



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Studi Penanganan Amblesan Jalan Kereta Api di Km. 467+000 – Km.467+500 Antara Bungamas – Sukaraja Lintas Lahat – Lubuk Linggau

A M Siregar^{a,*}, N Arifaini^a dan I Kustiani^b

^aProgram Studi SI Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jalan Prof.Dr.Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng Kota Bandar Lampung

^bProgram Studi Profesi Insinyur, Fakultas Teknik Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jalan Prof.Dr.Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng Kota Bandar Lampung

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima 30 Agustus 2021
Direvisi 18 November 2021
Diterbitkan 24 Desember 2021

Kata kunci:

Bungamas - Sukaraja
Amblesan
Perbaikan Gradien
Normalisasi Badan Jalan

Segmen Bungamas - Sukaraja merupakan salah satu bagian dari jalur utama kereta api yang dibangun pada tahun 1927 oleh pemerintah Belanda yang menghubungkan Kota Palembang dengan Kota Lubuk Linggau. Berkembangnya Provinsi Sumatera Selatan di banyak bidang harus didukung dengan meningkatkan kualitas layanan transportasi massal kereta api agar dapat memenuhi kriteria perencanaan sehingga dapat melayani kegiatan operasional angkutan penumpang dan barang. Salah satu upaya yang dilakukan adalah menyelesaikan beberapa permasalahan yang terjadi, salah satunya adalah penurunan gradien geometrik jalan KA yang cukup signifikan akibat amblesan yang terjadi pada Km. 467+000 sd 467+500. Hasil pengujian tanah di lokasi menunjukkan bahwa kondisi kadar air pada struktur badan jalan KA sampai kedalaman -2,4 m mempunyai rata – rata kadar air cukup tinggi yaitu sebesar 40%. Disamping itu, nilai CBR tanah pada kedalaman ini juga belum memenuhi persyaratan yaitu hanya 4% dimana syarat minimum yaitu 8%. Upaya penanganan amblesan yang dilakukan adalah dengan cara perbaikan gradien jalan ka dengan melakukan normalisasi struktur badan jalan KA sehingga diperoleh gradien yang sesuai dengan kondisi lokasi. Normalisasi badan jalan KA dilakukan dengan mengembalikan kondisi badan jalan sesuai dengan peraturan dengan panjang 375 m pada daerah timbunan dan 125 m pada daerah galian. Untuk menstabilkan posisi lereng, dilakukan pemasangan tembok penahan tanah sepanjang 250 m pada daerah timbunan dan 75 m pada daerah galian. Agar kondisi badan jalan tetap pada kondisi optimal, maka dilakukan juga perbaikan sistem drainase yang diarahkan menuju box culvert yang merupakan titik pembuangan air di lokasi tersebut.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Jaringan jalan kereta api di Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu jalur penting yang dibangun oleh pemerintah Belanda pada tahun 1924. Jaringan ini membentang

dari Kota Palembang sampai dengan Kota Lubuk Linggau sepanjang 549,5 Kmsp. Lintas Lahat – Lubuk linggau merupakan salah satu segmen pada lintas utama ini. Jalur ini melayani perjalanan kereta api untuk angkutan penumpang, barang dan paling utama adalah angkutan batubara. Salah satu permasalahan yang dihadapi pada lintas ini yaitu terjadinya amblesan pada jalur

¹*Penulis korespondensi.

E-mail: amrilmaruf85@eng.unila.ac.id

kereta api yang disebabkan oleh penurunan daya dukung tanah akibat terhambatnya aliran air untuk keluar dari badan jalan KA. Selain itu, buruknya sistem drainase yang ada terutama pada daerah galian menyebabkan air terkekang di dalam struktur. Jika hal ini tidak ditangani, maka penurunan tanah juga akan terjadi secara berangsur – angsur, dan jika melampaui batas toleransi daya dukung tanah yang diijinkan, sementara beban tidak dikurangi, maka dikhawatirkan akan terjadi keruntuhan struktur.

1.2 Identifikasi masalah dan tujuan penelitian

Pada awalnya, hasil survey topografi menunjukkan selisih elevasi kop rel yang cukup signifikan dalam jarak yang pendek. Dari hasil analisis topografi dilihat bahwa selisih terbesar terjadi pada Km 467+275 yaitu 2,185 meter. Acuan ini diambil jika diasumsikan kondisi badan jalan KA eksisting tidak terdapat lengkung vertikal. Artinya jika ditinjau dari gradient jalur KA, di lokasi pekerjaan gradient jalur KA sebesar 9,711/00 pada jarak 225 meter. Akan tetapi, setelah penelusuran melalui perolehan data pelaksanaan pekerjaan terdahulu, ternyata penurunan badan jalan KA tidak seperti yang digambarkan sebelumnya yaitu pekerjaan Peningkatan Jalan KA Penggantian Bantalan Besi R.25 menjadi Bantalan Beton R.54 Bekas Km 466+200 s.d Km 467+700 pada tahun 2017 silam. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan secara khusus pada lokasi yang dianggap mengalami penurunan yang cukup ekstrim terjadi pada lokasi timbunan yang rawan pergeseran tanah. Hasil cross section pada lokasi – lokasi tersebut menunjukkan bahwa bagian samping kiri dan kanan lereng badan jalan KA mengalami penggelembungan yang diprediksi merupakan hasil pergeseran tanah.

1.3 Pengujian Mekanika Tanah

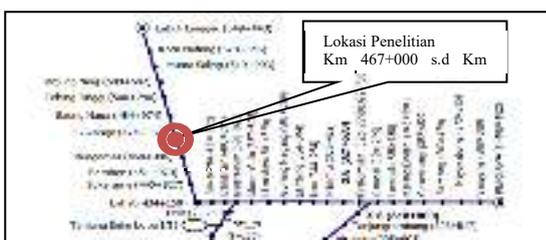
Bangunan jalan sangat sensitif dengan perubahan pergerakan alam, baik di bawah badan jalan maupun di atas permukaan jalan, yang kurang dipertimbangkan oleh perencana teknis geometrik bangunan jalan. Salah satu pertimbangan dasar yang perlu dilakukan adalah mengetahui sifat fisik dan mekanik dari tanah sebagai struktur pondasi dari jalan tersebut. Penyelidikan ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi dan aspek geoteknik yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan seperti aspek stabilitas bangunan, kualitas material, sedimentasi yang berkaitan umur efektif bangunan, kebocoran **dalam** kaitan dengan tumpukan, dan lain-lain. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, pengujian yang dilaksanakan adalah uji bor mesin yang dilakukan sebanyak 4 titik.

1.4. Pengukuran Topografi

Kegiatan survey topografi dibutuhkan untuk mendapatkan pengukuran geometri dan memetakan seluruh lokasi yang terkait dengan kegiatan ini. Spesifikasi pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran situasi detail rencana as badan jalan KA dan pengukuran polygon melintang di sepanjang track pada Km 467+000 s.d 467+500 dengan ketentuan yang berlaku (Teknik Perkeretaapian Wilayah Sumbagsel, 2020).

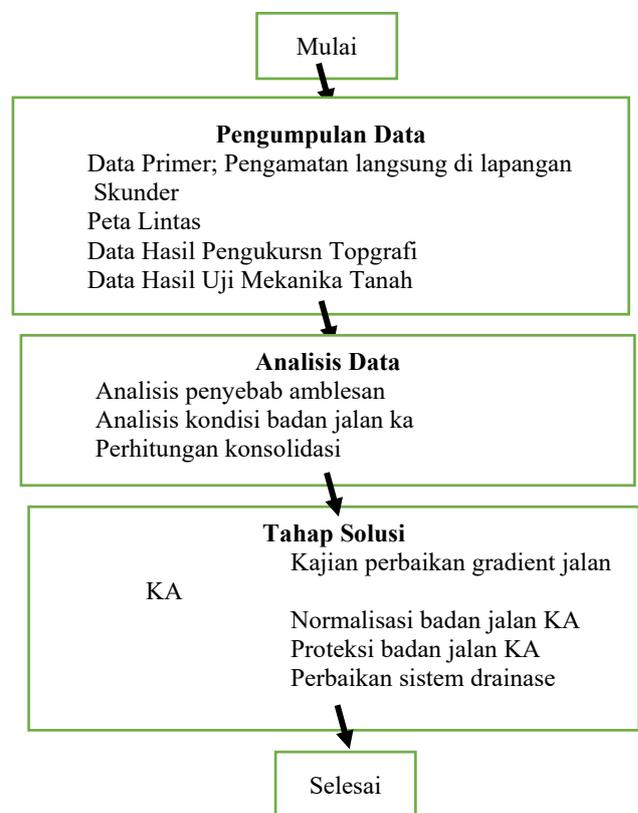
2. Metodologi

Lokasi penelitian berada di Provinsi Sumatera Selatan tepatnya pada jalur aktif kereta api di Km. 467+000 sd Km. 467+500 antara Bungamas – Sukaraja lintas Lahat – Lubuk Linggau. Gambar di bawah ini menunjukkan posisi lokasi penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini disusun melalui beberapa tahapan kegiatan. Setiap kegiatan direncanakan secara sistematis, untuk menjelaskan kronologi penelitian yang akan dilakukan sehingga menghasilkan kesimpulan yang akurat. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram alir pelaksanaan penelitian penanganan amblesan jalur kereta api antara Bungamas – Sukaraja Lintas Lahat – Lubuk Linggau.



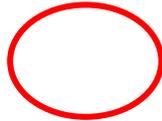
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Survei dan Pengukuran Topografi

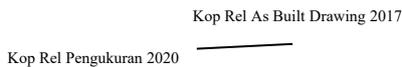
Pada awalnya berdasarkan hasil survey topografi menunjukkan selisih elevasi kop rel yang cukup signifikan dalam jarak yang pendek. Dari hasil analisis topografi dilihat bahwa selisih terbesar terjadi pada Km 467+275 yaitu 2,185 meter. Acuan ini diambil jika diasumsikan kondisi badan jalan KA eksisting tidak terdapat lengkung vertikal dan mengambil kop rel tertinggi sebagai acuan besarnya penurunan. Gambar di bawah ini menunjukkan lokasi jalur kereta api yang mengalami amblesan.





Gambar 3. Situasi lokasi jalur KA yang mengalami amblesan

Setelah melaksanakan kegiatan tinjauan lapangan dan melakukan kajian lebih lanjut melalui perolehan data pelaksanaan pekerjaan terdahulu, ternyata penurunan badan jalan KA tidak seperti yang digambarkan sebelumnya. Hasil perolehan data long section hasil pelaksanaan kegiatan pengukuran pada tahun 2017 menunjukkan bahwa di lokasi pekerjaan memang sudah turunan yang diasumsikan sebagai lengkung vertikal, sehingga analisis yang dilakukan adalah koreksi hasil pengukuran topografi saat pekerjaan ini dibandingkan dengan data sekunder tersebut. Hasil koreksi pengukuran yang dilakukan ternyata tidak mengalami perubahan yang begitu berarti. Penurunan terjadi hanya pada section tertentu.



Gambar 4. Perbandingan hasil Pengukuran long section as built drawing pada tahun 2017 dengan pengukuran tahun 2020

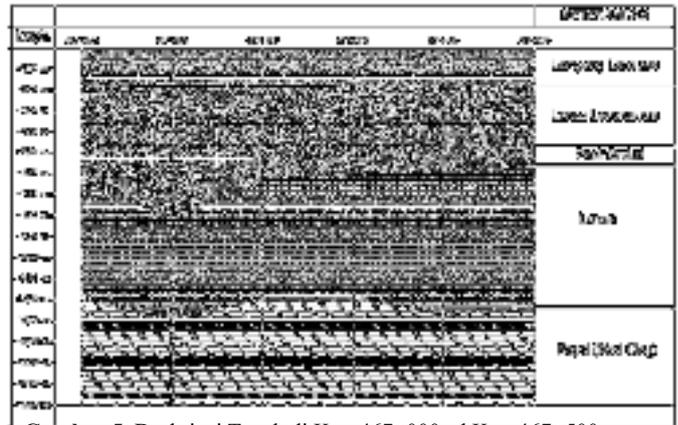
3.2 Hasil Uji Mekanika Tanah

Hasil pengujian di beberapa titik pelaksanaan, ada beberapa kesimpulan yang diperoleh, yaitu kondisi susunan dan jenis tanah di lokasi pekerjaan adalah seragam hanya berbeda kedalamannya. Tabel 1 dan Gambar 4 di bawah ini menunjukkan rekapitulasi deskripsi tanah di 4 (empat) titik pengujian.

Tabel 1. Susunan Deskripsi Tanah Pada Berbagai Kedalaman

Jenis Tanah	KEDALAMAN (M)			
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
	467+050	467+200	467+300	467+400
Lempung Lanauan	0 – 1,45	0 – 2,30	0 – 2,60	0 – 1,70
Lanau Lempungan	1,45– 5,40	2,30–7,15	2,60 – 5,10	1,70 – 5,20
Pasir Breksi	5,40– 6,30	7,15 – 8,05	5,10 – 6,30	5,20 – 6,05
Lanau	6,30–11,90	8,05– 12,90	6,30 – 11,90	6,05 – 11,05
Napal (Marl Clay)	11,90–16,45	12,90–16,45	11,90 – 14,45	11,85–14,45

Sumber : diolah dari data sekunder



Gambar 5. Deskripsi Tanah di Km. 467+000 sd Km. 467+500

Hasil pengujian Standard Penetration Test menunjukkan bahwa kondisi tanah di lokasi penelitian pada kedalaman menunjukkan bahwa kondisi kepadatan tanah dasar bervariasi pada berbagai kedalaman. Hal ini didasarkan dari hasil perhitungan berdasarkan persamaan yang menghubungkan antara nilai N dengan nilai qu (Kapasitas ultimate).

Berdasarkan buku pedoman perencanaan jalan KA pada PM. No. 60 Tahun 2012 menjelaskan bahwa kepadatan minimum tanah dasar yang disyaratkan untuk badan jalan KA minimal 8%. Nilai tersebut dapat dikorelasikan dengan nilai DCP maupun nilai CBR Laboratorium (Amril, 2021). Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa kepadatan rata – rata tanah sampai kedalaman 3 m di lokasi kajian adalah sebesar hanya sebesar 4,0%. Dengan demikian diperlukan perbaikan pemadatan tanah pada lapis permukaan.

3.3 Hasil Perhitungan Konsolidasi

Konsolidasi merupakan proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari tanahnya. Untuk menghitung besarnya konsolidasi digunakan rumus :

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \log \frac{P_0' + \Delta P}{P_0'}$$

Dengan :
 S_c = Konsolidasi (m)
 C_c = Indeks Pemampatan ; diperoleh dari grafik e log p'. Menurut (Hary Christady , 2003) dalam buku Mekanika Tanah 2 menyebutkan bahwa nilai Indeks pemampatan pada konsolidasi normal, Terzhagi dan Peck (1967) memberikan hubungan antara kompresi C_c sebagai berikut :
 $C_c = 0,009 (LL - 10)$; dimana LL = liquid limit
 Pada perencanaan ini, ada beberapa asumsi perhitungan yang dijadikan sebagai input analisis, yaitu :
 P_0 = (Beban Gandar KA = 14 ton)
 ΔP = Tambahan Tegangan
 e_0 = Angka Pori Awal
 e_1 = Angka Pori Akhir
 Untuk menghitungnya lamanya waktu konsolidasi ditentukan dengan rumus :
 $t_{50} = \frac{T_v \times H T^2}{C_v}$ $t_{50} = \frac{T_v \times H T^2}{C_v}$ $t = \frac{T_v \times H T^2}{C_v}$
 C_v = Koefisien konsolidasi

Ht = tebal rata – rata benda uji

Tabel di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan konsolidasi di lokasi penelitian.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Konsolidasi Tanah Jalan Kereta

No	Lokasi	Kedalaman (m)	Penurunan (cm)	Waktu (hari)
1	Bor 1	2,00 sd 2,40	6,24	23
2	Bor 2	2,00 sd 2,40	9,368	17
3	Bor 3	2,00 sd 2,40	9,142	21

3.4 Perhitungan Daya Dukung Tanah

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui dan mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban yang bekerja di atasnya. Hal ini penting untuk dikaji karena jika tanah dibebani secara terus – menerus, maka penurunan tanah juga terjadi secara berangsur – angsur, dan jika melampaui batas toleransi daya dukung tanah yang diijinkan sementara beban tidak dikurangi, maka akan terjadi keruntuhan struktur. Tabel di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan daya dukung tanah pada berbagai kedalaman.

Tabel 3. Hasil Perhitungan daya dukung tanah pada berbagai kedalaman

Depth	Moisture Content	Cohesion	Internal Angel Friction	Ultimit Bearing Capacity	qu Ijin
(m)	(%)	(t/m ²)	(degrees)	qu (t/m ²)	qu (t/m ²)
2,400	40,000	0,075	22,190	21,349	10,675
4,400	37,750	0,075	29,000	53,925	26,963
5,100	34,550	0,075	27,800	26,531	13,266

3.5. Perbaikan Kelandaian Jalan KA

Inti dari penanganan permasalahan amblesan jalur KA antara Bunga Mas – Sukaraja adalah perbaikan kelandaian jalan kereta api. Tabel di bawah ini daftar perbaikan kelandaian di lokasi pekerjaan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Perbaikan Kelandaian

Patok Km	Elevasi Eksisting		Elevasi Rencana		Angkatan		Gradien
	Kop Rel	Kop Rel	Kop Rel	Kop Rel	Kop Rel Kanan	Kop Rel Kiri	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri			
467+000	88,987	88,956	89,087	89,087	0,100	0,131	Datar

467+025	89,003	89,020	89,003	89,003	0,000	-0,017	
467+050	88,807	88,595	89,003	89,003	0,196	0,408	
467+075	88,826	88,837	89,003	89,003	0,177	0,166	
467+100	88,954	88,949	89,003	89,003	0,049	0,054	9,06/00
467+125	88,768	88,757	88,777	88,777	0,009	0,020	
467+150	88,550	88,534	88,701	88,701	0,151	0,167	
467+175	88,550	88,534	88,550	88,550	0,000	0,016	Datar
467+200	88,240	88,275	88,550	88,550	0,310	0,275	
467+225	88,082	88,086	88,550	88,550	0,468	0,464	
467+250	87,891	87,981	88,550	88,550	0,659	0,569	
467+275	87,955	87,960	88,550	88,550	0,595	0,590	
467+300	87,966	87,966	88,550	88,550	0,584	0,584	
467+325	88,028	88,043	88,804	88,804	0,776	0,761	10,17/00
467+350	88,000	88,011	89,057	89,057	1,057	1,046	
467+375	88,666	88,688	89,311	89,311	0,645	0,623	
467+400	89,305	89,316	89,564	89,564	0,259	0,248	
467+425	89,818	89,820	89,818	89,818	0,000	-0,002	
467+450	90,001	90,016	90,072	90,072	0,071	0,056	

467+475	89,907	89,87 1	90,325	90,3 25	0, 41 8	0,454	
467+500	89,980	90,03 7	90,325	90,3 25	0, 34 5	0,288	Datar

3.6 Perbaikan Kondisi Lengkung Vertikal

Perhitungan lengkung vertikal pada kegiatan ini dilakukan pada awal kelandaian turun dan posisi naik. Berikut disampaikan proses perhitungan lengkung vertikal

V rencana = 60 km/jam
R = 6000

Perhitungan PV₁ dan PV₂ (Km 467+100 s.d Km 467+150)

1/L = i = 0,00906, Panjang Tangen

$L = \frac{R}{2} \times \frac{1}{L} = 3000 \times 0,00906 = 27,18 \text{ m}$

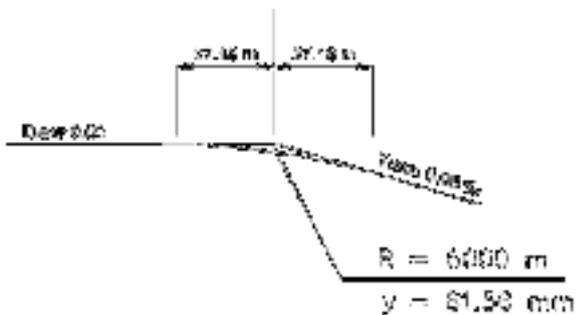
$y = \frac{L^2}{2R} = \frac{27,18^2}{2 \times 6000} = \frac{738,7524}{12000}$

y = 0,0616 m = 61,56 mm

Dengan perhitungan yang sama, maka diperoleh nilai pada Pv2, Pv3, dan Pv4 seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Sedangkan gambar 6 menunjukkan contoh hasil perhitungan lengkung vertikal.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal

Posisi	Lokasi	Nilai y
PV1 dan PV2	Km. 467+100 sd Km.467+150	61,56 mm
PV2 dan PV3	Km. 467+300 sd Km. 467+475	77,58 mm



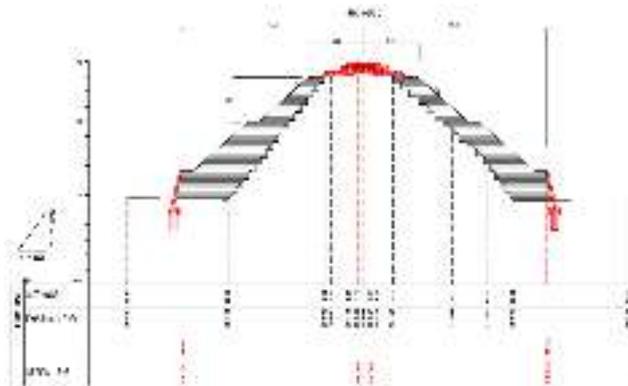
Gambar 6. Perhitungan Lengkung Vertikal Pv 1

3.7 Normalisasi Badan Jalan KA Pada Daerah Eksisting

Normalisasi badan jalan pada daerah eksisting timbunan berfungsi untuk menambah kekuatan badan jalan KA. Normalisasi ini dilakukan pada lokasi badan jalan KA di daerah timbunan yang memiliki tingkat kecuraman yang tinggi. Pengambilan jarak normalisasi badan jalan KA dari as rel eksisting adalah 5,00 meter ke arah kiri dan kanan dari as badan jalan KA. Hal ini disebabkan beberapa alasan teknis, yaitu :

1. Tingkat keamanan badan jalan KA akan lebih besar jika bahu badan jalan KA dibuat lebih besar akibat pembebanan.

2. Meningkatkan tingkat kenyamanan kepada masinis untuk menambah jarak pandang lintasan KA akibat pelebaran badan jalan KA
3. Memudahkan pekerjaan pemeliharaan pasca konstruksi oleh PT KA karena masih terdapat cukup ruang bebas untuk menempatkan alat pada bagian kiri dan kanan badan jalan KA. Gambar dan tabel di bawah ini menunjukkan tipikal rencana normalisasi badan jalan KA pada daerah galian

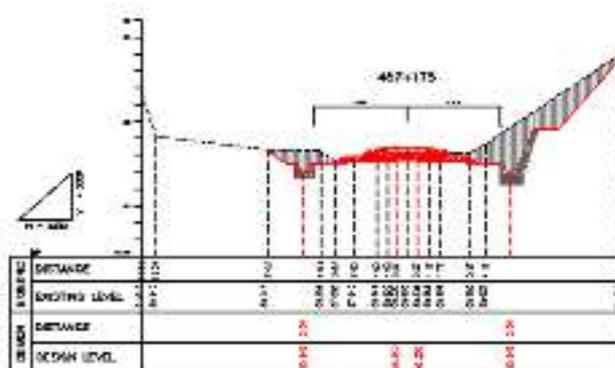


Gambar 7. Tipikal Normalisasi Badan Jalan KA Pada Timbunan

Tabel 6. Lokasi normalisasi pada daerah timbunan

Titik (Km/Hm)	Kiri	Kanan	Panjang (M'Sp
467+000 – 467+125	√	√	125
467+225 – 467+400	√	√	175
467+400 – 467+425	√		25
467+450 – 467+500	√	√	50
TOTAL			375

Selain normalisasi pada daerah eksisting timbunan, pada kegiatan ini juga dilakukan normalisasi badan jalan pada daerah eksisting galian. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya longsoran tebing pada daerah galian, sekaligus penambahan saluran drainase sehingga kondisi badan jalan KA tetap terjaga kondisi kadar airnya meskipun terjadi hujan. Pengambilan jarak normalisasi badan jalan KA pada daerah galian sama halnya dengan daerah galian dari as rel eksisting adalah 5,00 meter ke arah kiri dan kanan dari as badan jalan KA. Gambar dan tabel di bawah ini menunjukkan tipikal rencana normalisasi badan jalan KA pada daerah galian.



Gambar 8. Tipikal Normalisasi Badan Jalan KA pada Galian**Tabel 7.** Lokasi normalisasi pada daerah timbunan

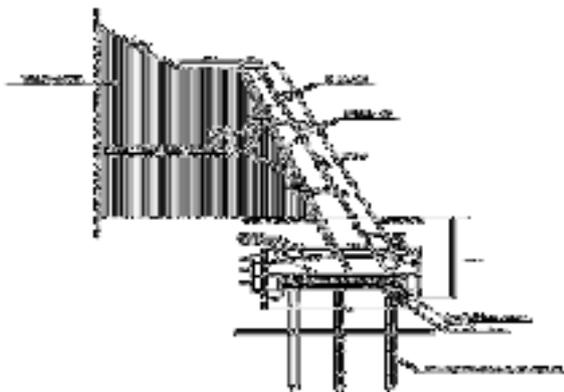
No	Titik (Km/Hm)	Kiri	Kanan	Panjang (M'Sp)
1	467+125- 467+225	√	√	100
2	467+425 – 467+450	√	√	25
	TOTAL			125

3.8 Proteksi Tanah dengan Tembok Penahan Tanah

Proteksi tanah pada normalisasi badan jalan KA yang dilakukan diutamakan pada kondisi badan jalan KA yang berdekatan dengan jalur aliran air (saluran drainase, gorong – gorong, dan jembatan) Dengan demikian, tembok penahan tanah berfungsi optimal untuk mencegah longsor akibat aliran air permukaan yang memecah daya lekat butiran tanah timbunan atau lereng yang dikepras jika terjadi hujan dalam intensitas besar

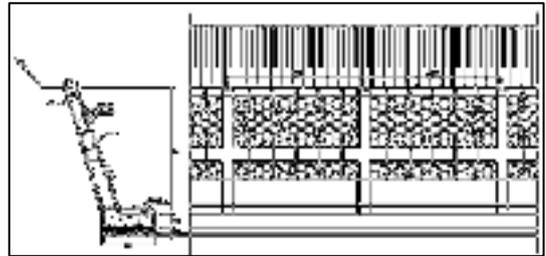
Ada 2 macam metode pemasangan tembok penahan tanah pada kegiatan ini, yaitu : tembok penahan tanah Beton pada lokasi eksisting timbunan, dan tembok penahan tanah batu kali sloof beton pada lokasi eksisting galian.

Tembok penahan tanah ini dipasang pada lokasi eksisting timbunan. Pemasangan dilakukan pada kaki timbunan normalisasi badan jalan KA. Material tembok penahan tanah terbuat dari beton bertulang dengan mutu K 225. Pada bagian dasar tembok penahan tanah dipancang cerucuk galam diameter 10 cm dengan kedalaman pancang 2 meter. Setelah itu dipasang lantai kerja pasir setebal 10 cm kemudian besi bertulang diameter 12 mm jarak 15 cm untuk tulangan utama dan besi 8 mm jarak 20 cm untuk sengkang. Gambar 9 dan tabel 8 di bawah ini menunjukkan detail tembok penahan tanah dan rencana penempatan tembok penahan tanah

**Gambar 9.** Tipikal Tembok Penahan Tanah Beton Pada Daerah Timbunan**Tabel 7.** Lokasi pemasangan tembok penahan tanah beton pada lokasi timbunan

Titik (Km/Hm)	Kiri	Kanan	Total (M'Sp)
467+050-467+100	√	√	100
467+275-467+350	√	√	150
TOTAL			250

Tembok penahan tanah ini dipasang pada lokasi eksisting galian. Pemasangan dilakukan pada kaki timbunan normalisasi badan jalan KA. Material tembok penahan tanah terbuat dari batu kali dengan sloof beton sebagai pengikat. Pemasangan sloof dilakukan setiap jarak 3 meter. Sloof merupakan beton bertulang K-225 dengan fondasi foot pada bagian bawahnya

**Gambar 10.** Tipikal Tembok Penahan Tanah Beton Pada Daerah Galian

Lokasi pemasangan tembok penahan batu kali sloof beton adalah pada Km 467+125 – Km 467+200 sepanjang 75 M'Sp dipasang pada sisi kanan badan jalan KA

3.9 Perbaikan Sistem Drainase dan Gorong – Gorong

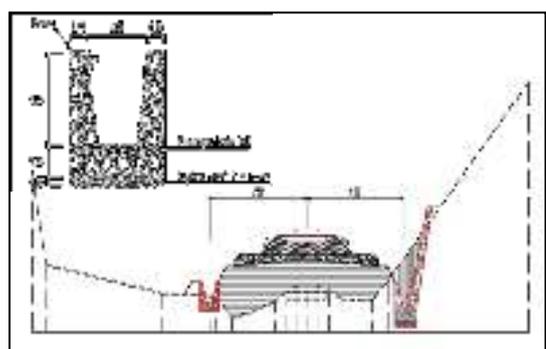
Perbaikan sistem saluran drainase dimaksudkan untuk menjaga kondisi badan jalan KA dari genangan air yang dapat menurunkan daya dukung badan jalan KA. Saluran drainase dipasang pada bagian kiri dan kanan mengikuti jalur KA. Besarnya dimensi saluran drainase ditentukan berdasarkan hasil analisis perhitungan debit banjir rancangan pada hasil perhitungan dan analisa hidrologi dan hidrolika pada bab sebelumnya.

Selain pembuatan sistem saluran drainase, dibutuhkan juga perbaikan gorong – gorong (box culvert) sebagai inlet dan outlet air yang berasal dari saluran drainase maupun anak sungai yang berada di hulu badan jalan sungai. Konsep penanganan sistem saluran drainase disajikan pada gambar di bawah ini.

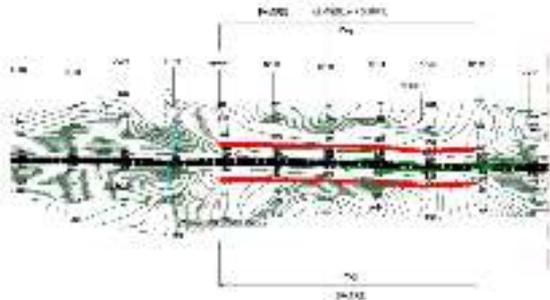
Kontrol perhitungan debit pada saluran drainase terhadap debit banjir rancangan. Dengan demikian konstruksi rancangan inlet dan outlet aman untuk didesain dengan dimensi tersebut. Untuk pengarah aliran, disesuaikan dengan kontur elevasi di lokasi pekerjaan sehingga saat terjadi hujan, air dapat dialirkan dengan lancar. Adapun rencana outlet saluran ditempatkan pada Km 467+100, Km 467+225, dan Km 467+425 s.d Km 467+450. Adapun rencana perbaikan sistem drainase dilakukan sebagai berikut:

- Untuk saluran drainase Km 467+100 s.d Km 467+225 akan diarahkan ke daerah yang lebih rendah yaitu menuju box culvert 2 (Km 467+290)
- Untuk saluran drainase Km 467+425 s.d Km 467+450 akan diarahkan menuju box culvert 3 (467+490)

Untuk perbaikan gorong – gorong, akan dibuat perpanjangan inlet dan outlet gorong – gorong sehingga aliran yang menuju dan keluar gorong – gorong diarah sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan gerusan di kaki badan jalan KA.



Gambar 11. Rekomendasi Pemasangan Saluran Drainase



Gambar 12. Rekomendasi Perbaikan Arah Aliran

4. Kesimpulan

Hasil kajian dan analisis data menunjukkan bahwa penyebab terjadinya amblesan pada Km. 467+000 sampai dengan Km. 467+500 adalah penurunan daya dukung tanah akibat peningkatan kadar air di dalam tanah. Hasil pengujian mekanika tanah menunjukkan bahwa pada kedalaman 2,4 m kadar air dalam tanah masih berada pada angka 40%. Sementara itu, pada kedalaman yang sama nilai CBR tanah hanya berada pada 4% dimana syarat minimum nilai CBR tanah berdasarkan peraturan adalah 8%.

Penanganan amblesan yang dapat dilakukan yaitu dengan cara perbaikan struktur badan jalan KA dengan mengembalikan gradien jalan KA menjadi padat seperti kondisi semula. Selain itu kegiatan yang perlu dilakukan yaitu perbaikan lengkung vertikal, normalisasi badan jalan KA proteksi lereng dengan tembok penahan tanah, serta perbaikan sistem drainase

Perbaikan tembok penahan tanah pada daerah timbunan dengan menggunakan konstruksi beton bertulang dipasang sepanjang 259 m. Untuk daerah galian, proteksi lereng dilakukan sepanjang 75 m dengan memasang tembok penahan tanah batu kali dengan sloof beton.

Perbaikan sistem drainase dilakukan dengan menyesuaikan arah aliran sesuai kontur elevasi di lokasi penelitian dengan skenario dimana saluran drainase Km 467+100 s.d Km 467+225 akan diarahkan ke daerah yang lebih rendah yaitu menuju box culvert 2 (Km 467+290), sedangkan untuk saluran drainase Km 467+425 s.d Km 467+450 akan diarahkan menuju box culvert 3 (467+490)

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Sumatera Selatan yang telah memberikan akses data dan mendanai kegiatan penelitian ini.

Daftar pustaka

- Amril M Siregar, dkk (2021) Study of Soil Improvement and Slope on Double Track Engineering Design Between Giham – Martapura, International Journal and Science Basic and Applied Research, Vol. 55, No.2, 103-115
- Teknik Perkeretaapian Wilayah Sumbagsel (2020) Laporan survey kondisi lokasi lintas jalur KA antara Lahat – Lubuk Linggau, Palembang
- Hary Christady (2003), Mekanika Tanah 2, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.