

APLIKASI LIMBAH SLAG BAJA SEBAGAI MATERIAL STABILISASI TANAH JALAN TANPA PERKERASAN (STUDI KASUS: ACCESS ROAD TERSUS BIA KM. 89+000 MERAOKE)

Fadhila Muhammad Libasut Taqwa^{1*}, Eri Susanto Hariyadi², Redho Mukhtadir³, dan Feril Hariati⁴

^{1*,3,4} Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. Sholeh Iskandar KM. 2, Kd. Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor

² Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kec. Coblong, Kota Bandung

e-mail: fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id^{1*}; erisdi@yahoo.com²; redhomuktadir@uika-bogor.ac.id³; feril.hariati@uika-bogor.ac.id⁴;

ABSTRAK

Terak baja merupakan material limbah yang dihasilkan selama proses pembuatan baja sebagai produk sampingan. Terak baja merupakan limbah industri yang dihasilkan dari tungku busur listrik yang terakumulasi dan menyebabkan masalah lingkungan. Oleh karena itu, sangat penting untuk meminimalkan pembuangan limbah guna mengurangi luas area TPA dan biaya pembuangan serta dampaknya terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini, limbah terak baja dimanfaatkan sebagai material stabilisasi tanah dasar pada perkerasan jalan tanpa lapis penutup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan perilaku tanah dasar yang dicampur dengan limbah *slag* baja dalam komposisi tertentu, dilanjutkan pada tahap uji aplikasi skala penuh di lapangan, sehingga dapat memperoleh data perilaku tanah yang telah distabilisasi. Penelitian dilakukan dalam 2 (dua) tahap, yaitu pengujian parameter tanah terstabilisasi, dan pengujian skala penuh di *access road* Tersus BIA, Kab. Meraoke, provinsi Papua Selatan. Dari pengujian laboratorium, diperoleh nilai parameter mekanik tanah asli, tanah distabilisasi dan desain kadar campuran (*mix design*) tanah dan terak baja paling optimum. Berdasarkan hasil pengujian di lapangan, diperoleh kesimpulan bahwa terjadi peningkatan kepadatan tanah dasar, dari 1,61 gr/cm³ (tanah asli) menjadi 2,09 gr/cm³ (tanah + *slag*), sedangkan nilai CBR pada lapisan perkerasan jalan (*base coarse*) berkisar antara 72,5% – 100%, dengan rata – rata sebesar 91,2%. Dengan demikian, nilai kekokohan CBR tanah telah memenuhi nilai minimum 85%. Nilai CBR di sisi kanan jalan (*base coarse*) berkisar antara 24,7% – 94,1%, dengan rata – rata sebesar 63,8%. Dengan demikian, nilai kekokohan CBR tanah belum memenuhi nilai minimum 85%, sehingga perlu dilakukan perbaikan pada lapis perkerasan jalan, berupa penambahan agregat dan pemadatan ulang.

Kata Kunci: *terak baja, stabilisasi tanah, desain kadar campuran (mix design), uji skala penuh, lapis perkerasan jalan, sub-grade.*

1. PENDAHULUAN

Limbah atau produk sampingan industri semakin banyak digunakan sebagai material alternatif yang berhasil menggantikan bahan baku alami. Daur ulang dan pemanfaatan material ini mengarah pada pelestarian sumber daya alam, pengurangan beban TPA yang signifikan, dan perlindungan lingkungan. Daur ulang material limbah sejalan dengan tujuan utama bangunan hijau, yaitu penerapan proses yang ramah lingkungan dan hemat sumber daya. (Gostecnik et al., 2020)

Selama proses pembuatan baja, dihasilkan sejumlah besar material limbah, seperti terak (*slag*) tungku busur listrik (*Electric Arc Furnace / EAF*), terak sendok, dan debu filter *EAF*. Terak baja merupakan limbah industri yang dihasilkan dari tungku busur listrik yang terakumulasi dalam jumlah besar, dan dapat menyebabkan masalah lingkungan. Oleh karena itu, sangat penting untuk meminimalkan pembuangan limbah guna mengurangi luas area TPA dan biaya pembuangan serta dampaknya terhadap lingkungan. Pemanfaatan limbah terak baja sebagai material stabilisasi tanah menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah terak baja, mengingat bahwa pembangunan infrastruktur transportasi, terutama konstruksi jalan yang melintasi kawasan dengan tingkat daya dukung tanah yang rendah. (Abd Alhay & Jassim, 2020; Ardiyanti & Andajani, 2014; Kabeta & Lemma, 2023)

Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang bertujuan untuk memperbaiki sifat dasar tanah supaya daya dukung tanah menjadi lebih stabil dan daya dukung tanah tersebut menjadi lebih besar sehingga mampu menahan beban yang bekerja di atasnya. (Hardiyatmo, 2016) Metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah stabilisasi mekanis, stabilisasi kimiawi, stabilisasi mineral dan stabilisasi hidroliks. Stabilisasi mekanis adalah penambahan kekuatan dan daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Stabilisasi hidroliks adalah suatu teknik modifikasi yang biasa dipakai untuk mempercepat proses konsolidasi pada suatu tanah seperti dengan cara penambahan *vertical drain* dan beban. Sedangkan stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat – sifat yang kurang menguntungkan dari tanah. (Ali et al., 2019; Insan et al., 2019).

Kesimpulan yang telah dihasilkan dari penelitian-penelitian mengenai pemanfaatan limbah terak sebagai bahan stabilisasi tanah dasar adalah bahwa tanah yang telah distabilisasi dengan campuran terak dengan kadar tertentu memiliki daya dukung *CBR* yang lebih tinggi (Laksono & Rusdiyansyah, 2022), nilai parameter kuat geser tanah yang baik (Al-Bared et al., 2019; Alfansyah & Kusumastuti, 2020), serta meningkatkan nilai kuat tekan tak-terkompresi (Kusuma et al., 2024; Taqwa & Irfan, 2020) apabila dibandingkan dengan tanah tanpa campuran.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terbatas pada pengujian sampel di laboratorium saja, dan tidak

dilanjutkan ke tahap uji skala penuh. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengungkap berbagai karakteristik dan perilaku tanah dasar yang dicampur dengan limbah *slag* baja dalam komposisi tertentu sehingga dapat bermanfaat untuk pekerjaan konstruksi sipil di masa mendatang, yang kemudian dilanjutkan pada tahap uji aplikasi skala penuh di lapangan, sehingga dapat memperoleh data perilaku tanah yang telah distabilisasi. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat dalam meningkatkan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah *slag* baja yang diharapkan dapat menggantikan penggunaan material konstruksi yang berasal dari sumber daya alam.

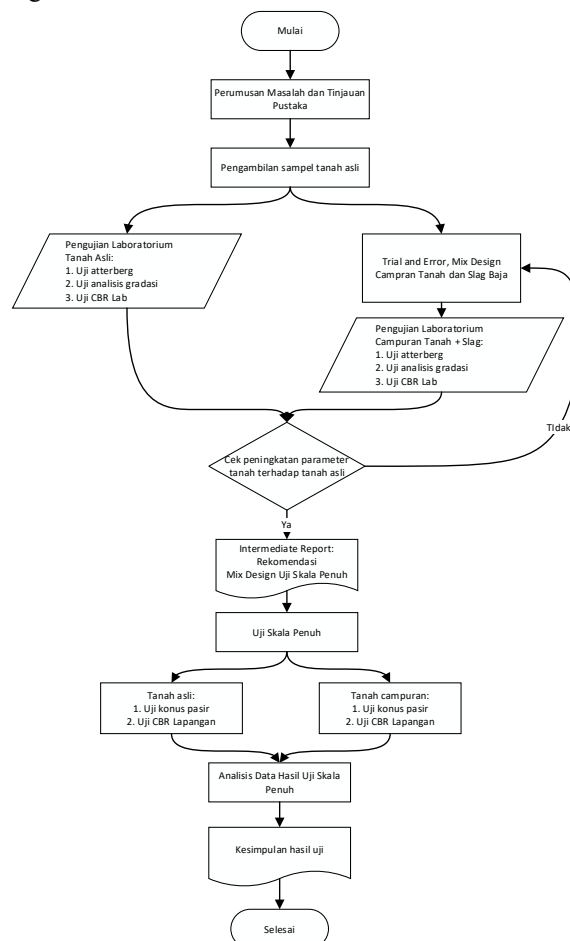
2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di area Terminal Khusus (Tersus) PT. BIA, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan. Sampel tanah dasar diambil di lokasi pengujian, sedangkan limbah *slag* baja berasal dari kawasan industri baja Cilegon, Provinsi Banten. Pengujian parameter tanah asli dan campuran tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah di Kota Bandung.

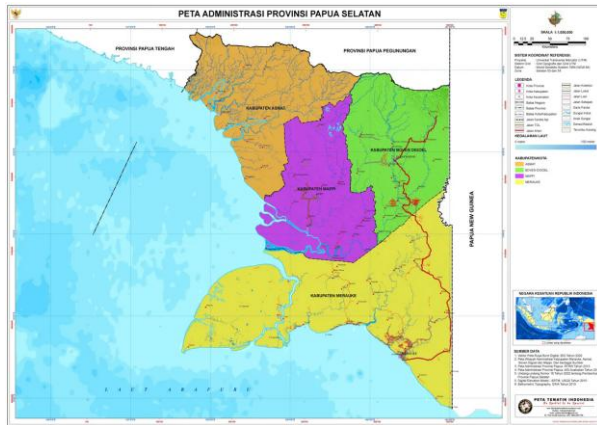
Tahapan metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tahap pengujian parameter fisik tanah asli, meliputi uji kadar air alami (SNI 03-1965-2008), uji berat jenis spesifik (SNI 03-1964-2008), analisis saringan (SNI 03-3423-2008), serta uji batas-batas Atterberg yang terdiri dari batas cair (SNI 03-1967-2008), batas plastis dan Indeks Plastisitas (SNI 03-1966-2008), serta pengujian kekokohan tnaah dengan metode CBR Laboratorium (SNI 03-1744-2008) (Chayati & Taqwa, 2021; Taqwa et al., 2019).
2. Pengujian sampel terak baja, masing-masing dengan diameter maks. 25 mm, maks. 50 mm dan maks. 75 mm.
3. Tahap perencanaan campuran, dan pengujian parameter fisik tanah pada setiap jenis sample campuran.
4. Pengolahan data hasil uji laboratorium dan penentuan kadar campuran rencana.
5. Aplikasi skala penuh di lokasi penelitian.
6. Pengujian CBR lapangan dan uji konus pasir pada lapis perkerasan.
7. Analisis data dan kesimpulan akhir.

Tahapan penelitian dapat diperlihatkan pada diagram alir pada gambar 1, sedangkan lokasi pengujian skala penuh diperlihatkan pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 5 Diagram alir penelitian



Gambar 6 Lokasi penelitian pada peta Prov. Papua Selatan



Gambar 7 Trase jalan lokasi uji skala penuh

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Sampel Tanah Asli dan Limbah Terak Baja

Hasil pengujian terhadap sampel tanah asli diperlihatkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 10 Properti fisik tanah dasar

Description	Unit	Soil Sample	Slag Max 8 mm	Slag Max 25 mm	Slag Max 75 mm
A. Uji Gradasi					
Ukuran butir maksimum	mm	25	9,5	50	75
Kerikil (<i>gravel</i>)	%	22,91	4,34	80,87	68,76
Pasir (<i>sand</i>)	%	72,20	94,09	18,79	30,91
- Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	%	53,57	50,79	15,04	25,32
- Pasir menengah (<i>medium sand</i>)	%	12,58	18,41	1,39	2,2
- Pasir halus (<i>fine sand</i>)	%	6,04	24,89	2,37	3,38
Lempung (<i>clay</i>)	%	4,89	1,57	0,34	0,33
Koef. Keceragaman (<i>Cu</i>)		9,00	8,06	5,2	8
Koef. Gradasi (<i>Cc</i>)		0,75	0,96	1,16	0,63
B. Berat Spesifik (<i>Specific Gravity</i>)		2,31			
<i>Bulk Specific Gravity</i>			3,42	3,17	3,15
<i>SSD Specific Gravity</i>			3,5	3,21	3,19
<i>Apparent Specific Gravity</i>			3,7	3,3	3,29
<i>Effective Specific Gravity</i>			3,56	3,24	3,22
<i>Absorption</i>			2,16%	1,21%	1,39%
C. Material lolos saringan #200	%	7,56	3,41	2,56	1,03
D. Uji Batas Atterberg			NP	NP	NP
Batas cair, <i>LL</i>	%	49,39			
Batas plastis, <i>PL</i>	%	39,85			
Indeks Plastisitas, <i>PI</i>	%	9,55			
Batas susut, <i>SL</i>	%	31,91			
E. <i>Sand Equivalent</i>	%	84,32	84,32		
F. <i>Abrasion Test with LA machine 500 Rotation</i>	%			25,54	
G. Gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah hancur	%		0,59	0,15	0,16
H. Uji angularitas	%		44,55	100/100	100/100

(Sumber: Hasil uji Lab Mekanika Tanah, 2023)

Berdasarkan tabel 1 di atas, diperlihatkan bahwa sampel tanah asli merupakan tanah berbutir kasar bercampur fraksi halus (*clayey sand/SC*), dengan plastisitas tinggi. Pada tabel 1 diperlihatkan pula parameter fisika dari terak baja, masing-masing dengan diameter maks. 25 mm, maks. 50 mm dan maks. 75 mm.

Desain Campuran Tanah (*Mix Design*)

Berdasarkan hasil pengujian parameter fisik tanah asli, maka dilakukan pencampuran tanah asli dan *slag* baja, dengan komposisi material sebagai berikut:

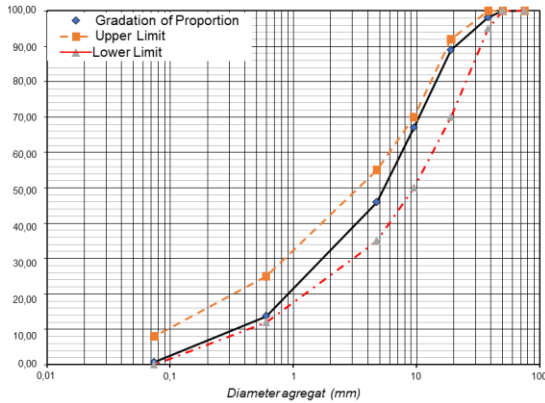
Tabel 11 Kadar campuran tanah – terak baja

Material	SNI 8379-2017	Spesifikasi Bina Marga 2018
----------	---------------	-----------------------------

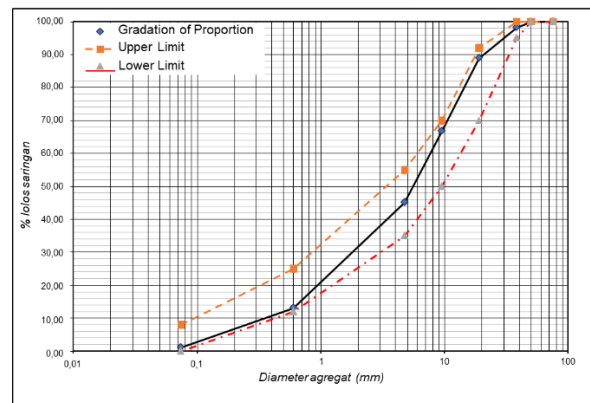
	Komposisi 1	Komposisi 2	Komposisi 3	Komposisi 4
Terak baja maks. 75 mm	0%	0%	0%	0%
Terak baja maks. 50 mm	65%	65%	50%	65%
Terak baja maks. 25 mm	35%	30%	20%	30%
Tanah asli	0%	5%	30%	5%

(Sumber: Hasil uji Lab Mekanika Tanah, 2023)

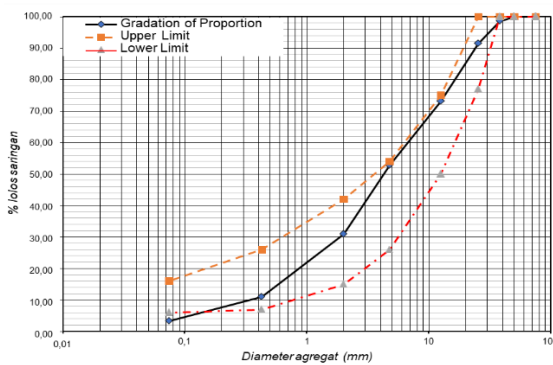
Hasil pengujian analisis gradasi diperlihatkan pada gambar-gambar di bawah ini



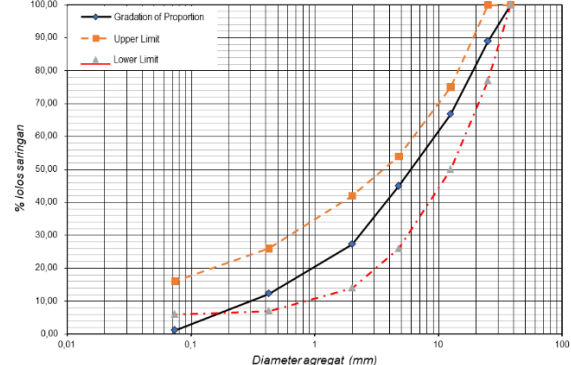
Gambar 8 Kurva gradasi komposisi 1



Gambar 9 Kurva gradasi komposisi 2



Gambar 10 Kurva gradasi komposisi 3

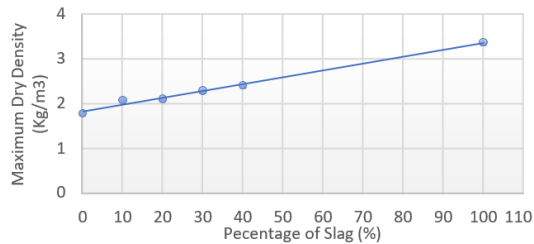


Gambar 11 Kurva gradasi komposisi 4

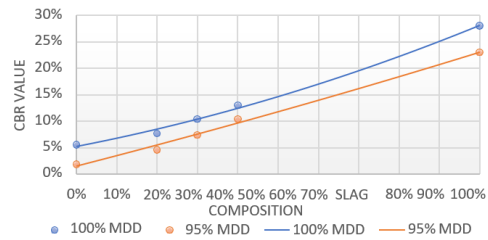
Dari gambar di atas, diperlihatkan bahwa setiap komposisi campuran telah memenuhi spesifikasi SNI 8379:2017 dan Bina Marga 2018. Pengujian dilanjutkan dengan uji parameter mekanik setiap komposisi campuran. Hasil parameter mekanik campuran tanah diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 12 Hasil uji parameter mekanik komposisi campuran

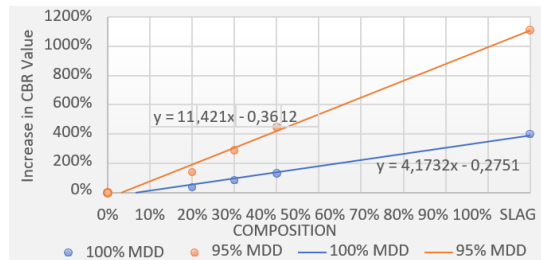
Keterangan	Soil	Soil +Slag 20%	Soil +Slag 30%	Soil +Slag 40%	Slag
A. Uji Batas Atterberg					
Batas cair, <i>LL</i> (%)	49.39	33.87	32.66	32.38	NP
Batas plastis, <i>PL</i> (%)	39.85	29.2	28.21	28.02	NP
Indeks Plastisitas, <i>PI</i> (%)	9.55	4.67	4.45	4.36	NP
Batas susut, <i>SL</i> (%)	31.91	25.46	24.79	24.68	NP
B. Uji kepadatan laboratorium					
<i>Optimum Moisture Content (OMC)</i> (%)	20	19.15	17	16.6	8
<i>Maximum Dry Density (MDD)</i> (gr/cm ³)	1.8	2.125	2.30	2.22	3.38
C. CBR Laboratorium					
100% <i>MDD</i> (%)	5.6	7.7	10.4	13	28
95% <i>MDD</i> (%)	1.9	4.6	7.4	10.4	23
D. Swelling after soaking 4 days					
at 10 blows (%)	0.26	0.124	0.101	0.068	0.051
at 25 blows (%)	0.2	0.113	0.084	0.056	0.034
at 65 blows (%)	0.08	0.068	0.056	0.039	0.023



Gambar 12 Proyeksi kepadatan kering tanah maks. (100% MDD) terhadap kadar terak



Gambar 13 Proyeksi nilai CBR akibat penambahan kadar terak pada 100% MDD dan 95% MDD

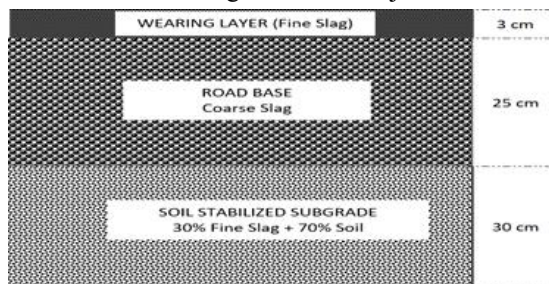


Gambar 14 Proyeksi peningkatan nilai CBR akibat penambahan kadar terak pada 100% MDD dan 95% MDD (sumber: analisis hasil uji, 2023)

Pada gambar-gambar di atas, dapat diperlihatkan bahwa dengan penambahan kadar terak baja, maka terjadi peningkatan nilai parameter mekanik tanah, seperti peningkatan nilai kepadatan kering tanah (*MDD*), dan nilai CBR. Berdasarkan tabel, nilai campuran *soil* + 30% *slag* mengalami peningkatan yang lebih tinggi. Dengan demikian, komposisi *soil* +30% *slag* akan dipergunakan sebagai material *sub-grade*, sedangkan material fondasi jalan akan menggunakan material *coarse slag*.

Desain lapis perkerasan yang akan diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Lapisan stabilisasi *slag-tanah* (untuk *sub-grade*) dipadatkan per lapisan hingga mencapai kedalaman 30 cm.
2. Lapis pondasi jalan (*base*) berupa *coarse slag* dia. 10 - 75 mm, dipadatkan hingga ketebalan 25 cm.
3. Lapis aus (*wearing layer*) berupa *fine slag* dia. 0,1 – 1 mm yang dipadatkan diterapkan untuk mengurangi erosi, juga berfungsi sebagai lapis kedap air.
4. Potongan melintang jalan harus memiliki kemiringan 3% dari as jalan.



Gambar 15 Desain rencana lapis perkerasan

Uji Skala Penuh

Uji skala penuh aplikasi limbah *slag* baja dilakukan di jalan penghubung antara pabrik pengolahan kelapa sawit PT. BIA yang terletak di distrik Muting, Kab. Papua dan dermaga Terminal Khusus (Tersus) BIA di tepi sungai Digul, Asiki, Kab. Boven Digoel, Prov. Papua Selatan. Uji skala penuh dilaksanakan di STA. 89+000, dengan pj. 300 meter dan lebar jalan 8,0 meter.

Metode pelaksanaan

Metode pelaksanaan uji skala penuh di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Pada lapisan *sub-grade*, dipergunakan campuran dengan kadar 70% tanah asli, dan 30% terak baja. Dengan demikian pada setiap unit area 4,0 x 40,0 m² dengan kedalaman galian tanah 30 cm, akan dipersiapkan material terak baja sebanyak 30 m³.
2. Tahap penggalian tanah asli dengan kedalaman 30 cm.
3. Material terak baja disebarakan di atas lubang galian tanah, dan dicampurkan dengan tanah hasil galian untuk ditimbun kembali sebagai lapis *sub-grade*.
4. Pemadatan *sub-grade* jalan tanah terstabilisasi.
5. Pengulangan tahap 2 – 4, pada unit area berikutnya.

6. Penghamparan dan pemadatan lapis fondasi atas (*road base*), *coarse slag*, pj. 300 m, lb. 8,0 m, tb. 0,25 m.
7. Penghamparan dan pemadatan lapis aus (*wearing coarse*), campuran *coarse slag* dan *fine slag*, pj. 300 m, lb. 8,0 m, tb. 3 cm.

Tahapan pelaksanaan diperlihatkan pada gambar-gambar di bawah ini



Gambar 16 Tahap pelaksanaan uji skala penuh

Uji Parameter Tanah Lapangan

Pengujian parameter mekanik tanah di lokasi penelitian berupa uji konus pasir, dan uji CBR lapangan dengan metode DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Uji konus pasir dilakukan pada lapisan tanah asli, lapis *sub-grade*, dan lapis *road base*.



Gambar 17 Pelaksanaan uji parameter mekanik di lapangan

Hasil pengujian konus pasir diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 13 Hasil pengujian *sand cone*

No. Titik	Koordinat	Jenis Material	Berat isi tanah basah (gr/cm^3)	Berat isi tanah kering (gr/cm^3)	Derajat Kepadatan Lapangan (%)	Ket.
SC – 00 0+010 (ki)	S: 6°40'34.814" E: 140°24'03.774"	Tanah Asli	1,69	1,42	79,14	Kontrol
SC – 01 0+010 (ki)	S: 6°40'34.814" E: 140°24'03.774"	Campuran Soil + <i>Finer</i>	2,34	2,10	91,16	OK
SC – 02 0+050 (ki)	S: 6°40'36.222" E: 140°24'03.730"	Campuran Soil + <i>Finer</i>	2,36	2,14	92,86	OK
SC – 03 0+200 (ki)	S: 6°40'37.805" E: 140°24'04.644"	<i>Coarse Aggregate</i>	3,33	3,15	93,22	OK
SC – 04 0+275 (ki)	S: 6°40'41.752" E: 140°24'04.644"	Campuran Soil + <i>Finer</i>	2,29	2,29	91,85	OK
SC – 05	S: 6°40'37.805"	<i>Coarse</i>	3,39	3,14	92,79	OK

0+275 (ki)	E:	140°24'04.644"	Aggregate				
SC – 06	S:	6°40'35.810"	Campuran Soil + Finer	2,26	2,16	93,79	OK
0+075 (ka)	E:	140°24'04.887"					
SC – 07	S:	6°40'40.090"	Campuran Soil + Finer	2,23	2,09	90,97	OK
0+150 (ka)	E:	140°24'04.790"					
SC – 08	S:	6°40'35.774"	Coarse	3,26	3,16	93,54	OK
0+100 (ka)	E:	140°24'03.948"	Aggregate				
SC – 09	S:	6°40'37.331"	Coarse	3,29	3,14	92,86	OK
0+225 (ka)	E:	140°24'04.339"	Aggregate				
SC – 10	S:	6°40'37.331"	Coarse	3,34	3,07	90,92	OK
0+300 (ka)	E:	140°24'04.339"	Aggregate				

(Sumber: Hasil Pengujian, 2023)

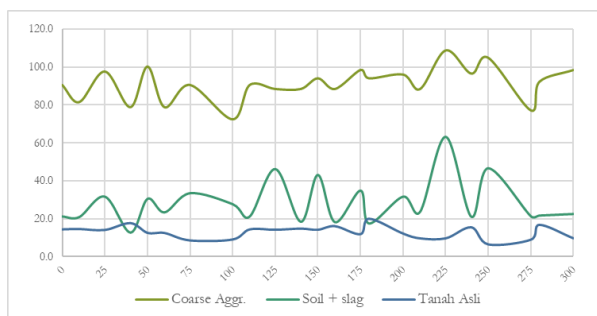
Berdasarkan tabel di atas, diperlihatkan bahwa terdapat peningkatan nilai kepadatan kering lapangan. Pada tanah asli, nilai kepadatan kering adalah sebesar 1,4 gr/cm³, dengan derajat kepadatan sebesar 79,1%. Nilai kepadatan kering tanah yang telah distabilisasi adalah sebesar 2,3 gr/cm³, dengan derajat kepadatan sebesar 91,2%.

Hasil pengujian CBR dengan metode DCP diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

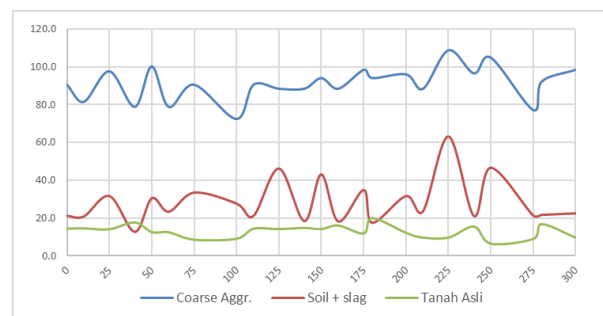
Tabel 14 Hasil pengujian DCP 7 hari setelah pekerjaan

No. Titik	STA.	Nilai CBR Lapisan (%)			STA.	Nilai CBR Lapisan (%)		
		Coarse Aggr.	Soil + slag	Tanah Asli		Coarse Aggr.	Soil + slag	Tanah Asli
DCP – 01	0+025 (ki)	97,7	31,7	14,1	0+025 (ka)	74,7	34,8	18,5
DCP – 02	0+050 (ki)	100,3	30,5	12,6	0+050 (ka)	83,3	61,3	22,5
DCP – 03	0+075 (ki)	90,6	33,5	8,6	0+075 (ka)	64,5	22,6	12,4
DCP – 04	0+100 (ki)	72,5	27,7	9,1	0+100 (ka)	56,4	14,3	12,9
DCP – 05	0+125 (ki)	88,5	46,3	14,2	0+125 (ka)	88,4	46,4	14,2
DCP – 06	0+150 (ki)	94,1	43,2	14,2	0+150 (ka)	94,1	43,2	14,2
DCP – 07	0+175 (ki)	98,5	34,9	11,9	0+175 (ka)	60,2	19,9	7,7
DCP – 08	0+200 (ki)	96,1	31,7	12,2	0+200 (ka)	59,9	14,3	4,5
DCP – 09	0+225 (ki)	108,8	63,3	9,7	0+225 (ka)	31,4	14,5	3,6
DCP – 10	0+250 (ki)	104,9	46,7	6,5	0+250 (ka)	24,7	17,7	5,2
DCP – 11	0+275 (ki)	77,2	21,3	9,0	0+275 (ka)	51,9	13,5	8,8
DCP – 12	0+300 (ki)	98,5	22,5	9,7	0+300 (ka)	42,8	11,2	8,8
DCP – 13	0+000 (ki)	90,6	21,2	14,4	0+000 (ka)	78,9	18,3	17,7
DCP – 14	0+010 (ki)	81,6	20,9	14,6	0+010 (ka)	78,4	17,8	16,8
DCP – 15	0+040 (ki)	78,9	12,7	17,7	0+040 (ka)	92,3	22,9	20,4
DCP – 16	0+060 (ki)	78,9	23,4	12,5	0+060 (ka)	89,8	23,4	19,9
DCP – 17	0+110 (ki)	90,6	21,2	14,4	0+110 (ka)	49,0	14,7	15,8
DCP – 18	0+140 (ki)	88,5	18,4	14,8	0+140 (ka)	85,9	19,4	17,7
DCP – 19	0+160 (ki)	88,5	18,2	16,1	0+160 (ka)	75,6	19,4	17,7
DCP – 20	0+180 (ki)	94,1	17,5	20,0	0+180 (ka)	44,9	13,2	8,1
DCP – 21	0+210 (ki)	88,5	23,7	9,7	0+210 (ka)	43,0	18,2	9,9
DCP – 22	0+240 (ki)	96,6	21,1	15,5	0+240 (ka)	44,0	17,7	11,2
DCP – 23	0+280 (ki)	92,3	21,7	16,8	0+280 (ka)	54,4	16,9	8,4

(Sumber: Hasil Pengujian, 2023)



a) nilai CBR di sisi kiri jalan



b) nilai CBR di sisi kanan jalan

Gambar 18 Nilai CBR setiap lapisan tanah, STA 0+000 – STA 0+300

(sumber: hasil pengujian)

Dari tabel dan gambar 14 di atas, dapat diperlihatkan bahwa Nilai CBR di sisi kiri lapisan perkerasan jalan (*base coarse*) berkisar antara 72,5% – 100%, dengan rata – rata sebesar 91,2%. Dengan demikian, nilai kekokohan CBR tanah telah memenuhi nilai minimum 85%.

Nilai CBR di sisi kanan jalan (*base coarse*) berkisar antara 24,7% – 94,1%, dengan rata – rata sebesar 63,8%. Nilai CBR yang lebih rendah diakibatkan oleh hujan lebat yang terjadi selama proses pelaksanaan penghamparan lapis pondasi *coarse aggregate*. Dengan demikian, nilai kekokohan CBR tanah belum memenuhi nilai minimum 85%. Dalam kondisi ini, diharapkan dilakukan perbaikan pada lapis perkerasan jalan, berupa penambahan agregat dan pemadatan ulang saat kondisi cuaca mendukung.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sampel tanah asli merupakan tanah berbutir kasar bercampur fraksi halus (*clayey sand/SC*), dengan plastisitas tinggi, sedangkan sampel terak baja berada pada rentang butiran kerikil kepasiran (*sandy gravel*), dengan gradasi yang telah memenuhi parameter material lapis pondasi perkerasan jalan.
2. Berdasarkan hasil uji parameter mekanik tanah terhadap campuran tanah + terak baja, komposisi material yang dipergunakan sebagai lapis *sub-grade* adalah campuran tanah + 30% terak baja, Tebal lapisan *sub-grade* tanah terstabilisasi direncanakan sebesar 30 cm.
3. Berdasarkan hasil pengujian konus pasir, telah terjadi peningkatan nilai kepadatan kering lapangan. Pada tanah asli, nilai kepadatan kering adalah sebesar 1,4 gr/cm³, dengan derajat kepadatan sebesar 79,1%. Nilai kepadatan kering tanah yang telah distabilisasi adalah sebesar 2,3 gr/cm³, dengan derajat kepadatan sebesar 91,2%.
4. Berdasarkan hasil pengujian CBR dengan metode DCP, dapat diperlihatkan bahwa Nilai CBR di sisi kiri lapisan perkerasan jalan (*base coarse*) berkisar antara 72,5% – 100%, dengan rata – rata sebesar 91,2%. Dengan demikian, nilai kekokohan CBR tanah telah memenuhi nilai minimum 85%. Namun Nilai CBR di sisi kanan jalan (*base coarse*) berkisar antara 24,7% – 94,1%, dengan rata – rata sebesar 63,8%. Dengan demikian, nilai kekokohan CBR tanah belum memenuhi nilai minimum 85%. Dalam kondisi ini, diharapkan dilakukan perbaikan pada lapis perkerasan jalan, berupa penambahan agregat dan pemadatan ulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Alhay, B. A., & Jassim, A. K. (2020). Steel Slag Waste Applied to Modify Road Pavement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1660(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1660/1/012067>
- Al-Bared, M. A. M., Harahap, I. S. H., Marto, A., Abad, S. V. A. N. K., & Ali, M. O. A. (2019). Undrained Shear Strength and Microstructural Characterization of Treated Soft Soil with Recycled Materials. *Geomechanics and Engineering*, 18(4), 427–437. <https://doi.org/10.12989/gae.2019.18.4.427>
- Alfansyah, M. A., & Kusumastuti, D. P. (2020). Pengaruh Limbah Slag Baja terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Dasar. *Jurnal Forum Mekanika*, 9(2), 52–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.33322/forummekanika.v9i2.1213>
- Ali, U. F., Athipaty, M., Clement, M., & Krishnakumar, P. (2019). Experimental Study on Stabilization of Expansive Soil Using Steel Slag and Fly Ash. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (Ijaret)*, 10(5), 193–199. https://iaeme.com/Home/article_id/IJARET_10_05_021
- Ardiyanti, T., & Andajani, N. (2014). Pengaruh Penambahan Limbah Baja (Slag) pada Tanah Lempung di Daerah Babat Lamongan terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test. *Rekat*, 3(3). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/9095>
- Chayati, N., & Taqwa, F. M. L. (2021). Study of Physical and Mechanical Soil Parameters as In-Situ Embankment Materials on Double Track Rail Road Construction Project between Batu Tulis – Ciomas Station, Bogor. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur Dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)*, 1(1), 73–77. <http://prosiding.uika-bogor.ac.id/index.php/kiijk/article/view/345>
- Gostečnik, M., Šinik, P., Mladenović, A., Ščančar, J., & Milačič, R. (2020). Environmental Impacts of Mixed Aggregates for use in Unbound Layers in Road Construction. *Materials and Geoenvironment*, 67(1), 3–11. <https://doi.org/10.2478/rmzmag-2020-0002>
- Hardiyatmo, H. C. (2016). *Perbaikan Tanah* (Vol. 1, Issue 1). UGM Press.
- Insan, M. K., Hariati, F., & Taqwa, F. M. L. (2019). Studi Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash sebagai Material Stabilisasi Tanah Dasar (Studi Kasus: Pekerjaan Subgrade Untuk Jalan Lingkungan di PLTU Sulawesi Utara II, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 3(2), 1–6. <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/komposit/article/view/3257/1900>
- Kabeta, W. F., & Lemma, H. (2023). Modeling the application of steel slag in stabilizing expansive soil. *Modeling Earth Systems and Environment*, 9(4), 4023–4030. <https://doi.org/10.1007/S40808-023-01734-1/FIGURES/10>
- Kusuma, R. I., Mina, E., Fathonah, W., & Handayani, P. N. (2024). Stabilization of Swamp Soil Using Steel Slag, Fly

- Ash, and Glass Bottle Powder to Determine Unconfined Compressive Strength Test (UCS) Value (Study Case on Kp. Tegal Wangi Street No.62, Rw. Arum, Sub-district Gerogol, Cilegon City, Banten). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 91. <https://doi.org/10.36055/fondasi.v13i1.24838>
- Laksono, H., & Rusdiyansyah, R. (2022). The Effect of Nickel Slag Addition on the California Bearing Ratio (CBR) Value of Soaked Laterite Soils In Central and South Kalimantan Provinces. *Revista Ciencia y Construcción*, 3(2), 38–47. <https://www.researchgate.net/publication/367407400>
- Taqwa, F. M. L., Chayati, N., Alimuddin, A., & Salman, N. (2019). Pemeriksaan Hasil Pelaksanaan Pemasangan Timbunan Tanah di Lokasi Pembangunan Jalan Akses Gardu Induk PLN Kasus Pembangunan Gardu Induk PLN Pd. Indah II Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 3(2), 15–19. <https://doi.org/10.32832/komposit.v3i2.3280>
- Taqwa, F. M. L., & Irfan, A. M. (2020). Studi Uji Kuat Tekan Bebas (UCS) pada Tanah Distabilisasi dengan Fly Ash dan Semen untuk Kontruksi Lapis Fondasi Jalan. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 47–55. <https://tinyurl.com/ucs-aldino>