

ANALISIS KESESUAIAN DIMENSI STRUKTUR BALAS PADA JALUR LINTAS KERETA API SURABAYA – BANYUWANGI SEGMENT JEMBER – KALISAT PADA TITIK KM. 197+900 – KM. 198+400

Cahya Rafiyoga Harnan¹⁾; Mochammad Choirusydhia Pratama²⁾; Nugroho Utomo³⁾

^{1,2)} Mahasiswa Program Studi Teknik, Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

³⁾ Dosen Program Studi Teknik, Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

e-mail: 21035010110@student.upnjatim.ac.id¹⁾, 21035010081@student.upnjatim.ac.id²⁾, nugrohoutomo7577@gmail.com³⁾

Abstrak

Jalur kereta api Surabaya-Banyuwangi merupakan rute strategis yang menghubungkan Jawa Timur dengan pelabuhan dan destinasi wisata di Banyuwangi. Penelitian ini fokus pada segmen Jember-Kalisat km 197+900 – 198+400 untuk mengevaluasi kesesuaian dimensi struktur balas dengan standar teknis yang berlaku. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, dimana survei lapangan dilakukan untuk mengukur dimensi balas menggunakan waterpass. Hasil analisis menunjukkan bahwa dimensi balas pada beberapa titik di Km 197+900 – Km 198+400 tidak sesuai dengan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 dan Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986. Oleh karena itu, diperlukan penambahan volume balas di sisi kiri dan kanan pada segmen tersebut. Saran dari penelitian ini adalah estimasi biaya untuk penambahan volume balas, penurunan struktur balas, serta penggunaan metode MTT dan PBR sebagai pendekatan perbaikan.

Kata kunci: Transportasi, Kereta Api, Jalan Rel, Balas, Volume, Peraturan

Abstract

The Surabaya-Banyuwangi railway line serves as a strategic route connecting East Java with ports and tourist destinations in Banyuwangi. This study focuses on the Jember-Kalisat segment, specifically at Km 197+900 – Km 198+400, to evaluate the compliance of ballast structure dimensions with applicable technical standards. A quantitative method with a descriptive approach was employed, involving field surveys to measure ballast dimensions using a water level instrument. The analysis results indicate that the ballast dimensions at several points within Km 197+900 – Km 198+400 do not meet the standards set by Ministerial Regulation No. 60 of 2012 and Service Regulation No. 10 of 1986. Therefore, additional ballast volume is required on both the left and right sides of this segment. The recommendations from this study include cost estimation for ballast volume augmentation, addressing ballast structure settlement, and utilizing the MTT (Mechanical Track Tamping) and PBR (Preventive Ballast Renewal) methods as repair approaches.

Keywords: Transportation, Railway, Track, Ballast, Volume, Regulations

I. Pendahuluan

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi yang efisien dan ramah lingkungan, memiliki peran krusial dalam menghubungkan berbagai wilayah, baik untuk keperluan penumpang maupun barang [1], [2]. Jalur kereta api Surabaya-Banyuwangi merupakan salah satu jalur penting yang menghubungkan wilayah di Jawa Timur dengan pelabuhan serta destinasi wisata di Banyuwangi .

Menurut UU No. 13 Tahun 1992 telah menetapkan bahwa angkutan kereta api merupakan angkutan utama di dalam sistem transportasi nasional [3]. Dalam sistem perkertaapian, kualitas jalan rel memegang peranan penting untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan perjalanan kereta api. Jalur rel tidak hanya terdiri dari rel dan bantalan, tetapi juga struktur pendukung seperti lapisan *ballast*, *subgrade* (lapisan tanah dasar), dan drainase.

Salah satu komponen penting dalam jalur kereta api adalah lapisan *Ballast*. Lapisan *Ballast* memiliki fungsi yang sangat vital dalam struktur jalan rel. Struktur ini berperan dalam menyalurkan beban dari bantalan ke tanah dasar serta mencegah pertumbuhan vegetasi yang dapat mengganggu kestabilan jalur. Ketidakesesuaian dimensi balas dapat menyebabkan kerusakan jalur, yang dapat mengganggu operasi. Fokus penelitian ini difokuskan pada segmen Jember-Kalisat km 197+900 – 198+400 dan bertujuan untuk menganalisis kesesuaian dimensi struktur

balas berdasarkan standar teknis yang berlaku.

II. Tinjauan Pustaka

Umum

Jalan rel kereta api merupakan infrastruktur transportasi yang terdiri atas berbagai komponen yang bekerja secara sinergis untuk mendukung pergerakan kereta dengan aman, nyaman, dan efisien[2], [4]. Komponen utama dari jalan rel meliputi rel baja, bantalan, dan lapisan ballast yang diletakkan di atas subgrade atau lapisan dasar. Rel baja berfungsi sebagai jalur utama bagi roda kereta untuk melintas, sementara bantalan mendistribusikan beban kereta secara merata ke lapisan ballast [2], [5]. Lapisan ballast yang biasanya terdiri dari material batu pecah, memiliki peran penting dalam mendukung struktur rel dan menjaga stabilitas jalur kereta [4]. Ketahanan dan efektivitas jalan rel sangat bergantung pada kualitas serta kondisi dari setiap komponen tersebut.

Lapisan ballast, sebagai salah satu elemen kritis, memiliki fungsi utama untuk mendistribusikan beban dari bantalan ke tanah dasar, meredam getaran di bawah struktur rel [1], [4]. Lapisan ballast yang baik harus memiliki sifat kekuatan tinggi, tahan terhadap abrasi, dan mampu mempertahankan kestabilan posisi rel. Selain itu, ukuran dan distribusi butiran ballast harus sesuai dengan standar agar dapat mengunci antar-batu secara optimal, sehingga mencegah pergeseran rel akibat gaya longitudinal maupun lateral. Dalam praktiknya, pemeliharaan lapisan ballast dilakukan secara berkala untuk memastikan fungsi strukturalnya tetap terjaga, seperti

dengan penambahan material baru atau penyaringan material yang telah terkontaminasi tanah halus.

Kriteria Struktur Jalan Rel

1) Kekakuan (*Stiffnes*)

Untuk mencegah deformasi vertikal yang disebabkan oleh distribusi beban lalu lintas kereta api, kekakuan struktur jalan rel sangat penting. Deformasi vertikal yang berlebihan dapat menunjukkan masalah umur, kekuatan, dan kualitas jalan rel. Kekakuan yang memadai membantu mencegah bagian-bagian struktur mengalami kerusakan yang berlebihan [5].

2) Elastisitas (*Elastic/Resilience*)

Untuk menikmati perjalanan kereta api, elastisitas diperlukan. Struktur yang elastis membantu mencegah as roda patah karena beban yang besar dan meredam kejutan dan getaran vertikal. Banyak orang menggunakan pelat karet di bawah kaki rel untuk membuatnya lebih elastis, terutama jika bantalan terbuat dari beton yang kaku.

3) Ketahanan terhadap deformasi tetap

Untuk menjaga geometri jalan rel tetap baik, struktur harus dirancang untuk menahan deformasi tetap akibat beban yang diterima karena deformasi vertikal yang berlebihan dapat menyebabkan ketidakrataan yang mengganggu kenyamanan dan keamanan perjalanan kereta api [2], [4].

4) Stabilitas

Jalan rel harus stabil dan dapat mempertahankan posisinya setelah dibebani. Kualitas, kepadatan balas, dan sistem penambat yang kuat sangat penting untuk stabilitas ini. Drainasi yang baik juga

diperlukan untuk mencegah genangan air disekitar bantalan dan rel, yang dapat mengurangi stabilitas [1], [2].

Keunggulan dan Kelemahan dalam penggunaan kereta api

Kereta api memiliki karakteristik yang berkaitan dengan keunggulan dan kelemahan, keunggulan dan kelemahan dari kereta api adalah sebagai berikut:

1) Keunggulan Kereta Api

a. Kenyamanan

Kereta api menyediakan ruang yang lebih luas dibandingkan dengan moda transportasi lain, seperti bus. Penumpang dapat bergerak bebas di dalam gerbong, menggunakan fasilitas seperti toilet, dan menikmati pemandangan selama perjalanan. Beberapa kereta juga dilengkapi dengan gerbong tidur yang meningkatkan kenyamanan perjalanan jarak jauh [6].

b. Keamanan

Kereta api memiliki tingkat kecelakaan yang rendah dibandingkan dengan kendaraan darat lainnya. Jalur kereta yang terpisah dari lalu lintas umum mengurangi risiko kecelakaan, dan sistem keselamatan yang ketat memastikan perjalanan aman bagi penumpang [6].

c. Efisiensi Waktu

Meskipun tidak secepat pesawat, kereta api menawarkan perjalanan yang lebih konsisten dan bebas dari kemacetan. Jadwal keberangkatan dan kedatangan yang tepat waktu memungkinkan penumpang merencanakan perjalanan dengan lebih baik [6].

- d. **Ramah Lingkungan**
Kereta api merupakan salah satu moda transportasi yang paling ramah lingkungan, dengan emisi karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan pesawat atau bus. Banyak kereta modern menggunakan listrik sebagai sumber energi, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil [6].
 - e. **Biaya Terjangkau**
Tiket kereta api sering kali lebih terjangkau dibandingkan tiket pesawat, terutama untuk rute jarak jauh. Dengan adanya berbagai kelas layanan, penumpang dapat memilih sesuai anggaran dan kebutuhan mereka [6].
 - f. **Aksesibilitas**
Stasiun kereta api biasanya terletak di pusat kota, memudahkan akses bagi penumpang dari berbagai lokasi [6].
- 2) **Kelemahan Kereta Api**
 - a. **Waktu Perjalanan yang lama**
Perjalanan dengan kereta biasanya memakan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan pesawat atau mobil, terutama untuk rute yang sangat jauh.
 - b. **Jadwal yang terbatas**
Jadwal keberangkatan kereta api dapat sangat terbatas tergantung pada lokasi dan waktu tertentu, sehingga kurang fleksibel dibandingkan moda transportasi lain.
 - c. **Kurang Fleksibel**
Penumpang tidak dapat menentukan rute mereka sendiri atau berhenti kapan saja selama perjalanan, berbeda dengan kendaraan pribadi.
 - d. **Kerumunan pada puncak musim**
Kereta api sering kali ramai terutama saat musim liburan atau akhir pekan, yang dapat mengurangi kenyamanan perjalanan [6].
 - e. **Risiko Keterlambatan**
Terkadang, kereta api mengalami keterlambatan akibat berbagai faktor seperti cuaca buruk atau gangguan di jalur, yang dapat memengaruhi jadwal perjalanan [6].
- Komponen Struktur Jalan Rel Menurut Rosyidi (2015),** struktur jalan rel dibagi menjadi dua bagian struktur yang terdiri dari struktur bagian atas dan struktur bagian bawah.
- 1) **Struktur bagian atas (*Superstructure*)**
 - a. **Rel**
Merupakan batang baja longitudinal yang memberikan tumpuan terhadap pergerakan roda kereta api. Rel harus memiliki kekakuan tertentu untuk mendistribusikan beban dari kereta dengan baik. Terdapat beberapa jenis rel berdasarkan kelas jalan, seperti R60, R54, dan R42 [1], [5].
 - b. **Bantalan**
Bantalan berfungsi untuk menerima beban dari rel dan mendistribusikannya ke lapisan balas di bawahnya. Bantalan dapat terbuat dari berbagai

material seperti kayu, beton, dan besi. Desain bantalan yang baik penting untuk menahan pergerakan rel secara longitudinal, lateral, dan vertikal [2].

c. Penambat

Sistem penambat menghubungkan bantala dengan rel dan bervariasi tergantung pada jenis bantalan dan klasifikasi jalan rel. Penambat elastis sering digunakan untuk menjaga stabilitas rel [1], [5].

2) Struktur bagian bawah (Substructure)

a. Balas

Balas merupakan lapisan material granular yang diletakkan di bawah bantalan. Fungsinya adalah untuk menyebarkan beban dari bantalan ke tanah di bawahnya dan mencegah pergerakan bantalan. Material balas harus keras, bergradasi baik, dan bebas dari kotoran untuk menjaga kestabilan struktur [1], [5].

b. Subbalas

Subbalas terletak di bawah lapisan balas dan berfungsi sebagai lapisan tambah untuk mendukung distribusi beban [1].

c. Tanah Dasar

Tanah dasar merupakan lapisan tanah asli yang telah dipadatkan dan diperbaiki jika diperlukan

untuk memberikan dukungan tambahan bagi struktur jalan rel [1].

d. Tanah Asli

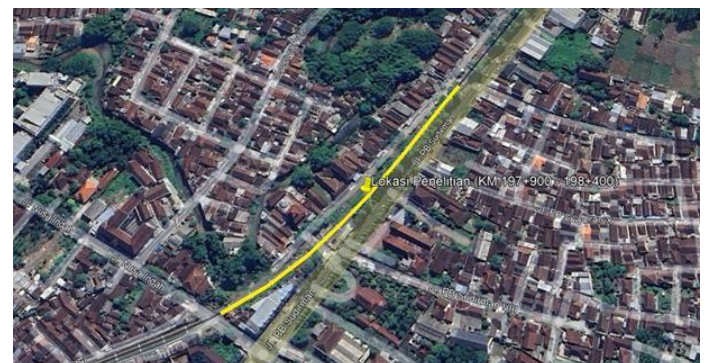
Merupakan lapisan tanah yang ada secara alami di lokasi konstruksi jalan rel, yang berfungsi sebagai fondasi utama [4].

III. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif untuk menganalisis kesesuaian dimensi struktur balas pada jalur kereta api berdasarkan standar teknis yang berlaku. Fokus penelitian ini adalah pada evaluasi parameter teknis dimensi struktur balas

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berlokasi di Daerah Operasional Divisi Regional IX Jember, tepatnya pada jalan rel lintas Surabaya-Banyuwangi segmen Jember-Kalisat KM 197+900 hingga KM 198+400, dipilihnya lokasi penelitian ini karena seringkali terjadi penurunan kualitas pada titik tersebut. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

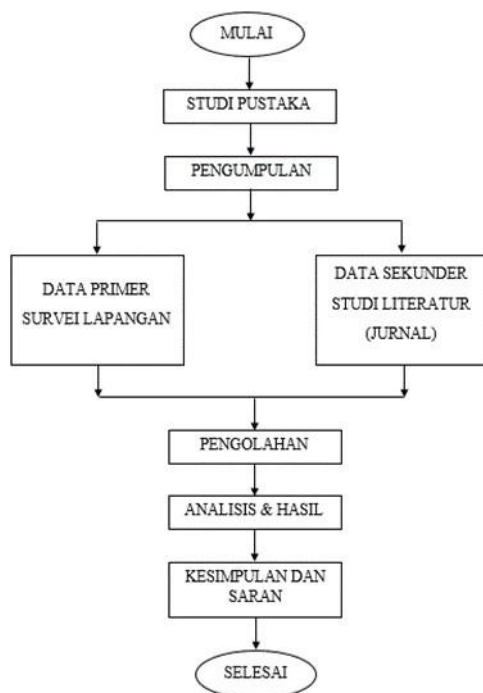
Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 data, yaitu data primer dan data sekunder.

- 1) Data primer diperoleh dari survei lapangan. Survei lapangan yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan langsung, pengukuran, dan dokumentasi.
- 2) Data sekunder diperoleh dari studi literatur dari jurnal-jurnal sebelumnya, dan menggunakan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 sebagai acuan pada penelitian ini.

Tahapan Penelitian

Tahapan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 2 Bagan Tahapan Penelitian

IV. Analisis dan Hasil

Survei Lapangan

Pengumpulan data secara langsung dilakukan pada lokasi Daerah Operasional Divisi Regional IX Jember tepatnya pada jalur lintas kereta api Surabaya-Banyuwangi segmen Jember-Kalisat pada KM 197+900

sampai dengan 198+400. Dalam survei lapangan ini, dilakukan pengamatan langsung, pengukuran, dan dokumentasi. Pengukuran dimensi balas menggunakan alat ukur yaitu meteran roll fiber (50 Meter), rambu ukur, waterpass, dan kaki tiga.

Data Kondisi Existing

Data kondisi *existing* diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan seperti ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kondisi Existing

Lokasi	Jarak As ke Ujung Bahu Balas		Jarak As ke Ujung Kaki Balas		Tinggi Ujung Bahu Balas Ke Ujung Kaki Balas	
	(cm)		(cm)		(cm)	
	KM.	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
197+900	120	120	180	160	22	16
197+950	130	120	200	200	22	58
198+000	120	120	210	190	11	27
198+050	120	110	200	210	22	39
198+100	120	120	180	200	50	41
198+150	120	120	170	200	44	46
198+200	120	120	170	190	35	46
198+250	120	120	190	165	11	7
198+300	120	120	220	180	50	50
198+350	120	120	230	220	50	39
198+400	120	120	190	230	50	54

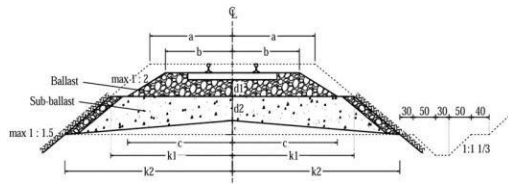
Sumber: Lokasi Penelitian

Analisis Data

Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis menggunakan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 dan Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 sebagai acuan [6], [7]. Acuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Jarak as *track* ke ujung bahu balas = 150 cm
- 2) Jarak as *track* ke kaki balas = 235 cm
- 3) Tinggi balas dari ujung bawah bantalan = 30 cm

Gambar penampang melintang rel ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Penampang Melintang Rel Tunggal
Lurus

(Sumber: Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986)

Tabel menampang melintang jalan rel ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Menampang melintang jalan rel

Kelas Jalan	V maks (km/j)	d ₁ (cm)	b (cm)	c (cm)	k ₁ (cm)	d ₂ (cm)	e (cm)	k ₂ (cm)	a (cm)
I	120	30	150	235	265-315	15-50	25	375	185-237
II	110	30	150	235	265-315	15-50	25	375	185-237
III	100	30	140	225	240-270	15-50	22	325	170-200
IV	90	25	140	215	240-250	15-35	20	300	170-190
V	80	25	135	210	240-250	15-35	20	300	170-190

Sumber: Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986

Pada jalur lintas rel kereta api Surabaya–Bayuwangi segmen Jember–Kalisat termasuk ke dalam kelas jalan III dengan kecepatan maksimum mencapai 100 km/j. Analisis dari data diatas adalah sebagai berikut:

1) KM 197+900

- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas

Kiri : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

Kanan : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

- b. Jarak as *track* ke kaki balas

Kiri : 180 < 235 (Tidak Sesuai)

Kanan : 160 < 235 (Tidak Sesuai)

- c. Tinggi balas

Kiri : 22 < 30 (Tidak Sesuai)

Kanan : 16 < 30 (Tidak Sesuai)

2) KM 197+950

- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas

Kiri : 130 < 150 (Tidak Sesuai)

Kanan : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

- b. Jarak as *track* ke kaki balas

Kiri : 200 < 235 (Tidak Sesuai)

Kanan : 200 < 235 (Tidak Sesuai)

- c. Tinggi balas

Kiri : 22 < 30 (Tidak Sesuai) Kanan : 58 > 30 (Sesuai)

3) KM 198+000

- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas

Kiri : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

Kanan : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

- b. Jarak as *track* ke kaki balas

Kiri : 210 < 235 (Tidak Sesuai)

Kanan : 190 < 235 (Tidak Sesuai)

- c. Tinggi balas

Kiri : 11 < 30 (Tidak Sesuai)

Kanan : 27 < 30 (Tidak Sesuai)

4) KM 198+050

- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas

Kiri : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

Kanan : 110 < 150 (Tidak Sesuai)

- b. Jarak as *track* ke kaki balas

Kiri : 200 < 235 (Tidak Sesuai)

Kanan : 210 < 235 (Tidak Sesuai)

- c. Tinggi balas

Kiri : 22 < 30 (Tidak Sesuai)

Kanan : 39 > 30 (Sesuai)

5) KM 198+100

- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas

Kiri : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

Kanan : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

- b. Jarak as *track* ke kaki balas

Kiri : 180 < 235 (Tidak Sesuai)

Kanan : 200 < 235 (Tidak Sesuai)

- c. Tinggi balas

Kiri : 50 > 30 (Sesuai)

Kanan : 41 > 30 (Sesuai)

6) KM 198+150

- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas

Kiri : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

Kanan : 120 < 150 (Tidak Sesuai)

- b. Jarak as *track* ke kaki balas

- Kiri : $170 < 235$
(Tidak Sesuai) Kanan : $200 < 235$ (Tidak Sesuai)
- c. Tinggi balas
Kiri : $44 > 30$ (Sesuai)
Kanan : $46 > 30$ (Sesuai)
- 7) KM 198+200
- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas
Kiri : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
- b. Jarak as *track* ke kaki balas
Kiri : $170 < 235$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $190 < 235$ (Tidak Sesuai)
- c. Tinggi balas
Kiri : $35 > 30$ (Sesuai)
Kanan : $46 > 30$ (Sesuai)
- 8) KM 198+250
- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas
Kiri : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
- b. Jarak as *track* ke kaki balas
Kiri : $190 < 235$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $165 < 235$ (Tidak Sesuai)
- c. Tinggi balas
Kiri : $11 < 30$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $7 < 30$ (Tidak Sesuai)
- 9) KM 198+300
- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas
Kiri : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
- b. Jarak as *track* ke kaki balas
Kiri : $220 < 235$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $180 < 235$ (Tidak Sesuai)
- c. Tinggi balas
Kiri : $50 > 30$ (Sesuai)
Kanan : $50 > 30$ (Sesuai)
- 10) KM 198+350
- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas Kiri : $120 < 150$ (Tidak Sesuai) Kanan : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
- b. Jarak as *track* ke kaki balas
Kiri : $230 < 235$ (Tidak Sesuai) Kanan : $220 < 235$ (Tidak Sesuai)
- c. Tinggi balas
Kiri : $50 > 30$ (Sesuai)
Kanan : $39 > 30$ (Sesuai)
- 11) KM 198+400
- a. Jarak as ke *track* ke ujung bahu balas
Kiri : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $120 < 150$ (Tidak Sesuai)
- b. Jarak as *track* ke kaki balas
Kiri : $190 < 235$ (Tidak Sesuai)
Kanan : $230 < 235$ (Tidak Sesuai)
- c. Tinggi balas
Kiri : $50 > 30$ (Sesuai)
Kanan : $54 > 30$ (Sesuai)

Menurut hasil analisis yang telah dilakukan, kesesuaian antara kondisi *existing* dengan standar teknis yang berlaku (Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 dan Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986) tidak sesuai, dikarenakan banyaknya balas yang tidak sesuai tinggi dan lebarnya [7], [8]. Maka dari itu perlu dilakukan penambahan volume balas pada beberapa titik tersebut agar penyaluran beban pada balas dapat berjalan secara maksimal.

Rencana Penambahan Volume Balas

Perhitungan rencana penambahan volume balas dilakukan menggunakan *software* AutoCAD lalu dipindahkan ke Excel. Penentuan area atau luas balas menggunakan AutoCAD lalu koreksi area balas menggunakan perhitungan di Excel. Hasil

dari pengolahan data tersebut

dapat dilihat bahwa kondisi

balas *existing* di beberapa

titik sepanjang Km. 197+900

– Km. 198+400 banyak yang

tidak sesuai dengan Peraturan

Dinas No. 10 Tahun 1986.

Salah satunya pada Km.

198+400 dapat dilihat pada

Gambar 2., kurangnya jarak As

ke Bahu Balas dan jarak As ke

Kaki Balas yang tidak sesuai

Peraturan Dinas No. 10

Tahun 1986. Maka dari itu pada Km.

198+400 diperlukan penambahan balas pada

sisi kiri perlu penambahan balas sebanyak

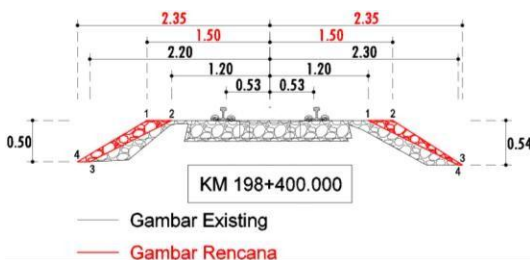
0.114 m² atau 11.4 cm² dan pada sisi kanan

diperlukan penambahan balas sebanyak

0.095 m² atau 9.5 cm². Ilustrasi

penambahan volume lapisan *ballast*

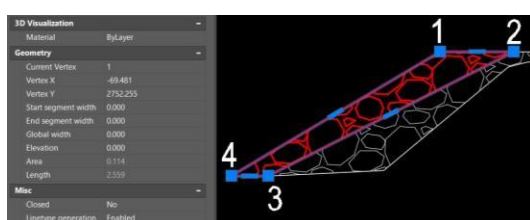
ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. *Existing* dan Rencana Balas KM. 198+400.000

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Contoh hasil perhitungan luas area menggunakan software AutoCAD pada lapisan ballast sisi kiri km 198+400 ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Area Balas Sisi Kiri pada Km.

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Balas memiliki fungsi penting dalam mendistribusikan beban dari bantalan ke tanah dasar, yang berpengaruh terhadap kestabilan jalur kereta api. Namun, pada segmen Jember-Kalisat di Km. 197+900 hingga Km. 198+400, ditemukan bahwa dimensi struktur balas tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Peraturan

Menteri No. 60 Tahun 2012 dan Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 [7], [8]. Pada Km. 198+400 diperlukannya penambahan volume balas pada sisi kiri dan kanan dikarenakan jarak As ke Bahu Balas dan jarak As ke Kaki Balas yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Saran

Dari penjelasan diatas terlihat bahwa penelitian ini belum sempurna dan memiliki kekurangan, seperti pembahasan yang kurang mengkerucut dan teknik pengolahan data yang kurang detail. Beberapa saran yang sesuai dengan penelitian ini adalah biaya penambahan volume balas, penurunan struktur balas, dan metode penelitian menggunakan MTT dan PBR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Hendi Jaya and Miswanto,
“EVALUASI STRUKTUR ATAS KOMPONEN JALAN REL BERDASARKAN PASSING TONNAGE (Studi Kasus : Jalan Rel Lintas Tanjung Karang-Bekri),” *TAPAK*, vol. 8, no. 1, pp. 33–45, 2018.
- [2] S. A. P. Rosyidi,
Transportasi Jalan Kereta Api Sebuah Tinjauan Umum.
- [3] *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13. 2003.*
- [4] Hafizal, B. Pasaribu, and M. H. M. Hasibuan, “RANCANGAN PERGESERAN REL KERETA API PADA PEMBANGUNAN JALAN KERETA API KM 3+000-3+550 (PAS 5) LINTAS TEBING TINGGI- SIANTAR SUMATERA UTARA

Buletin Utama Teknik, vol. 17, no. 1,

pp. 50–54, 2021.

- [5] E. A. Gladys and J. J. E. R. Rungkat,
“LAPORAN KERJA
PRAKTIK PROYEK
PEMBANGUNAN JALUR KERETA
API ANTARA SOLO BALAPAN-
KADIPIRO KM.104+700
S.D. KM.107+000 (TAHAP 1),”
Surabaya, Aug. 2023.
- [6] S. H. T. Utomo, *Jalan Rel*.
Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta,
20096.
- [7] *PERATURAN MENTERI
PERHUBUNGAN NOMOR : PM.60*.
Indonesian, 2012.
- [8] *PERATURAN DINAS NO.10*.
Indonesian, 1986.