

Evaluasi Penurunan Balas Pada KM 54+0 – KM 54+800 Antara Stasiun Cisaat – Stasiun Sukabumi

Evaluation of Reply Drop at KM 54+0 – KM 54+800 Between Cisaat Station – Sukabumi Station

Arina Sukma Nirmala Putri^{1,*}, Suharto², Santausa P. Salim³

¹*Politeknik Transportasi Darat Indonesia*

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

²*Politeknik Transportasi Darat Indonesia*

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

³*Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan*

Jalan Medan Merdeka Barat No. 8 Jakarta Pusat 10110, Indonesia

Diterima : Agustus 2022, direvisi: Agustus 2022, disetujui: Agustus 2022

ABSTRACT

A train is a railway facility with a means of movement, either running alone or in combination with other railway facilities. The Bogor – Sukabumi route is a new route, with some already using double tracks and some still using single tracks with a total length of 57 km and 10 active stations. In this crossing, there are problems related to the geometry of the rail road and the exact material between Cisaat station - Sukabumi station, namely ballast. There is a gradual decrease in the volume of ballast which gradually changes the composition of the rail material which results in changes in the geometry of the railroad so that it can endanger the train journey. The improvements made are subgrade improvement with the method of injecting cement (grouting), ballast cleaning on the cross, after that the ballast is sifted and separated, the handling of ballast settlement is carried out by installing sheet piles with dimensions of depth 6 m width 40 cm along 800 m number of sheets.

Keywords: Ballast, Grouting, Sheet Pile

ABSTRAK

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan sarana gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya. Lintas Bogor – Sukabumi merupakan lintas yang baru dioperasikan Kembali dengan sebagian sudah menggunakan double track dan sebagian masih menggunakan single track dengan panjang keseluruhan lintas yaitu 57 km dan memiliki 10 stasiun aktif. Pada lintas ini terdapat permasalahan yang berkaitan dengan geometri jalan rel dan material tepatnya antara stasiun Cisaat – stasiun Sukabumi yaitu balas. Terjadi penurunan volume balas yang berangsur berkelanjutan sehingga merubah komposisi material jalan rel yang mengakibatkan perubahan geometri jalan rel sehingga dapat membahayakan perjalanan kereta api. Perbaikan yang dilakukan yaitu perbaikan tanah dasar (subgrade) dengan metode penyuntikan semen (grouting), pembersihan balas pada lintas, setelah itu balas diayak dan dipisahkan, penanganan penurunan balas dilakukan pemasangan sheet pile dengan dimensi kedalaman 6 m lebar 40 cm sepanjang 800 m jumlah sheet pile.

Kata Kunci: Balas, Grouting, Sheet Pile

I. Pendahuluan

Kereta api merupakan sarana perkeretaapian dengan sarana gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya. Kereta api sudah menjadi suatu bagian dari sistem transportasi nasional meskipun di Indonesia hanya terdapat di 3 pulau saja. Kereta api adalah salah satu moda transportasi memiliki peranan penting karena memiliki fungsi sebagai alat transportasi bagi penumpang atau barang, juga memiliki keunggulan sebagai moda angkutan massal dengan daya angkut yang besar, hemat energi, anti macet, tepat waktu, ramah lingkungan, hemat energi, dan relatif aman dibandingkan dengan moda transportasi lainnya dan dapat menjadi penghubung antar moda transportasi lainnya.

Kereta api juga dijabarkan sebagai penyedia sarana dan prasarana untuk mengangkut barang dan orang secara massal. Agar kereta api dapat layak beroperasi maka dalam pengadaan sarana dan prasarana harus dipersiapkan, dikendalikan, dirawat, dan diperbaiki secara teratur dan terus menerus. Dengan demikian dari pengoperasian perkeretaapian, salah satunya harus memperhatikan standar perawatan sarana dan prasarana sehingga dalam pengoperasiannya dapat memberikan keamanan dan kelancaran terhadap jasa yang dijual ke pasar. Menjamin keselamatan serta keamanan untuk mendukung operasional perjalanan kereta api, juga harus dijaga dan diupayakan agar selalu dalam keadaan kelaikan teknis, operasional, dan komersial.

Lintas Bogor – Sukabumi merupakan lintas yang baru dioperasikan Kembali dengan sebagian sudah menggunakan double track dan sebagian masih

menggunakan single track dengan panjang keseluruhan lintas yaitu 57 km dan memiliki 10 stasiun aktif. Pada lintas ini keseluruhan menggunakan jenis rel R.54. Pada lintas ini terdapat permasalahan yang berkaitan dengan geometri jalan rel dan material tepatnya antara stasiun Cisaat – stasiun Sukabumi yaitu balas. Terjadi penurunan volume balas yang berangsur berkelanjutan sehingga merubah komposisi material jalan rel yang mengakibatkan perubahan geometri jalan rel sehingga dapat membahayakan perjalanan kereta api.

II. Metodologi Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat penelitian dimana kegiatan penelitian berlangsung. Lokasi penelitian ini berada di sepanjang wilayah antara Stasiun Cisaat – Stasiun Sukabumi dilakukan pada tanggal 1 Maret 2022 – 17 Juni 2022.

B. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan metode atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data, dalam penelitian ini terdapat beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan. Teknik pengumpulan data yang digunakan seperti pada gambar II.2

C. Pengolahan Data

Setelah data didapatkan dilakukan analisis pemecahan masalah yaitu perbaikan tanah dasar, pembersihan balas, dan pemasangan dinding penahan longsor balas.

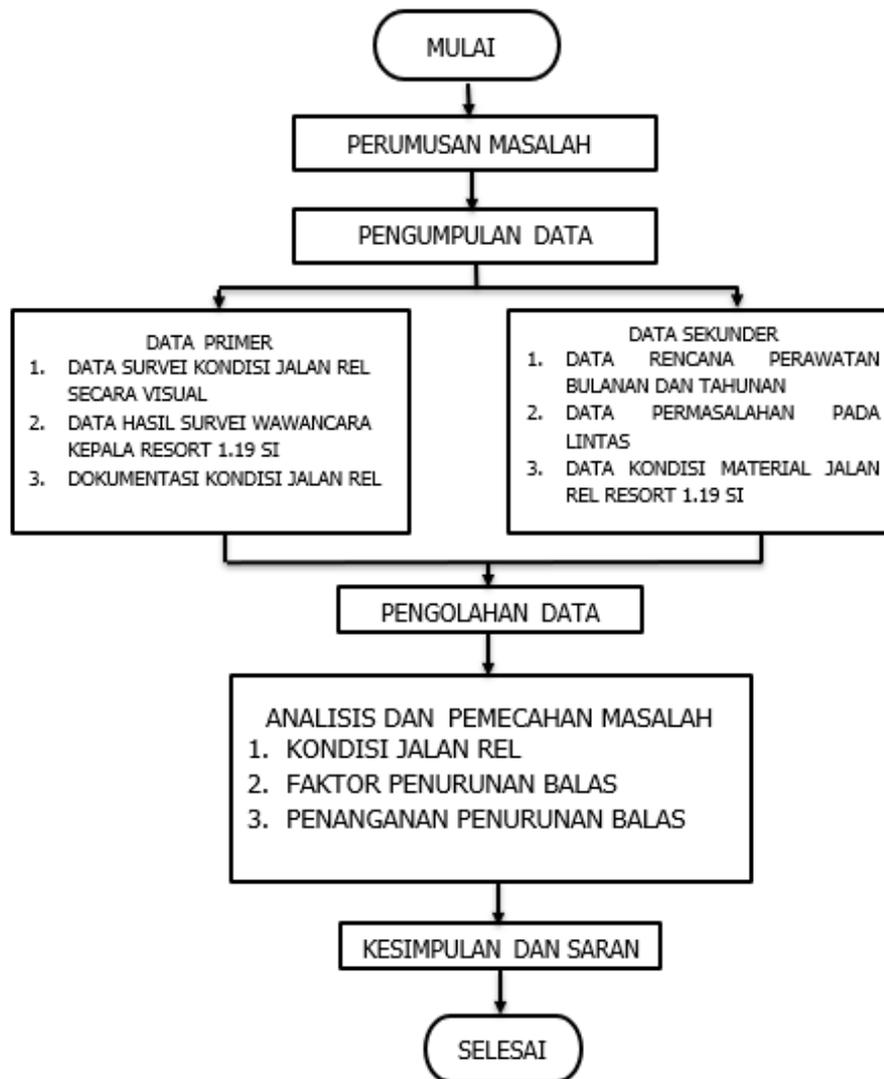
D. Analisis Data

1. Teknik Analisis Data

Melakukan pengumpulan data sekunder dan data primer yang ada pada lintas studi. Langkah awal yang dilakukan adalah mencari informasi dasar yang dimana informasi ini

didapat dari data yang sudah ada dalam hal ini disebut sebagai data sekunder. Setelah data sekunder didapatkan, maka diperlukan data primer yang dapat diperoleh dari survei langsung ke lintas studi untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya. Dapat dilakukan dengan survei narasumber yang bersangkutan mengenai kondisi lintas yang sebenarnya. Kemudian dari data tersebut dilakukan analisis permasalahan untuk membandingkan dengan data sekunder yang telah didapatkan.

2. Bagan Alir Penelitian



Gambar II.1 Bagan Alir Penelitian

Sumber: Hasil Analisis

III. Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Kondisi Eksisting Pematatan Tanah

Pengamatan jenis tanah secara cepat dilakukan dengan cara pengamatan visual. Dari hasil pengamatan tanah berwarna cokelat, kondisi tanah di wilayah studi sangat lunak, dan mudah saat dihancurkan oleh tangan. Disekitar badan jalan juga tumbuh banyak rumput yang menunjukkan bahwa tanah banyak mengandung humus. Sehingga dapat dilihat bahwa jenis tanah tersebut adalah tanah lempung atau lanau.

Dilakukan pematatan tanah dengan metode *grouting* dengan cara menginjeksi bahan penguat (*grouting*) ke dalam tanah. Saran perbaikan dengan cara perkerasan tanah badan jalan adalah dengan metode *Grouting* atau penyuntikan tanah dengan suatu bahan yang disesuaikan dengan jenis tanahnya baik pada tanah dasar maupun tanah yang mengalami rekahan, sehingga tanah tersebut akan menjadi keras, diantaranya yaitu dengan cara menyuntikkan soil semen ke dalam tanah. Metode *Grouting* ini dilakukan untuk memperbaiki kondisi pengaliran air permukaan. Penutupan rekahan pada jalan akan mencegah masuknya air permukaan, sehingga tidak akan menimbulkan naiknya tekanan hidrostatik atau lembeknya massa tanah yang bergerak.

B. Analisis Kondisi Eksisting Balas

Akibat dari berkurangnya ketebalan lapisan balas menyebabkan tanah dasar menerima tekanan akibat beban dari atas lebih besar dibandingkan dengan keadaan semula, akibat hasil tersebut balas bawah dapat merosot turun dan membuat cekungan (kantong balas), selain akibat berkurangnya ketebalan lapisan balas, kantong balas juga dapat terjadi akibat dari terjadinya proses mud pumping. Proses terjadinya kantong balas akan dipercepat pada musim hujan, disebabkan karena keadaan air akan mengurangi kuat dukung tanah dasar juga merupakan pembawa lumpur pada proses pemompaan lumpur. Apabila terbentuknya kantong balas berkelanjutan, semakin lama kantong balas akan semakin dalam dan lebar. Air yang berada dalam kantong balas akan menekan tanah disekelilingnya. Demikian seterusnya dan sewaktu tahapan geser tanah maksimum sudah terlampaui akan terjadi runtuh badan jalan rel dan mengakibatkan terjadinya mud pumping.

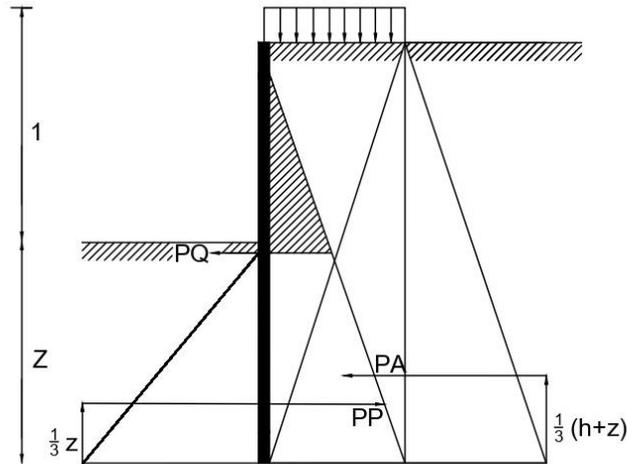
C. Kondisi Eksisting Penurunan Balas

Faktor yang mempengaruhi penurunan adalah beban yang melebihi daya dukung tanah, kadar air yang tinggi sehingga menurunkan daya dukung tanah. Selain itu getaran yang ditimbulkan kereta api pada saat melewati badan jalan yang labil. Sehingga balas pada permukaan tanah akan mengalami penurunan yang mengakibatkan terjadinya longsoran balas. Karena daya dukung tanah tersebut tidak mampu menahan dan memikul berat beban sendiri maupun beban dari luar yaitu beban yang diakibatkan karena getaran kereta api pada saat melintas. Dampak jika terjadi penurunan balas sangat berpengaruh terhadap pengoperasian KA, seperti memicu terjadinya PLH atau Peristiwa Luar Biasa Hebat dan pembatasan kecepatan. Dengan adanya pembatasan kecepatan akan berpengaruh pada kapasitas lintas. Pemilihan metode penanganan penurunan balas dipermukaan tanah yang berpotensi longsor tergantung beberapa faktor, seperti biaya, teknik pelaksanaan,

kemampuan pelaksana, ketersediaan material, serta peralatan yang digunakan. Ada beberapa cara metode penanganan yaitu:

- 1) Penanganan dengan metode bronjong
- 2) Dinding penahan tanah

Dari hasil penelitian yang ada usulan untuk penanganan penurunan balas pada km 54+0 – 54+800 antara Stasiun Cisaat – Stasiun Sukabumi adalah pemasangan turap baja (*sheet pile*) dipasang diantara rel dan drainase. Dengan pembahasan sebagai berikut:



Dilakukan asumsi dengan tiang panjang tegak lurus $\alpha = 0$ dengan tanah datar $\beta = 0$

Koefisien tekanan tanah pasif (K_p)

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30}{2} \right) = 3$$

$$\phi = 30^\circ \quad \alpha = 0 \quad c$$

Koefisien tanah aktif (K_a)

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right) = 0,333$$

$$K_{ph}' = \frac{k_p}{f_s} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$Q = 1 \text{ ton}$$

$$\gamma = 1,502 \text{ ton/m}^3$$

- a. Komponen Gaya (Diagram Tanah Yang Terjadi)

Tabel V. 1 Komponen Gaya (Diagram Tanah Yang Terjadi)

No	Nama	Uraian	Satuan Gaya (ton/m ²)
1	Pq	$Q \cdot k_a = 1 \times 0,333$	0,333
2	Pa	$\gamma \times K_{ah} \times (1+z) = 1.502 \times 0,333 \times (1+z)$	$0,500166 + 0,500166 z$
3	Pp	$\gamma \times K_{ph}' \times z = 1.502 \times 0,6 \times z$	$-0,901 z$

Sumber: hasil analisis, 2022

b. Gaya (Perhitungan Tekanan Tanah)

Tabel V. 2 Gaya (Perhitungan Tekanan Tanah)

No	Nama	Uraian	Satuan Gaya (ton/m ²)
1	PQ	$Pq \times (1+z) = 0,333 \times (1+z)$	$0,333 + 0,333 z$
2	PA	$\frac{1}{2} \times pa \times (1+z) = (2,5+0,5002 z)(1+z) \times 0,5$	$0,500166 + 0,25083 z + 0,25083 z^2$
3	PP	$\gamma \times Kph' \times z \times z \times 0,5 = 0,901 z \times z \times 0,5$	$-0,4505 z^2$

Sumber: hasil analisis, 2022

c. Momen (Perhitungan Panjang Profil Sheet Pile)

Tabel V. 3 Momen (Perhitungan Panjang Profil Sheet Pile)

No	Gaya	Jarak	Momen
1	$0,333 + 0,333 z$	$(1+z) \times \frac{1}{2}$	$0,3333 + 0,16652 z + 0,1665 z^2$
2	$0,500166 + 0,25083 z + 0,25083 z^2$	$(1+z) \times \frac{1}{3}$	$0,120166 + 0,25083 z + 0,08361 z^2 + 0,8361 z^3$
3	$0,4505 z^2$	$\frac{1}{3} \times z$	$-0,150167 z^3$

Sumber: hasil analisis, 2022

Konstanta : $0,3333 + 0,120166$

Z : $0,16652 z + 0,25083 z$

Z² : $0,1665 z^2 + 0,08361 z^2$

Z³ : $0,8361 z^3 - 0,150167 z^3$

$\sum M = 0$

$0,833466 + 0,625995 + 0,5627475 - 2,315023875 = 0$

Dengan dicoba coba dapat nilai Z = 1,5 m

Dengan kondisi penurunan seperti itu perlu ditanggulangi dengan pemasangan turap baja (*sheet pile*) dengan kedalaman 6 m lebar 40 cm dan panjang lintas 800 m menyusuri jalan KA. Jumlah *sheet pile* yang dibutuhkan, bila menggunakan tipe U dengan dimensi panjang 12 meter, lebar 0,4 meter, tebal 0,15 meter, Bila di pancang sepanjang 800 meter, maka diperlukan *sheet pile* sebanyak:

$$\frac{\text{panjang yang akan dipancang}}{2 \times \text{lebar sheet pile}} = \frac{800\text{m}}{2 \times 0,4 \text{ m}} = 1000 \text{ batang}$$

Keterangan :

- Pa = Tekanan tanah aktif (t/m^2)
- Pp = Tekanan tanah pasif (t/m^2)
- γ = Berat isi tanah dibawah air (t/m^3)
- H = Jarak dari permukaan tanah (m)
- \emptyset = Sudut geser dalam untuk tanah (*)
- pq = komponen gaya, akibat adanya beban q
- pa = komponen gaya, akibat adanya tanah aktif
- pp = gaya akibat adanya tanah pasif
- Kph' = kekuatan tanah pasif dengan faktor keamanan
- PQ = gaya akibat beban q
- MPQ = momen akibat gaya PQ
- PA = gaya akibat adanya tanah pasif
- MPP = momen akibat gaya PP
- Q = beban
- τ = berat isi tanah
- Ka = koefisien tanah aktif
- Kp = koefisien tanah pasif

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan penyebab terjadinya penurunan balas yaitu terdapat kondisi *subgrade* yang tidak sesuai ketentuan serta rel kereta digunakan untuk mobilitas warga melakukan kegiatan sehari-hari dan bertambah dengan beban rangkaian kereta lapisan balas mendapatkan beban berupa tumbukan bantalan yang menghentak. Akibatnya terjadilah kantong balas dan tanah dasar (*subgrade*) menjadi lembek. Jika dibiarkan berkelanjutan kantong balas akan semakin melebar dan akan terjadi kecrotan (*mud pumping*) dimana-mana.

Perbaikan tanah dasar (*subgrade*) dengan metode penyuntikan semen (*grouting*) menjadi metode usulan yang disarankan supaya tanah dasar menjadi keras sehingga daya dukung tanah mencukupi untuk menahan beban kereta api. Dilakukan pembersihan balas pada lintas, setelah itu balas diayak dan dipisahkan. Balas yang masih bisa dipakai dipasang Kembali dan penambahan volume balas sesuai dengan peraturan yang ada. Pada kondisi penurunan balas langkah yang sudah dilakukan oleh PT. KAI yaitu pemasangan cerucug rel pada pinggir badan jalan rel untuk penanganan sementara pencegahan penurunan/longsor balas.

Usulan penanganan penurunan balas dilakukan pemasangan *sheet pile* dengan dimensi kedalaman 6 m lebar 40 cm sepanjang 800 m jumlah *sheet pile* yang dibutuhkan bila menggunakan tipe U dengan dimensi panjang 12 meter, lebar 0,4 meter,

tebal 0,15 meter maka dibutuhkan sebanyak 1000 *sheet pile*.

V. Saran

Dengan dilakukannya penelitian ini penulis memberikan saran demi keamanan perjalanan kereta api yaitu Melakukan perbaikan drainase pada lintas sehingga tidak terjadi aliran air liar yang mengalir ke badan rel. Melakukan upaya penanganan longsor pada tebing yang ada pada lintas sebagai upaya penanganan terjadinya longsor yang akan mengganggu perjalanan kereta api.

VI. Daftar Pustaka

- _____, 2007. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Lembaran Negara RI Tahun 2007, No.23. Sekretariat Negara. Jakarta.
- _____, 2012. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomer PM 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Jakarta.
- _____, 2018. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 69 Tahun 2018 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian. Jakarta.
- Andriansyah. 2015. Manajemen Transportasi Dalam Kajian dan Teori, Jakarta: Jurnal FISIP Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Das, Braja M. 1994. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geometri). Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo. 2011. Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan

Penanganannya. Yogyakarta:
Gajah Mada University Press.

K.H, Sunggono. 1982. *Mekanika
Tanah*, Bandung: Nova.

Manalu, Maria M.M. 2012.
*Peningkatan Daya Dukung
Tanah Urugan Dengan Metode
Grouting Di SMK Teuku Umar
Semarang, Jawa Tengah,
Semarang: PT. Selimut Bumi.*