2	830.00
		- R ≥ 1000	m'sp	844.50	0.20	1	169.00
III. LINGKUNGAN							
1	Pembersihan Alur Roda		m'sp	44	3.00	2	264.00
2	Perawatan Selokan / Drainase	- Pasangan	m'	5,474	0.40	2	4,380.00
		- Tanah	m'	1,672	0.80	2	2,676.00
IV. WESEL DAN PERSILANGAN							
1.	Pemeriksaan Wesel / Persilangan						
b.	Wesel Bantalan Kayu & Besi	- Sp. Raya	unit	14	20.00	4	1,120.00
c.	Wesel Inggris Bantalan Kayu & Besi	- Sp. Raya	unit	1	20.00	4	80.00
2.	Angkatan & Listringan Pilih - pilih Manual						
b.	Wesel Bantalan Kayu / Besi	- Sp. Raya	unit	15	40.00	2	1,200.00
3.	Pengencangan & Pelumasan Baut-Baut	- Sp. Raya	unit	15	21.00	2	630.00
4.	Perbaikan Alat Penambat Tirepon		unit	15	21.00	2	630.00
5.	Perbaikan Yang Melebihi Batas Keamanan	- Sp. Raya	unit	15	21.00	4	1,260.00
JUMLAH TOTAL JO PER TAHUN							32,934.00
KEHILANGAN WAKTU MOBILISASI, HUJAN & PELATIHAN (10 s/d 30 %)							3,293.40
JUMLAH TOTAL JO PER TAHUN							36,227.40
KEBUTUHAN JO PER BULAN							3,019
KEBUTUHAN OH							17

Sumber : Data Lintas Resort 1.16 Bogor

Jadi berdasarkan perhitungan yang ada di tabel 2, kebutuhan JO (jam orang) yang di butuhkan dalam waktu 1 tahun di lintas wilayah resort jalan rel 1.16 Bogor adalah 17 orang.

4.1.3 Menghitung Jumlah Hari Kerja Perawatan Jalan Rel dengan Tenaga Non Mekanisasi

Perhitungan jumlah hari kerja perawatan jalan rel dengan tenaga non mekanisasi bisa dilihat dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3 Total Hari Kerja Perawatan dengan Tenaga Non Mekanisasi

URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME DIRAWAT (Sat)	KAPASITAS JO (Jam/Sat)	SIKLUS (Sat)	JUMLAH OH (Sat)	EFEKTIF JAM KERJA/HARI (Jam/Hari)	TOTAL HARI KERJA (Hari)	KETERANGA N
A	B	C	D	E	F	G	(CxDeE) (F/G)	N
I. REL								
1. Pemeliharaan Sambungan - Manual Sp. Raya	titik	346	4.35	2	17	7	25.30	
2. Pemeliharaan Alat Penambat	m'	21,620	0.50	1	17	7	90.84	
II. PEMECOKAN								
1 Pengukuran Dengan Optik Untuk Penyiapan Lahan MTT	km	20	25.00	2	17	7	8.40	
2. Pemeliharaan Lengkung								
a. Pemeriksaan Lengkung - R ≤ 500	m'sp	439	0.40	4	17	7	5.90	
- 500 < R < 1000	m'sp	8,297	0.20	2	17	7	27.89	
- R ≥ 1000	m'sp	3,378	0.20	1	17	7	5.68	
b. Perbaikan Lengkung - R ≤ 500	m'sp	110	0.40	4	17	7	1.48	
- 500 < R < 1000	m'sp	2,074	0.20	2	17	7	6.97	
- R ≥ 1000	m'sp	845	0.20	1	17	7	1.42	
III. LINGKUNGAN								
1 Pembersihan Alur Roda	jpl	44	3.00	2	17	7	2.22	
2 Perawatan Selokan / Drainas - Pasangan	m'	5,474	0.40	2	17	7	36.80	
- Tanah	m'	1,672	0.80	2	17	7	22.48	
IV. WESEL								
1 Pemeriksaan Wesel / Persilangan Kayu/Besi - Sp. Raya	wesel	14	20.00	4	17	7	9.41	
Pemeriksaan Wesel / Persilangan Inggris Btln. Kayu/Besi - Sp. Raya	wesel	1	20.00	4	17	7	0.67	
2 Angkutan & Listringan Wesel HTT Menyehuruh Btln. Bkayu/Besi - Sp. Raya	wesel	15	40.00	2	17	7	10.08	
3 Pengencangan Baut-Baut - Sp. Raya	wesel	15	21.00	2	17	7	5.29	
4 Perbaikan Alat Penambat	wesel	15	21.00	2	17	7	5.29	
5 Perbaikan Yang Melebihi - Sp. Raya	wesel	15	21.00	4	17	7	10.59	
JUMLAH TOTAL HARI KERJA							277	

Berdasarkan perhitungan yang ada di tabel 4.3, total hari kerja perawatan jalan rel dengan tenaga non mekanisasi adalah 277 hari.

4.1.4 Analisis harga harga satuan

Dalam menghitung harga satuan pekerjaan, diperlukan item-item pekerjaan berdasarkan metode kerja. Secara umum, untuk mempermudah perhitungan harga satuan pekerjaan perlu melihat perbandingan biaya, dalam hal ini penulis melihat dari segi perhitungan biaya satuan dan masing-masing pekerjaan. Dalam mencari harga satuan masing-masing pekerjaan dimana harga satuan bahan atau upah dikalikan dengan koefisien yang merupakan angka pengali dengan volume untuk mendapatkan kebutuhan dalam setiap item pekerjaan. Dengan memasukan nilai masing-masing pekerjaan dan analisa harga satuan, maka

dapat kita peroleh bahwa dalam 1 tahun dengan menggunakan tenaga perawatan manual membutuhkan sekitar **Rp. 924.410.000,00** untuk membayar upah pekerja dan pembelian alat-alat kerja serta alat pelindung diri.

4.2 Menghitung analisa biaya perawatan dengan mekanisasi

4.2.1 Menentukan kapasitas MPJR yang digunakan

Untuk menghitung besar biaya yang di butuhkan untuk perawatan jalan rel menggunakan sistem mekanisasi (dalam hal ini mesin perawatan jalan rel/MPJR), di perlukan data-data pendukung yaitu diantaranya kapasitas

mesin MPJR yang di gunakan yaitu :

1. Mesin MTT 09-16 CAT dengan kapasitas 300 m/jam untuk pemecokan di lintas bebas,
2. Mesin PBR 400 URS dengan kapasitas 300 m/jam untuk propil balas
3. Mesin MTT 08-75 GS dengan kapasitas 55 m/jam atau 1 wesel untuk pemecokan di wesel.

4.2.2 Menghitung waktu efektif pemecokan MPJR/perhari

Untuk menghitung waktu efektif pemecokan MPJR/perhari adalah dengan cara :

$$\text{Waktu Efektif Pemecokan} \times \text{siklus pemecokan} = \text{Program} \quad (3)$$

Pemecokan

Hasil kerja MPJR Dimana:

$$\text{Waktu Efektif Pemecokan yang di perlukan MPJR untuk}$$

Tabel 4. Jumlah Hari Kerja Perawatan dengan Mekanisasi

URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME DIRAWAT (Sat)	VOLUME DIRAWAT (M'sp)	SIKLUS (Sat)	STANDAR D MESIN (Jam/Sat)	Kapasitas Mesin (M'sp)	EFEKTIF JAM KERJA/HARI (Jam/Hari)	TOTAL HARI KERJA (Hari)	KETERANGAN	
A	B	C	D	E	F	G	H	(DxE)/GxH	I	
I. REL										
1. Pemeliharaan Sambungan - Manual Sp. Raya	titik	346	2,076	2	0.80	300	2.5	4.43	MESIN MTT 09-16 CAT DAN PBR 400 URS	
2. Pemeliharaan Alat Penambat	m'	21,620	21,620	2	0.50	300	2.5	28.83		
II. PEMECOKAN										
1. Pengukuran Dengan Optik Untuk Penyiapan Lahan MTT	km	20	20,000	2	0.05	300	2.5	2.67		
2. Pemeliharaan Lengkung										
a. Pemeriksaan Lengkung - R ≤ 500	m'sp	439	439	2	0.60	300	2.5	0.70		
- 500 < R < 1000	m'sp	8,297	8,297	2	0.40	300	2.5	8.85		
- R ≥ 1000	m'sp	3,378	3,378	2	0.40	300	2.5	3.60		
b. Perbaikan Lengkung - R ≤ 500	m'sp	110	110	2	0.60	300	2.5	0.18		
- 500 < R < 1000	m'sp	2,074	2,074	2	0.40	300	2.5	2.21		
- R ≥ 1000	m'sp	845	845	2	0.40	300	2.5	0.90		
III. LINGKUNGAN										
1. Pembersihan Ahir Roda	jpl	44	440	2	0.08	300	2.5	0.09		
2. Perawatan Selokan / Drainase - Pasangan	m'	5,474	5,474	2	0.60	300	2.5	8.76		
- Tanah	m'	1,672	1,672	2	1.20	300	2.5	5.35		
JUMLAH TOTAL HARI								67		
IV. WESEL										
1. Pemeriksaan Wesel / Persilangan Kayu/Besi - Sp. Raya	wesel	14	770	2	0.20	55	2.5	2.24	MESIN MTT 08-75 GS	
Pemeriksaan Wesel / Persilangan Inggris Btln. Kayu/Besi - Sp. Raya	wesel	1	55	2	0.20	55	2.5	0.16		
2. Angkutan & Listringan Wesel HTT Menyeleuruh Btln. Bkayu/Besi - Sp. Raya	wesel	15	825	2	0.30	55	2.5	3.60		
3. Pengencangan Baut-Baut - Sp. Raya	wesel	15	825	2	0.20	55	2.5	2.40		
4. Perbaikan Alat Penambat Tirepon	wesel	15	825	2	0.20	55	2.5	2.40		
5. Perbaikan Yang Melebihi Batas Keamanan - Sp. Raya	wesel	15	825	2	0.20	55	2.5	2.40		
JUMLAH TOTAL HARI								13		

pemecokan

$$\text{Program Pemecokan} = \frac{\text{Program pemecokan jalan rel menggunakan MPJR (m'sp)}}{\text{Siklus Pemecokan}}$$

$$\text{Frekuensi jumlah pemecokan MPJR dalam 1 tahun (satuan) Hasil Kerja MPJR} = \frac{\text{Hasil kerja pemecokan jalan rel menggunakan MPJR (m'sp/hari)}}{\text{Siklus Pemecokan}}$$

4.2.3 Menghitung Jumlah Hari Kerja Perawatan Jalan Rel dengan Mekanisasi

Perhitungan jumlah hari kerja perawatan jalan rel dengan mekanisasi bisa dilihat dalam tabel 4. berikut.

Dari tabel 4 di peroleh bahwa waktu kerja optimal yang di perlukan oleh mesin MTT 09-

16 CAT dan PBR 400 URS melakukan

pemecokan sepanjang 21.620 msp adalah sebesar 67 hari, sedangkan MTT 08-75 GS melakukan pemecokan sepanjang 15 unit wesel atau 675 msp adalah 13 hari.

Mekanisasi

Rekap total hari kerja perawatan dengan tenaga non mekanisasi dan mekanisasi (Mesin MTT 09-16 CAT dan PBR 400 URS).

4.3 Rekap Total Hari Kerja Perawatan Dengan Tenaga Non Mekanisasi dan

Tabel 5 Rekap Total Hari Kerja Perawatan Non Mekanisasi dengan Mekanisasi

NO	JENIS PEKERJAAN	REKAP TOTAL HARI KERJA	
		NON MEKANISASI	MEKANISASI
I. REL			
1.	Pemeliharaan Sambungan Manual Sp. Raya	25.30	4.43
2.	Pemeliharaan Alat Penambat	90.84	28.83
II. PEMECOKAN			
1	Pengukuran Dengan Optik Untuk Penyiapan Lahan MTT	8.40	2.67
2.	Pemeliharaan Lengkung		
	Pemeriksaan Lengkung $R \leq 500$	5.90	0.70
	Pemeriksaan Lengkung $500 < R < 1000$	27.89	8.85
	Pemeriksaan Lengkung $R \geq 1000$	5.68	3.60
	Perbaikan Lengkung $R \leq 500$	1.48	0.18
	Perbaikan Lengkung $500 < R < 1000$	6.97	2.21
	Perbaikan Lengkung $R \geq 1000$	1.42	0.90
III. LINGKUNGAN			
1	Pembersihan Ahur Roda	2.22	0.09
2	Perawatan Selokan / Drainase Pasangan	36.80	8.76
	Perawatan Selokan / Drainase Tanah	22.48	5.25
NO	JENIS PEKERJAAN	REKAP TOTAL HARI KERJA	
		NON MEKANISASI	MEKANISASI
IV. WESEL			
1	Pemeriksaan Wesel / Persilangan Kayu/Besi Sp. Raya	9.41	2.24
	Pemeriksaan Wesel / Persilangan Inggris Btln. Kayu/Besi Sp. Raya	0.67	0.16
2	Angkatan & Listringan Wesel HTT Menyehuruh Btln. Bkayu/Besi Sp. Raya	10.08	3.60
3	Pengencangan Baut-Baut Sp. Raya	5.29	2.40
4	Perbaikan Alat Penambat Tirepon	5.29	2.40
5	Perbaikan Yang Melebihi Batas Keamanan Sp. Raya	10.59	2.40
TOTAL JUMLAH HARI KERJA		41.34	13.20

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang kita peroleh dari bab IV dapat disimpulkan bahwa,

1. Analisa biaya dan waktu perawatan jalan rel menggunakan non mekanisasi (tenaga manual)

di antara petak jalan Bojonggede–Bogor wilayah resort jalan rel 1.16 Bogor adalah :

a. Waktu yang di perlukan dengan jumlah tenaga perawatan sebanyak 17 orang untuk pekerjaan rel, pemecokan, dan lingkungan di lintas sepanjang 21.620 msp dengan jam kerja efektif rata-rata 7 jam/hari adalah **236 hari**,

b. Waktu yang di perlukan dengan jumlah tenaga perawatan sebanyak 17

orang untuk pekerjaan wesel sepanjang 15 unit wesel atau 675 msp dengan jam kerja efektif rata-rata 7

jam/hari adalah **41 hari**,

c. Sedangkan biaya upah tenaga, pembelian alat kerja, alat pelindung diri, dan operasional

kerja yang di butuhkan sebesar **Rp. 924.410.000,00 (Sembilan ratus dua puluh empat juta empat ratus sepuluh ribu rupiah)**.

2. Analisa biaya dan waktu perawatan jalan rel dengan mekanisasi (menggunakan MPJR) di antara petak jalan Bojonggede–Bogor wilayah resort jalan rel 1.16 Bogor, adalah :

a. Waktu yang di perlukan oleh mesin MTT 09-16 CAT dan PBR 400 URS untuk

pekerjaan rel, pemecokan, dan lingkungan di lintas sepanjang 21.620 msp dengan hasil kerja mesin rata-rata 675 msp/hari dan jam kerja efektif rata-rata 2.25 jam/hari adalah **67 hari**,

- b. Waktu yang di perlukan oleh mesin MTT 08-75 GS untuk melakukan pekerjaan wesel

sepanjang 15 unit wesel atau 675 msp dengan hasil kerja mesin rata-rata 55 msp/hari dan jam kerja efektif rata-rata 2 jam/hari adalah **13 hari**.

- c. sedangkan biaya yang di butuhkan untuk sewa MTT 09-16 CAT, PBR 400 URS, MTT 08-75

GS beserta bahan pendukungnya untuk perawatan di petak jalan Bojonggede – Bogor

wilayah resort jalan rel 1.16 Bogor adalah sebesar **Rp. 884.919.000,00 (Delapan ratus delapan puluh empat juta sembilan ratus sembilan belas ribu rupiah)**.

5.2 Saran

Untuk Melengkapi kesimpulan maka disarankan:

- a. Seiring perkembangan zaman yang semakin modern, sebaiknya PT. Kereta Api Indonesia

(Persero) dapat mengoptimalkan perawatan jalan rel dengan sistem mekanisasi di karenakan lebih efisien dan efektif dalam segi waktu dan biaya perawatan dibandingkan perawatan oleh tenaga manual yang masih di gunakan saat ini.

- b. Semakin tingginya permintaan dan kebutuhan masyarakat atas kebutuhan transportasi massal

yang murah dan cepat khususnya kereta api, perlu diimbangi dengan pelayanan prima terhadap pengguna jasa, salah satunya adalah keamanan dan kenyamanan. Maka dari itu perawatan prasarana jalan kereta api harus secara rutin dilakukan secara terjadwal. Bila perlu kita juga harus meniru pola perawatan jalan rel dari negara-negara tetangga seperti China dan Jepang yang lebih maju dan modern dalam segala aspek baik sarana, prasarana, dan fasilitas pendukungnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Muslim, Hartono. 1988. Manual InstructionPlasser & Theurer. Penerbit Area Grafika. Surabaya. Subarkah, Imam. 1981. Jalan Kereta Api. Penerbit Idea Dharma.Bandung.
- Sub Direktorat Jalan Dan Bangunan Kantor Pusat PJKA. 1985. Perawatan Jalan Rel. Perusahaan Jawatan Kereta Api. Bandung.
- PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 1986. Peraturan Dinas no. 10. Bekasi: Balai Pelatihan Teknik Perkeretaapian.
- PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 2012. Buku 2C Rencana Perawatan Tahunan Fasilitas. Bandung: Subdirektorat Track and Bridge (TJ).
- PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 2012. Buku Saku Perawatan Jalan Rel. Bandung: Subdirektorat Track and Bridge (TJ).
- PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 2012. Evaluasi Geometri Jalan Rel atau Kereta Ukur. Bekasi: Balai Pelatihan Teknik Perkeretaapian.
- PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 2012. Sistem Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana (Perjana). Bandung: Subdirektorat Track and Bridge (TJ).
- Soeharto. 1998. Tugas Akhir Perencanaan Konstruksi Atas Jalan Rel Untuk Double Track Antara Stasiun Jatinegara Sampai Stasiun Bekasi. Depok: Universitas Gunadarma.
- SYAIFUL, SYAIFUL (2005) ANALISIS KEBISINGAN ARUS LALU LINTAS DAN GEOMETRI JALAN DI KAWASAN SIMPANG LIMA KOTA SEMARANG. Masters thesis, program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Diponegoro University, INSTITUTIONAL REPOSITORY.