

## PERAWATAN LENGKUNG DI KM 2+2/400 LINTAS MANGGARAI – JATINEGARA

Mohammad Sholihin<sup>1</sup>, Email : Msholihin26@yahoo.co.id

Hermanto Dwiatmoko<sup>2</sup>, Email : hermanto@sttd.ac.id

Djoko Septanto<sup>3</sup>, Email : septanto@sttd.ac.id

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat Bekasi

### ABSTRAK

Kurva nomor 2 dan 18 pada persilangan Manggarai - Jatinegara adalah bagian dari persilangan dalam DAOP (Wilayah Operasi) 1 wilayah Jakarta. Keandalan lengkungan dalam perannya dalam pengoperasian kereta api penting bahkan menjadi faktor utama. Oleh karena itu, kesempurnaan dalam perawatan adalah mutlak dan persyaratan utama dari suatu kondisi di mana lengkungan dapat dikatakan dapat diandalkan. Tetapi tidak semua lengkungan memiliki nilai ketinggian yang sama dengan hasil yang dihitung. Oleh karena itu diperlukan analisis tingkat perawatan lengkungan reliabilitas lengkungan. Dari hasil analisis data sekunder dan primer maka diperoleh data terkait kondisi kurva nomor 2 dan 18 lintas Manggarai - Jatinegara masih kurang baik dalam hal perubahan panah dan ketinggian rel. Perhitungan dan analisis data yang digunakan dilihat dalam hal kondisi geometri lengkung yaitu jari-jari lengkung, lengkung transversal, elevasi rel, kondisi grafik kurva ideal dan manajer sumber daya manusia. Setelah menganalisis data dan kemudian dibandingkan dengan standar yang ada, maka penerapan curved treatment telah dikatakan hanya saja tidak maksimal, dapat disarankan bahwa perlu perawatan kondisi kurva terus dengan pemeriksaan sesuai dengan ketentuan dan segera diperbaiki geometri lengkung yang kurang, Lengkungan kembali normal dan lakukan perawatan dengan menggunakan mesin MTT pada saat perawatan pada malam hari sehingga pelaksanaan perawatan lebih sesuai dengan yang diharapkan dan juga tidak terjadi trial and error.

**Kata kunci: Kurva No. 2 dan 18, Care Curved, Arch Ideal Graphics, Panah, Transisi melengkung, Register, Radius, Mesin MTT.**

### ABSTRACT

*Curves number 2 and 18 on Manggarai - Jatinegara cross are part of cross in DAOP (Operation Area) 1 Jakarta area. The reliability of an arch in its role in the operation of the railway is important even be a major factor. Therefore, perfection in care is absolute and a major requirement of a condition where the arch can be said to be reliable. But not all arches have the same elevation value as the calculated result. Thus it required an analysis of the level of care arch the arch reliability. From the results of secondary and primary data analysis then obtained data related to the condition of curve number 2 and 18 cross Manggarai - Jatinegara still not good in terms of changes in arrows and rail elevation. Calculation and analysis of data used dilihat in terms of curved geometry conditions that is curved radius, transverse arch, rail elevation, ideal curve graph conditions and human resources managers. After analyzing the data and then compared with the existing standard, the implementation of curved treatment has been said to be only just not maximal, it can be suggested that it needs to be maintained treatment of the curve condition continues with the inspection in accordance with the provisions and immediately repaired the curved geometry is lacking, Arch back to normal and do maintenance by using the MTT machine at the time of treatment at night so that the implementation of the treatment is more suitable as expected and also did not happen trial and error.*

**Keywords: Curve No. 2 and 18, Care Curved, Arch Ideal Graphics, Arrows, Curved transition, Register, Radius, MTT Machine.**

**PENDAHULUAN**

Prasarana perkeretaapian dalam hal ini jalan rel merupakan sebagian tempat berjalannya kereta api tidak selalu lurus tetapi terdapat juga lengkungan. Lengkung merupakan suatu bagian yang tidak terpisahkan dari komponen jalan rel yang lurus, lengkung mempunyai persyaratan khusus menyangkut timbangan dan kelengkungan. Jadi harus benar-benar dipahami gaya-gaya yang bekerja pada sarana maupun prasarana perkeretaapian itu sendiri. Program perawatan rutin untuk bidang prasarana terutama pada lengkung demi menjaga keandalan dan untuk meningkatkan pengoperasian kereta api. Secara umum perawatan terhadap lengkung menggunakan 3 (tiga) cara perawatan yaitu menggunakan *Multi Tie Temper* (MTT), *Hand Tie Temper* (HTT) dan manual. Ketika kereta api berjalan akan berpindah dari jalan lurus (pertinggian 0) ke suatu lengkung dengan (pertinggian c), sebelum menjalani lengkung kereta akan melewati bagian jalan rel dengan variasi pertinggian yang meningkat secara teratur mulai dari 0 sampai pertinggian lengkung tersebut c. pada lengkung terdapat peninggian yang digunakan untuk mengatasi gaya sentrifugal. Bila terjadi kerusakan pada transisi anak panah dan transisi peninggian akan dapat menyebabkan ketidakamanan dan ketidaknyamanan pada perjalanan. Hal terburuk adalah kerusakan yang tinggi dapat menyebabkan anjlogan. Untuk menghindari hal tersebut dilakukan penurunan kecepatan pada lintas tersebut.

**PEMBAHASAN**

**Pengumpulan Data**

1. Rumus dan Ketentuan di Lengkung

a. Panjang Lengkung Peralihan (PLA)

Cara menentukan dan menghitung panjang lengkung peralihan dapa suatu lengkung.

$$\begin{aligned}
 \text{PLA Normal} &= \left[0,06 \frac{V^2}{R}\right] : [\text{Hn}] \\
 &= \left[0,06 \frac{V^2}{R}\right] : \left[\frac{6V^2}{R}\right] \\
 &= 0,01 \text{ HV}
 \end{aligned}$$

(L) = 10 V x h normal

Keterangan :

L = Panjang lengkung peralihan

V = Kecepatan yang berlaku

H = Pertinggian rel

b. Panjang Peralihan Minimum (PLA)

$$41,15 \times \frac{V}{R} \text{ atau } 0,001.h.V$$

keterangan :

V = Kecepatan yang berlaku

h = Pertinggian rel

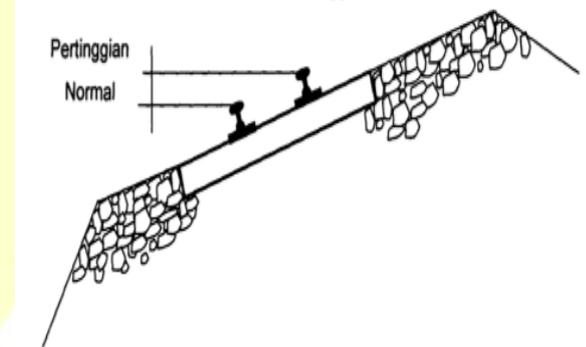
R = jari-jari lengkung

c. Lengkung tanpa peralihan

Suatu lengkung diizinkan tanpa adanya lengkung peralihan jika radius lengkung tersebut :

$$R > \frac{1}{6} \times V^2$$

d. Pertinggian (h normal)  $\frac{6V^2}{R}$



**Gambar 2** Profil Melintang Peninggian Lengkung

e. Pertinggian maximum (h max)

Keseluruhan dari sebuah lengkung untuk peninggian maksimum adalah = 110 mm atau 11 cm

f. Pertinggian manimum (h min)  $8,86 \frac{V^2}{R} - 54,01$

g. Radius Baru R Baru =  $\frac{50000}{AP \text{ Rata}^2}$

h. Radius minimum R min =  $\left[\frac{V \text{ max}}{4,3}\right]^2$

i. Anak Panah (AP)

$$\begin{aligned}
 \text{AP} &= \left[\frac{1}{8} \times \frac{L^2}{R}\right] \times 1000 \\
 &= \left[\frac{1}{8} \times \frac{20 \times 20}{R}\right] \times 1000 \\
 &= \frac{50}{R} \times 1000 \\
 &= \frac{50000}{R} \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

j. Kecepatan maksimal dilengkung (V max)

$$V_{Max} = 110 = \frac{6V^2}{R}$$

$$110R = 6V^2$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{110}{6}R}$$

$$= 4,3 \sqrt{R}$$

k. Ketentuan pelebaran rel berdasarkan radius

Suatu lengkung dengan radius tertentu dibangun dengan pelebaran tertentu untuk menjaga agar roda tidak bergesekan langsung dengan kepala rel atau memberi ruang bagi roda kereta saat berbelok. Ketentuan pelebaran rel dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1** Ketentuan Pelebaran Rel Di Lengkung

PELEBARAN REL (mm)	RADIUS (m)
0	R > 600
5	550 s/d <600
10	300 s/d <550
15	350 s/d <400
20	100 s/d <350
25	<225

Sumber : Permenhub No 60 Tahun 2012

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH

Atas dasar itulah maka penulis mencoba menguraikan tentang variabel-variabel apa saja yang perlu diteliti berkaitan dengan lengkung no 2 dan 18 untuk menentukan standart seharusnya perawatan agar kondisi lengkung dapat sesuai grafik normalnya, dapat ditingkatkan kecepatan lintasnya serta meningkatkan keselamatan di lengkung tersebut diantaranya :

### 1. Peninggian Rel

a. Peninggian normal

Peninggian normal berdasar pada kondisi komponen jalan rel tidak ikut menahan gaya sentrifugal. Pada kondisi ini gaya sentrifugal sepenuhnya diimbangi oleh gaya berat saja. Peninggian normal dapat

dihitung dengan rumus :  $h = \frac{6V^2}{R}$

Keterangan :

$h_{normal}$  = peninggian normal (mm)  
 V = kecepatan perancangan (km/jam)  
 R = jari – jari lengkung horizontal (m)

1) Peninggian normal untuk R 200 dengan V = 60 km/jam yaitu:

$$h = \frac{6 \cdot 60^2}{200} mm$$

$$h = 108 mm$$

2) Peninggian normal untuk R 200 dengan V = 40 km/jam yaitu:

$$h = \frac{6 \cdot 40^2}{200} mm$$

$$h = 48 mm$$

b. Peninggian Maksimal

Peninggian maksimum ditentukan berdasarkan pada stabilitas kereta api pada saat berhenti dibagian lengkung horizontal dengan pembatasan kemiringan 10%. Apabila kemiringan melebihi 10% maka benda-benda yang terletak pada lantai kereta api dapat bergeser kearah sisi dalam. Dengan menggunakan kemiringan maksimum 10% peninggian rel maksimum yang digunakan yaitu 110 mm atau 11 cm. H = 110 mm

c. Peninggian Minimal

Peninggian minimum berdasar pada kondisi gaya maksimum yang dapat ditahan oleh komponen jalan rel dan kenyamanan penumpang kereta api. Peninggian minimum dapat dihitung dengan rumus :

$$h = 8,86 \frac{V^2}{R} - 54,01$$

1) Peninggian minimum pada rel dengan R 200 dan V = 60 km/ jam adalah :

$$h = \frac{8,86 \times 60^2}{200} - 54,01$$

$$h = 105,47 mm$$

- 2) Peninggian minimum pada rel dengan R 200 dan V = 40 km/ jam adalah :

$$h = \frac{8,86 \times 40^2}{200} - 54,01 \quad h = 16,86 \text{ mm}$$

## 2. Lengkung Peralihan

Untuk mengurangi pengaruh perubahan gaya sentrifugal sehingga penumpang kereta api tidak terganggu kenyamanannya, dapat digunakan lengkung peralihan. Panjang lengkung peralihan tergantung pada perubahan gaya sentrifugal tiap satuan waktu, kecepatan, dan jari-jari lengkung lingkaran. Untuk mendapatkan panjang lengkung peralihan minimum dapat dihitung dengan rumus :

$$L = 0,01.h.V$$

Keterangan :

- L = panjang lengkung peralihan (m)  
 V = kecepatan perancangan (km/jam)  
 h = peninggian rel (mm)

### a. Peninggian Normal

- 1) Panjang lengkung peralihan untuk peninggian normal dengan R 200 dan V 60 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 108 \times 60$$

$$L = 64,8 \text{ m}$$

- 2) Panjang lengkung peralihan untuk peninggian normal dengan R 200 dan V 40 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 48 \times 40$$

$$L = 19,2 \text{ m}$$

### b. Peninggian Maksimal

Panjang lengkung peralihan untuk peninggian maksimal R 200 dengan V 40 dan 80 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 110 \times 40$$

$$L = 44 \text{ m}$$

Dan  $L = 0,01 \times 110 \times 60$   
 $L = 66 \text{ m}$

### c. Peninggian Minimum

- 1) Panjang lengkung peralihan untuk peninggian minimum R 200 dengan V 60 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 105,5 \times 60$$

$$L = 63,3 \text{ m}$$

- 2) Panjang lengkung peralihan untuk peninggian minimum R 200 dengan V 40 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 17 \times 40$$

$$L = 6,8 \text{ m}$$

## 3. Anak Panah (AP)

$$AP = \frac{50000}{R}$$

$$AP = \frac{50000}{200}$$

$$AP = 250 \text{ mm}$$

## 4. Kecepatan Max di Lengkung (V max)

Kecepatan maksimal yang dapat dicapai untuk lengkung dengan R tertentu. Untuk R 200 kecepatan maksimal yang dapat dicapai adalah :  $4,3 \sqrt{R}$

$$V_{maks} = 4,3 \sqrt{200}$$

$$= 60,8 \text{ km/jam}$$

## 5. Kecepatan max di lengkung tanpa peninggian

Kecepatan maksimal yang dicapai tanpa peninggian dengan R tertentu. Untuk R 200 kecepatan maksimal yang dapat dicapai adalah :

$$2,47 \sqrt{R}$$

$$V_{maks} = 2,47 \sqrt{200}$$

$$= 34,93 \text{ km/jam}$$

## 6. Pelebaran Jalan Rel

Pelebaran jalan rel dengan cara menggeser rel dalam. Sama seperti peninggian rel, pelebaran jalan rel dan dihilangkan tidak secara langsung namun secara berangsur-angsur sepanjang lengkung peralihan. Untuk lengkung penuh pelebaran sepur dapat dihitung dengan rumus :

$$W = \frac{d^2}{2R} - 10 \text{ (mm)}$$

$$W = \frac{3000^2}{2 \times 200000} - 10$$

$$W = 12,5 \text{ mm}$$

**7. Pergeseran Lengkung (GB)**

$$\frac{PLA^2}{6.R}$$

$$GB = \frac{64,8^2}{19,2 \times 200}$$

$$GB = 1,1 \text{ m}$$

**8. Data puncak kecepatan lintas Manggarai – Jatinegara pada Gapeka**

Pada gapeka yang pernah dibuat, lintas dimana lengkung no 2 dan 18 itu ada memiliki kecepatan yang begitu variatif bahkan cenderung fluktuatif. Untuk data kecepatan lintasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4** Data Puncak Kecepatan Lintas Pada Gapeka dan Taspat

2011	2012	2013	2014	2015	2015
60	50	50	40	60	40
km/j	km/j	km/j	km/j	km/j	km/j
am	am	am	am	am	am

**Pemecahan Masalah**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan berpedoman pada metode analisis yang ada, maka dapat diketahui bahwa keseluruhan proses perawatan yang dilakukan di lengkung no 2 dan 18 sudah sesuai dengan aturan standar yang ada, misalnya dari segi peralatan dan sejumlah personil. Akan tetapi memang ada beberapa hal yang perlu dikoreksi demi pencapaian hasil yang maksimal dalam upaya peningkatan kinerja lengkung yang handal. Permasalahan-permasalahan atau yang perlu dikoreksi mengenai pengaruh perawatan lengkung terhadap menurunnya kemampuan lengkung no 2 dan 18 tersebut terutama dalam proses pelaksanaan, kondisi sebenarnya lengkung setelah perawatan dan pengaruhnya terhadap adanya puncak kecepatan lintas pada gapeka yang masih kurang dibawah kemampuan prasarana adalah sebagai berikut : Permasalahan yang terjadi pada lengkung no 2 dan 18 dan proses perawatannya adalah :

- a. Kondisi lengkung yang kurang sesuai dengan standar. Contohnya data register lengkung tidak sesuai dengan hasil

perhitungan dengan rumus yang ada. Dan juga kondisi eksisting lengkung masih dalam keadaan tidak ideal atau masih menyimpang dari grafik lengkung ideal setelah perawatan.

- b. Kurang beroperasinya peralatan yang memadai untuk perawatan lengkung maupun jalan rel contohnya, dongkrak lengkung atau dongkrak rel yang rusak, peralatan mesin MTT yang jarang beroperasi.
- c. Kondisi SDM yang masih belum mengetahui atau mengabaikan bahwa lengkung merupakan titik yang membutuhkan ke presisian maupun ketelitian pada saat proses perawatan baik dari segi perhitungan maupun teknik sehingga keandalannya bisa tetap terjaga.
- d. Masih ditemukan SDM lalai akan teknik perawatan lengkung yang sesuai standar saat proses perawatan.

**1. Pemecahan Masalah**

Dalam analisis ini, alternatif penyelesaian masalahnya yaitu :

Ada beberapa cara mengatasi masalah lengkung yang kurang standar dan masalah pergeserannya antara lain :

- a. Mengukur kembali kondisi lengkung agar sesuai antara data dan register dengan kondisi di lapangan misalnya ukuran radius, panjang lengkung, panjang lengkung peralihan, pelebaran, peninggian, anak panah, dan bila perlu memperbaiki lengkung dengan menggunakan ukuran yang mempunyai kemampuan operasi prasarana sampai 60 km/jam yakni dengan menghitung kondisi eksisting sekarang, perhitungan kemungkinan ukuran  $V = 40 \text{ km/jam}$  dan  $V = 60 \text{ km/jam}$ . Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada **tabel 5** di bawah ini :

**Tabel 5** Perbandingan ukuran komponen lengkung no 2

Komponen	Register	Normal V 40 km/jam	Normal V 60 km/jam
<b>R</b>	200 m	200 m	200 m

$\alpha$	138°	138°	138°
PL	144 m	144 m	144 m
PLA	44 m	19,2 m	64,8 m
min	-	6,8 m	63,3 m
maks	-	44 m	66 m
h	90 mm	48 mm	108 mm
Min	-	16,86 mm	105,47 mm
Maks	110 mm	110 mm	110 mm
W	20 mm	12,5 mm	12,5 mm
AP	250 mm	250 mm	250 mm
Vmaks	40 km/jam	40 km/jam	60,8 km/jam
$\alpha$ Track	10°	4°	10°

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa komposisi dari data register lengkung no 2 dengan R 200. Hal ini bisa terjadi karena pada proses pelaksanaan perawatan apabila di optimalkan bisa di gunakan dengan kecepatan prasarana lebih dari 50 km/jam. Hal ini dapat dilihat dari beberapa angka komponen register yang sebetulnya sudah lebih dari angka yang menjadi angka standar minimal untuk ukuran lengkung dengan R 200 dan V 60 km/jam tetapi untuk eksisting jauh dibawah hasil perhitungan teori yang telah dihitung. Akan tetapi kecepatan di lengkung tersebut dibatasi dengan V 40 km/jam dengan alasan keselamatan. Oleh karena itu perlu diadakannya pengukuran kembali dan memastikan kondisi eksisting lengkung agar kemampuannya sesuai dengan apa yang diharapkan, seperti berikut :

**Tabel 6** Revisi ukuran lengkung No 2

Komponen	Register
R	200
$\alpha$	138°
PL	144 m
PLA	64,8 m
min	63,3 m
maks	66 m
h	108 mm
Min	105,47 mm

Maks	110 mm
W	12,5 mm
AP	250 mm
Vmaks	60,8 km/jam
$\alpha$ Track	$\pm 10^\circ$

b. Ada 2 (dua) cara memeperbesar lengkung dengan memperhitungkan gaya sentrifugal yang ada, konsep maupun perubahan ukuran komponen lengkung dari R 200 ke 300 yakni :

1. Peninggian Rel

a.) Peninggian normal

Peninggian normal dengan R rencana 300, dengan V rencana tetap 60 km/jam dengan hasil :  $h = 32 \text{ mm}$

b) Peninggian Maksimal

Peninggian maksimal dintentukan berdasarkan pada stabilitas kereta api pada saat berhenti dibagian lengkung horizontal dengan pembatasan kemiringan 10%. Apabila kemiringan melebihi 10% maka benda-benda yang terletak pada lantai kereta api dapat bergeser kearah sisi dalam. Dengan menggunakan maksimum 10% peninggian rel maksimum yang digunakan yaitu 110 mm atau 11 cm.  $h = 110 \text{ mm}$

c) Peninggian Minimal

Peninggian minimum R rencana 300, dengan kecepatan V rencana tetap 60 km/jam dengan hasil :  $h = -6,76 \text{ mm}$

**Gaya sentrifugal yang timbul diimbangi oleh gaya berat**

Bila kemungkinan massa kereta api terbesar yang melintas pada lengkung dengan 200 memiliki  $G_{KA}$  408 ton dengan  $V = 40 \text{ km/jam}$ , maka massa =  $\frac{408}{9,81} \rightarrow 41,63 \text{ ton}$ , gaya sentrifugal pada lengkung yang timbul yaitu :

$$C = \frac{m.V^2}{R}$$

$$C = \frac{41,63 \cdot 40^2}{200}$$

$$C = \frac{66608}{200}$$

$$C = 333,04 \text{ f}$$

Jika R menjadi 300 maka C =

$$\frac{66608}{300} \rightarrow 222,02 \text{ f}$$

Keterangan :  
 C : gaya sentrifugal  
 R : jari-jari lengkung  
 V : kecepatan kereta api  
 $m : \text{massa} = \frac{G}{g} \quad g = 9,81 \text{ m/detik}^2$

Jika menginginkan agar gaya sentrifugal yang menjadi penyebab pergeseran pada lengkung lebih kecil, maka R harus diperbesar menjadi R 300 baik dengan kecepatan 40 maupun lebih cepat hingga 60 km/jam. Dengan seperti itu, jari-jari lengkung berdasarkan peninggian dapat dihitung dengan rumus :  $h = \frac{w \cdot V^2}{g \cdot R}$

Keterangan :  
 R : jari-jari lengkung horisontal  
 V : kecepatan perancangan kereta api dalam km/jam  
 w : 53 mm  
 h : peninggian rel pada lengkung horisontal  
 g : percepatan gravitasi sebesar 9,81 m/detik<sup>2</sup>

Untuk R 300 dengan V 40 dan 60 km/jam, peninggian minimal rel adalah sebagai berikut.

$$h = \frac{w \cdot V^2}{g \cdot R}$$

$$h = \frac{53 \cdot 40^2}{9,81 \cdot 600}$$

$$h = \frac{53 \cdot 40^2}{9,81 \cdot 600}$$

$$h = 32,41 \text{ mm}$$

$$h = 14,40 \text{ mm}$$

Sehingga :  
 Panjang lengkung peralihan untuk peninggian minimal dengan R 300 dan V 60 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 32,41 \times 60$$

$$L = 19,44 \text{ m}$$

Panjang lengkung peralihan untuk peninggian minimal dengan R 300 dan V 40 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 14,40 \times 40$$

$$L = 5,76 \text{ m}$$

Untuk lengkung R 300 dengan V 40 dan 60 km/jam, peninggian normal rel adalah sebagai berikut.

$$h = \frac{8,86 \cdot V^2}{R}$$

$$54,01 = \frac{8,86 \cdot V^2}{R} - 54,01$$

$$h = \frac{8,86 \cdot 40^2}{300} - 54,01$$

$$54,01 = \frac{8,86 \cdot 60^2}{300} - 54,01$$

$$h = 47,25 \text{ mm}$$

$$h = 106,32 \text{ mm}$$

Sehingga :  
 Panjang lengkung peralihan untuk peninggian normal dengan R 300 dan V 60 km/jam adalah :

$$L = 0,01 \times 106,32 \times 60$$

$$L = 63,79 \text{ m}$$

Panjang lengkung peralihan untuk peninggian normal dengan R 300 dan V 40 km/jam :

$$L = 0,01 \times 47,25 \times 40$$

$$L = 18,9 \text{ m}$$

dengan peninggian maksimum = 110 mm maka didapat :

$$R = \frac{8,86 \cdot V^2}{110} \quad V_{maksimum} \rightarrow$$

$$300 = \frac{8,86 \cdot V^2}{110}$$

$$V^2 = \frac{300 \cdot 110}{8,86}$$

$$V^2 = 3724,6$$

$$V = \sqrt{3724,6} \rightarrow 61 \text{ km/jam}$$

Keterangan :

$R_{minimum}$  : jari-jari lengkung horisontal (meter yang diperlukan pada gaya sentrifugal yang timbul diimbangi oleh gaya berat saja, dan menggunakan peninggian maksimum.

V : kecepatan perancangan kereta api.

1. Kendala peralatan dalam perawatan prasarana jalan rel contohnya mesin MTT yang jarang beroperasi dalam perawatan tersebut dan kurang terawatnya peralatan yang lainnya, bisa ditangani dengan beberapa cara, seperti :
  - a. Memaksimalkan perawatan lengkung dengan alat yang ada, yakni dengan lebih meningkatkan intensitas pemecokan ballas dengan menggunakan HTT, pengokohan profil ballas di samping bantalan terutama pada bagian yang sering bergeser agar lebih mengurangi pergeseran.
  - b. Inventarisasi kondisi peralatan perawatan, melakukan pemeriksaan rutin kondisi peralatan agar dapat dilakukannya perbaikan bila terdapat peralatan yang sedikit rusak sebelum peralatan tersebut rusak parah dan yang mengakibatkan tidak bisa digunakannya lagi peralatan tersebut.
  - c. Untuk mesin MTT, dikarenakan jarang digunakan mesin MTT dalam perawatan jalan rel maupun perawatan yang lainnya.
  - d. Apabila kondisi peralatan tidak layak digunakan maupun tidak ketersedianya alat untuk mendukung perawatan

jalan rel maka harus mengajukan pengadaan peralatan yang dibutuhkan dalam bagian prasarana dan peralatan yang tingkat kerusakan prasarana yang sering dialami dilintas.

- a. Ada beberapa penyebab mengapa kondisi SDM masih belum mengetahui atau mengabaikan bahwa lengkung merupakan titik yang membutuhkan ke presisian maupun ketelitian dalam perawatan sehingga keandalannya bisa tetap terjaga, contohnya seperti : a. Kurangnya pengetahuan SDM atau kompetensi yang tidak sesuai dengan kebutuhan sehingga pemahaman dasar-dasar tentang lengkung maupun dalam segi perawatannya yang kurang. b. Terbiasanya SDM yang bekerja dengan kira-kira misalnya seperti contoh pada pengukuran pergeseran atau angkatan dan selain itu juga melihat kelurusan rel yang dengan cara mata telanjang, tidak emnggunakan alat perawatan yang seharusnya.

Untuk menangani hal tersebut sebaiknya apabila perawatan lengkung dilakukan oleh tenaga baru atau tenaga outsourcing maka perlu adanya pendamping atau pekerja senior yang lebih memahami tentang kondisi di lapangan dan yang memang benar-benar menguasai teknik dan dasar-dasar dari perawatan lengkung. Kemudian berusaha memberikan pelatihan agar pada saat bekerja harus selalu menggunakan dasar ukuran, tidak menggunakan kira-kira dan yang paling penting adalah penempatan SDM harus sesuai dengan kopetensi dan keahlian yang dimiliki. Selain itu, perlu diadakannya banyak diklat kompetensi sebagai pra syarat menduduki jabatan maupun penempatan SDM pada suatu posisi contohnya diklat kompetensi perawatan lengkung, diklat kompetensi jembatan, diklat kompetensi perawatan wesel dan lain sebagainya yang mengenai perawatan prasarana perkeretaapian.

2. Mengadakan diklat rutin mengenai proses maupun standar perawatan lengkung, baik diruangan secara teori maupun di lapangan secara langsung, baik direncanakan atau pada saat jadwal perawatan rutin lengkung. Sebagai upaya penyegaran baik bagi pekerja baru maupun pekerja lama yang terkadang sudah lupa atau menggunakan teknik kira-kira dalam proses perawatan lengkung. Contohnya melihat kelurusan lengkung yang hanya dengan pandangan mata telanjang.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan Kertas Kerja Wajib (KKW) yang mengangkat masalah perawatan lengkung no 2 dan no 18 di lintas Manggarai –Jatinegara dan pengaruh pembatas kecepatan di lintas tersebut yang tidak maksimal dalam segi operasi perjalanan kereta api adalah sebagai berikut :

Perawatan lengkung yang dilakukan oleh Resort jalan rel 1.7 Jatinegara telah memenuhi standar maupun aturan-aturan yang baik dari peralatan minimal, personil, dan teknis perawatan yang ditetapkan pada PM 32 Tahun 2011 dan ketentuan yang lainnya yang berkaitan dengan perawatan lengkung. Akan tetapi dalam segi teknis yang diamati saat proses perawatan yakni masih ditemukan adanya faktor kelalaian teknis pada saat perawatan lengkung yang menggunakan metode kira-kira pada saat melihat kelurusan rel alat yang digunakan masih menggunakan alat semi mekanik sehingga membuat kondisi kemampuan lengkung seperti :

1. Kondisi lengkung tersebut sebenarnya masih dapat dilalui kereta api dengan kecepatan sarana sampai  $\pm 60$  km/jam.
2. Kondisi geometri lengkung setelah perawatan yang belum sepenuhnya kembali ke grafik lengkung ideal akan menambah angka pergeseran dan menurunkan tingkat kehandalan lengkung.

### SARAN

Untuk menanggulangi kondisi kelalaian teknis pada saat perawatan, maka perlu diadakan diklat untuk meningkatkan kompetensi dasar

untuk para pegawai dan dilakukan secara rutin sebagai pra syarat untuk menduduki suatu jabatan untuk menduduki suatu jabatan tertentu dan sebagai upaya penyegaran bagi para pegawai. Penulis memberikan saran dan rekomendasi sebagai berikut : a. Revisi lengkung sesuai dengan standar agar kecepatannya ditingkatkan sesuai dengan kemampuan lengkung. b. Beberapa cara untuk mengurangi pergeseran pada lengkung adalah sebagai berikut :

- 1) Mengubah komposisi lengkung dengan memperbesar ukuran radius agar gaya sentrifugal yang terjadi semakin kecil dan angka pergeseran juga lebih kecil.
- 2) Target yang harus terpenuhi dalam setiap perbaikan atau perawatan lengkung adalah dengan grafik lengkung yang ideal tanpa kondisi penyimpangan di beberapa titik.
- 3) Jadwal perawatan lengkung pada lintas Manggarai – Jatinegara harus lebih intensif dilakukan dengan rencana perawatan tahunan, bulanan, dan mingguan yang dilakukan dengan skala prioritas. Karena seperti yang diketahui lengkung pada lintas Manggarai – Jatinegara memiliki radius < 300 m dan pasti memiliki keausan rel yang cukup tinggi. Dengan pengecekan terhadap lintas yang dilakukan oleh Juru Penilik Jalan Rel sehingga bisa mendeteksi kerusakan lebih cepat dan lebih cepat juga mencegah agar tidak terjadi anjlogan.
- 4) Agar menggunakan mesin MTT pada saat perawatan malam hari dengan dasar beban yang diterima pada lintas cukup besar yang mengakibatkan tingkat kerusakan prasarana perkeretaapian lebih cepat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] 2007, *Undang – Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian*
- [2] 2011, *Peraturan Menteri No.32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian*. Jakarta.
- [3] 2009, *Peraturan Pemerintah 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian*,

- [4] 2012, *Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Jakarta
- [5] 2012, *Buku Saku Perawatan Jalan Rel*, Bandung
- [6] 2013, *Diklat fungsional perawatan jalan rel dan jembatan TK. Lanjutan 1*, BPTP Bekasi
- [7] Agustien, F (2012), *Optimalisasi Perawatan Jalan Rel Di Lintas Rambipuji – Kalisat*.
- [8] Gafaria ZZ (2009), *Perbandingan efisiensi perawatan jalan rel dengan menggunakan MTT (Multi Tie Temper) dan HTT (Hand Tie Temper) di Daop 7 Madiun*.
- [9] Larasyuniati, Nidya. 2015, *Kajian Perawatan Lengkung Pada Km 8+461 – Km 8+872 Lintas Garuntang – Tanjungkarang*,
- [10] Setijowarno, D, 2002. *Jalan Rel*.
- [11] Surakim, H. 2014, *Konstruksi Jalan Rel Dan Keselamatan Perjalanan Kereta Api*.