

# **ULASAN PERBAIKAN STRUKTUR TANAH DASAR MENGUNAKAN CERUCUK DOLKEN, *LIMESTONE*, *GEOTEXTILE*, DAN SIRTU PADA LINTAS MANDAI-PALANRO**

**Imam Arya Andrizar**

Politeknik Transportasi Darat Indonesia

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

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

## ***ABSTRACT***

*The construction of the baan body at the South Sulawesi Railway Management Center, precisely the Mandai - Palanro crossing at km 68+200 – km 68+700 along 500 m, was delayed. due to poor soil conditions. From the results of the research and visual identification, the soil in that location is silt or soft clay. Silt soil consists of small grains so that the mechanical properties are poor and unable to carry the load of the embankment above, while for shear forces on silt soils usually have relatively small shear forces. If the load exceeds the critical bearing capacity, a decrease will occur. In addition, the condition of the plains is quite low so that when it rains the water can stagnate. Unfavorable soil conditions can cause subsidence and a decrease in the body of the railroad when passing by rail facilities, so that the soil requires improvement of the subgrade structure.*

*To improve the structure of the subgrade at that location, it is necessary to strengthen the soil using dolkens along 6 m with a diameter of 10 cm which are spaced 30 cm from one dolken to another, then piled up using limestone so that the chemicals in the limestone can be mixed. with subgrade so as to increase the bearing capacity of the soil, and covered with geotextile as a separator so that the pile below does not mix with the next pile, finally sprinkled with sand as reinforcement on the foundation above. So that the red soil heap process can be continued.*

***Keywords : Baan Body Construction, Soft clay, Repair***

## **ABSTRAK**

Pembangunan badan baan di Kereta Api Sulawesi Selatan Management Center tepatnya perlintasan Mandai - Palanro di km 68+200 – km 68+700 sepanjang 500 m, tertunda. karena kondisi tanah yang buruk. Dari hasil penelitian dan identifikasi visual, tanah di lokasi tersebut adalah lanau atau lempung lunak. Tanah lanau terdiri dari butiran-butiran kecil sehingga sifat mekaniknya buruk dan tidak mampu memikul beban timbunan di atasnya, sedangkan untuk gaya geser pada lanau tanah biasanya memiliki gaya geser yang relatif kecil. Jika beban melebihi kritis daya dukung maka akan terjadi penurunan. Selain itu, kondisi datarannya adalah cukup rendah sehingga saat hujan air bisa menggenang. Kondisi tanah yang tidak menguntungkan dapat menyebabkan amblesan dan penurunan badan rel saat melintas fasilitas rel, sehingga tanah memerlukan perbaikan struktur tanah dasar.

Untuk memperbaiki struktur tanah dasar di lokasi tersebut maka perlu dilakukan perkuatan tanah dengan menggunakan dolken sepanjang 6 m dengan diameter 10 cm yang diberi jarak 30 cm dari satu dolken ke dolken lainnya, kemudian ditimbun menggunakan batugamping agar bahan kimia di batu kapur dapat dicampur. dengan tanah dasar sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah, dan ditutup dengan geotekstil sebagai pemisah agar tiang di bawah tidak bercampur dengan tiang berikutnya, terakhir ditaburi pasir sebagai perkuatan pada pondasi atas. Sehingga proses timbunan tanah merah dapat dilanjutkan.

**Kata Kunci : Konstruksi Tubuh Baan, Lempung Lunak, Perbaikan**

## **I. Pendahuluan**

Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Perkeretaapian umum adalah kereta api yang digunakan untuk melayani angkutan orang dan barang dengan dipungut bayaran. Perkeretaapian khusus adalah perkeretaapian yang hanya digunakan untuk menunjang kegiatan pokok atau badan usaha tertentu dan tidak digunakan untuk melayani masyarakat umum. Perkeretaapian antarkota adalah perkeretaapian yang melayani perpindahan orang dan/atau barang dari satu kota ke kota yang lain (PP NO 56, 2009). Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (UU NO 23, 2007).

Jalur kereta api merupakan jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukan bagi lalu lintas kereta api. Jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, bawah tanah, dan di atas tanah atau tergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api (UU NO 23, 2007).

Pada konstruksi badan jalan rel di Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan lintas Mandai-Malanro sepanjang 102 KM masih banyak terdapat kendala dalam proses

pembangunan. khususnya pada KM 68+200-KM 68+700 yang merupakan daerah persawahan dan rawa dengan struktur tanah lunak.

## **II. Metodologi Penelitian**

### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada konstruksi jalab rel di balai pengelola kereta api sulawesi selatan tepatnya di kabupaten pangkep pada km 68+200 s/d km 68+700 yang masih terputus karena masih memerlukan perbaikan struktur tanah dasar pada lokasi tersebut. Waktu Penelitian ini di lakukan pada saat praktek kerja lapangan dan kegiatan magang selama kurang lebih 4 bulan dari tanggal 4 maret sampai dengan tanggal 17 juni 2022.

### **B. Metode Pengumpulan Data**

Metode penelitian adalah penahanan-tahapan yang digunakan dalam suatu penelitian mulai dari pengumpulan data, tempat dan waktu penelitian serta peralatan yang digunakan dalam penelitian. Adapun data yang dikumpulkan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer berisi :

1. Data dokumentasi dan kondisi tanah
2. Data Panjang, lebar dan luas daerah penelitian

Serta data sekunder yang berisi :

1. Data borlog dan sondir
2. Data peralatan dan bahan
3. K3 Konstruksi

### **C. Pengolahan Data**

Setelah data-data yang diperlukan didapat maka akan dilakukan analisis terhadap kondisi tanah di lokasi penelitian, factor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pernaikan tanah serta tahapan-tahapan perbaikan tanah.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Analisis Kondisi Tanah di Lapangan

Pada penelitian kali ini kondisi tanah pada daerah penelitian dapat di ketahui dari data borlog dan juga sondir yang telah dilakukan per 50 m oleh Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, berdasarkan data sondir yang di ambil sampel pada di KM 68+800 dengan kedalaman 9,6 m dapat diketahui Nilai qc sebesar  $\leq 4 - \leq 10$  kg/cm<sup>3</sup>, dengan koefisien soft dan ketebalan tanah lunak sebesar 6 meter , dengan cone resistance (nilai konus) paling tinggi mencapai  $\geq 152$  kg/cm<sup>2</sup> dan total friction (total penghambat) terbanyak mencapai 500 kg/cm<sup>2</sup>. Sampai akhir penyondiran dilakukan belum ditemukan lapisan batuan dasar (bad-rock) tetapi diperkirakan tanpa boring, berupa tanah keras jenis lempung kaku atau gemuk, dengan nilai qc sebesar  $\geq 150$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### B. Analisis Faktor Faktor Yang Perlu Diperhatikan Dalam Perbaikan Struktur Tanah

##### 1. Daya Dukung Tanah

Untuk menentukan daya dukung tanah dapat ditentukan dengan uji mekanis tanah seperti uji Sondir, SPT (Standard Penetration Test), CBR dan lain lain. Pada tanah lempung lunak yang mempunyai daya dukung yang cukup pada kedalaman diatas 10 m maka diperlukan fondasi untuk kedalaman yang tinggi pula seperti tiang pancang, bored pile, Caisson ataupun yang lainnya. Kondisi seperti ini biasanya terdapat pada proyek pembangunan gedung berlantai banyak yang mempunyai beban berat dan eksentrisitas yang cukup besar. Pada metode sondir perhitungan daya dukung (Pu) berdasarkan hasil uji sondir yang akan menghasilkan angka konus dan friksi sebagai tahanan gesek dari tanah sebagaimana yang diuraikan pada pers. dibawah ini:

$$P_u = \frac{(q_c \cdot A)}{(FK_1)} + \frac{(K \cdot JHL)}{(FK_2)}$$

Dengan : qc = nilai konus rata-rata hasil pengujian

A = luas penampang ujung tiang

K = keliling tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

Fk1 = faktor keamanan untuk perlawanan ujung

Fk2 = faktor keamanan untuk perlawanan geser.

##### 2. Kadar Air

Kadar air pada tanah sangat berpengaruh terhadap perbaikan struktur tanah yang biasanya kadar air akan naik jika curah hujan tinggi di lokasi konstruksi. Air hujan yang membasahi permukaan tanah akan mengalami infiltrasi ke bawah permukaan tanah. Infiltrasi air hujan ini menyebabkan penurunan parameter kuat geser tanah. Kuat geser tanah terdiri dari dua parameter tanah yaitu kohesi (c) atau gaya tarik-menarik antar partikel dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) atau gesekan antara butir tanah. Penurunan nilai kohesi tanah ini disebabkan oleh penurunan jarak antar butiran partikel tanah akibat peningkatan jumlah air yang mengisi rongga pori tanah. Peningkatan jumlah air yang ada dalam pori tanah menyebabkan derajat kejenuhan menjadi meningkat, sehingga tegangan air pori yang berlebih akan

terbentu Penurunan parameter kuat geser tanah ini dapat menyebabkan tanah longsor.

### 3. Kuat Geser Tanah

Kuat geser adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah bila tanah mengalami pembebanan, akan ditahan oleh:

- a. Gesekan tanah yang bergantung dari jenis tanahnya dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada bidang geser.
- b. Gesekan antar butir-butir tanah besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikalnya pada bidang geser.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Keruntuhan suatu bahan terjadi, akibat adanya kombinasi keadaan kritis tegangan normal dan tegangan geser pada bilangan runtuh, yang dinyatakan dengan persamaan

$$t = c + \sigma \operatorname{tg}\phi$$

keterangan:

t = kuat geser tanah

c = kohesi tanah

$\phi$  = sudut gesek dalam tanah

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh

## C. Analisis Tahapan-Tahapan Perbaikan Struktur Tanah

### 1. Pengujian kuat geser tanah di laboratorium

#### a. Uji Tekan Bebas (unconfined compression shear test = UCST)

hanya dapat dilakukan untuk tanah berkohesi. Sebab tanah tanpa kohesi tidak dapat dites tanpa tegangan (unconfined). Nilai (parameter tanah) yang didapat dari pengujian ini adalah tegangan batasnya, yaitu tegangan maksimum selama pengujian. Nilai ini dilambangkan dengan  $q_u$  (untuk kemudahan, q inisial dari quantity = nilai terukur, dan u berarti un-confined = tak terkekang / bebas, bedakan dengan tegangan batas dalam daya dukung pondasi). Pengujian UCST sebaiknya diikuti dengan pengujian kadar air, sebab kekuatan tanah lempung sangat dipengaruhi oleh kadar airnya. Pada tanah yang sama di lapangan terutama yang berada di atas muka air tanah minimum, kekuatannya akan berubah dari waktu ke waktu tergantung dari kadar air yang dikandungnya.

#### b. Pengujian geser langsung umumnya dilakukan sebanyak tiga kali pada tanah yang sama. Masing-masing benda uji, diberi beban normal yang berbeda. Kemudian digeser dengan memberikan gaya dari arah tegak lurus terhadap gaya normal sebelumnya. Selama pemberian beban geser tersebut, perpindahan dan besarnya gaya geser dicatat hingga terjadi keruntuhan. Hasilnya kemudian diplotkan dalam bentuk kurva tegangan-regangan dan tegangan normal-geser untuk menentukan parameter c dan $\phi$ .

#### c. Uji Triaksial Terdapat beberapa jenis pengujian dengan menggunakan alat triaxial. Perbedaan dari jenis-jenis pengujian (dengan menggunakan alat yang sama) tersebut adalah pada:

- 1) Kemampatan Awal (mampat/consolidated=C atau tak mampat/unconsolidated=U)
- 2) Konsolidasi air pori saat pembebanan (mengalir/drained=D atau tidak/undrained=U)
- 3) Cara pemberian beban (ditekan/compression atau ditarik/extension)

## 2. Pengujian kekuatan tanah di lapangan

a. Pengujian pengeboran dapat dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia (hand-boring). Pengujian ini dapat dilakukan dengan kedalaman 2 sampai 5 m. Walaupun menurut pengalaman pengujian ini dapat dilakukan hingga 30 meter kedalam tanah, namun untuk pengeboran dengan tenaga manusia yang melebihi 10 meter sudah sangat tidak layak. Pengeboran dengan hand-bore juga hanya dapat dilakukan pada tanah yang tidak mengandung batu. Pada pengeboran pada lapisan tanah yang mengandung kerikil, terkadang juga tidak dapat dilakukan.

b. Pengambilan sample Dalam penyelidikan tanah, akan diperoleh dua jenis sampel: terganggu (disturbed) dan tak terganggu (undisturbed). Keduanya dapat digunakan untuk penyelidikan propertis tanah lebih lanjut di laboratorium.

## 3. Perkuatan tanah menggunakan cerucuk dolken

Cerucuk dapat dipancang sampai melewati asumsi bidang keruntuhan sirkuler yang terdalam. Pada perencanaan turap, bidang keruntuhan sirkuler yang terdalam tersebut tidak diperlukan. Panjang tancap cerucuk mempengaruhi peningkatan kuat geser tanah, dimana semakin Panjang batang cerucuk yang ditancap dibawah bidang kelongsoran maka semakin meningkat pula kuat geser tanah yang dihasilkan. Kelebihan cerucuk kayu galam untuk peningkatan daya dukung tanah lunak adalah dapat meningkatkan stabilisasi tanah dasar, meningkatkan kemampuan geser, dan menekan kandungan air di dalam tanah (Sulardi, 2022).

4. Perbaikan struktur tanah menggunakan limestone, Penambahan kapur dapat mengurangi pengembangan tanah yang akan terjadi. Hal ini bisa dilihat dari nilai potensi pengembangan, batas cair, indeks plastis yang semakin menurun dan nilai berat jenis yang semakin meningkat. Namun penambahan kapur belum cukup baik untuk usaha penstabilan tanah menjadi tanah lempung yang baik dan stabil (Jafri, 2009).

5. Penggunaan Geotextile, geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymerik, bersifat lobs air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (non woven), rajutan atau anyaman (woven) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil.

6. Sifat fisik dari agregat sirtu yang terdiri dari berat jenis, analisa saringan memenuhi batas spesifikasi teknis yang ditentukan. Keausan agregat sirtu ini adalah 19,18% termasuk dalam kategori mutu baik karena berada dalam rentang nilai keausan maksimal yang disyaratkan yaitu 40%. Berdasarkan spesifikasi standar nilai CBR oleh Bina Marga untuk kelas A adalah 90% dan kelas B adalah 60%, maka untuk agregat sirtu ini telah memenuhi persyaratan (Darwis dkk, 2022).

#### **IV. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada permasalahan struktur tanah lunak pada KM 68+200 s/d KM 68+700 diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi tanah dasar di lokasi penelitian merupakan tanah berjenis lempung lunak sehingga memerlukan perbaikan terlebih dahulu untuk memperbaiki daya dukung tanah tersebut untuk melanjutkan konstruksi subgrade.
2. Faktor yang perlu diperhatikan dalam perbaikan struktur tanah yaitu faktor daya dukung tanah itu sendiri atau kemampuan tanah menopang beban yang ada pada timbunan dan kegiatan pengoperasian kereta api di atas jalan rel. Dan yang kedua adalah kadar air pada tanah yang sangat mempengaruhi dalam proses perbaikan tanah karena jika kadar air terlalu tinggi dapat menyebabkan longsoran pada timbunan, serta kuat geser tanah merupakan gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan.
3. Tahapan-tahapan pelaksanaan perbaikan dimulai dari pengujian yang dilakukan di laboratorium dan dilanjutkan pengujian langsung ke

lapangan untuk memperoleh data data yang diperlukan untuk perbaikan, perbaikan menggunakan cerucuk dolken yang dimasukkan ke dalam tanah dengan maksud menambah nilai daya dukung tanah dan memberikan batuan kapur pada tanah dasar sebagai metode perbaikan tanah. Penggunaan geotextile dan sirtu sebagai sistem filtrasi dan separator pada timbunan.

#### **V. Saran**

Berdasarkan pembahasan dan penarikan kesimpulan penulis mengajukan beberapa saran sebagai upaya perbaikan sebagai berikut:

1. Rekomendasi perbaikan yang digunakan adalah perbaikan struktur tanah menggunakan cerucuk dolken, limestone, geotextile dan juga sirtu sebagai perkuatan dan menambah nilai daya dukung tanah.
2. Sebelum lanjut ke proses penimbunan tanah merah, sebaiknya diberikan beberapa hari agar timbunan dibawah yang terdiri dari batuan kapur dan lumpur bisa tercampur dengan sempurna.
3. Sebaiknya dilakukan pengujian kembali untuk mengetahui nilai dari daya dukung tanah (qu) sudah sesuai.
4. Untuk hasil yang lebih konfrensif sebaiknya penelitian selanjutnya

dilakukan analisis pengaruh musim dan cuaca pada tubuh baan.

## VI. Daftar Pustaka

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. Jakarta:

Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.

Standar Spesifikasi Teknis Konstruksi Jalan Rel, Bangunan Sipil, Jembatan dan Bangunan Kereta Api. Jakarta: Direktorat prasarana perkeretaapian.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 26 tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.

Laporan Umum Tim PKL Balai Pengelol Kereta Api Sulawesi Selatan. Bekasi: PTDI-STTD.

Pedoman Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) dan Artikel Ilmiah. Bekasi: Politeknik transportasi Darat Indonesia-STTD.

Abdul Hakam. Rekayasa Pondasi. Padang: CV. Bintang Grafika, 2008.

Agus Sugianto, Irna Hendrayani, Gunaedy Utomo, dan Rahmat.

"Analisis Stabilitas Tanah Lempung Lunak Menggunakan Material Semen Sebagai bahan Campuran." Jurnal TRANSUKMA, 4(2) Juni 2022: 114123.

Achnad Hafiz, Muhammad Fauzan, Heriansyah Putra, dan Annisa Daniswara

Santoso. "Analisis Perubahan Faktor Keamanan Lereng Akibat Hujan." Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 4(3) Desember 2019: 169-175.

Andre Renaldi, Muhammad Ikhwan Yani, dan Fatma Sarié. "Pengaruh

Canpuran Abu Tempurung Kelapa dan Semen Portland Terhadap

Daya Dukung dan Kuat Geser Tanah Lempung." Jurnal Teknik Sipil, 6(1) Juni 2022: 9-15.

Firto Darwis, Elfira Resti Mulya, dan Aswin Laaha. "Tinjauan Mutu Agregat Sirtu

Sebagai Material Lapis Pondasi Pada Perkerasan Jalan."

Jurnal Teknik, 1(2) April 2022: 145-155

I Gusti Ngurah Nyoman Wismantara, Putu Budiarnaya.

"Metode Peningkatan Daya Dukung Tanah Lunak." Jurnal ilmiah TELSINAS, 3(2) Desember 2020: 37-40.

Muhammad Khuzair Lubis, Kamaludin Lubis. "Evaluasi Perbaikan Tanah

Menggunakan Geotextile Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah

Lapisan Subgarde Pekerjaan Jalan." Jurnal Teknik Sipil, Bangunan

dan Transportasi, 3(2) Maret 2018: 71-81.

Muhammad Khuzair Lubis,  
Kamaludin Lubis. "Evaluasi  
Perbaikan Tanah

Menggunakan Geotextile  
Untuk Meningkatkan  
Stabilitas Tanah

Lapisan Subgarde Pekerjaan  
Jalan." Jurnal Teknik Sipil,  
Bangunan  
dan Transportasi, 3(2)  
Maret 2018: 71-81.

Muhammad Jafri. "Perbaikan  
Pengembangan Tanah  
Menggunakan Zat Addiktiv

Kapur Dengan Pedoman  
Alat Konsolidasi." Jurnal  
Rekayasa, 13(3)

Desember: 272-278.

Qunik Wiqoyah. "Pengaruh Tras  
Terhadap Parameter Kuat  
Geser Tanah

Lempung." Jurnal Dinamika  
Teknik Sipil, 7(2) Juli 2007:  
157-153.

Robby Zul Anggara, Yusuf  
Amran, dan Agus  
Surandono. "Peningkatan  
Daya

Dukung Tanah Lempung  
Pada Perkerasan Jalan  
Tanah Menggunakan

Difa Soil Stabilizer dan Abu  
Sekam Padi." Jurnal TAPAK,  
10(2) Mei

2021: 139-147.

Sulardi, Agus Sugianto.  
"Membuat Jalan Beton Ditanah  
Lunak Dengan Metode

Cerucuk Kayu Galam."

Jurnal Abdimas Universal, 4(1)  
April 2022: 7983.

Zainal Abidin Gaffar. "Perkuatan  
Dengan Cerucuk Galam Diatas  
Tanah Lunak,

Banjarmasin." Jurnal

Teknik Sipil, 6(2) Desember  
2005: 64-70