

KAJIAN TEKNIS SUMBER DAYA TANAH DI DESA TUMBANG HABANGOI SEBAGAI LAPIS PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL

(Technical Evaluation of Soil Resources in Tumbang Habangoi Village as Unpaved Aggregate Base Course)

Astipani Natalia Pasaribu¹, Yanshon Happy², Juli Chandra Teruna³, Muhing⁴
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Palangka Raya
Jln.R.T.A.Milono Km. 8,5/ Jln. J.P. Djandan Palangka Raya

Abstract: This study aims to analyze the characteristics and suitability of laterite soil and rounded stone materials from Tumbang Habangoi Village for use as an aggregate base course without an asphalt surface, in accordance with the 2018 Bina Marga General Specifications (Revision II). The research methodology involved laboratory testing of the materials' physical and mechanical properties, including specific gravity, water absorption, Atterberg limits, Modified Proctor compaction, and the California Bearing Ratio (CBR) test. Test results indicate that the aggregate specific gravity ranges from 2.651 to 2.748 with a water absorption of 1.328%, thereby meeting technical requirements. A Liquid Limit of 33.74% and a Plasticity Index of 10.86% indicate that the material possesses moderate plasticity and remains within permissible limits. Compaction test results yielded a maximum dry density of 1.939 g/cm³ and an optimum moisture content of 12.10%. The soaked CBR value of approximately 49% indicates that the material's bearing capacity falls into the moderate category. Based on an evaluation against the 2018 Bina Marga General Specifications (Revision II), the material does not meet the requirements for an aggregate surface course because the CBR value did not reach 80%. However, the material does meet the requirements for an aggregate base course, making it suitable for road construction subject to light to moderate traffic.

Keywords: *laterite soil, aggregate, CBR, compaction, road pavement, Atterberg limits*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik serta kelayakan material tanah laterit dan batu bulat dari Desa Tumbang Habangoi sebagai lapis pondasi agregat tanpa penutup aspal berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II. Metode penelitian yang digunakan adalah pengujian laboratorium terhadap sifat fisik dan mekanik material, meliputi uji berat jenis, penyerapan air, batas Atterberg, pemadatan Modified Proctor, dan uji California Bearing Ratio (CBR). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai berat jenis agregat berkisar antara 2,651–2,748 dengan penyerapan air sebesar 1,328%, sehingga memenuhi persyaratan teknis. Nilai batas cair (Liquid Limit) sebesar 33,74% dan indeks plastisitas (Plasticity Index) sebesar 10,86% menunjukkan material memiliki plastisitas sedang dan masih dalam batas yang diizinkan. Hasil uji pemadatan diperoleh kepadatan kering maksimum (MDD) sebesar 1,939 gr/cm³ dan kadar air optimum (OMC) sebesar 12,10%. Nilai CBR rendaman (soaked CBR) yang diperoleh sebesar ±49% menunjukkan daya dukung material berada pada kategori sedang. Berdasarkan evaluasi terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II, material tidak memenuhi persyaratan sebagai lapis permukaan agregat (aggregate surface course) karena nilai CBR belum mencapai 80%. Namun demikian, material masih memenuhi persyaratan teknis sebagai lapis pondasi agregat (aggregate base course) sehingga sangat layak digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan lokal/desa dengan volume lalu lintas ringan hingga sedang.

Kata Kunci: *tanah laterit, agregat, CBR, pemadatan, perkerasan jalan, nilai batas cair*

PENDAHULUAN

Salah satu wilayah perdesaan di Provinsi Kalimantan Tengah yang memiliki potensi sumber daya tanah lokal melimpah adalah Desa Tumbang Habangoi, yang terletak di Kecamatan Petak Malai, Kabupaten Katingan. Secara empiris, wilayah ini memiliki persediaan tanah laterit dan deposit batu bulat alami di sepanjang aliran sungai setempat. Namun, hingga saat ini pemanfaatan material alami tersebut untuk kebutuhan perkerasan jalan perdesaan belum terkelola secara komprehensif dan belum didukung oleh kajian teknis ilmiah yang memadai. Penentuan kelayakan material tanah dan batuan lokal tidak dapat dilakukan hanya berdasarkan pengamatan visual semata, melainkan harus didasarkan pada pengujian laboratorium yang ketat terhadap parameter fisik dan mekanisnya, seperti distribusi ukuran butir (gradasi), tingkat plastisitas, kepadatan maksimum, serta daya dukung tanah yang diwakili oleh nilai California Bearing Ratio (CBR).

Kegagalan struktur perkerasan jalan tanpa penutup aspal sering kali disebabkan oleh penggunaan material yang memicu perubahan volume berlebihan akibat variasi kadar air, atau material yang memiliki daya dukung terlalu rendah sehingga cepat mengalami gelombang (corrugation), alur (rutting), dan pemusnahan lapis permukaan di bawah beban roda kendaraan. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang secara khusus untuk melakukan kajian teknis terperinci mengenai karakteristik geoteknik campuran tanah laterit dan batu bulat dari Desa Tumbang Habangoi, serta mengevaluasi tingkat kelayakannya sebagai lapis pondasi agregat maupun lapis permukaan tanpa penutup aspal merujuk pada standar teknis Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat memberikan acuan teknis yang solid bagi pemerintah daerah, praktisi sipil, dan pemangku kepentingan dalam perencanaan serta pelaksanaan konstruksi jalan perdesaan yang ekonomis, kuat, dan tahan lama.

TINJAUAN PUSTAKA

Umum dan Karakteristik Geoteknik Tanah Lokal

Sumber daya tanah dalam perspektif rekayasa geoteknik mendefinisikan kumpulan material geologis non-tersementasi yang berada di permukaan bumi, yang terbentuk dari hasil pelapukan fisik maupun kimiawi dari batuan induk. Dalam ranah teknik sipil, tanah berfungsi ganda: sebagai media pendukung struktur perkerasan di atasnya (subgrade) dan sekaligus sebagai bahan bangunan konstruksi perkerasan itu sendiri (subbase dan base course) (Das, 2010; Hardiyatmo, 2010). Evaluasi geoteknik terhadap sumber daya tanah melibatkan analisis menyeluruh terhadap komposisi mineral, tekstur butiran, kandungan air alami, serta parameter kekuatan geser guna memastikan kestabilan struktur perkerasan terhadap limpahan beban lalu lintas.

Di daerah iklim tropis basah seperti Kalimantan Tengah, proses pelapukan kimiawi yang intensif akibat temperatur dan curah hujan tinggi memicu pembentukan tanah laterit (lateritic soil). Tanah laterit ditandai oleh pencucian (leaching) silika secara masif dan akumulasi seskuoksida berupa besi (Fe_2O_3) dan aluminium (Al_2O_3). Sifat-sifat teknik tanah laterit sangat bervariasi bergantung pada tingkat pelapukan dan indeks plastisitasnya. Sifat-sifat utama yang memengaruhi kinerja perkerasan meliputi kadar air optimum, potensi kembang-susut (swelling potential), gradasi butiran, serta ketahanan agregat terhadap pemecahan mekanis. Sejalan dengan prinsip pengelolaan sumber daya berkelanjutan sebagaimana diamanatkan dalam Regulasi Pertambangan dan Konstruksi Nasional, pemanfaatan material lokal yang teruji secara teknis dapat meminimalisir dampak lingkungan dan ketergantungan pada agregat impor.

Perkerasan Jalan Tanpa Penutup Aspal (Unpaved Roads)

Perkerasan jalan tanpa penutup aspal merupakan tipe perkerasan berbutir yang memanfaatkan lapisan agregat langsung sebagai lapis aus/pemikul beban lalu lintas utama. Kinerja struktur jalan tanpa penutup aspal ditentukan oleh dua tingkatan lapisan utama, yaitu Lapis Permukaan Agregat (Aggregate

Surface Course) dan Lapis Pondasi Agregat (Aggregate Base Course). Spesifikasi Teknis Bina Marga 2018 Revisi II menetapkan kriteria ketat untuk masing-masing fungsi lapisan guna menjamin kestabilan jalan di bawah aksi cuaca dan roda kendaraan.

Tabel 2.1 Ketentuan Gradasi Perkerasan Berbutir Jalan Tanpa Penutup Aspal

Ukuran Ayakan (ASTM)	Ukuran Ayakan (mm)	Lapis Permukaan Agregat (% Lolos)	Lapis Pondasi Agregat (% Lolos)
1"	25,0	-	100
¾"	19,0	100	-
½"	12,5	-	68 – 90
No. 4	4,75	50 – 78	46 – 70
No. 8	2,36	37 – 67	34 – 54
No. 40	0,425	13 – 35	13 – 35
No. 200	0,075	8 – 15	3 – 12

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II (Tabel 5.1.2.1)

Persyaratan sifat-sifat fisis dan mekanis bahan untuk perkerasan jalan tanpa penutup aspal sebagaimana diatur dalam pedoman teknis Bina Marga dirangkum dalam Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Sifat-Sifat Bahan untuk Perkerasan Berbutir Jalan Tanpa Penutup Aspal

Sifat-Sifat Material	Metode Pengujian	Lapis Permukaan Agregat	Lapis Pondasi Agregat
Abrasi Agregat	SNI 2417:200	Maks. 40%	Maks. 50%

Kasar	8		
Butiran Pecah, tertahan No. 4	SNI 7619:2012	95/90 *	-
Indeks Plastisitas (PI)	SNI 1966:2008	6 – 10%	6 – 15%
Batas Cair (LL)	SNI 1967:2008	Maks. 25%	Maks. 40%
Gumpalan Lempung & Butiran Mudah Pecah	SNI 03-4141-1996	Maks. 5%	Maks. 5%
CBR Rendaman (Soaked CBR)	SNI 1744:2012	Min. 80%	Min. 30% / 60%
Rasio Persen Lolos Ayakan No.200 / No.40	-	Maks. 2/3	Maks. 2/3

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II
*Catatan: 95/90 menunjukkan 95% agregat kasar memiliki 1+ muka pecah dan 90% memiliki 2+ muka pecah.

Peran Agregat Halus dan Kasar

Agregat halus (tanah pilihan/abu batu) berfungsi mengisi rongga di antara butiran agregat kasar, memberikan kerekatan (cohesion), serta membentuk massa yang rapat setelah pemadatan (Sukirman, 1999). Tanah pilihan yang efektif harus memiliki plastisitas sedang ($PI < 12$) agar tidak mudah tererosi saat kering dan tidak terlalu lunak saat jenuh air (Hardiyatmo, 2014). Di sisi lain, agregat kasar (ukuran $> 4,75$ mm) berfungsi sebagai kerangka utama (structural skeleton) yang memberikan ketahanan geser (shear strength) dan

interlocking mekanis terhadap pembebanan langsung lalu lintas.

Parameter dan Formula Analisis Laboratorium

Analisis kelayakan geoteknik material didasarkan pada serangkaian pengujian laboratorium standar. Formula matematis yang digunakan dalam pengolahan data meliputi:

1. **Berat Jenis Bulk (Bulk Specific Gravity):**

$$G_{bulk} = W_d / (W_{ssd} - W_{sub})$$

Keterangan: W_d = berat kering oven (gr), W_{ssd} = berat kondisi jenuh kering permukaan (gr), W_{sub} = berat didalam air (gr).
2. **Penyerapan Air Agregat (Water Absorption):**

$$Absorption (\%) = ((W_{ssd} - W_d) / W_d) \times 100\%$$

Keterangan: Mengukur persentase air yang dapat diserap oleh pori-pori agregat.
3. **Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity):**

$$G_{app} = W_d / (W_d - W_{sub})$$

Keterangan: Berat jenis agregat tanpa memperhitungkan pori yang dapat ditembus air.
4. **Batas Atterberg dan Indeks Plastisitas:**

$$LL = w_N \text{ (pada 25 pukulan)}, PL = w_{rata-rata}, PI = LL - PL$$

Keterangan: LL = Batas Cair (%), PL = Batas Plastis (%), PI = Indeks Plastisitas (%).
5. **Kepadatan Kering Maksimum (Modified Proctor):**

$$\gamma_b = W_b / V, \gamma_d = \gamma_b / (1 + w/100)$$

Keterangan: γ_b = berat isi basah (gr/cm³), γ_d = berat isi kering (gr/cm³), w = kadar air (%).
6. **California Bearing Ratio (CBR):**

$$CBR (\%) = (P_{tanah} / P_{standar}) \times 100\%$$

Keterangan: P_{tanah} = beban penetrasi contoh pada kedalaman 0,1" atau 0,2", $P_{standar}$ = beban standar (3000 lbs pada 0,1" dan 4500 lbs pada 0,2").

METODE PENELITIAN

Lokasi Pengambilan Sampel dan Pengujian

Pengambilan sampel material tanah dan batuan dilakukan secara langsung di Desa Tumbang Habangoi, Kecamatan Petak Malai, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi ini dipilih karena memiliki potensi cadangan tanah laterit lokal yang berlimpah serta material batu bulat alami di

sekitar sungai setempat. Seluruh pengujian sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dilaksanakan di Laboratorium Sinar Wijaya dengan mengacu pada standar pengujian Standar Nasional Indonesia (SNI) dan ASTM.

Jadwal dan Tahapan Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan secara bertahap meliputi persiapan, pengambilan sampel lapangan, pengujian laboratorium, hingga pengolahan dan analisis data. Ringkasan jadwal penelitian disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Schedule Matriks Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Novem ber 2025 (Mingg u ke-)	Desem ber 2025 (Mingg u ke-)	Penangg ung Jawab
1	Persiapan Alat, Bahan, dan Administrasi	Minggu I - II (11-17 Nov)	-	Tim Peneliti
2	Pengambilan Sampel di Tumbang Habangoi	Minggu II - III (18-24 Nov)	-	Tim & Responden Lokal
3	Pengujian Properties & Mekanis Laboratorium	Minggu IV (25-30 Nov)	Minggu I - II (01-14 Des)	Teknisi Lab Sinar Wijaya
4	Analisis Data, Pembahasan, & Pelaporan	-	Minggu III - IV (15-21 Des)	Tim Peneliti

Metode Pengumpulan dan Pengujian Data Primer

Data primer dikumpulkan melalui serangkaian pengujian laboratorium eksperimental sebagai berikut:

1. **Pengujian Gradasi Butiran (SNI 1968:2008):** Menentukan distribusi ukuran partikel tanah laterit dan batu bulat menggunakan susunan saringan standar (1", 3/4", 1/2", No.4, No.8, No.40, No.200) guna mengevaluasi garis kurva gradasi gabungan.
2. **Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air (SNI 03-1969-1990 & SNI 03-1964-1990):** Mengukur berat jenis bulk (G_{bulk}), saturated surface dry (G_{ssd}), apparent (G_{app}), serta persentase penyerapan air agregat kasar dan halus.
3. **Uji Batas-Batas Atterberg (SNI 1966:2008 & SNI 1967:2008):** Menentukan nilai Batas Cair (LL) menggunakan alat Casagrande, Batas Plastis (PL) melalui metode gulungan benang tanah 3 mm, dan perhitungan Indeks Plastisitas ($PI = LL - PL$).
4. **Uji Pemadatan Berat / Modified Proctor (SNI 03-1742-2008):** Menentukan hubungan antara kadar air (w) dan berat isi kering (γ_d) guna memperoleh Kepadatan Kering Maksimum (MDD) dan Kadar Air Optimum (OMC).
5. **Uji California Bearing Ratio / CBR Laboratorium (SNI 1744:2012):** Mengukur daya dukung penetrasi sampel yang dipadatkan pada variasi tumbukan (10, 30, dan 65 tumbukan per lapis) dalam kondisi direndam (soaked) selama 4 hari (96 jam).

Prosedur Analisis Data dan Evaluasi Kelayakan

Data hasil uji laboratorium diolah secara kuantitatif untuk menghasilkan parameter geoteknik teknis. Selanjutnya, nilai-nilai parameter tersebut dibandingkan secara komparatif dengan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II (Tabel 2.1 dan Tabel 2.2). Klasifikasi tanah ditentukan berdasar sistem AASHTO dan USCS. Hasil evaluasi komparatif mendasari penarikan kesimpulan apakah campuran tanah Desa Tumbang Habangoi memenuhi kualifikasi sebagai Lapis Permukaan Agregat atau Lapis Pondasi Agregat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Campuran Agregat Lokal

Pengambilan sampel di lapangan menghasilkan dua material utama: tanah laterit (sebagai agregat halus/pengisi) dari area timbunan darat dan batu bulat (sebagai agregat kasar) dari aliran Sungai Tumbang Habangoi. Berdasarkan pengujian gradasi awal, disusun formula campuran proporsional yaitu 55% Tanah Laterit dan 45% Batu Bulat. Proporsi ini dirancang secara teknis agar tanah laterit berfungsi optimal mengisi rongga (void filling) dan memberikan pelek, sementara batu bulat membentuk kerangka penahan beban. Hasil analisis menunjukkan gradasi gabungan ini berada dalam amplop spesifikasi lapis perkerasan berbutir.

Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Geoteknik Material

Pengujian sifat fisik dilakukan terpisah untuk fraksi halus (tanah laterit) dan agregat kasar (batu bulat), serta kombinasi keduanya. Hasil uji berat jenis tanah halus disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Halus (SNI 03-1964-1990)

Parameter Pengujian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Nomor Piknometer	1	1	-
Berat Piknometer + Contoh (W_2)	84,50	97,30	gram
Berat Piknometer Kosong (W_1)	63,20	63,20	gram
Berat Tanah Kering ($W_t = W_2 - W_1$)	21,30	34,10	gram
Temperatur Pengujian	27,0	27,0	°C

Berat Piknometer + Air + Tanah (W3)	175,60	178,20	gram
Berat Piknometer + Air (W4)	162,34	157,00	gram
Volume Isi Tanah ($V = W5 - W3$)	8,04	12,90	cm ³
Berat Jenis (Gs)	2,649	2,643	gr/cm ³

Rata-rata berat jenis tanah halus yang diperoleh adalah $G_s = 2,646 \text{ gr/cm}^3$. Selanjutnya, hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air untuk agregat kasar (batu bulat) disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)

Parameter Sifat Fisik Agregat Kasar	Sub-Sampel A	Sub-Sampel B	Nilai Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven (BK)	2534,40 gr	2286,30 gr	-
Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan (BJ)	2567,80 gr	2316,90 gr	-
Berat Benda Uji Dalam Air (BA)	1613,10 gr	1453,60 gr	-
Berat Jenis Bulk (G_{bulk})	2,655	2,648	2,651

Berat Jenis SSD (G_{ssd})	2,690	2,684	2,687
Berat Jenis Semu (G_{app})	2,751	2,746	2,748
Penyerapan Air / Absorption (%)	1,318%	1,338%	1,328%

Dari hasil di atas, berat jenis gabungan (combined specific gravity) untuk proporsi 55% tanah dan 45% batu bulat dihitung sebesar $G_{bulk} \text{ combined} = 2,642$. Penyerapan air agregat kasar sebesar 1,328% tergolong amat rendah ($< 5\%$), mengindikasikan bahwa butiran batuan memiliki porositas kecil, tingkat kerapatan tinggi, serta ketahanan yang sangat baik terhadap pelapukan akibat genangan air.

Hasil Pengujian Batas-Batas Atterberg

Pengujian Batas Atterberg dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kepekaan material terhadap variasi kadar air. Hasil pengujian Casagrande dan pengujian batas plastis dirangkum dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Pengujian Batas Atterberg (SNI 1967:2008 & SNI 1966:2008)

Uraian Parameter	Batas Cair (Liquid Limit - LL)				Batas Plastis (PL)	
Banyaknya Pukulan (Ketukan)	44	34	21	12	Ca _{wa} 5	Ca _{wa} 6

Nom or Caw an	4	3	2	1	5	6
Mass a Caw an + Cont oh Basa h (gr)	24, 71	21, 50	22, 82	24, 62	12, 70	11, 90
Mass a Caw an + Cont oh Keri ng (gr)	21, 58	18, 98	19, 81	20, 95	12, 42	11, 77
Mass a Air (gr)	3,1 3	2,5 2	3,0 1	3,6 7	0,2 8	0,1 3
Mass a Caw an Koso ng (gr)	11, 20	11, 20	11, 20	11, 20	11, 20	11, 20
Mass a Cont oh Keri ng (gr)	10, 38	7,7 8	8,6 1	9,7 5	1,2 2	0,5 7
Kada r Air (%)	30, 15 %	32, 39 %	34, 96 %	37, 64 %	22, 95 %	22, 81 %

Berdasarkan hubungan logaritmik antara jumlah pukulan dan kadar air (persamaan regresi $y = -5,612 \ln(x) + 51,801$), diperoleh

nilai Batas Cair (LL) pada 25 pukulan sebesar 33,74%. Nilai Batas Plastis (PL) merupakan rata-rata sampel 1 dan 2 yaitu 22,88%. Dengan demikian, Indeks Plastisitas (PI) dihitung sebesar:

$$PI = LL - PL = 33,74\% - 22,88\% = 10,86\%$$

Nilai PI sebesar 10,86% mengindikasikan bahwa material tanah dari Desa Tumbang Habangoi tergolong dalam kelompok tanah berplastisitas sedang (medium plasticity). Tingkat plastisitas ini sangat menguntungkan karena tanah memiliki kohesi yang cukup untuk mengikat agregat, namun tidak terlalu ekspansif sehingga tidak berpotensi menimbulkan kembang-susut ekstrem.

Hasil Uji Pemadatan Berat (Modified Proctor)

Pengujian pemadatan Modified Proctor (SNI 03-1742-2008) dilakukan untuk menentukan kadar air optimum (OMC) dan kepadatan kering maksimum (MDD). Data kadar air dan kepadatan kering yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pemadatan Modified Proctor

Kad ar Air Renc ana (%)	Penam bahan Air (cc)	Kada r Air Peng ujian (%)	Kepad atan Keri ng / gamm a_d (gr/cm ³)	Ketera ngan Kepad atan
8,0%	127,04	7,356 %	1,879	Kondis i Kering Kering
9,0%	174,51	9,357 %	1,918	Mende kati Optimu m
10,0 %	221,99	12,10 2%	1,939	Kepada tan Maksi mum

				(MDD)
11,0 %	269,46	15,35 2%	1,854	Kondisi Basah
12,0 %	316,93	17,59 5%	1,773	Sangat Basah / Lewat OMC

Dari kurva pemadatan, diperoleh nilai Kepadatan Kering Maksimum (Maximum Dry Density - MDD) sebesar 1,939 gr/cm³ pada Kadar Air Optimum (Optimum Moisture Content - OMC) sebesar 12,102%. Target kepadatan lapangan 95% MDD dihitung sebesar 1,842 gr/cm³. Nilai MDD yang tergolong tinggi ini membuktikan bahwa material memiliki susunan gradasi yang padat dan kemampuan pemadatan yang sangat baik.

Hasil Pengujian CBR Laboratorium (Soaked CBR)

Pengujian daya dukung California Bearing Ratio (CBR) dilakukan pada sampel rendaman (soaked) selama 4 hari dengan variasi energi pemadatan (10, 30, dan 65 tumbukan per lapis). Hasil uji CBR disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian CBR Laboratorium Rendaman (SNI 1744:2012)

Jumlah Tumbukan / Lapis	Densitas Kerikil / gmm _d (gr/cm ³)	CBR Penetrasi 0,1" (%)	CBR Penetrasi 0,2" (%)	Nilai CBR Acuan (%)
10 Tumbukan (Rendah)	1,688	6,40 %	5,69 %	±6,0% (Jenuh Tinggi)
30 Tumbukan (Sedang)	1,794	26,00 %	27,33 %	±27,0% (Variasi)

g)				
65 Tumbukan (Standar Modified)	1,977	49,00 %	48,22 %	±49,0% (Maksimum)

Nilai CBR rendaman maksimum yang dicapai pada energi pemadatan standar 65 tumbukan adalah sebesar ±49%. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan daya dukung yang signifikan seiring bertambahnya kepadatan struktur tanah. Namun, pada kondisi kepadatan rendah (10 tumbukan) atau kondisi jenuh air ekstrem, nilai CBR mengalami penurunan hingga ±6%, menegaskan pentingnya pemadatan maksimal di lapangan.

Evaluasi Rekapitulasi dan Pembahasan Kelayakan Teknis

Seluruh parameter teknis hasil pengujian laboratorium dirangkum dan dibandingkan secara komparatif terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Evaluasi Sifat Geoteknik terhadap Spesifikasi Bina Marga 2018

No	Jenis Pengujian Parameter	Hasil Uji Lab	Spesifikasi Bina Marga 2018	Evaluasi Kelayakan
1	Berat Jenis Bulk (G _{bulk})	2,651	2,50 – 2,80	MEMENUHI
2	Berat Jenis SSD (G _{ssd})	2,687	2,50 – 2,80	MEMENUHI
3	Berat Jenis Semu	2,748	≥ 2,50	MEMENUHI

	(G_app)			
4	Penyerapan Air (Absorption)	1,328 %	Maksimal 5,0%	MEMEN UHI
5	Batas Cair (Liquid Limit - LL)	33,74 %	Maksimal 40,0%	MEMEN UHI
6	Batas Plastis (Plastic Limit - PL)	22,88 %	Dilaporkan	MEMEN UHI
7	Indeks Plastisitas (Plasticity Index - PI)	10,86 %	6,0% – 15,0%	MEMEN UHI
8	Kepadatan Kering Maksimum (MDD)	1,939 gr/cm ³	Dilaporkan	MEMEN UHI
9	Kadar Air Optimum (OMC)	12,10 %	Dilaporkan	MEMEN UHI
10	CBR Rendaman Maksimum (65 tmb)	±49,0%	Lapis Permukaan: Min. 80%	TIDAK MEMEN UHI (Lapis Aus)
11	CBR Rendaman Maksimum (65 tmb)	±49,0%	Lapis Pondasi: Min. 30%	MEMEN UHI (Lapis Pondasi)

12	CBR Variasi (30 tumbukan)	±27,0%	Min. 30%	Mendekati Syarat
13	CBR Kondisi Jenuh (10 tumbukan)	±6,0%	Stabil	Perlu Drainase Baik

Diskusi Teknis Kelayakan: Berdasarkan hasil rekapitulasi teknis di atas, campuran 55% tanah laterit dan 45% batu bulat dari Desa Tumbang Habangoi menunjukkan pemenuhan sempurna terhadap parameter fisik, Atterberg limits, dan pemadatan. Namun, dari segi daya dukung utama, nilai soaked CBR sebesar ±49% secara tegas belum memenuhi persyaratan minimum sebesar 80% yang ditetapkan untuk Lapis Permukaan Agregat Tanpa Penutup Aspal (Aggregate Surface Course). Pembatasan ini disebabkan oleh penggunaan batu bulat alami yang memiliki sudut kebundaran relatif halus sehingga interlocking antar agregat tidak sekuat batu pecah mesin (crushed stone).

Meskipun demikian, apabila dievaluasi terhadap standar Lapis Pondasi Agregat (Aggregate Base Course / Subbase), nilai CBR ±49% telah melampaui batas minimum yang disyaratkan (30% - 40%). Dengan demikian, sumber daya tanah Desa Tumbang Habangoi sangat layak dan direkomendasikan untuk digunakan sebagai Lapis Pondasi Perkerasan Jalan Lokal/Desa, dengan catatan perkerasan dilengkapi lapis aus tambahan atau ditekan pada lalu lintas berbeban ringan hingga sedang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, analisis data geoteknik, dan evaluasi komparatif terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Material tanah laterit dan batu bulat dari Desa Tumbang Habangoi memiliki

karakteristik fisik yang memenuhi standar teknis, dengan Berat Jenis Bulk sebesar 2,651, Berat Jenis SSD 2,687, Berat Jenis Semu 2,748, dan nilai Penyerapan Air yang sangat rendah yaitu 1,328% (dibawah batas maksimum 5%).

2. Parameter batas-batas Atterberg menunjukkan nilai Batas Cair (LL) sebesar 33,74% (di bawah batas maks. 40%) dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar 10,86% (berada dalam rentang standar 6–15%), yang mengkategorikan material dalam tingkat plastisitas sedang yang stabil.
3. Karakteristik pemadatan Modified Proctor menghasilkan Kepadatan Kering Maksimum (MDD) sebesar 1,939 gr/cm³ pada Kadar Air Optimum (OMC) sebesar 12,10%, mengindikasikan kemampuan padatan material yang sangat baik.
4. Nilai daya dukung CBR rendaman maksimum yang diperoleh adalah sebesar $\pm 49\%$. Nilai ini TIDAK MEMENUHI syarat sebagai Lapis Permukaan Agregat Tanpa Penutup Aspal (yang mensyaratkan $\text{CBR} \geq 80\%$). Namun, material MEMENUHI PERSYARATAN TEKNIS sebagai Lapis Pondasi Agregat (Aggregate Base Course) untuk konstruksi jalan perdesaan dengan lalu lintas ringan hingga sedang.

Saran

Guna mengoptimalkan pemanfaatan material geoteknik dari Desa Tumbang Habangoi dalam proyek pelaksanaan jalan di lapangan, disarankan beberapa langkah rekayasa berikut:

1. Rekayasa Campuran (Blending): Untuk meningkatkan nilai CBR agar memenuhi syarat lapis permukaan ($\geq 80\%$), disarankan melakukan pencampuran (blending) dengan agregat batu pecah (crushed aggregate) bersudut tajam sebesar 15–25% guna meningkatkan mekanisme interlocking antar butir.
2. Pengendalian Pemadatan Lapangan: Pelaksanaan pemadatan di lapangan harus dikontrol secara ketat pada kondisi Kadar Air Optimum ($\text{OMC} \pm 12,10\%$) untuk mencapai target kepadatan minimum 95% MDD (1,842 gr/cm³), sehingga daya

dukung $\pm 49\%$ dapat tercapai secara konsisten.

3. Sistem Drainase Jalan: Mengingat nilai CBR material sangat sensitif terhadap kondisi kejenuhan air (turun hingga $\pm 6\%$ pada kondisi jenuh tinggi), konstruksi jalan harus dilengkapi dengan saluran drainase samping yang efektif guna mencegah genangan air meresap ke dalam lapisan pondasi.
4. Pemeliharaan Periodik: Perlu dilakukan pemeliharaan berkala berupa pembentukan ulang kemiringan jalan (grading/shaping) untuk mencegah pembentukan alur air pada permukaan perkerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1964-1990: Metode pengujian berat jenis tanah. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1969-1990: Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 03-1742-2008: Metode pengujian kepadatan tanah dengan pemadatan berat (Modified Proctor). Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1966:2008: Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1967:2008: Cara uji penentuan batas cair tanah. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1968:2008: Cara uji analisis saringan agregat halus dan kasar. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 03-1744-2012: Metode pengujian CBR (California Bearing Ratio) laboratorium. Jakarta: BSN.
- Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design (5th ed.). Singapore: McGraw-Hill International Editions.
- Das, B. M. (2010). Principles of Geotechnical Engineering (7th ed.). USA: Cengage Learning.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2010). Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan

- Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jakarta:
Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). Mekanika Tanah I
(Edisi ke-5). Yogyakarta: Gadjah Mada
University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). Stabilisasi Tanah
untuk Perkerasan Jalan. Yogyakarta:
Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan
Rakyat. (2018). Spesifikasi Umum
2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan
dan Jembatan (Revisi 2). Jakarta:
Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan
Raya. Bandung: Nova.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4
Tahun 2009 tentang Pertambangan
Mineral dan Batubara. (2009). Jakarta:
Sekretariat Negara Republik Indonesia.