



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Rancangan Campuran Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan Menggunakan Material Sungai Sombe Kecamatan Kinovaro Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah

Road Pavement Subbase Mix Design Using Sombe River Material, Kinovaro District, Sigi Regency, Central Sulawesi Province

Ahmad Riefandi^{1*}, Hasanuddin², Sukiman Nurdin³

^{1,2,3}Program Studi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palu Jl. Hangtuah No. 114 Telp 0451-426504 Palu 94118

*Corresponding Author: E-mail: ahmad.riefandi@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 29 Mar, 2026

Revised: 19 Apr, 2026

Accepted: 29 Apr, 2026

Kata Kunci:

Sungai Sombe, Lapis Pondasi Bawah, Keausan Agregat, CBR

Keywords:

Sombe River, Subbase Layer, Aggregate Wear, CBR

DOI: [10.56338/jks.v9i4.10958](https://doi.org/10.56338/jks.v9i4.10958)

ABSTRAK

Sungai Sombe adalah salah satu sungai yang ada di Desa Porame Kecamatan Kinovaro Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah yang memiliki sumber material yang cukup potensial sebagai bahan material campuran lapis pondasi Bawah dengan lebar sungai 100 meter, panjang 10 kilometer dan kedalaman 2 meter, kandungan material di Sungai Sombe ialah 2,000,000 m³. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik material Sungai Sombe sebagai bahan campuran lapis pondasi bawah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu dengan pengujian laboratorium berupa pengujian keausan agregat, butiran pecah, indeks plastisitas, gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat, CBR laboratorium, perbandingan persen lolos ayakan No. 200 dan No. 40. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik dan mekanik menunjukkan bahan material Sungai Sombe memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 5 Tentang Lapis Pondasi Agregat kelas B. Dengan nilai keausan agregat sebesar 18,60 %, butiran pecah tertahan No. 4 sebesar 98/97, indeks plastisitas menunjukkan non plastis, gumpalan lempung dan butiran mudah pecah sebesar 0,716 %, CBR rendaman sebesar 68,00 %, perbandingan persen lolos ayakan No. 200 dan No. 40 sebesar 0,276, rancangan proporsi campuran agregat sebesar 20,00 % untuk batu pecah 2'' (2-5 cm), 25,00 % untuk batu pecah 3/4'' (1-2 cm), 25,00 % untuk sirtu lolos saringan No. 4, dan 30,00 % untuk abu batu.

ABSTRACT

Sombe River is one of the rivers in Porame Village, Kinovaro District, Sigi Regency, Central Sulawesi Province which has a potential source of material as a material for mixing the lower foundation layer with a river width of 100 meters, a length of 10 kilometers and a depth of 2 meters, the material content in the Sombe River is 2,000,000 m³. This study aims to determine the physical and mechanical properties of the Sombe River material as a material for mixing the lower foundation layer. The method used in this study is an experimental method, namely by laboratory testing in the form of aggregate wear testing, broken grains, plasticity index, clay lumps and easily broken grains in the aggregate, laboratory CBR, comparison of the percentage passing sieve No. 200 and No. 40. Based on the results of the physical and mechanical properties test, it shows that the Sombe River material meets the General Specifications of the Director General of Highways 2018 for Road and Bridge Construction Works Division 5 Concerning Class B

Aggregate Foundation Layers. With an aggregate wear value of 18.60%, retained broken grains No. 4 is 98/97, the plasticity index shows non-plastic, clay lumps and easily broken grains are 0.716%, the CBR soaking is 68.00%, the comparison of the percentage passing through sieve No. 200 and No. 40 is 0.276, the design proportion of the aggregate mixture is 20.00% for crushed stone 2'' (2-5 cm), 25.00% for crushed stone 3/4'' (1-2 cm), 25.00% for sirtu passing sieve No. 4, and 30.00% for stone ash.

PENDAHULUAN

Sungai Sombe merupakan salah satu sungai yang ada di Desa Porame Kecamatan Kinovaro Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah yang memiliki kandungan material yang cukup banyak untuk menjadi material pekerjaan konstruksi, khususnya untuk pekerjaan perkerasan jalan raya. Dengan adanya sumber material alternatif dari Sungai Sombe tersebut, para pengguna jasa konstruksi dapat menghemat biaya pembelian material dari Kota Palu yang berjarak \pm 10 kilometer dari kabupaten Sigi.

Material Sungai Sombe selama ini masih belum dikelola secara optimal dan hanya digunakan sebagai bahan timbunan pada lantai bangunan oleh masyarakat sekitar daerah kecamatan Kinovaro. Material sungai tersebut juga pernah digunakan pada proyek peningkatan jalan dalam kota Kaleke tahun anggaran 2019, peningkatan jalan Kanuna-Kota tahun anggaran 2019 dan pemeliharaan jalan Beka-Dolo tahun anggaran 2020 sebagai material timbunan pilihan.

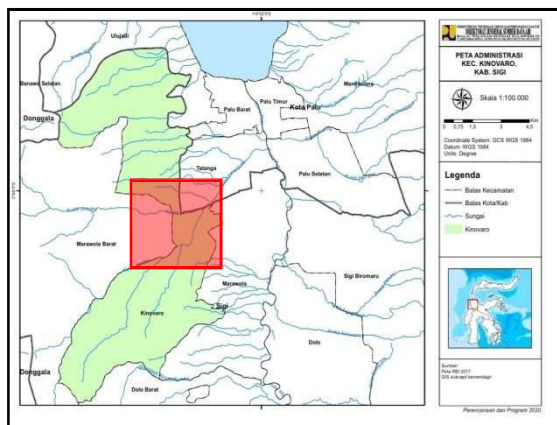
Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan serangkaian pengujian di laboratorium, agar sifat-sifat material tersebut diketahui. Dengan mengetahui sifat-sifat material tersebut, kita dapat memastikan material Sungai Sombe merupakan bahan atau material dapat digunakan sebagai lapis pondasi Bawah (subbase) pada konstruksi perkerasan jalan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik, potensi serta kelayakan material Sungai Sombe di Desa Porame, Kecamatan Kinovaro, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah dengan memperhatikan standar Bina Marga 2018 jika dimanfaatkan sebagai material lapis pondasi bawah.

METODE PENELITIAN

Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi penelitian yaitu Sungai Sombe yang terletak di Desa Porame Kecamatan Kinovaro Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan, material yang terdapat di Sungai Sombe mempunyai potensi yang cukup bagus untuk digunakan sebagai bahan material perkerasan jalan khususnya sebagai bahan material campuran lapis pondasi bawah (Subbase Course).





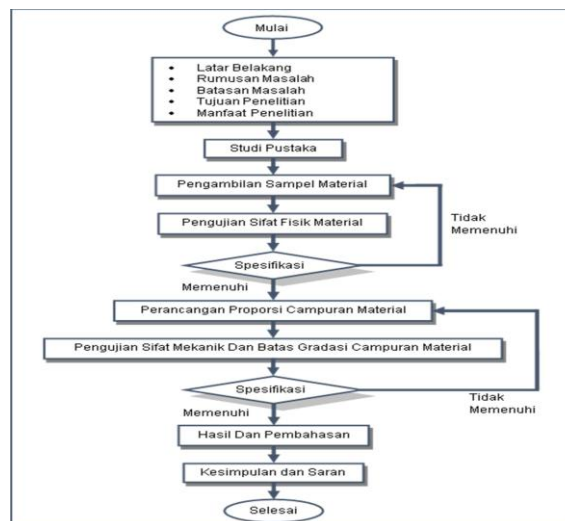
Gambar 1 Peta lokasi penelitian Sumber : BWS Sulawesi III 2021.

Lokasi Pengujian

Dalam penelitian ini menggunakan Laboratorium Transporatsi Dan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tadulako yang berada di Jalan Soekarno Hatta Kelurahan Tondo Kecamatan Mantikulore Kota Palu Provinsi.

Metode Penelitian

Penelitian pada Tugas Akhir ini menggunakan metode eksperimen. Dimana, metode ini merupakan metode penelitian yang dilakukan demi mendapatkan hasil maupun data dari variable yang diteliti. Benda uji pada penelitian ini ialah agregat kasar dan halus yang berasal dari Sungai Sombe, bahan baku dalam penelitian ini ialah agregat kasar yang tertahan saringan no. 4 (4,75 mm) dan mempunyai ukuran maksimum 4'' (100 mm). Dan agregat halus yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm). Untuk proses penelitian yang lebih terstruktur lagi, maka akan disajikan dalam bentuk flow chart seperti pada gambar 3.2



Gambar 2 Flow Chart Penelitian Sumber : Peneliti.2021

Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode representative sampel. Pengambilan sampel material secara manual dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

Menentukan titik lokasi pengambilan sampel dengan memperhatikan akses jalan keluar masuk yang lebih mudah dijangkau. Dimana peneliti menentukan 3 titik pengambilan sampel membentuk segitiga yang jaraknya kurang lebih 25 meter.

Pada saat pengambilan sampel, dilakukan pemisahan material dengan saringan 2 inci (50 mm) untuk agregat kasar dan material yang lolos saringan 3/4 inci (19,00 mm) untuk agregat halus.

Kemudian mengambil jumlah sampel agregat yang dibutuhkan sesuai kebutuhan agregat untuk pengujian

Melakukan pemecahan batu untuk agregat kasar secara manual dengan ukuran maksimum diperkirakan lolos saringan 2''.

Metode Pengujian Bahan

Pengujian Sifat Fisik Material Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan, bentuk, kebersihan, dan keawetan dari suatu agregat yang akan digunakan. Pengujian ini meliputi:

1. Pengujian Keausan Agregat Atau Abrasi (SNI 2417:2008)
2. Pengujian Persentase Butir Pecah (SNI 7619:2012)
3. Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir Mudah Pecah Dalam Agregat (SNI 03-4141-1996)
4. Pengujian Penentuan Batas Cair Tanah (SNI 1967:2008)
5. Pengujian Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah (SNI 1966:2008)
6. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008)
7. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970:2008)

Rancangan Agregat Gabungan

Metode yang digunakan sebagai acuan membuat proporsi campuran adalah metode trial and error, dalam setiap fraksi agregat dilakukan cara mencoba-coba persentase agar gradasi campuran sesuai dengan range gradasi yang diijinkankan.

Pengujian Analisa Saringan Untuk Gradasi Campuran (SNI ASTM C136:2012)

Pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian dan bertujuan untuk mengetahui gradasi butiran dari agregat halus dan agregat kasar terutama pada agregat campuran.

Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik bertujuan untuk mengetahui kadar air dalam keadaan optimum dan daya dukung dari suatu agregat yang akan digunakan. Pengujian sifat mekanik meliputi:

Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah (SNI 1743:2008)

Pengujian California Bearing Ratio/(CBR) Laboratorium (SNI 1744:2012)

HASIL**Hasil pengujian Sifat Fisik Agregat**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat yang terkandung dalam agregat yang akan dipergunakan. Pengujian fisik agregat meliputi:

Pengujian Keausan Agregat (Abrasi)

Pengujian abrasi yang dilakukan yaitu menguji agregat kasar yang tertahan saringan 1'' (25,40 mm), tertahan saringan 3/4'' (19,10 mm), tertahan saringan 1/2'' (12,70 mm), dan tertahan saringan

3/8'' (9,52 mm) dengan berat masing-masing agregat yang tertahan adalah $1.250,00 \pm 2,50$ gram. Hasil pengujian abrasi untuk agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 1 ; Hasil Pengujian Keausan Agregat (Abrasi)

No.	Sampel Benda Uji	Nilai Keausan Agregat (%)	Spesifikasi
1.	Sampel 1	18,59	
2.	Sampel 2	18,62	Maks. 40 %
3.	Sampel 3	18,58	
Nilai Rata - Rata		18,60	

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Pengujian Persentase Butir Bidang Pecah

Pengujian ini dilakukan pada agregat kasar yang akan digunakan dalam proporsi campuran yaitu batu pecah 2'' (2-5 cm), batu pecah 3/4'' (1-2 cm). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.2 .

Tabel 2. Hasil Pengujian Persentase Butir Bidang Pecah

No.	Sampel Agregat	Hasil Pengujian (%)		Spesifikasi	
		Satu Bidang Pecah Atau Lebih	Dua Bidang Pecah Atau Lebih	Satu Bidang Pecah Atau Lebih	Dua Bidang Pecah Atau Lebih
1.	Batu Pecah 2'' (2-5 cm)	98,32	96,47	Min. 55 %	Min. 50 %
2.	Batu Pecah 3/4'' (1-2 cm)	98,42	97,18		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat Pengujian ini dilakukan terhadap

agregat kasar yang lolos saringan 2'' (50,00 mm) tertahan saringan 3/4'' (19,00 mm), 3/8'' (9,50 mm), No. 4 (4,75 mm) dan agregat halus yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) tertahan Saringan No. 16 (1,18 mm). Untuk hasil pengujian diperoleh nilai sebesar 0,716 % kandungan gumpalan lempung dan butir mudah pecah dalam agregat.

Pengujian Pemeriksaan Konsistensi Atterberg

Dari hasil pengujian diperoleh nilai batas cair tidak dapat ditentukan sehingga indeks plastisitas dinyatakan non plastis, dikarenakan butiran agregat yang diuji berupa agregat halus yang diperkirakan lolos saringan No. 40 (0,425 mm). Dengan demikian material Sungai Sombe diklasifikasikan sebagai material non plastis.

Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan terhadap agregat kasar yang akan digunakan pada proporsi campuran yaitu batu pecah 2'' (2-5 cm), batu pecah 3/4'' (1-2 cm), sirtu (Agregat kasar tertahan saringan no.4). Untuk hasil pengujiannya dapat ditunjukkan pada Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Batu Pecah 2'' (2-5 cm)

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Rata – Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,793
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	2,801
Berat Jenis Semu (Sa)	2,815
Penyerapan Air (Sw)	0,274 %

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Batu Pecah 3/4'' (1-2 cm)

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Rata – Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,657
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	2,676
Berat Jenis Semu (Sa)	2,708
Penyerapan Air (Sw)	0,707 %

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Sirtu Tertahan No.4

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Rata – Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,605
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	2,639
Berat Jenis Semu (Sa)	2,695
Penyerapan Air (Sw)	1,281 %

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan pada agregat halus yang akan digunakan pada proporsi campuran yaitu sirtu dengan butiran agregat Halus yang diperkirakan lolos saringan No. 4 (4,75 mm). Untuk hasil pengujiannya dapat ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Rata – Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,610
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	2,648
Berat Jenis Semu (Sa)	2,713
Penyerapan Air (Sw)	1,451 %

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021

Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Batu

Pengujian ini dilakukan pada abu batu yang akan digunakan pada proporsi campuran yaitu butiran abu batu. Untuk hasil pengujiannya dapat ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Batu

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Rata – Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,624
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	2,662
Berat Jenis Semu (Sa)	2,728
Penyerapan Air (Sw)	1,451 %

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

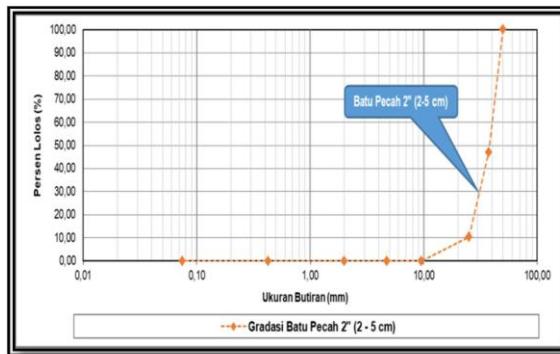
Pengujian Analisa Saringan Butiran Agregat

Pengujian ini dilakukan terhadap masing-masing butiran agregat yang akan digunakan sebagai bahan material pada proporsi campuran. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.8 halaman 48, Tabel 4.9 halaman 49, Tabel 4.10 halaman 50, dan Tabel 4.11 halaman 51. Kemudian untuk grafik gradasi dari hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1 halaman 48, Gambar 4.2 halaman 49, Gambar 4.3 halaman 50, dan Gambar 4.4 halaman 51.

Tabel 8. Hasil Pengujian Analisa Saringan Batu Pecah 2'' (2-5 cm)

Saringan	Massa Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)	Keterangan
2''	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2''	3.168,00	3.168,00	53,13	46,87	
1''	2.176,80	5.344,80	89,64	10,36	Agregat Kasar
3/8''	615,80	5.960,60	99,97	0,03	
No. 4	0,00	5.960,60	99,97	0,03	
No. 10	0,00	5.960,60	99,97	0,03	
No. 40	0,00	5.960,60	99,97	0,03	Agregat Halus
No. 200	1,80	5.962,40	100,00	0,00	
PAN	0,00	5.962,40	100,00	0,00	Abu Batu
Total	5.962,40	Modulus Kehalusan	6,43		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

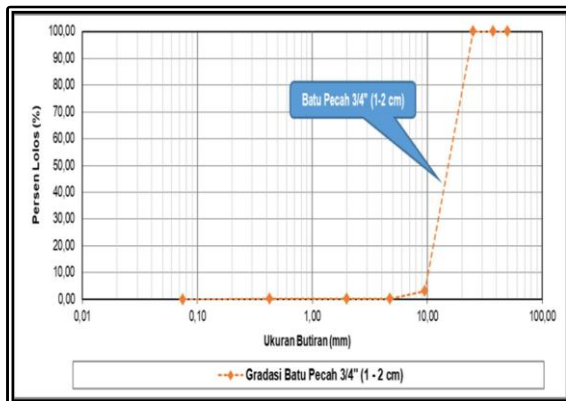


Gambar 3 Grafik gradasi batu pecah 2'' (2-5 cm).

Tabel 9 Hasil Pengujian Analisa Saringan Batu Pecah 3/4'' (1-2 cm)

Saringan	Massa Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)	Keterangan
2''	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2''	0,00	0,00	0,00	100,00	
1''	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/8''	2.424,30	2.424,30	97,04	2,96	Agregat Kasar
No. 4	72,00	2.496,30	99,92	0,08	
No. 10	0,00	2.496,30	99,92	0,08	
No. 40	0,00	2.496,30	99,92	0,08	Agregat Halus
No. 200	2,00	2.498,30	100,00	0,00	
PAN	0,00	2.498,30	100,00	0,00	Abu Batu
Total	2.498,30	Modulus Kehalusan	4,97		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

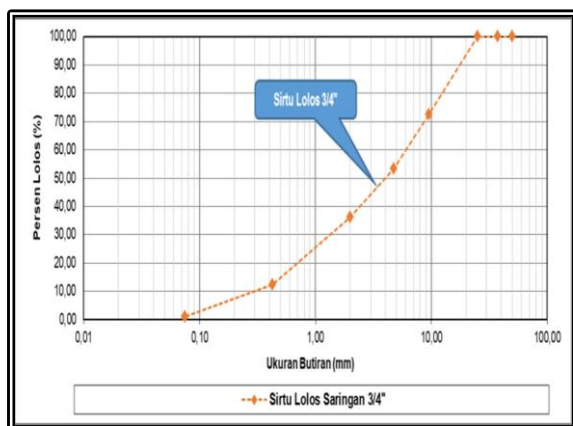


Gambar 4. Grafik gradasi batu pecah 3/4" (1-2 cm).
 Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Tabel 10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sirtu Lolos Saringan 3/4" (1-2 cm)

Saringan	Massa Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)	Keterangan
2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/8"	1.441,10	1.441,10	27,51	72,49	Agregat Kasar
No. 4	1.006,00	2.447,10	46,72	53,28	
No. 10	898,60	3.345,70	63,88	36,12	
No. 40	1.248,00	4.593,70	87,71	12,29	Agregat Halus
No. 200	587,70	5.181,40	98,93	1,07	
PAN	56,20	5.237,60	100,00	0,00	Abu Batu
Total	5.237,60	Modulus Kehalusan	3,25		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.

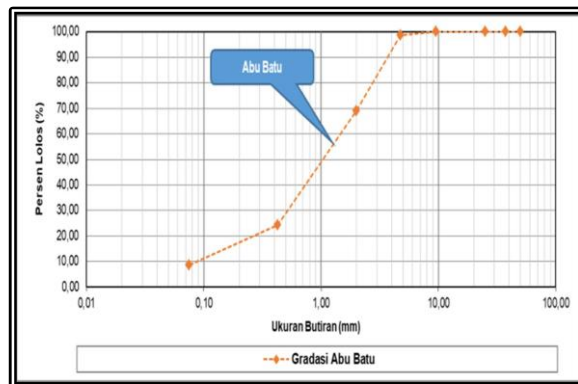


Gambar 5 Grafik gradasi sirtu lolos saringan 3/4".
 Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Tabel 11. Hasil Pengujian Analisa Saringan Abu Batu

Saringan	Massa Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)	Keterangan
2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	Agregat Kasar
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	
No. 4	39,80	39,80	0,34	98,66	
No. 10	880,70	920,50	30,91	69,09	
No. 40	1.335,30	2.255,80	75,75	24,25	Agregat Halus
No. 200	464,70	2.720,50	91,36	8,64	
PAN	257,40	2.977,90	100,00	0,00	Abu Batu
Total	2.977,90	Modulus Kehalusan	1,99		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.



Gambar 6. Grafik gradasi abu batu. Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

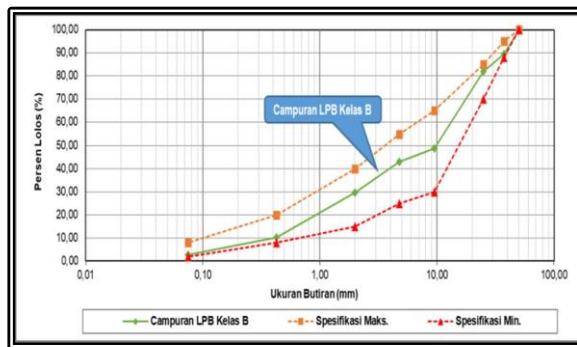
Hasil Penggabungan Agregat

Hasil penggabungan agregat dilakukan dengan metode trial and error dengan menggunakan 4 jenis butiran agregat yaitu batu pecah 2'' (2-5 cm), batu pecah 3/4'' (1-2 cm), sirtu lolos saringan 3/4'' (1-2 cm), dan abu batu. Butiran-butiran agregat tersebut diperoleh dari hasil olahan agregat kasar yang diambil langsung dari Sungai Sombe dengan ukuran minimum tertahan saringan no.4 (4,75 mm) dan ukuran maksimum 2,00'' (50 mm). Untuk hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.12, serta grafik dari hasil komposisi campuran dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Tabel 12 Hasil Pengujian Penggabungan Agregat

Saringan	Proporsi Campuran Agregat (Dalam Persen Lolos)				Total Persentase Gradasi Campuran Agregat (%)	Spec. (% Lolos)
	Batu Pecah 2"	Batu Pecah 3/4"	Sirtu Lolos 3/4"	Abu Batu		
	20 %	25 %	25 %	30 %		
2"	20,00	25,00	25,00	30,00	100,00	100
1 1/2"	9,37	25,00	25,00	30,00	89,37	88 – 95
1"	2,07	25,00	25,00	30,00	82,07	70 – 85
3/8"	0,01	0,74	18,12	30,00	48,87	30 – 65
No. 4	0,01	0,02	13,32	29,60	42,94	25 – 55
No. 10	0,01	0,02	9,03	20,73	29,78	15 – 40
No. 40	0,01	0,02	3,07	7,27	10,37	8 – 20
No. 200	0,00	0,00	0,27	2,59	2,86	2 – 8

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.



Gambar 7 Grafik gradasi campuran lapis pondasi bawah (LPB) kelas B.
Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

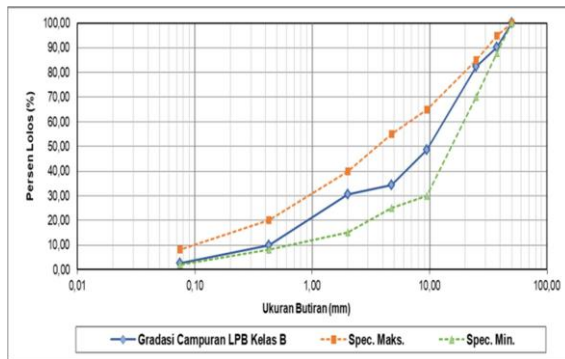
Hasil Pengujian Analisa saringan Campuran Agregat

Pengujian ini dilakukan terhadap agregat yang telah dibuatkan proporsi campuran agregat lapis pondasi bawah. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.13, serta grafik dari hasil komposisi campuran dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Tabel 13 Hasil Pengujian Analisa Saringan Campuran LPB Kelas B

Saringan	Massa Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)	Spesifikasi (% Lolos)
2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100 – 100
1 1/2"	495,20	495,20	9,80	90,20	88 – 95
1"	399,20	894,40	17,70	82,30	70 – 85
3/8"	1697,80	2.592,20	51,30	48,70	30 – 65
No. 4	722,60	3.314,80	65,60	34,40	25 – 55
No. 10	195,00	3.509,80	69,46	30,54	15 – 40
No. 40	1049,50	4.559,30	90,23	9,77	8 – 20
No. 200	365,80	4.925,10	97,47	2,53	2 – 8
PAN	127,90	5.053,00	100,00	0,00	
Total	5.045,70	Modulus Kehalusan	4,02		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.



Gambar 8 Grafik gradasi campuran lapis pondasi bawah (LPB) kelas B.

Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

Hasil Pengujian Sifat Mekanik Agregat

Pengujian sifat mekanik dilakukan bertujuan untuk mengetahui daya tahan atau dampak yang terjadi apabila suatu komposisi campuran agregat digunakan sebagai bahan material lapis pondasi bawah (LPB). Pengujian yang dilakukan meliputi:

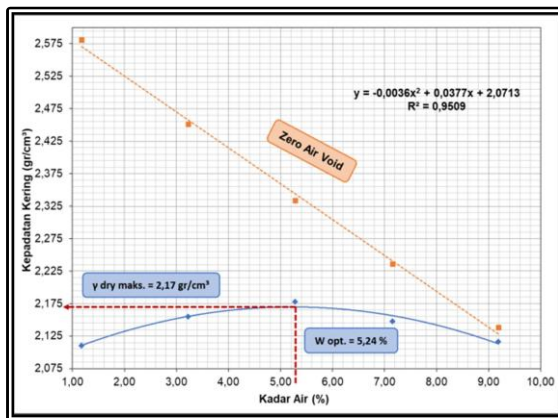
Pengujian Percobaan Kepadatan Berat Campuran Agregat

Pengujian ini dilakukan dengan metode modified atau metode kepadatan berat menggunakan 5 sampel komposisi campuran agregat yang sama dengan masing-masing sampel seberat 5 kilogram dengan perkiraan variasi kadar air sekitar 1 %, 3 %, 5 %, 7 %, dan 9 %. Hasil pengujiannya ditunjukkan pada Tabel 4.14, dan hasil grafik pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.7

Tabel 14. Hasil Pengujian Percobaan Kepadatan Campuran Agregat

No.	Contoh Uji	Kadar Air (%)	Kepadatan Kering (gr/cm ³)
1.	Sampel 1	1,17	2,110
2.	Sampel 2	3,23	2,155
3.	Sampel 3	5,28	2,177
4.	Sampel 4	7,16	2,147
5.	Sampel 5	9,19	2,116

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.



Gambar 9 Grafik hubungan antara kepadatan dengan kadar air.

Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

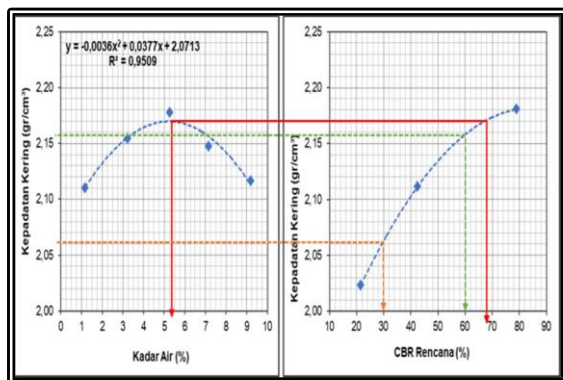
Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Laboratorium

Pengujian ini dilakukan menggunakan metode pemadatan modified dengan membuat 3 sampel campuran agregat yang mempunyai variasi tumbukan yang berbeda yaitu sampel pertama 10 kali tumbukan, sampel kedua 35 kali tumbukan, dan sampel ketiga 65 kali tumbukan. Setiap sampel yang akan diuji diberikan kadar air sebesar 5,24 % berdasarkan kadar air optimum hasil pengujian percobaan pemadatan campuran agregat. Untuk hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.15, dan hasil grafik pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Tabel 15. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

No.	Contoh Uji	Jumlah Tumbukan	Kepadatan Kering (gr/cm ³)	CBR Laboratorium (%)
1.	Sampel 1	10 kali	2,023	21,58
2.	Sampel 2	35 kali	2,112	42,54
3.	Sampel 3	65 kali	2,181	78,99

Sumber: Hasil pengujian laboratorium. 2021.



Gambar 10 Grafik korelasi antara kepadatan dengan CBR laboratorium.

Sumber : Hasil pengujian laboratorium. 2021.

PEMBAHASAN

Pembahasan Pengujian Sifat Fisik Agregat

Sifat fisik salah satu faktor yang paling penting untuk diketahui, sifat-sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan seperti pengaruh pemanasan, pendinginan, dan kuat tekan yang lebih mengarah pada struktur material itu sendiri. Proporsi campuran agregat berhubungan erat dengan sifat mekanik dari struktur material pada agregat. Sifat mekanik dapat disesuaikan dengan serangkaian proses perlakuan fisik terhadap material tersebut. Dengan perlakuan fisik pada material, akan membawa penyempurnaan dan pengembangan material pada agregat. Pengujian yang dilakukan pada material agregat bertujuan mengetahui sifat-sifat yang terkandung di dalamnya.

Pembahasan Proporsi Campuran Agregat

Proporsi campuran agregat dimaksudkan untuk menggabungkan beberapa jenis agregat dengan ukuran butiran yang berbeda sehingga diperoleh sebuah komposisi campuran agregat yang diinginkan. Untuk metode yang digunakan adalah metode coba-coba (trial and error), dimana metode ini bertujuan untuk memperoleh bentuk kurva gradasi gabungan yang berada pada batas-batas spesifikasi gradasi untuk campuran lapis pondasi bawah (subbase course). (SPESIFIKASI UMUM BINA MARGA, 2018)

Dari hasil pengujian ternyata diperoleh nilai persentase lolos butiran yang sesuai dengan spesifikasi gradasi dengan campuran agregat untuk batu pecah 2'' (2-5 cm) sebesar 20,00 %, untuk batu pecah 3/4'' (1-2 cm) sebesar 25,00 %, untuk sirtu lolos saringan 3/4'' (1-2 cm) sebesar 25,00 %, dan untuk abu batu sebesar 30,00 %, dengan bentuk kurva gradasi ialah gradasi menerus dimana semua agregat dalam campuran terdistribusi dengan baik dikarenakan agregat yang tercampur dapat mengisi

semua rongga dalam campuran sehingga memiliki stabilitas yang cukup tinggi, kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang sangat besar.

Sifat Rancangan Lapis Pondasi Bawah

Berdasarkan dari hasil pengujian dan sifat-sifat pondasi agregat sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan Divisi 5, menunjukkan bahwa material Sungai Sombe memenuhi sifat-sifat material lapis pondasi bawah kelas B dan kelas S, ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil pengujian laboratorium material Sungai Sombe

Sifat - Sifat	Hasil	Spesifikasi		
		Kelas A	Kelas B	Kelas S
Abrasi dari agregat kasar	18,60 %	0-40 %	0-40 %	0-40 %
Butiran pecah, tertahan ayakan No. 4	98/97	Min. 95/90	Min. 55/50	Min. 55/50
Batas Cair	-	0-25	0-35	0-35
Indeks Plastisitas	-	0-6	4-10	4-15
Hasil kali indeks plastisitas dengan % lolos ayakan No. 200	-	Maks. 25	-	-
Gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah	0,716 %	0-5 %	0-5 %	0-5 %
CBR Rendaman	68,00 %	Min. 90,00 %	Min. 60,00 %	Min. 50,00 %
Perbandingan persen lolos ayakan No. 200 dan No. 40	0,27	Maks. $\frac{2}{3}$	Maks. $\frac{2}{3}$	-

Sumber: Rekap hasil pengujian laboratorium. 2021

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan sifat fisik dan mekanik material Sungai Sombe memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan Divisi 5. Kemudian, dari percobaan rancangan proporsi campuran berdasarkan metode percobaan coba-coba (trial dan error) diperoleh proporsi campuran agregat sebesar 20,00 % untuk batu pecah 2" (2-5 cm), 25,00 % untuk batu pecah 3/4" (1-2 cm), 25,00 % untuk sirtu lolos saringan 3/4" (1-2 cm), dan 30,00 % untuk abu batu yang diperkirakan lolos saringan No. 4 (4,75 cm). Dengan presentase kandungan fraksi agregat kasar sebesar 65,60 %, fraksi agregat halus sebesar 31,87 %, dan untuk filler 2,53 %.

SARAN

Sungai Sombe dapat direkomendasikan sebagai sumber material untuk pekerjaan perkerasan jalan, karena hasil pengujian telah memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan Divisi 5 Tentang Lapis Pondasi Agregat serta Bagi peneliti yang melakukan penelitian lebih lanjut untuk pengujian pada lapis pondasi atas (Base Course) kelas A atau dapat melakukan penelitian dengan mempertimbangkan bahan tambah alternatif lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brian Rivaldo Purba, Oscar H. Kaseke, Mecky
 R. E. Manoppo, Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya, Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado, Vol. 13 No. 62, 2015.
 Badan Standardisasi Nasional, 2008, SNI 1970:2008 Tentang Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.
 Badan Standardisasi Nasional, 2008, SNI 1969:2008 Tentang Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.

-
- Badan Standardisasi Nasional, 2012, SNI 1744:2012 Tentang Metode Uji CBR Laboratorium, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008, SNI 2417:2008 Tentang Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008, SNI 1743:2008 Tentang Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah.
- Badan Standardisasi Nasional, 2012, SNI ASTM C136:2012, Tentang Metode Uji Analisa Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT), Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2014, SNI 6889:2014 Tentang Tata Cara Pengambilan Contoh Uji Agregat, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008, SNI 1967:2008 Tentang Metode Uji Penentuan Batas Cair Tanah.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008, SNI 1966:2008 Tentang Metode Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks plastisitas Tanah.
- Badan Standardisasi Nasional, 2012, SNI 7619:2012 Tentang Metode Uji Penentuan Persentase Butir Pecah Pada Agregat Kasar, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 1996, SNI 03-4141-1996 Tentang Metode Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat, Jakarta.
- Direktur Jendral Bina Marga, 2018, Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Jalan Dan Jembatan, Divisi 5, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Fadly Achmad, Fakri Husnan, Ririn K. Abudi, Kajian Penggunaan Pasir Gunung Donggala Sebagai Agregat Halus Pada Lapis Pondasi Bawah Jalan Raya, Universitas Negeri Gorontalo Fakultas Teknik Jurusan Sipil, FSTPT Internasional Symposium, 1-3 November 2013.
- Fadly Achmad, Riskiyanto Maksud, Kajian Penggunaan Tras Lompotoo Sebagai Agregat Halus Pada Lapis Pondasi Bawah Ditinjau Dari Spesifikasi Umum, 2007 Dan 2010, Universitas Negeri Gorontalo Fakultas Teknik Jurusan Sipil, FSTPT Internasional Symposium, 22-24 Agustus 2014.
- Google Earth Pro, Lokasi penelitian, Sungai Sombe (Online), (0°57'20.60" S 119°50'00.44" E , diakses 05 Mei 2021).
- Hardiyatmo, Hary C., 2019, Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah, Edisi 3, Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- La Welendo, Nasrul, Joko Santoso, Pengujian Material Lokal Kawawite-Wite Sebagai Lapis Pondasi Agregat Kelas B, Universitas Halu Oleo Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Stabilita, Vol. 7 No. 1, Februari 2019.
- Robinsonita Salena, 2018, Sampel Representatif Adalah Sampel yang Karakteristiknya Hampir Sama Dengan Yang Dimiliki Oleh Populasi (Online), (<http://musiksapedayak.blogspot.com/2018/12/sampel-representatif-adalah.html#> , diakses 20 April 2021).
- Said Jalalul Akbar, Mukhlis, Burhanuddin, Muhibbuddin, Tinjauan Mutu Agregat Lapis Pondasi Bawah Pada Perkerasan Jalan Batas Kota Lhokseumawe – Pantan Labu, Universitas Malikussaleh Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Teras, Vol. 5 No. 2, September 2015.
- Sukirman, S., 2010, Perancangan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, Edisi 1, Bandung.
- Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Jakarta.
- Tobe Abdal, 2019, Rancangan Campuran Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan Menggunakan Material Sungai Gumbasa Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah – Tugas Akhir – Kota Palu, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palu.
- Universitas Muhammadiyah Palu. 2016/2017. Pedoman Penyusunan Tugas Akhir, Unismuh. Palu.