

Evaluasi Pemeliharaan Jalan Rel Berdasarkan Hasil *Track Quality Index* (TQI) (Studi Kasus Jalan Rel Trip Kutoarjo – Yogyakarta)

Evaluation of Railway Construction Maintenance Based on The Result of Track Quality Index (TQI) (Case Study of The Kutoarjo – Yogyakarta Railway)

Siswanto Sigit Pamungkas¹⁾

¹⁾*Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.*

Koresponden : zigitow@gmail.com

ABSTRAK

Jalan rel jalur ganda Kutoarjo - Yogyakarta di wilayah Daop 6 Yogyakarta mulai dari km 480+800 sampai 542+494 dengan panjang 61,694 km sehingga total jalur yang ada adalah 123,388 km' sp dengan jenis rel R.54 dan lebar spoor 1067 mm. Jalur ini merupakan jalur utama yang ramai karena melayani KA sejumlah 120 rangkaian setiap hari. Oleh karena hal tersebut perencanaan pemeliharaan geometri setiap tahun pada jalan rel memerlukan kesesuaian terhadap daya angkut lintas (*passing tonnage*) serta klasifikasi jalan kereta api (golongan UIC/*Union Internationale des Chemins de Fer* dan kelas jalan rel Indonesia) menggunakan KA Ukur EM-120 guna menentukan prioritas titik lokasi geometri jalan rel yang memerlukan perbaikan. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi dan analisis dari data hasil pengukuran KA Ukur EM-120 untuk menentukan panjang setiap kategori TQI dan persentase kategori TQI berdasarkan *device*. Kemudian melakukan analisis terhadap volume pemeliharaan jalan rel berdasarkan daya angkut lintas (*passing tonnage*) setiap tahunnya. Analisis data KA Ukur EM-120 berdasarkan hasil evaluasi data TQI (*Track Quality Index*) pada jalur ganda trip Kutoarjo – Yogyakarta yang telah dilakukan pada bulan September 2019, Maret 2020, Juli 2020 dan November 2020 dapat disimpulkan bahwa titik lokasi yang dikategorikan jelek terbesar adalah pada *device* WSL (Wesel) dengan persentase masing-masing pada bulan September 2019 = 6,82%, Maret 2020 = 22,24%, Juli 2020 = 12,98% dan November 2020 = 14,84%. Sedangkan persentase pada *device* LRS (lurusan), LK (Lengkung), JPL (Jalan Perlintasan) dan BH (Bangunan Hikmat) nilainya tidak lebih dari 1% sehingga tidak terlalu besar pengaruhnya terhadap risiko kecelakaan, dengan demikian dapat dilakukan perbaikan geometri secara ringan. Hasil perhitungan *passing tonnage* pada jalur ganda trip Kutoarjo – Yogyakarta didapatkan nilai 11,552 juta ton/ tahun dengan demikian kelas jalan lintas Kutoarjo – Yogyakarta termasuk pada kelas jalan 2 dan termasuk dalam golongan UIC 4. Melihat beban lintas yang cukup besar tersebut untuk mempertahankan kelayakan fungsi, kualitas jalan rel serta mempertahankan nilai TQI setelah diperhitungkan siklus pemecokan mendapatkan hasil 8 bulan sekali.

Kata Kunci : *Track Quality Index* (TQI), *passing tonnage*, pemeliharaan jalan rel, kereta ukur

PENDAHULUAN

Jalan rel adalah bagian prasarana kereta api yang berperan menentukan keselamatan, keamanan, kenyamanan serta ketepatan waktu. Oleh karena hal tersebut, maka jalan rel memerlukan pemeliharaan tahunan yang tepat serta efisien supaya kualitas jalan rel tetap dalam kondisi yang handal dan aman untuk dilewati kereta api selama usia pelayanan jalan rel.

Jalan rel jalur ganda Kutoarjo - Yogyakarta di wilayah Daop 6 Yogyakarta mulai dari km 480+800 sampai 542+494 dengan panjang jarak 61,694 km sehingga total jalur yang ada adalah 123,388 km' sp dengan jenis rel R.54 dan lebar spoor 1067 mm. Jalur ini merupakan jalur utama yang ramai karena melayani KA sejumlah 120 rangkaian setiap hari. Oleh karena itu, pemeliharaan geometri tahunan jalan rel memerlukan kesesuaian dengan daya angkut lintas (*passing tonnage*) serta klasifikasi jalan kereta api (golongan UIC/*Union Internationale des Chemins de Fer* dan kelas jalan rel Indonesia) menggunakan KA Ukur EM-120 guna menentukan prioritas titik lokasi geometri jalan rel yang memerlukan perbaikan. KA Ukur EM-120 ini bisa menghasilkan ukuran geometri jalan rel diantaranya adalah angkatan, listringan, lebar jalur, skilu dan pertinggian.

Berdasarkan uraian di atas permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah mengevaluasi pemeliharaan konstruksi jalan rel berdasarkan hasil *Track Quality Index* (TQI) pada jalan rel trip Kutoarjo - Yogyakarta dari hasil pengukuran KA Ukur EM-120 yang telah dilaksanakan pada bulan September 2019, Maret 2020, Juli 2020 dan November 2020 guna menentukan prioritas titik lokasi geometri jalan rel yang memerlukan perbaikan serta analisis kebutuhan siklus pemeliharaan tahunan untuk tahun berikutnya.

STUDI PUSTAKA

Jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api (PM 60, 2012).

Kelas jalan rel KA dibedakan atas daya angkut lintas/ *passing tonnage*, kecepatan maksimal, beban gandar dan ketentuan lainnya ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan siklus perawatan jalan rel berdasarkan kelas jalan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Pembagian Kelas Jalan Rel KA

Klasifikasi Jalan KA	Pasing Ton Tahunan (Juta Ton)	Perencanaan		Type Rel	Type dari bantalan Jarak Bantalan (mm)	Type Alat Penambat	Tebal balas di bawah bantalan (cm)	Lebar bahu balas (cm)
		Kecepatan KA Maksimum V max (km/jam)	Tekanan Gandar P max (ton)					
I	>20	120	18	R60 / R54	Beton 600	EG	30	60
II	10 - 20	110	18	R54 / R50	Beton/ Kayu 600	EG	30	50
III	5 - 10	100	18	R54 / R50 /	Beton/ Kayu / Baja	EG	30	40
IV	2,5 - 5	90	18	R54 / R50 /	Beton/ Kayu / Baja	EG/ET	25	40
V	<2,5	80	18	R42	Beton/ Baja 600	ET	25	35

Sumber : PM 60, 2012

Keterangan : ET = Elastis Tunggal, EG = Elastis Ganda

Tabel 2. Siklus Perawatan Menyeluruh Jalan Rel Berdasarkan Kelas Jalan

Daya Angkut (juta ton/tahun)	Golongan UIC	Pembagian Kelas Jalan PM 60 Tahun 2012	Jalan Rel dengan Bantalan	
			Kayu	Beton
>42,00	1	I	4 tahun	6 tahun
29,75 - 42,00	2			
17,50 - 29,75	3	II	4 tahun	6 tahun
9,80 - 17,50	4			
4,90 - 9,80	5	III	6 tahun	6 tahun
2,45 - 4,90	6	IV	6 tahun	6 tahun
1,225 - 2,450	7	V (Dengan KA Penumpang)	8 tahun	10 tahun
0,525 - 1,225	8			
<0,525	9	V (Tanpa KA Penumpang)	8 tahun	12 tahun

Sumber : Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (PD 10 KAI, 1986)

Daya angkut lintas merupakan jumlah angkutan anggapan yang melalui suatu lintas dalam jangka waktu 1 (satu) tahun. Daya angkut lintas diartikan jenis serta jumlah beban total dan kecepatan kereta api yang lewat di lintas yang dilalui. Daya angkut lintas disebut daya angkut T dengan satuan ton/ tahun (PD 10 KAI, 1986). Cara menghitung kapasitas lintas dengan rumus berikut ini:

$$T = 360 \times S \times TE \quad \dots(1)$$

$$TE = Tp + (Kb \times Tb) + (K1 \times T1) \quad \dots(2)$$

Dimana :

T = Kapasitas angkut lintas ($\frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$)

TE = Tonase ekuivalen ($\frac{\text{ton}}{\text{hari}}$)

Tp = Tonase penumpang dan kereta harian

Tb = Tonase barang dan gerbong harian

$T1$ = Tonase lokomotif harian

S = Koefisien yang besarnya tergantung pada kualitas lintas yaitu

$S = 1,1$ untuk lintas dengan KA penumpang, dengan V_{maks} 120 km/j

$S = 1,0$ untuk lintas tanpa KA penumpang

Kb = Koefisien yang besarnya tergantung pada beban yaitu

$Kb = 1,5$ untuk beban gandar < 18 ton

$Kb = 1,3$ untuk beban gandar > 18 ton

$K1$ = Koefisien yang besarnya ditentukan sebesar 1,4

Pemecokan merupakan kegiatan pemadatan struktur bawah jalan rel dengan menggunakan Kereta Perawatan Jalan Rel (KPJR). Kegiatan ini berfungsi untuk mempertahankan kedudukan jalan rel agar selalu dalam kondisi aman dan nyaman saat dilewati sarana kereta api. Frekuensi pemecokan dapat diperhitungkan setelah diketahui kelas jalan/UIC dengan menggunakan perhitungan *passing tonnage* (Perjana 2C KAI, 2012).

Track Quality Index (TQI) adalah nilai hasil pengukuran KA Ukur EM-120 yang memberikan informasi kualitas jalan rel yang dilewati pada suatu lintas. Hasil *output* berupa tersebut dibedakan menjadi 4 kategori diantaranya :

- Kategori baik sekali dengan nilai $TQI \leq 20$
- Kategori baik dengan nilai $20 < TQI \leq 35$
- Kategori sedang $35 < TQI \leq 50$
- Kategori jelek $TQI > 50$

Metode pengukuran *Track Quality Index* (TQI) terbagi menjadi 4 parameter diantaranya pengukuran lebar spur, angkatan, listringan serta pertinggian yang nilai parameter tersebut dijumlahkan. Saat dilakukan pengukuran kecepatan operasional juga dilakukan pengukuran. Pengambilan data KA ukur ini dilakukan secara menerus setiap segmen (200 m). Untuk angkatan, listringan serta pertinggian dalam 1 segmen mewakili panjang 40 meter. Sedangkan untuk lebar spur 1 segmen mewakili panjang 20 meter.

Tata cara pengambilan data nilai TQI berdasarkan parameter pertinggian, angkatan, listringan dan lebar spur memiliki batasan kerusakan per kategori pada nilai TQI yang di tunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Batasan Nilai Kerusakan Setiap Kategori

Parameter	New	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
Angkatan (mm)	1	2	5	8	>8
Listringan (mm)	1	1,5	4	10	>10
Pertinggian (mm)	1	2	6	9	>9
Lebar spur (mm)	0	2	5	10	>10
Skilu 3 m (mm)	2	6,5	9	12	>12
TQI (max)	10	20	35	50	>50
Kec. Gapeka (km/j)		120-100	100-80	80-60	<60

Sumber : KAI, 2012

Pemeliharaan jalan rel adalah kegiatan perawatan, pengawasan, pemeriksaan serta perbaikan yang telah dilakukan PT. Kereta Api Indonesia (Persero) untuk mempertahankan, memulihkan dan meningkatkan kualitas pelayanan struktur jalan rel supaya tetap dapat beroperasi dengan layak. Pemeliharaan yang dilakukan PT. Kereta Api Indonesia (Persero) terbagi menjadi 2 kategori utama yaitu pemeliharaan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi (KAI, 2012).

Pemeliharaan berkala merupakan suatu tindakan pencegahan (*Preventif*) yang dilakukan pemeliharaan secara harian, bulanan dan tahunan. Setiap tindakan ini selalu rutin dilaporkan oleh unit jalan rel dan jembatan di setiap Daerah Operasi (Daop).

Perbaikan untuk mengembalikan fungsi sendiri merupakan tindakan yang dilakukan apabila terdapat komponen di lintas jalan rel yang dianggap tidak memenuhi standar atau dapat mengganggu operasional kereta api sehingga perlu penggantian ataupun penambahan komponen guna penyesuaian kebutuhan lintas operasi (PM 32, 2011).

Stamformasi KA adalah jumlah dan jenis kereta untuk setiap kereta api yang akan disusun di stasiun, ditetapkan dalam buku pedoman dukungan sarana yang dikeluarkan oleh Direksi berdasarkan Gapeka (Grafik Perjalanan Kereta api), sedangkan untuk angkutan luar biasa (misalnya : angkutan Lebaran, Natal dan Tahun Baru), dibuat buku pedoman dukungan sarana tersendiri yang dikeluarkan Direksi (PD 8A KAI, 2012). Jenis-jenis kereta yang dimaksud biasanya memiliki kode seperti yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis - jenis Kereta

No	Jenis	Uraian
1	K1	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, kelas eksekutif.
2	KM1	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, ruang makan dan dapur, kelas eksekutif.
3	M1	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang makan dan dapur, kelas eksekutif.
4	MP1	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang makan dan dapur kelas eksekutif serta ruang pembangkit listrik.
5	K2	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, kelas bisnis.
6	KM2	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, ruang makan dan dapur, kelas bisnis.
7	MP2	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang makan dan dapur kelas bisnis serta ruang pembangkit listrik.
8	KMP2	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, ruang makan dan dapur, kelas bisnis serta ruang pembangkit listrik.
9	K3	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, kelas ekonomi.
10	KM3	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, ruang makan dan dapur, kelas ekonomi.
11	KP3	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, kelas ekonomi serta ruang pembangkit listrik.
12	KMP3	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang, ruang makan dan dapur, kelas ekonomi serta ruang pembangkit listrik.
13	B	Kereta bagasi.
14	P	Kereta pembangkit listrik
15	BP	Kereta yang dilengkapi fasilitas ruang bagasi dan ruang pembangkit listrik.

Sumber : Peraturan Dinas 8A (KAI, 2012)

Selain kereta pada rangkaian kereta api juga ada kodifikasi gerbong yang dikelompokkan berdasarkan jenis seperti yang ada di Tabel 5.

Tabel 5. Kodifikasi Gerbong Berdasarkan Kelompok

No	Kelompok Gerbong	Jenis Gerbong
1	Gerbong terbuka (GB)	YY, ZZ, KKB
2	Gerbong datar (GD)	PP, PPC, PKPK
3	Gerbong tertutup (GT)	GG, TT, KKB Klinker
4	Gerbong tangki (GK)	KK BBM, KK CPO, KK Semen Curah

Sumber : KAI, 2012

Berat rangkaian kereta merupakan penjumlahan dari setiap berat total kereta pada rangkaian kereta tersebut. Berat kereta dapat diketahui dari kode berat total pada sarana yang terdapat pada dinding kereta sebelah kanan atas (PD 8A KAI, 2012).

Rangkaian kereta api sendiri merupakan susunan yang terdiri dari lokomotif, kereta ataupun gerbong yang masing-masing memiliki berat berbeda. Berikut ini daftar lokomotif yang masih dioperasikan oleh PT. KAI (Persero) pada Tabel 6.

Tabel 6. Daftar Lokomotif PT. KAI (Persero)

No	Lokomotif	Berat Siap (ton)	Daya Mesin (HP)	Kecepatan Maksimal (km/jam)
1	CC 201	84	1850	120
2	CC 202	108	2250	80
3	CC 203	84	2150	120
4	CC 204	84	2150	120
5	CC 205	106,4	2250	80
6	CC 206	88,2	2250	120

Sumber : KAI, 2020

Lokomotif tersebut dapat menarik kereta maupun gerbong dengan kapasitas yang telah ditentukan. Berikut pada Tabel 6 adalah daftar berat kereta dan Tabel 7 daftar gerbong yang dioperasikan PT. KAI (Persero) di wilayah Daop 6 Yogyakarta.

Tabel 7. Daftar Berat Kereta

No.	Kereta	Berat Kosong (ton)
1	K1	40
2	K2	37
3	K3	37
4	KMP	40

Sumber : KAI, 2012

Tabel 8. Daftar Berat Gerbong

No.	Gerbong	Berat Kosong (ton)
1	GB	22
2	GD	26
3	GT	22
4	GK	20

Sumber : KAI, 2012

Frekuensi pemecokan dapat diperhitungkan setelah didapatkan kelas jalan/ UIC dengan menggunakan perhitungan *passing tonnage*, menggunakan rumus berikut.

$$F = 0,023 \times T^{0,3} \times Vmaks^{0,5} \times (100\% + F_{total}) \quad \dots(3)$$

Dimana :

$$F = \text{Frekuensi pemecokan} \left(\frac{\text{kali}}{\text{tahun}} \right)$$

$$T = \text{Daya angkut lintas} \left(\frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \right)$$

$$Vmaks = \text{Kecepatan maksimal} \left(\frac{\text{km}}{\text{jam}} \right)$$

$$F_{total} = \text{Total faktor indeks}$$

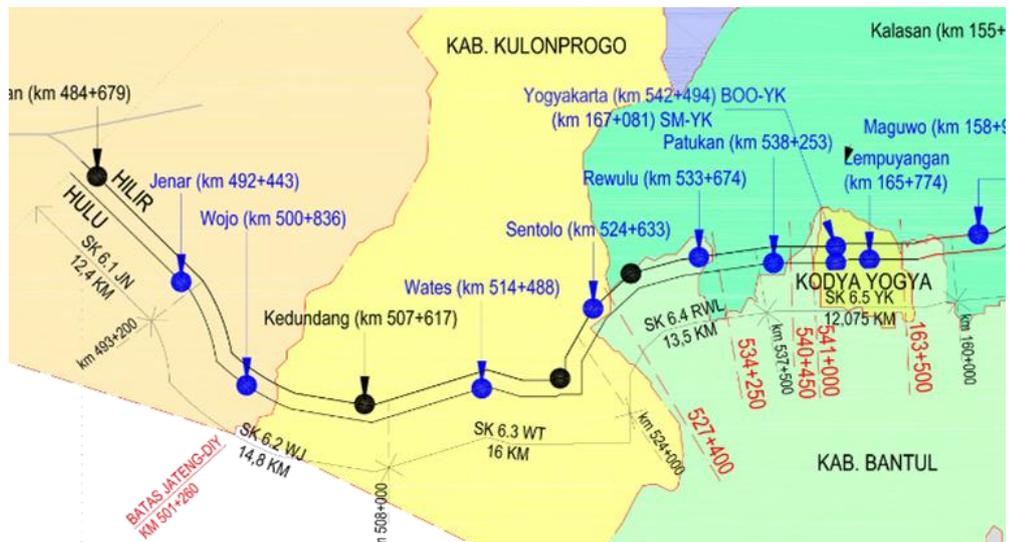
METODA PENELITIAN

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diolah dan dianalisa. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari lapangan antara lain adalah hasil KA Ukur EM-120 di PT. KAI (Persero) serta data dari PT. KAI (Persero) tentang peraturan yang berlaku terhadap penelitian ini. Selanjutnya data tersebut akan dianalisa untuk mendapatkan tujuan yang diharapkan.

Penelitian dilakukan di Unit Jalan Rel dan Jembatan wilayah Daerah Operasi 6 Yogyakarta PT. KAI (Persero). Lintas yang akan diambil datanya adalah jalan rel Kutoarjo – Yogyakarta. Lintas ini memiliki beberapa bagian Resor Jalan Rel. Resor Jalan Rel adalah bagian batasan wilayah tertentu yang dikepalai oleh KUPT (Kepala Unit Pelaksana Teknis) untuk membantu pemeliharaan jalan rel di lapangan guna mempercepat tindak lanjut jika pada wilayah Resor Jalan Rel tersebut mengalami gangguan karena di lintas Kutoarjo – Yogyakarta ini termasuk lintas yang ramai dipadati pergerakan KA. Resor-resor yang termasuk dalam koridor ini antara lain :

- a. Resor Jalan Rel 6.1 Jenar
- b. Resor Jalan Rel 6.2 Wojo
- c. Resor Jalan Rel 6.3 Wates
- d. Resor Jalan Rel 6.4 Rewulu
- e. Resor Jalan Rel 6.5 Yogyakarta

Berikut ini pada Gambar 1 menunjukkan pembagian wilayah Resor Jalan Rel 6.1 sampai dengan 6.5.



Gambar 1. Peta Wilayah Resor Jalan Rel Kutoarjo – Yogyakarta (Pamungkas, 2019)

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara survei di resor-resor unit jalan rel Daop 6 Yogyakarta yang masuk di lintas Kutoarjo – Yogyakarta. Dalam proses ini akan didapatkan data sekunder berupa data hasil KA Ukur EM-120 dari setiap Kepala UPT Resor. Setelah data didapatkan selanjutnya ke kantor unit Jalan Rel dan Jembatan Daop 6 Yogyakarta untuk mendapatkan data-data sekunder lainnya yang digunakan oleh PT. KAI (Persero) sebagai dasar acuan pemeliharaan jalan rel.

Untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini maka perlu dilakukan perhitungan terhadap data-data yang telah diperoleh. Perhitungan data tersebut dilakukan dengan rumus-rumus yang telah ada untuk dilakukan evaluasi kinerja unit Jalan Rel dan Jembatan wilayah Daop 6 Yogyakarta dan memberikan informasi untuk memperhitungkan siklus perawatan yang tepat berdasarkan hasil survei dan pengukuran lapangan.

ANALISIS PENELITIAN

Dalam waktu 1 tahun unit Jalan Rel dan Jembatan wilayah Daop 6 Yogyakarta dilakukan pengukuran geometri menggunakan KA Ukur EM-120 sebanyak 4 kali. Pada kesempatan ini data yang didapatkan ada 4 pengukuran masing-masing pengukuran pada bulan September 2019, Maret 2020, Juli 2020 dan November 2020.

Berdasarkan data yang didapatkan dari pengukuran KA Ukur EM-120 terbagi menjadi 4 kategori masing-masing ada pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 9. Data TQI Trip Kutoarjo – Yogyakarta Berdasarkan Kategori

NO.	KATEGORI	SEPTEMBER	MARET 2020	JULI 2020	NOVEMBER
		2019	m'sp	m'sp	2020
		m'sp			m'sp
1	1	110.958,00	111.158,00	101.863,00	98.531,00
2	2	13.131,00	12.324,00	20.793,00	25.231,00
3	3	225,00	328,00	298,00	440,00
4	4	0,00	0,00	0,00	22,00
TOTAL		124.314,00	123.810,00	122.954,00	124.224,00

Tabel 10. Persentase TQI Trip Kutoarjo – Yogyakarta Berdasarkan Kategori

NO.	KATEGORI	SEPTEMBER	MARET 2020	JULI 2020	NOVEMBER
		2019	%	%	2020
		%			%
1	1	89,26	89,78	82,85	79,32
2	2	10,56	9,95	16,91	20,31
3	3	0,18	0,26	0,24	0,35
4	4	0,00	0,00	0,00	0,02
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan hasil pengukuran yang terjadi pada saat pengambilan data dari KA Ukur EM-120, akan tetapi hal tersebut masih dalam kewajaran karena disebabkan oleh pengukuran mesin yang dipacu dengan kecepatan berbeda-beda dalam jarak yang panjang.

Panjang ukur yang seharusnya adalah 123.388,00 m'sp tetapi setelah didapatkan jumlah panjang terukur hasilnya bervariasi mulai dari 124.314,00 m'sp pada bulan September 2019, 123.810,00 m'sp pada bulan Maret 2020, 122.954,00 pada bulan Juli 2020 dan 124.224,00 m'sp pada bulan November 2020.

Pada setiap kategori pengukuran terdapat beberapa *device* yang tercatat diantaranya adalah BH (Bangunan Hikmat), JPL (Jalan Perlindungan), LK (Lengkung), LRS (Lurusan) dan WSL (Wesel). Dari 5 *device* tersebut didapatkan data dari pengukuran KA Ukur EM-120 yang sudah direkap dalam Tabel 10, 11, 12 dan 13 berikut.

Tabel 11. Rekap Trip Kutoarjo – Yogyakarta September 2019 Berdasarkan *Device*

		SEPTEMBER 2019				JUMLAH m'sp	KATEGORI 3 & 4 %
NO.	DEVICE	m'sp					
		Kategori					
		1	2	3	4		
1	BH	5.788,00	2.249,00	29,00	0,00	8.066,00	0,36
2	JPL	1.833,00	863,00	14,00	0,00	2.710,00	0,52
3	LK	55.602,00	4.258,00	0,00	0,00	59.860,00	0,00
4	LRS	47.474,00	3.848,00	23,00	0,00	51.345,00	0,04
5	WSL	261,00	1.913,00	159,00	0,00	2.333,00	6,82
JUMLAH		110.958,00	13.131,00	225,00	0,00		
TOTAL		124.314,00					

Tabel 12. Rekap Trip Kutoarjo – Yogyakarta Maret 2020 Berdasarkan *Device*

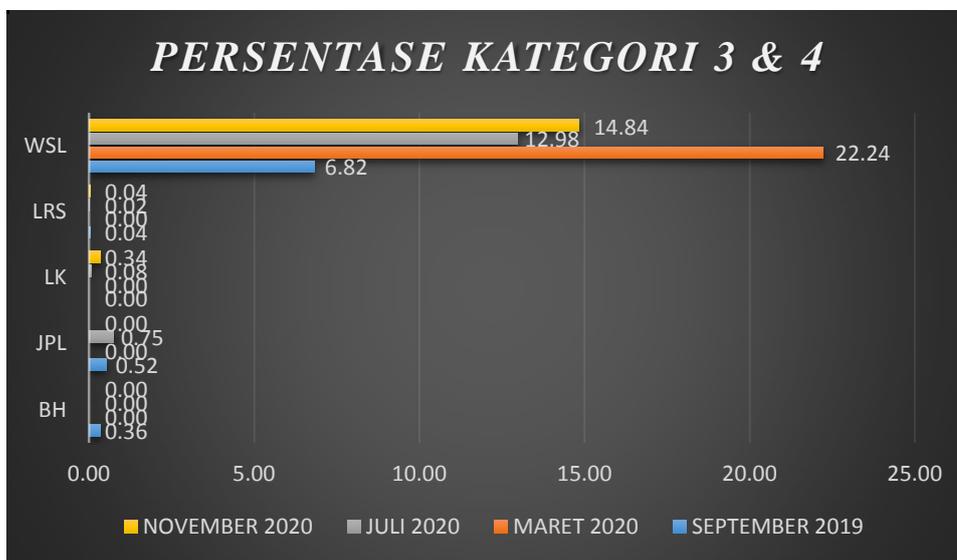
		MARET 2020				JUMLAH m'sp	KATEGORI 3 & 4 %
NO.	DEVICE	m'sp					
		Kategori					
		1	2	3	4		
1	BH	3.336,00	1.590,00	0,00	0,00	4.926,00	0,00
2	JPL	768,00	463,00	0,00	0,00	1.231,00	0,00
3	LK	46.715,00	3.722,00	0,00	0,00	50.437,00	0,00
4	LRS	60.269,00	5.472,00	0,00	0,00	65.741,00	0,00
5	WSL	70,00	1.077,00	328,00	0,00	1.475,00	22,24
JUMLAH		111.158,00	12.324,00	328,00	0,00		
TOTAL		123.810,00					

Tabel 13. Rekap Trip Kutoarjo – Yogyakarta Juli 2020 Berdasarkan *Device*

		JULI 2020				JUMLAH m'sp	KATEGORI 3 & 4 %
NO.	DEVICE	m'sp					
		Kategori					
		1	2	3	4		
1	BH	3.885,00	2.062,00	0,00	0,00	5.947,00	0,00
2	JPL	872,00	978,00	14,00	0,00	1.864,00	0,75
3	LK	47.272,00	7.858,00	44,00	0,00	55.174,00	0,08
4	LRS	49.788,00	8.413,00	12,00	0,00	58.213,00	0,02
5	WSL	46,00	1.482,00	228,00	0,00	1.756,00	12,98
JUMLAH		101.863,00	20.793,00	298,00	0,00		
TOTAL		122.954,00					

Tabel 14. Rekap Trip Kutoarjo – Yogyakarta November 2020 Berdasarkan *Device*

NO.	DEVICE	NOVEMBERI 2020				JUMLAH m'sp	KATEGORI 3 & 4 %
		m'sp					
		Kategori					
1	2	3	4				
1	BH	2.834,00	2.063,00	0,00	0,00	4.897,00	0,00
2	JPL	852,00	556,00	0,00	0,00	1.408,00	0,00
3	LK	51.855,00	9.254,00	209,00	0,00	61.318,00	0,34
4	LRS	42.861,00	12.167,00	23,00	0,00	55.051,00	0,04
5	WSL	129,00	1.191,00	208,00	22,00	1.550,00	14,84
JUMLAH		98.531,00	25.231,00	440,00	22,00		
TOTAL		124.224,00					

**Gambar 2.** Persentase Kategori 3 dan 4 Terhadap Total Keseluruhan *Device*

Dari hasil 4 data KA Ukur EM-120 berdasarkan *device* yang paling banyak masuk pada kategori sedang-jelek (kategori 3 dan 4) terbanyak terdapat pada *device* WSL (Wesel), maka perlu diketahui di titik kilometer manakah wesel yang sering mendapat nilai TQI tinggi.

Sedangkan *device* yang lain seperti bangunan hikmat, jalan perlintasan, lengkung dan lurus dapat dilakukan perbaikan ringan sementara dengan cara angkatan tinggi, listringan ataupun dengan ganti rel.

Selain perbaikan ringan yang dapat dilakukan untuk perawatan lengkung dan lurus agar kondisi nilai TQI tetap terjaga juga dapat dilakukan perawatan rutin menggunakan KPJR (Kereta Perawatan Jalan Rel) untuk memecok jalan rel dengan MTT (*Multi Tie Tamper*). Pemecokan jalan rel ini memiliki siklus tahunan agar jalan rel dapat mempertahankan geometrinya sehingga aman untuk dilalui KA.

Dalam perhitungan passing tonnage ini menggunakan rumus 1 dan 2 dengan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T &= 360 \times S \times TE \\
 &= 360 \times 1,1 \times TE \\
 TE &= Tp + (Kb \times Tb) + (K1 \times T1) \\
 &= 20.064 + (1,5 \times 2.500) + (1,4 \times 3.827) \\
 &= 29.172 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= 360 \times 1,1 \times 29.172 \\
 &= 11,552 \text{ juta ton/tahun} \quad \dots(4)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data yang didapat setelah melihat hitungan di atas lintas Kutoarjo – Yogyakarta mendapatkan hasil *passing tonnage* sebesar 11,552 juta ton setiap tahunnya. Maka menurut Tabel 1 masuk pada kelas jalan 2 (antara 10 – 20 juta ton/tahun) dan menurut Tabel 2 masuk pada golongan UIC 4 (antara 9,80 – 17,50 juta ton/tahun).

Perhitungan frekuensi pemecokan menggunakan rumus 3 dengan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F &= 0,023 \times T^{0,3} \times V_{maks}^{0,5} \times (100\% + F_{total}) \\
 &= 0,023 \times 11,552^{0,3} \times 105^{0,5} \times (100\% + 112,5\%) \\
 &= 1,043 \text{ maka siklus pemecokannya } 12 \text{ bulan} : 1,043 = 11,505 \text{ bulan sekali} \\
 &\text{dikoreksi dengan faktor koreksi } 2/3 \text{ menjadi } 7,67 \sim 8 \text{ bulan sekali.}
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi data TQI (*Track Quality Index*) pada jalur ganda trip Kutoarjo – Yogyakarta yang telah dilakukan pada bulan September 2019, Maret 2020, Juli 2020 dan November 2020 dapat disimpulkan bahwa titik lokasi yang dikategorikan jelek terbesar adalah pada *device* WSL (Wesel) dengan persentase masing-masing pada bulan September 2019 = 6,82%, Maret 2020 = 22,24%, Juli 2020 = 12,98% dan November 2020 = 14,84%. Sedangkan persentase pada *device* LRS (lurusan), LK (Lengkung), JPL (Jalan Perlintasan) dan BH (Bangunan Hikmat) nilainya tidak lebih dari 1% sehingga tidak terlalu besar pengaruhnya terhadap risiko kecelakaan, dengan demikian dapat dilakukan perbaikan geometri secara ringan.

Hasil perhitungan *passing tonnage* pada jalur ganda trip Kutoarjo – Yogyakarta didapatkan nilai 11,552 juta ton/ tahun dengan demikian kelas jalan lintas Kutoarjo – Yogyakarta termasuk pada kelas jalan 2 dan termasuk dalam golongan UIC 4. Melihat beban lintas yang cukup besar tersebut untuk mempertahankan kelayakan fungsi, kualitas jalan rel serta mempertahankan nilai TQI, maka setelah diperhitungkan siklus pemecokan mendapatkan hasil 8 bulan sekali.

Untuk meningkatkan dan mempertahankan nilai TQI agar tidak mengalami penurunan kualitas jalan rel maka pada titik-titik wesel dengan nilai TQI tinggi harus rutin dilakukan pengecekan lebar spur dan pertinggian sesuai siklus perawatan wesel atau bila biaya memungkinkan dapat diganti dengan komponen wesel yang baru sehingga nilai TQI bisa lebih ditekankan.

Siklus pemecokan yang dihasilkan adalah perhitungan secara teori jika diketahui dari setiap pengukuran KA Ukur EM-120 per triwulannya menurun maka segera mungkin dilakukan pemecokan manual ataupun semi manual di titik-titik yang terindikasi nilai TQI-nya menurun. Hal ini dapat meminimalisir terjadinya penurunan kualitas *track* dan mengurangi risiko kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah, Alik Ansyori (2003). *Rekayasa Jalan Rel*. Bayumedia. Malang.
- [2] Karunianingrum, Dyni I. & Widyastuti, Hera. (2020). “Penilaian Track Quality Index (TQI) Berdasarkan Standar Perkeretaapian Indonesia (studi kasus : Cirebon – Cikampek)”. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Vol. 18 No. 1, Hal. 81-86*.
- [3] Kurniawan, Wahyu & Rulhendri (2015). “Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI) (Studi kasus : Lintas Manggarai – Bogor)”. *Jurnal Rekayasa Sipil Astonjadro Vol. 4 No. 2, ISSN 2302-4240*.
- [4] Panjaitan, Herbet dan Sembiring, Suranta (2014). “Evaluasi Komponen Jalan Rel Berdasarkan Passing Tonnage dan Analisis Kebutuhan Pemeliharaan Tahunan Jalan

Rel dengan Analisa JO Tahun 2011 (Studi Kasus : Jalan Rel Lintas Medan – Tebing Tinggi)”. *Jurnal Teknik Sipil USU Vol. 3 No.1.*

- [5] PerMen 32/11. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM. 32. 2011. Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian. Kementerian Perhubungan. Jakarta.*
- [6] PerMen 54/16. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM. 54. 2016. Standar Spesifikasi Teknis Identitas Sarana Perkeretaapian. Kementerian Perhubungan. Jakarta.*
- [7] PerMen 60/12. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM. 60. 2012. Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Kementerian Perhubungan. Jakarta.*
- [8] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (1986). *Penjelasan Peraturan Perancangan Konstruksi Jalan Rel .Peraturan Dinas Nomor 10. Bekasi.*
- [9] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2011). *Penggunaan Sarana pada Lintas dengan Lebar Jalan Rel 1067 mm. Peraturan Dinas Nomor 8 A. Bandung.*
- [10] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2012). *Perawatan Jalan Rel. Buku Saku. Jalan Rel dan Jembatan. Bandung.*
- [11] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2012). *Rencana Perawatan Tahunan Fasilitas. Perjana Buku 2C. Jalan Rel dan Jembatan. Bandung.*
- [12] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2012). *Rencana Perawatan Tahunan Jalan Rel. Perjana Buku 2A. Jalan Rel dan Jembatan. Bandung.*
- [13] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2016). *Perawatan Jalan Rel dengan Lebar 1067 mm .Peraturan Dinas Nomor 10 A. Bandung.*
- [14] PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2016). *Pengetahuan Teknik Sarana. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Ir. H. Djuanda. Bandung.*
- [15] Rais, M. Qodri Nasrullah (2008). *Analisis Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Passing Tonnage dan Klasifikasi Jalan Rel Kereta Api (Studi Kasus : Lintas Yogyakarta – Solo). Tesis. Universitas Gajah Mada.*