

REDUKSI NILAI AKTIF MATERIAL GUNUNG DENGAN STABILISASI PADA TIMBUNAN PILIHAN PERKERASAN PERBUTIRAN JALAN RAYA

Kasmir Gon^{1,*})

¹)Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia
Santu Paulus Ruteng

Jln. Jend. Ahmad Yani No. 10 Ruteng, Manggarai, NTT 86518

^{*})Correspondent Author: kasmirgon22@gmail.com

Abstract

The use of selected embankment materials in highway pavement work must meet the technical requirements in accordance with the applicable specifications. One source of mountain material exploited by the general public to meet the needs of residential construction and contractors on government projects is Golo Lalong Village, East Manggarai Regency, NTT Province. From previous research it is known that the mountain material from the quarry is not suitable for selected embankment work on roads because its active value is > 1.25 which is categorized as active material. This research was carried out with the aim of stabilizing the mountain material of Golo Lalong Village with mountain material from Kisol to reduce its active value. With 15% stabilization of Ex Kisol mountain material it is able to reduce the plastic limit value from 9 to 13 to 3 and the percentage passing the Number 200 sieve varies from 5.16% to 6.87%. The active value of the material resulting from the stabilization was reduced significantly from 1.25 to 2.43 become 0.44 to 0.97 so that the Golo Lalong Village mountain material with 15% stabilization of the Ex Kisol mountain material is suitable for use as an embankment option for highway granular pavement.

Keywords: active, road, feasible, material, plasticity, stabilization

PENDAHULUAN

Penyelenggaraan pekerjaan rekayasa sipil seperti pekerjaan perkerasan perbutiran jalan raya dibutuhkan beberapa faktor penting agar perencanaan, perancangan, pelaksanaan, pengawasan, dan pemanfaatan pekerjaan tersebut berlangsung sesuai rencana, terutama pemanfaatannya paling kurang sesuai umur rencana konstruksi sebagaimana disepakati para pihak dalam kontrak kerja konstruksi. Faktor-faktor dimaksud meliputi biaya, tenaga kerja

konstruksi berkualifikasi ahli dan terampil sesuai kebutuhan pekerjaan, peralatan, material konstruksi, dan metode pelaksanaan. Faktor tersebut harus dipandang, dipahami, dan diaplikasikan secara komprehensif karena memiliki keterkaitan erat terhadap hasil pekerjaan yang bermutu (Kementerian PUPR, 2018).

Hal penting yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah material konstruksi pekerjaan perbutiran perkerasan lentur jalan raya, karena prosesnya meliputi pengadaan,

pencampuran (*mixing*), pengangkutan, penghamparan, pemadatan, pengujian, dan pengukuran untuk pembayaran. Tahap pengadaan melibatkan pihak *supplier* di sumber material konstruksi untuk menjamin rantai pasok (*supply chain*) demi terwujudnya penyelesaian pekerjaan yang tepat mutu, tepat biaya, dan tepat waktu sehingga berdampak positif bagi masyarakat selaku pengguna hasil pekerjaan (Kementerian PUPR, 2018).

Tahapan penanganan pekerjaan perkerasan perbutiran jalan raya pada umumnya dimulai dari identifikasi kondisi fisik tanah dasar (*subgrade*), kondisi drainase sekitar lokasi pekerjaan, kuantitas pekerjaan, peralatan, tenaga kerja konstruksi, dan cara pelaksanaan. Kesalahan identifikasi kondisi *subgrade* akan diikuti dengan kesalahan penanganannya dan akan terus berkontribusi pada tahapan pelaksanaan pekerjaan sampai pada permukaannya. Salah satu hal penting yang harus diperhatikan adalah nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dasar paling rendah 6%. Jika kurang dari nilai tersebut maka langkah yang dilaksanakan adalah perbaikan tanah dasar (*soil improvement*), seperti menggali material yang berdaya dukung rendah dan menggantikannya dengan material timbunan baik timbunan biasa maupun pilihan (Kementerian PUPR, 2018).

Beberapa metode yang dapat diterapkan untuk memperbaiki sifat

fisik sekaligus meningkatkan nilai CBR timbunan pilihan badan jalan adalah dengan stabilisasi, seperti stabilisasi material timbunan dengan bahan kimia sebagaimana telah dilakukan penelitiannya oleh (Adhi, 2022) , (Hartono et al., 2022), (Syahril et al., 2022), (Kusdiyono et al., 2019), (Dwina et al., 2021), (Prakoso et al., 2019) , (Martina et al., 2019) dan (Srihandayani et al., 2019). Metode stabilisasi lain juga dapat diterapkan untuk mengurangi nilai indeks plastisitas (*Plsticity Index*, PI) sekaligus meningkatkan nilai CBR, meningkatkan kuat geser timbunan, dan meningkatkan faktor keamanan daya dukungnya, sebagaimana telah dilakukan penelitian oleh (Gon et al., 2022), (Khatab et al., 2022), (Sari & Istiatun, 2022), (Dzakky, 2021), (Gazali & Farhurrahman, 2019), (Hadisaputra et al., 2019), (Saputra & Respati, 2018), (Alhakim & Suhendra, 2019), (Ludfian & Wibowo, 2017), (Tecnikal et al., 2016), dan (Prayitno et al., 2014) .

Ditinjau dari metode yang dilakukan, penelitian ini sejalan dengan penelitian (Hadisaputra et al., 2019) dimana material yang distabilisasi adalah tanah dan bahan stabilisernya pasir. Namun perbedaannya adalah parameter teknis yang menjadi fokus, yaitu pada penelitian ini adalah menurunkan nilai aktif (A) tanah, sedangkan penelitian (Hadisaputra et al., 2019) meningkatkan CBR. Saputra & Respati (2018) melakukan stabilisasi terhadap tanah gambut menggunakan bahan stabilizer tanah non-organik

dan kapur dengan tujuan meningkatkan CBR tanah gambut. Penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini baik ditinjau dari tanah yang distabilisasi maupun material stabilizer yang dipergunakan dan tujuan penelitian. Penelitian ini juga berbeda dengan penelitian (Alhakim & Suhendra, 2019), dimana metode yang dilakukan adalah menambah tinggi timbunan (geometrik) untuk mempercepat waktu konsolidasi, meningkatkan kuat geser timbunan dan meningkatkan stabilitas timbunan yang tergambar pada angka keamanan. Peneliti lain juga telah melakukan penelitian untuk memperbaiki sifat fisik tanah dasar asli (*subgrade*) jalan agar kapasitas dukungnya meningkat, seperti hasil penelitian (Syahril et al., 2022) dan (Prakoso et al., 2019).

Salah satu lokasi sumber material gunung yang sering dimanfaatkan oleh pengelola dana desa dan kontraktor sebagai material perkerasan perbutiran pekerjaan jalan raya adalah Desa Golo Lalong Kecamatan Borong Kabupaten Manggarai Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur. Material dari quarry ini sering dipergunakan untuk pekerjaan timbunan biasa, timbunan pilihan, agregat klas A, agregat klas B, agregat klas S, HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*), dan struktur beton bertulang. Pemakaian material konstruksi dari quarry tersebut belum cukup didukung dengan hasil pengujian laboratorium yang lengkap untuk mengetahui sifat fisik dan mekanisnya sehingga

kelayakannya dibandingkan dengan spesifikasi material konstruksi belum dapat dipertanggungjawabkan.

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian yang telah dilaksanakan oleh (Gon *et al* 2023), dimana hasil penelitiannya menyatakan bahwa material gunung dari Desa Golo Lalong tidak layak dipergunakan sebagai material timbunan pilihan perkerasan jalan karena nilai aktifnya lebih besar dari 1,25. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah melakukan stabilisasi material gunung Desa Golo Lalong dengan material gunung dari Kisol Kecamatan Kota Komba Selatan Kabupaten Manggarai Timur sebagai stabilizer untuk memperkecil atau mengurangi nilai aktif (A) sehingga layak dipergunakan sebagai bahan timbunan pilihan perkerasan perbutiran jalan raya.

METODE PENELITIAN

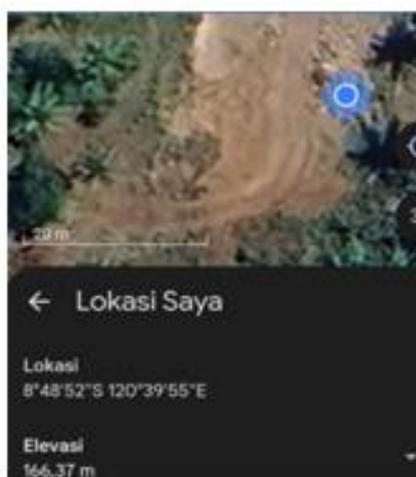
Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tiga tempat, yaitu di lokasi material gunung Kisol Kelurahan Tanah Rata Kecamatan Kota Komba Selatan Kabupaten Manggarai Timur, lokasi material gunung Desa Golo Lalong Kecamatan Borong Kabupaten Manggarai Timur, dan pengujian laboratorium di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng Kecamatan Langke Rembong Kabupaten Manggarai yang dilanjutkan dengan pengolahan data, analisis data sampai kesimpulan dilaksanakan di kampus. Lokasi

quary material gunung Kisol terbaca pada Gambar 1 (a) dan quary material gunung Desa Golo Lalong terbaca pada Gambar 1 (b).

Material gunung dari Kisol (ex Kisol) Kelurahan Tanah Rata dipilih sebagai stabilizer pada pencampuran dengan material Desa Golo Lalong

karena letak antara kedua lokasi ini relatif dekat yaitu 16 kilometer dibandingkan dengan lokasi material gunung pada sumber lain jaraknya lebih dari 30 kilometer. Selain itu, material gunung dari kedua lokasi tersebut telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat dan kontraktor.



(a)

Gambar 1. (a) lokasi quary Kisol



(b)

(b) lokasi quary Desa Golo Lalong

Pengambilan Contoh Material

Material yang dipergunakan pada penelitian ini adalah material gunung yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan bahan konstruksi rumah tinggal dan kontraktor pekerjaan pemerintah. Material dimaksud bersumber dari quary Kisol di Kelurahan Tanah Rata Kecamatan Kota Komba Selatan Kabupaten Manggarai Timur dan quary Desa Golo Lalong Kecamatan Borong Kabupaten Manggarai Timur. Total kuantitas contoh material gunung yang diambil dari kedua quary sebanyak 480 kilogram, dengan rincian 300 kilogram dari quary Desa

Golo Lalong dan 180 kilogram dari quary Kisol. Material gunung dari Desa Golo Lalong dibutuhkan sebagai bahan utama stabilisasi di laboratorium.

kerja

Pengujian di Laboratorium

Pengujian dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng Kecamatan Langke Rembong Kabupaten Manggarai. Pengujian yang dilaksanakan meliputi kadar air (SNI 1965-2008), berat spesifik (SNI 1964-2008), analisa saringan (SNI 03-3423-1994), batas cair (SNI 1967-

2008), batas plastis (SNI 1966-2008) untuk contoh material asli dan stabilisasi dengan jenis pengujian yang sama tetapi persentase campuran material bervariasi. Pengujian laboratorium terhadap material asli dari Desa Golo Lalong tidak dilakukan lagi karena telah diuji oleh (Gon et al., 2023) yang menyimpulkan bahwa material tersebut tidak layak dipergunakan sebagai bahan timbunan pilihan karena nilai $A > 1,25$ sedangkan material gunung ex Kisol dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui gradasi ukuran butir yang lolos saringan Nomor 200 atau berukuran 0,075 mm. Saringan yang dipergunakan terdiri dari saringan 4" (100 mm), Nomor 4 (4.75 mm) dan Nomor 200 sesuai ketentuan Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR Tahun 2018.

Pengolahan Data

Data hasil uji laboratorium diolah sesuai SNI setiap jenis pengujian. Data terolah ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik batas cair, batas plastis, gradasi ukuran butir, dan nilai aktif material baik asli maupun hasil stabilisasinya dengan persentase pencampuran tertentu. Indeks plastisitas, IP (*plasticity index*) merupakan selisih antara batas cair (*liquid limit, LL*) dengan batas plastis (*plastic limit, PL*), sedangkan nilai aktif (A) merupakan perbandingan antara indeks plastisitas terhadap persen lolos saringan Nomor 200 (fraksi berukuran lempung).

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji laboratorium terolah baik material asli dari masing-masing quarry ditampilkan kemudian persentase pemakaian bahan stabilizer untuk mengetahui perubahan Indeks Plastisitas (IP) atau PI dan persen lolos saringan Nomor 200 untuk menghasilkan nilai aktif. Berdasarkan nilai aktif stabilisasi material gunung Desa Golo Lalong dengan persentase tertentu bahan stabiliser material gunung dari Kisol akan diketahui variasi nilai aktif lalu dibandingkan dengan ketentuan Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR 2018 pada divisi yang mengatur tentang persyaratan material timbunan pilihan kemudian disimpulkan apakah material hasil stabilisasi dimaksud memenuhi syarat spesifikasi sehingga layak dipergunakan sebagai material timbunan pilihan perkerasan perbutiran jalan raya. Menurunkan nilai aktif (A) material gunung Desa Golo Lalong hasil stabilisasi dengan material gunung Kisol sebagai stabilizer dengan komposisi campuran tertentu merupakan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan para peneliti terdahulu sebagaimana telah diuraikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Materil Gunung Desa Golo Lalong

Hasil penelitian (Gon et al., 2022) terhadap material gunung dari Desa Golo Lalong diketahui data LL, PL, dan IP sebagaimana terbaca pada

Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa untuk 5 contoh uji material gunung Desa Golo Lalong rentang nilai LL berkisar antara 20,30% sampai 26%, nilai PL antara 10% sampai 17% sehingga nilai PI yang merupakan selisih antara LL terhadap PL berkisar antara 9% sampai 13%. Berdasarkan data uji analisa saringan, persen lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) diperoleh nilai aktif sebagaimana terbaca pada Tabel 2 (Gon et al, 2023).

Tanah seperti tercantum pada Tabel 2 dikategorikan sebagai tanah aktif karena nilai aktif atau $A > 1,25$; tanah normal karena $0,75 < A < 1,25$; dan tanah tidak aktif (inactive) karena nilai $A < 0,75$ (Dwina et al., 2021). Nilai aktif material gunung Desa Golo Lalong sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2 yang berkisar antara 1,25 sampai 2,43 menunjukkan bahwa material tersebut dikategorikan sebagai material atau tanah aktif. Variasi nilai aktif dimaksud terbaca pada Gambar 2.

Tabel 1. Nilai LL, PL, dan IP material gunung Desa Golo Lalong

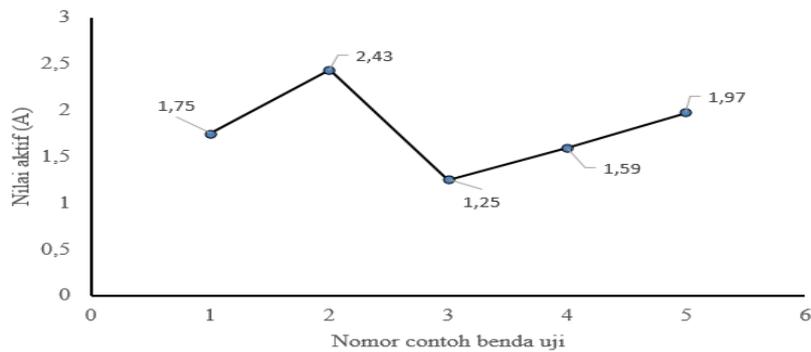
No. contoh	Batas cair, LL, %	Batas plastis, PL, %	Indeks Plastisitas, IP, %
1	20,30	10,00	10,30
2	23,50	12,00	11,50
3	23,80	14,00	9,80
4	26,00	17,00	9,00
5	24,00	11,00	13,00

(Gon et al., 2022)

Tabel 2. Nilai aktif material gunung Desa Golo Lalong

No. Contoh	% lolos saringan No. 200	Nilai IP, %	Nilai Aktif, A	Keterangan
1	5,88	10,30	1,75	'tanah aktif
2	4,74	11,50	2,43	'tanah aktif
3	7,83	9,80	1,25	'tanah normal
4	5,67	9,00	1,59	'tanah aktif
5	6,60	13,00	1,97	'tanah aktif

(Gon et al., 2022)



Gambar 2. Variasi nilai aktif material Desa Golo Lalong (Gon et al., 2022).

Gambar 2 terbaca bahwa material gunung Desa Golo Lalong termasuk material aktif sehingga tidak layak dipergunakan sebagai material timbunan pilihan badan jalan sesuai ketentuan Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan 2018 (Kementerian Dalam Negeri, 2016). Tingginya nilai aktif material tersebut sebagai akibat dari besarnya indeks plastisitas.

Material Gunung dari Kisol (ex Kisol)

Material gunung quarry Kisol sebagai stabilizer pada penelitian ini perlu diketahui sifat-sifat fisiknya, di antaranya distribusi ukuran butir. Pengujian laboratorium terhadap 5 contoh material asli (tanpa stabilisasi) dari quarry Kisol diperoleh gradasi ukuran butir untuk contoh Nomor 1 seperti terbaca pada Tabel 3.

Tabel 3. Gradasi ukuran butir contoh nomor 1 material gunung ex Kisol

Saringan		Berat tanah tertahan, gram	% berat tanah tertahan	% kumulatif tanah tertahan	% tanah lolos saringan	Spesifikasi Kementerian PUPR 2018	
ASTM	(mm)					Batas bawah	Batas atas
4"	100	0	0	0	100	100	100
No.4	4,75	778	68,73	68,73	31,27	25	90
No. 200	0,075	301	26,59	95,32	4,68	0	10

(Olah data, 2023)

Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR Tahun 2018 merupakan standar yang dipakai sebagai pembanding terhadap distribusi ukuran butir aktual material konstruksi pekerjaan jalan raya di Indonesia. Grafik hubungan antara ukuran butir (mm) dalam skala logaritma terhadap persen lolos

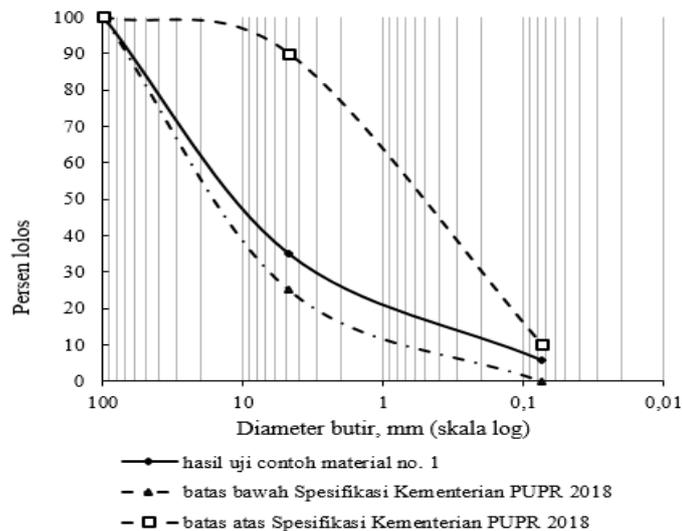
material contoh nomor 1 terbaca pada Gambar 3.

Gambar 3 terbaca bahwa gradasi ukuran butir contoh nomor 1 material gunung ex Kisol berada dalam rentang batas bawah dan atas spesifikasi dan dikategorikan sebagai material berbutir kasar karena kurang dari 35% lolos saringan Nomor 200

berdasarkan sistem AASHTO dan kurang dari 50% lolos saringan Nomor 200 berdasarkan klasifikasi tanah USCS (Adhi, 2022). Selain ukuran butir, sifat plastisitasnya juga perlu diketahui melalui uji laboratorium batas cair (Liquid Limit, LL) contoh nomor 1 sebagaimana terbaca pada Tabel 4.

Tabel 4 terbaca bahwa rentang kadar air contoh nomor 1 material ex Kisol berkisar antara 12% sampai 23%. Kadar air pada ketukan ke 25 yang disebut sebagai batas cair (LL) contoh material tersebut sebagaimana terbaca pada Gambar 4. Dengan cara yang sama seperti diuraikan di atas, gradasi ukuran butir material gunung

ex Kisol kondisi asli (sebelum distabilisasi dengan material ex Desa Golo Lalong) untuk contoh nomor 1, 2, 3, 4, dan 5 terbaca pada Gambar 5. Dari gambar tersebut diketahui bahwa berdasarkan gradasi ukuran butirnya, material gunung ex Kisol berada antara batas bawah dan batas atas Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR 2018, tetapi kelayakan material untuk pekerjaan timbunan pilihan perkerasan perbutiran badan jalan raya tidak hanya diukur dari ukuran butir. Masih ada persyaratan teknis lain yang harus dipenuhi, seperti nilai aktif material tersebut.

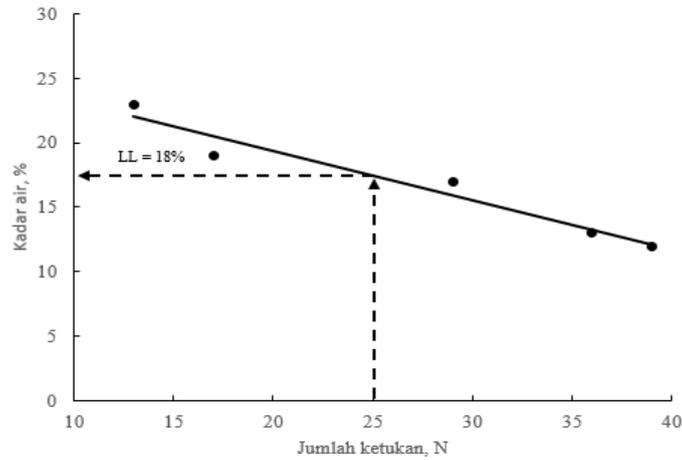


Gambar 3. Gradasi ukuran butir contoh nomor 1 material gunung ex Kisol

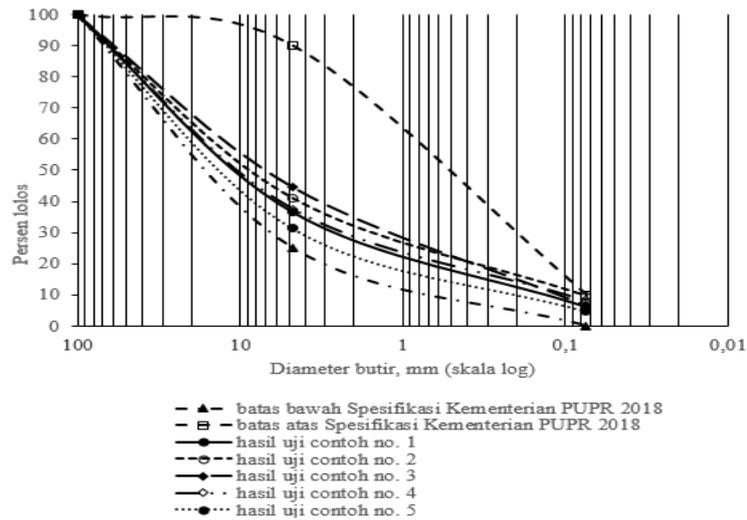
Tabel 4. Nilai LL contoh nomor 1 material ex Kisol

Jumlah ketukan, N	Kadar air, %
13	23
17	19
29	17
36	13
39	12

(Olah data, 2023)



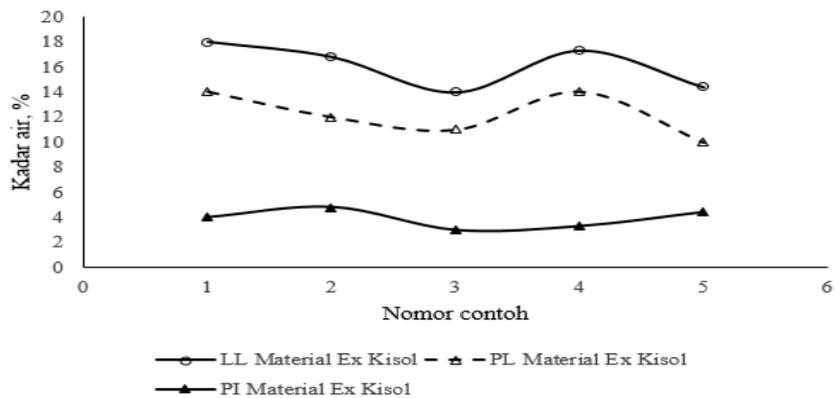
Gambar 4. Nilai batas cair (LL) contoh Nomor 1 material gunung Ex Kisol



Gambar 5. Gradasi ukuran butir material ex Kisol

Gambar 5 menunjukkan bahwa distribusi ukuran butir material gunung quarry Kisol berada dalam rentang batas bawah dan atas spesifikasi. Fluktuasi data uji

laboratorium batas cair (LL), batas plastis (PL) dan Indeks Plastisitas (IP) material gunung ex Kisol dapat dibaca pada Gambar 6.



Gambar 6. Variasi Nilai LL, PL, dan IP material gunung ex Kisol

Pengujian laboratorium terhadap material asli ex Kisol dan Desa Golo Lalong diperoleh persen lolos saringan Nomor 200 dan indeks plastisitas sehingga besarnya nilai aktif material masing-masing quarry dapat dihitung. Variasi Nilai Aktif dan persen lolos saringan Nomor 200 material gunung yang bersumber dari kedua quarry dapat dibaca pada Gambar 7, dimana terbaca bahwa persen lolos saringan Nomor 200 material gunung ex Kisol lebih rendah

dibandingkan dengan material gunung Desa Golo Lalong. Demikian juga nilai aktif (A) material gunung ex Kisol lebih rendah dibandingkan dengan material gunung Desa Golo Lalong. Dengan demikian maka material gunung ex Kisol layak dijadikan sebagai stabiliser material gunung Desa Golo Lalong. Perbandingan persen lolos saringan Nomor 200 material asli kedua quarry tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan lolos saringan Nomor 200

Material gunung Ex Kisol		Material gunung Desa Golo Lalong	
No. contoh	Persen lolos saringan No. 200	No. contoh	Persen lolos saringan No. 200
1	6,16	1	5,88
2	9,51	2	4,74
3	6,58	3	7,83
4	8,12	4	5,67
5	4,68	5	6,60

(Olah data, 2023)

Material gunung quarry Desa Golo Lalong memiliki fraksi halus lebih banyak dibandingkan dengan material gunung quarry Kisol berdasarkan data uji pada Tabel 5.

Perbandingan keduanya divisualisasikan pada Gambar 7.

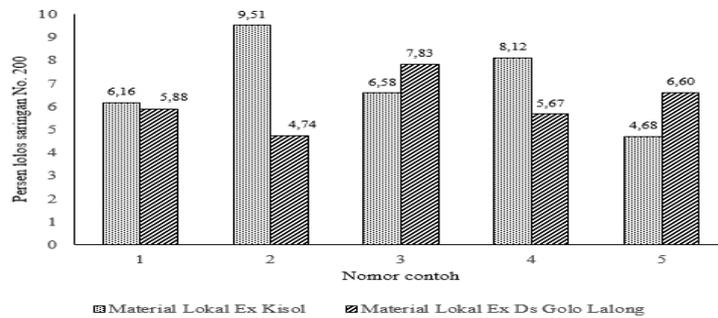
Stabilisasi

1. Stabilisasi 10% material

gunung ex Kisol

Berdasarkan nilai aktif sebagaimana telah diuraikan, material gunung ex Kisol dapat dijadikan sebagai stabilizer terhadap material gunung Desa Golo Lalong. Jumlah pemakaian material gunung ex Kisol sebagai bahan stabilisasi dimulai dari 10% berat total contoh material yang diuji di laboratorium. Dari hasil uji analisa saringan diperoleh data

seperti tercantum pada Tabel 6, dimana terbaca bahwa persen lolos saringan Nomor 200 material stabilisasi atau campuran 10% material gunung ex Kisol dengan 90% material Desa Golo Lalong sebesar 9,05% lebih besar dibandingkan dengan persen lolos saringan Nomor 200 material asli gunung ex Kisol yang hanya sebesar 4,68% sebagaimana terbaca pada Gambar 8.

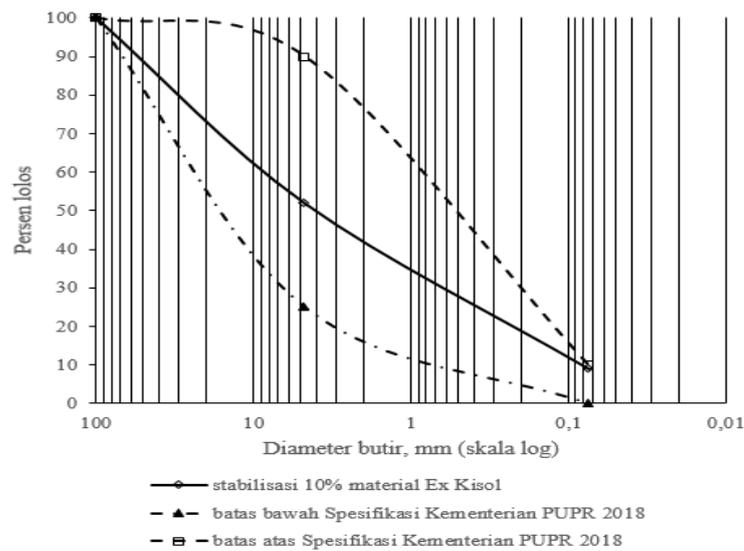


Gambar 7. Perbandingan persen lolos saringan No. 200

Tabel 6. Stabilisasi 10% ex Kisol

Saringan	ASTM (mm)	Berat tanah tertahan, gram	% berat tanah tertahan	% kumulatif tenah tertahan	% tanah lolos saringan	Spesifikasi Kementerian PUPR 2018	
						Batas bawah	Batas atas
4"	100	0	0	0	100	100	100
No.4	4,75	1014	48,06	48,06	51,94	25	90
No. 200	0,075	851	42,89	90,95	9,05	0	10

(Olah data, 2023)

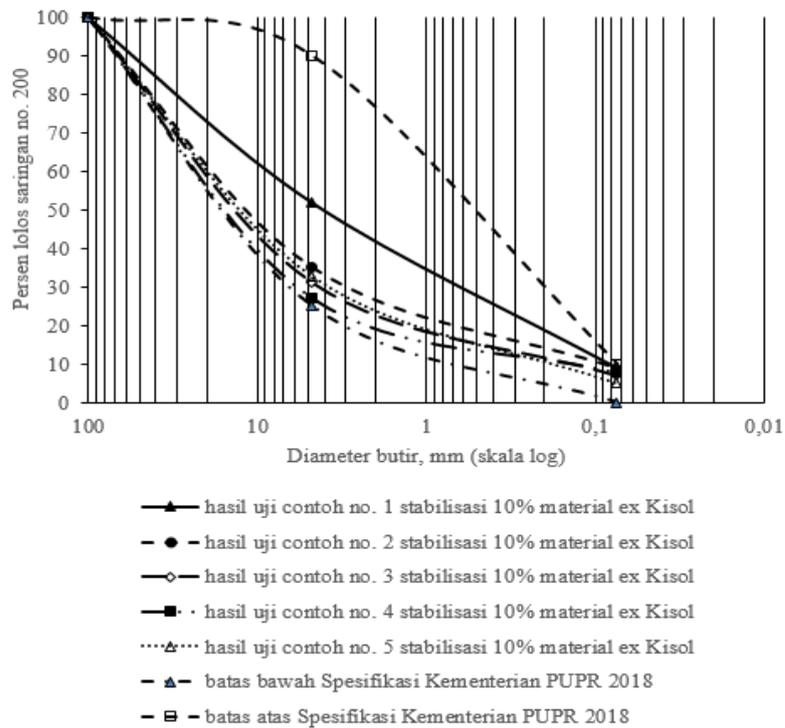


Gambar 8. Gradasi material stabilisasi 10% ex Kisol untuk contoh nomor 1

Gambar 8 menunjukkan bahwa ukuran butir contoh nomor 1 stabilisasi 10% material quarry Kisol berada dalam rentang spesifikasi. Gradasi ukuran butir stabilisasi 10% material ex Kisol dengan 90% material gunung Desa Golo Lalong untuk contoh nomor 1, 2, 3, 4, dan 5 terbaca pada Gambar 9.

Ukuran butir hasil stabilisasi 10% material quarry Kisol dengan 90% material quarry Desa Golo Lalong memenuhi syarat spesifikasi berdasarkan Gambar 9. Nilai batas cair (LL) contoh nomor 1 stabilisasi 10% material ex Kisol dengan 90% material gunung Desa Golo Lalong sebesar 18,40 dan PL sebesar 11 sehingga IP yang merupakan selisih

antara LL terhadap PL sebesar 7,4 dan nilai aktif sebesar 0,82. Nilai LL, PL dan IP stabilisasi 10% material gunung ex Kisol terbaca pada Tabel 7. Tabel 7 terbaca bahwa nilai IP stabilisasi 10% material gunung ex Kisol berkisar antara 6,4 sampai 10. Nilai IP sebesar 10 menghasilkan nilai aktif sebesar 1,40 yang masih dikategorikan sebagai material aktif karena lebih besar dari 1,25. Fluktuasi nilai aktif (A) stabilisasi 10% material gunung ex Kisol terbaca pada Tabel 8. Tabel 8 terbaca bahwa nilai aktif material stabilisasi 10% ex Kisol dengan 90% material gunung Desa Golo Lalong belum dapat mengurangi nilai aktif. Variasinya terbaca pada Gambar 10.



Gambar 9. Gradasi ukuran butir stabilisasi 10% material ex Kisol

Tabel 7. LL, PL dan IP stabilisasi 10% material ex Kisol

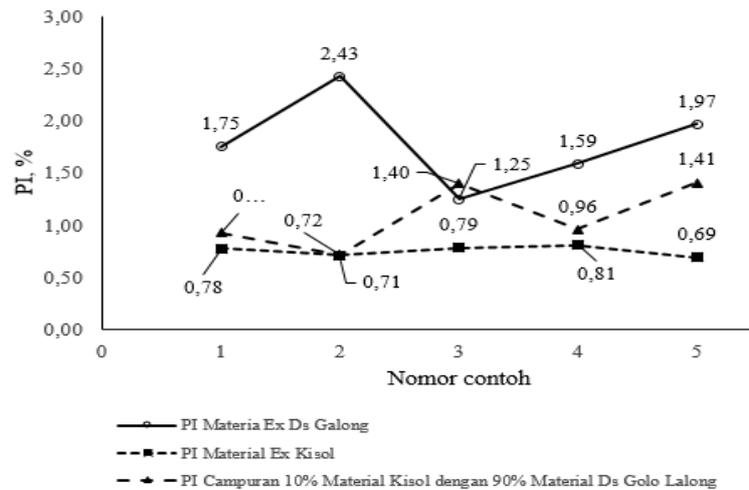
No. contoh	LL, %	PL, %	IP, %
1	18,4	10	8,4
2	18,4	12	6,4
3	24	14	10
4	24,55	17	7,55
5	22,2	15	7,2

(Olah data, 2023)

Tabel 8. Nilai aktif stabilisasi 10% material gunung ex Kisol

No. Contoh	Persen lolos saringan No. 200	LL,%	PL,%	IP,%	Nilai Aktif
1	9,05	18,4	10,00	8,4	0,93
2	8,91	18,4	12,00	6,4	0,72
3	7,12	24	14,00	10	1,40
4	7,87	24,55	17,00	7,55	0,96
5	5,11	22,2	15,00	7,2	1,41

(Olah data, 2023)



Gambar 10. Nilai aktif stabilisasi 10% material gunung ex Kisol

2. Stabilisasi 15% material gunung ex Kisol

Pencampuran atau stabilisasi 15% material gunung ex Kisol dengan 85% material gunung Desa Golo Lalong menghasilkan nilai aktif (A) yang berkurang signifikan seperti terbaca pada Tabel 9. Oleh karena itu, stabilisasi dengan persentase pencampuran antara material stabilizer dengan material gunung Desa Golo Lalong tidak perlu dilanjutkan.

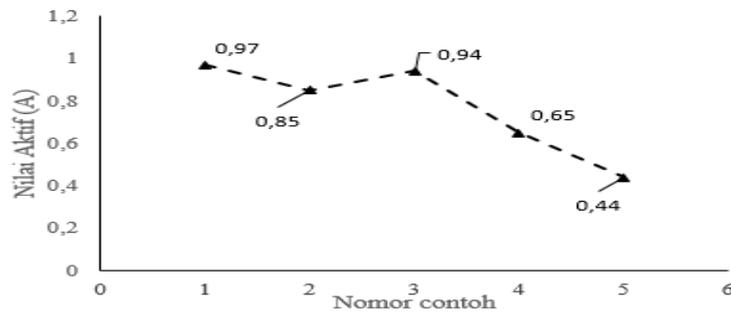
Stabilisasi dengan 15% material quarry Kisol dengan 85% material gunung quarry Desa Golo Lalong telah menghasilkan material baru dengan kategori tidak aktif dengan nilai aktif 0,44 dan 0,65 karena lebih kecil dari 0,75, sedangkan lainnya sebagai material normal dengan nilai aktif 0,85; 0,94 dan 0,97 karena $0,75 < A < 1,25$. Variasi nilai aktif (A) stabilisasi 15% material gunung ex Kisol terbaca pada Gambar 11.

Perbandingan nilai aktif (A) material gunung Desa Golo Lalong, ex Kisol, dan stabilisasi 15% material gunung ex Kisol dengan 85% material gunung Desa Golo Lalong terbaca pada Gambar 12.

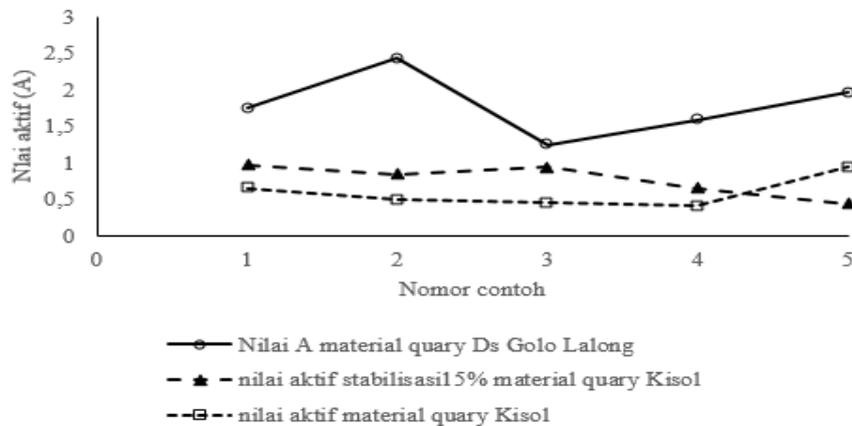
Tabel 9. Nilai aktif stabilisasi 15% material gunung ex Kisol

Nomor contoh	lolos saringan				
	No. 200, %	LL, %	PL, %	IP, %	A
1	5,16	18	13,00	5,00	0,97
2	5,88	18	13,00	5,00	0,85
3	5,31	21	16,00	5,00	0,94
4	6,20	19	15,00	4,00	0,65
5	6,87	17	14,00	3,00	0,44

(Olah data, 2023)



Gambar 11. Variasi nilai aktif stabilisasi 15% material gunung ex Kisol



Gambar 13. Perbandingan nilai aktif

Gambar 12 terbaca bahwa penambahan 15% berat material gunung ex Kisol pada 85% material gunung Desa Golo Lalong dapat mengurangi nilai aktif material campurannya. Hal ini terjadi karena material halus quarry Kisol memiliki sifat penyerapan air lebih rendah dibandingkan dengan material halus quarry Desa Golo Lalong berdasarkan hasil uji batas-batas Atterberg keduanya sebagaimana telah ditampilkan. Selain itu, kondisi lingkungan kedua quarry tersebut berbeda, dimana Desa Golo Lalong merupakan lahan pertanian subur dan setiap tahun terjadi pelapukan komoditi pertanian yang berpotensi

menjadi tanah organik, dibandingkan dengan lingkungan quarry Kisol yang ditumbuhi pohon kelapa. Kondisi lingkungan dimaksud berpengaruh terhadap kandungan mineral tanahnya.

SIMPULAN

Penelitian ini disimpulkan bahwa penambahan 15% berat total material gunung Ex Kisol pada 85% berat material gunung Desa Golo Lalong mampu menurunkan kadar air, menurunkan nilai batas cair, menurunkan sifat plastisitas material asli bersumber dari gunung dan mengurangi secara signifikan Nilai Aktif. Dengan demikian maka material stabilisasi 15% berat material

gunung ex Kisol dengan 85% berat material gunung Desa Golo Lalong memenuhi syarat teknis sebagai bahan timbunan pilihan perkerasan perbutiran jalan raya berdasarkan nilai aktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua dan pengurus Yayasan Santu Paulus Ruteng atas bantuan biaya penelitian ini sehingga proses penelitian berjalan lancar. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng atas akses yang diberikan kepada peneliti dalam menggunakan peralatan laboratorium dan laboran atas bantuan menyiapkan semua format pengujian laboratorium dan setting alat uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, B.W., 2022, Analisa Stabilitas Timbunan di Daerah Rawa Menggunakan Penanganan Limestone dengan Software Plaxis. *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, 4 (1), 40–45.
- Alhakim, C.I., & Suhendra, A., 2019, Pengaruh Kenaikan Kuat Geser Tanah Terhadap Stabilitas Timbunan Di Atas Tanah Lempung Lunak Jenuh Air. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2 (4), 105–112.
- Dwina, D.O., Nazarudin, Kumalasari, D., & Fitriani, E., 2021, Stabilitas Tanah Gambut Dengan Penambahan Material Kapur Dan Fly Ash Dari Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan. *Fondasi*, 10 (1), 24–32.
- Dzakky, F., 2021, Public Private Partnership: Alternatif Pembangunan Infrastruktur dalam Negri. *SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-I*, 8 (2), 573–584.
- Gazali, A., & Farhurrahman, 2019, Analisis Stabilitas Tanah Timbunan Dengan Perkuatan Turap Kayu Galam Di Daerah Rawa Kalimantan Selatan. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 7 (1), 79–86.
- Gon, K., Cornelis, R., & Rustendi, I., 2022, Kelayakan Material Desa Golo Lalong Sebagai Bahan Timbunan Pilihan Pekerjaan Jalan Berdasarkan Nilai Aktif Material. *Teodolita: Media Komunkasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 24 (1), 84–100.
- Hadisaputra, A., Aswar, Arifin, W., Maruddin, M., & Arief, M., 2019, Analisis Penggunaan Pasir Terhadap Stabilisasi Tanah pada Wilayah Danau Tempe Untuk Dijadikan Sebagai Material Timbunan. *JILMATEKS*, 1 (2), 226–235.
- Hartono, J., Khoiroh, U., & Saleh, M., 2022, Stabilitas Tanah Timbunan Sisi BH-1 Proyek Jalan Akses Pembangunan Jembatan Pulau Balang II. *BENTANG: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10 (1), 1–10.
- Kementerian Dalam Negeri, 2016, Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2016 tentang

- Pengelolaan Aset Desa.
- Khatab, U., Asnur, H., & Yunita, R., 2022, Klasifikasi Tanah Di Lima Kecamatan Kota Payakumbuh Dengan Sistem Aashto. *REKAYASA*, 12 (02), 164–174.
- Kusdiyono, Supriyadi, Mulyono, T., & Sukyono, 2019, Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis Thermosetting Terhadap Parameter Marshall Laston AC-WC. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 24 (2), 166–179.
- Ludfian, M., & Wibowo, D.E., 2017, Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Limbah Abu Sekam Padi Dan Pasir Dengan Metode Pemadatan Laboratorium. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13 (1), 66–75.
- Martina, N., Hasan, F.M.R., & Setiawan, Y., 2019, Pengaruh Serbuk Ban Bekas Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Campuran Aspal Porous. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 24 (2), 144–152.
- Prakoso, A., Mukhlisin, M., Rahardjo, P., & Junaidi, 2019, Analisis penurunan timbunan tanah silt pada proyek jalan ruas giriwoyoduwet wonogiri. *Wahana TEKNIK SIPIL*, 24 (2), 153–165.
- Prayitno, S., Wibowo, W., & Widiatmoko, W., 2014, Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dan Variasi Serat Bendrat Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Tekan, Permeabilitas Dan Penetrasi Beton. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 4 (4), 960–967.
- Saputra, N.A., & Respati, R., 2018, Stabilisasi Tanah Gambut Palangkaraya dengan bahan campuran tanah non organik dan kapur. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6 (2), 124–131.
- Sari, F., & Istiatun, 2022, Analisis Stabilitas Timbunan Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Cerucuk. *Construction and Material Journal*, 4 (3), 1–15.
- Srihandayani, S., Abrar, A., & Indrawan, S., 2019, Stabilisasi Berbasis Ion Exchange Untuk Meningkatkan Daya Dukung Subgrade Di Kota Dumai. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 5 (2), 63–69.
- Syahril, S., Suyono, A., Prajudi, R., & Riandi, R., 2022, Perbaikan Tanah Problematik Lempung Lunak Dengan Metode Stabilisasi Kimiawi Ditinjau Dari Nilai Kadar Air Dan Indeks Plastisitas. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 27 (2), 244–251.
- Tecnikal, D., Surjandari, N.S., & Dananjaya, H., 2016, Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Serbuk Bata Merah Ditinjau Dari Pengujian CBR. *E-Jurnal : MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 4 (3), 960–967.