



# Uji Kepadatan Tanah Timbunan Untuk Pembangunan Jalur Ganda KA Antara Solo Balapan – Kadipiro – Kalioso Km. 96+400 s/d Km.104+900

Nuraida<sup>1,\*</sup>, Imam Sukoco<sup>2</sup>, Alfita Ilfiyaningrum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Negeri Semarang  
Sekaran – Gunungpati Kota  
Semarang 50229  
[nuraida@mail.unnes.ac.id](mailto:nuraida@mail.unnes.ac.id)  
[ilfiyaalfita@mail.unnes.ac.id](mailto:ilfiyaalfita@mail.unnes.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Negeri Semarang  
Sekaran – Gunungpati Kota  
Semarang 50229  
[putra\\_aprilia@mail.unnes.ac.id](mailto:putra_aprilia@mail.unnes.ac.id)

## ABSTRAK

Timbunan adalah suatu cara atau metode beserta materialnya yang digunakan dalam pekerjaan tanah yang bertujuan untuk menyetarakan atau levelling suatu elevasi tanah. Timbunan dibagai menjadi 2 jenis yaitu timbunan biasa dan timbunan pilihan, keduanya sama namun perbedaan hanya terdapat dari jenis material timbunannya. Struktur timbunan jalan harus dirancang dan dibangun agar lereng timbunan tidak longsor dan penurunan timbunan harus tidak berlebihan. Pekerjaan timbunan yang sering dijumpai dalam kegiatan konstruksi salah satunya adalah pembuatan jalur ganda kereta api. Hasil penelitian menunjukkan . sistem Klasifikasi AASHTO maka material tanah timbunan termasuk kelompok A-3, merupakan jenis tanah pasir halus, yaitu termasuk jenis tanah sangat baik sampai baik yang dapat digunakan sebagai material sub grade pada konstruksi jalan. Hasil pengujian pemadatan dan CBR menunjukan bahwa material Quarry dari lokasi Kepoh, Pion dan Brawiajaya direkomendasikan untuk digunakan sebagai tanah timbunan.

**Kata kunci:** Jalur rel ganda KA; Kepadatan tanah; Tanah timbunan

## ABSTRACT

*Embankment is a method or method along with the material used in earthworks that aims to equalize or level a land elevation. Embankment is divided into 2 types, namely ordinary embankment and optional embankment, both of which are the same but the difference is only in the type of embankment material. The road embankment structure must be designed and built so that the embankment slope does not landslide and the embankment settlement must not be excessive. Embankment work that is often encountered in construction activities is one of them is the manufacture of double track railways. The results showed that the AASHTO Classification system, the embankment soil material belongs to group A-3, which is a type of fine sand soil, which includes very good to good soil types that can be used as sub grade material in road construction. The compaction and CBR test results show that the Quarry material from the Kepoh, Pion and Brawiajaya locations is recommended to be used as backfill soil.*

**Keywords:** Double railroad track; Soil density; Embankment soil

## 1. PENDAHULUAN

Kereta api menjadi salah satu jenis dari alat transportasi yang dapat memenuhi sistem transportasi massal yang baik. 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 terkait dengan perjalanan kereta api. Potensi masalah adalah kekuatan tanah timbunan untuk dilewati kereta api. Untuk itu perlu diperhitungkan kekuatan dukung tanah timbunan maupun tanah dasar di kawasan tersebut. Salah satu unsur terpenting

Corresponding Author:  
✉ Nuraida  
Accepted on: 2023-12-04

yang harus diperhatikan dalam pekerjaan jalur ganda KA adalah karakteristik tanah timbunan. Timbunan adalah suatu cara atau metode beserta materialnya yang digunakan dalam pekerjaan tanah yang bertujuan untuk menyetarakan atau levelling suatu elevasi tanah. Timbunan dibagi menjadi 2 jenis yaitu timbunan biasa dan timbunan pilihan, keduanya sama namun perbedaan hanya terdapat dari jenis material timbunannya. Struktur timbunan jalan harus dirancang dan dibangun agar lereng timbunan tidak longsor dan penurunan timbunan harus tidak berlebihan.

Hal ini dapat diatasi dengan melakukan timbunan tanah di atas lapisan tanah asli dengan tanah yang memiliki potensi daya dukung memadai. Jenis tanah inilah yang dinamakan tanah timbunan dan hingga saat ini mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi untuk berbagai keperluan dalam bidang teknik sipil. Gambaran di atas menunjukkan bahwa tanah dan disiplin ilmu teknik sipil merupakan dua hal yang sangat erat kaitannya. Dalam penelitian kali ini, peneliti mencoba meneliti tanah timbunan yang berasal dari Klaten dan Boyolali. Material timbunan yang digunakan timbunan Kepoh, timbunan Pion dan timbunan Brawijaya. Dengan demikian, diperlukan suatu penelitian pada suatu daerah atau lokasi untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis dari suatu jenis tanah timbunan sebagai parameter penentuan daya dukung. Berdasarkan hasil uji laboratorium pada lokasi titik pengambilan sampel, dapat diketahui potensi dan pemanfaatan material tanah timbunan sesuai kebutuhan untuk konstruksi sipil di Wilayah Klaten dan Boyolali, dengan memperhatikan dampak lingkungan dari penggalian pada lokasi material tanah timbunan tersebut.

## 2. MATERIAL DAN METODE

### 2.1 Tanah Timbunan

Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade*. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material existing *subgrade* yang tidak memenuhi syarat. Ketentuan kepadatan tanah timbunan lapisan tanah yang lebih dalam dari 20 cm di bawah elevasi dasar perkerasan dan tanah dasar timbunan harus dipadatkan dalam lapisan-lapisan timbunan dengan ketebalan maksimum 20 cm dan tidak boleh kurang dari 10 cm, sampai 95% dari kepadatan kering maksimum sebagai ditentukan dalam SNI 03-1742-1989.

### 2.2 Metode Penelitian

Sampel tanah yang diambil merupakan material tanah yang umum digunakan oleh masyarakat setempat sebagai material tanah timbunan. Sampel tanah diambil pada tiga titik lokasi yaitu timbunan Kepoh, timbunan Pion dan timbunan Brawijaya di Wilayah Klaten dan Boyolali. Untuk pengujian laboratorium, sampel tanah diambil dengan kedalaman kira-kira 50 cm dari permukaan tanah. Pada kondisi tidak terganggu (*undisturbed sample*) sampel tanah diambil dengan menggunakan tabung. Pada kondisi tanah terganggu (*disturbed sample*) sampel tanah diambil dalam bentuk bongkahan secara manual menggunakan sekop dan cangkul, dimasukkan dalam karung dan ditutup rapat.

Pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, menggunakan acuan standar ASTM dan SNI. Pengujian yang dilakukan terhadap sampel material tanah timbunan :

1. Sifat-sifat fisik tanah terdiri dari :
  - a. Pengujian kadar air tanah asli (*moisture content test*)
  - b. Pengujian berat jenis (*specific gravity test*)
  - c. Pengujian berat volume tanah (*Unit Weight Volume*)
  - d. Pengujian analisa saringan (*sieve analysis test*)

Material tanah timbunan untuk konstruksi jalan rel kereta api, maka pengujian sifat mekanis yang dilaksanakan adalah pengujian pemadatan (*Compaction test*) serta pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian

Hasil uji sifat-sifat fisik dan mekanis tanah pada tiga titik sampel tanah sebagai lokasi sampel tanah timbunan Kepoh, timbunan Pion dan timbunan Brawijaya di Wilayah Klaten dan Boyolali, diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik dan Mekanis Tanah Timbunan

No	Jenis Pengujian	Satuan	Quarry Kepoh	Quarry 3 Pion	Quarry Ghani Brawijaya
<b>Sifat Fisis</b>					
1.	Kadar Air (w)	%	11,594	9,253	7,034
2.	Berat Jenis	Gs	2,658	2,671	2,684
3.	Berat Isi Tanah Basah ( $\gamma_b$ )	Gr/Cm <sup>3</sup>	1,979	2,071	1,986
4.	Berat Isi Tanah Kering ( $\gamma_d$ )	Gr/Cm <sup>3</sup>	1,78	1,89	1,86
5.	Gradasi Lolos #200		0,79	1,33	0,15
<b>Sifat Mekanis</b>					
5.	Proctor Standart				
	$\gamma_d$ maks	Gr/Cm <sup>3</sup>	1,65	1,749	1,79
	$W_{Opt}$	%	15,55	10,20	13,20
6.	CBR				
	<i>Unsoaked</i>	%	42,29	29,61	39,76
	<i>Soaked</i>	%	27,07	23,68	19,45

#### 3.2 Pembahasan

Berdasarkan AASHTO Classification System, dengan menggunakan kriteria yang tercantum dalam table AASTHO untuk klasifikasi tanah sebagai lapisan tanah dasar jalan raya (Das, 1985) presentase lolos saringan no 200 lebih kecil dari 10 % (maks. 35%), maka material tanah timbunan termasuk kelompok A-3, merupakan jenis tanah pasir halus, yaitu termasuk jenis tanah sangat baik sampai baik yang dapat digunakan sebagai material sub grade pada konstruksi tanah timbunan Tabel 2.

**Tabel 2** Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi kelompok	Tanah berbutir (35 % atau kurang lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa saringan (% lolos)							
No. 10	≤ 50						
No. 40	≤ 30	≤ 50	≤ 51				
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Sifat-sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas cair (LL)				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
Indeks plastis (PI)		Maks. 6	NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Indeks Kelompok	0	0	0	0			≤ 4
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah,		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			

	kerikil & pasir		
Penilaian sebagai bahan tanah dasar		Sangat baik sampai baik	

Berdasarkan sistem klasifikasi *Unified Soil Classification Sistem* (USCS), dengan prosentase lolos saringan No 200 lebih kecil dari 10 % (maks. 50 %), maka dapat dikatakan material tanah timbunan tersebut termasuk jenis tanah berbutir kasar, termasuk dalam klasifikasi tanah pasir berlanau atau campuran pasir - lanau (SM). Berdasarkan sistem klasifikasi *Unified Soil Classification Sistem* (USCS), dengan prosentase lolos saringan No 200 lebih kecil dari 10 % (maks. 50 %), maka dapat dikatakan material tanah timbunan tersebut termasuk jenis tanah berbutir kasar, termasuk dalam klasifikasi tanah pasir berlanau atau campuran pasir - lanau (SM). Dengan memperhatikan kriteria yang terdapat pada kedua klasifikasi tanah tersebut (AASHTO dan USCS), maka tanah timbunan pada ruas jalan tersebut merupakan material tanah pasir, dimana dimungkinkan pasir yang terkandung pada tanah timbunan tersebut lebih dominan tanah pasir halus dibandingkan tanah pasir sedang atau pasir kasar. Hal ini memang merupakan jenis tanah dari suatu material tanah timbunan.

Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan di atas untuk timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu yang tergantung dari maksud penggunaannya, seperti diperintahkan atau disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus, bila diuji sesuai dengan SNI 03-1744-1989, memiliki CBR paling sedikit 10.% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan sampai 100.% kepadatan kering maksimum sesuai dengan SNI 03-1742-1989. Pada penelitian ini, nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR tanpa rendaman. Nilai CBR berhubungan langsung dengan gradasi butiran. Semakin banyak kandungan butiran kerikil dan pasir maka semakin besar nilai CBRnya. Nilai CBR ini akan besar jika banyak mengandung butiran kasar seperti pasir, Seperti yang ditunjukkan dalam tabel 1, nilai CBR paling tinggi adalah timbunan Kepoh memiliki nilai 42,90% dan nilai CBR paling rendah adalah timbunan Pion memiliki nilai 29.61%.

Tanah timbunan yang berasal dari ketiga lokasi ini direkomendasikan untuk digunakan sebagai tanah timbunan. Hasil pengujian mekanis tanah menggunakan standar proktor dan modifikasi digunakan sebagai acuan untuk pekerjaan kepadatan tanah dilapangan, dan dilakukan pengujian *Sandcone* untuk mendapatkan derajat kepadatan (%) diatas 95%  $\gamma_{dry\ max}$ . (Spesifikasi pekerjaan tanah timbunan). Dengan demikian, material tanah timbunan yang belum dimanfaatkan oleh masyarakat secara ekonomi, setelah penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan potensinya sehingga dapat menambah penghasilan penduduk disekitar lokasi tersebut dan dapat meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD) pada daerah tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

*Quarry* yang berasal dari tiga lokasi yang berbeda ini direkomendasikan untuk digunakan sebagai tanah timbunan. Hasil pengujian mekanis tanah menggunakan standar proktor dan modifikasi digunakan sebagai acuan untuk pekerjaan kepadatan tanah dilapangan, dan dilakukan pengujian *Sandcone* untuk mendapatkan derajat kepadatan (%) diatas 95%  $\gamma_{dry\ max}$ . Setelah penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan potensinya sehingga dapat meningkatkan pendapatn asli daerah (PAD) pada daerah tersebut.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Menteri Perhubungan. “Jalur Kereta Api ( Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 52 Tahun 2000 )”. *Jakarta : Kementrian Perhubungan*. 2000.
- [2] Spesifikasi Umum Bina Marga, “Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan”, *Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum*. 2018.
- [3] DPU, “Pelatihan Site Inspector of Bridge Modul”, p. 2. 2006.
- [4] Hary Christiady Hardiyatmo. “Pemeliharaan Jalan Raya” *Gajah Mada University Press*. 2007.
- [5] Braja M.Das, “Mekanika Tanah 1”, *Erlangga, Jakarta*, 1998
- [6] Hardiyatmo, H. C. “Mekanika Tanah 1”. *PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta*. 2002.
- [7] Bowles, E. J. “Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)”. *PT. Erlangga. Jakarta*. 1991.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-1976-1990 Metode Koreksi Untuk Pengujian Pemadatan Tanah yang Mengandung Butir Kasar”, *BSN*. 1990,
- [9] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-1743-1989 Metode Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah”, *BSN*. 1990,
- [10] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-1742-1989 Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah”, *BSN*. 1990,
- [11] Perusahaan Jawatan Kereta Api. “Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986)”. *Bandung : Perusahaan Jawatan Kereta Api*, 1986.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 1964:2008 Metode Pengujian Berat Jenis Tanah”, *BSN*. 2008,
- [13] Badan Standarisasi Nasional, “SNI ASTM C136:2012 Metode Pengujian Pengujian Sieve analysis”, *BSN*. 2012.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-1965-1990 Metode Pengujian Kadar Air Tanah”, *BSN*. 1990
- [15] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-3637-1994 “Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji”, *BSN*. 1994.
- [16] Badan Standarisasi Nasional, , “SNI 1742:2008 Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah”, *BSN*. 2008
- [17] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-3637-1994 Metode uji CBR Laboratorium”, *BSN*, 1994.
- [18] ASTM D-2216-71 “Standard Test method for Laboratory Determination For Water”
- [19] Day, Robert W, “Foundation Engineering Handbook” *ISBN 0-07-144769-5*, 1082. 2006.