



UJI KELAYAKAN MATERIAL PALU SULAWESI TENGAH SEBAGAI LAPIS AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN KERJA KAWASAN SUB BWP 1B1C

Abel Agusta Banuboro (NIP. 23-817)

Email : Abl.agst@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan berkembangnya pembangunan Ibu Kota Nusantara Baru, para pelaku konstruksi terus berlomba untuk mencari inovasi. Salah satunya yang menarik perhatian adalah pengembangan Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA). LATPA merupakan struktur lapis perkerasan yang kuat karena menerima beban langsung kendaraan di atas permukaan jalan. Namun, realitanya perkembangan konstruksi ini tidak diimbangi dengan kebutuhan material yang memadai. Kota Palu, Sulawesi Tengah saat ini menjadi salah satu opsi yang memberikan angin segar bagi pelaku konstruksi karena dianggap mampu menjadi supplier material alam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan uji kelayakan material Kota Palu sebagai material penyusun LATPA dengan mengacu kepada spesifikasi Umum Bina Marga Edisi Tahun 2018 Revisi 2. Berdasarkan hasil penelitian, material Palu dianggap layak sebagai material penyusun LATPA karena telah memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Revisi 2. Ini mengacu pada hasil pemeriksaan kepadatan dan *CBR* Laboratorium, dimana nilai *CBR* desain dari Lafon sebesar 112%, dan Laper sebesar 112% untuk material dari Watusampu. Sedangkan untuk material dari Loli Saluran di peroleh nilai *CBR* sebesar 57% untuk Lafon dan 84% sebagai Laper. Dari seluruh data tersebut,

Kata Kunci : LATPA, Lafon, Laper, Palu, CBR

PENDAHULUAN

Pemindahan ibu kota negara telah banyak dilakukan dengan beragam alasan. Pada pemerintahan saat ini yang dipimpin oleh Presiden Joko Widodo, ibu kota negara resmi dipindahkan ke Kalimantan Timur dan tertuang pada UU No. 03 Tahun 2022 yang telah di setujui pada sidang paripurna DPR tanggal 18 Januari 2022. Kalimantan Timur dianggap sebagai lokasi strategis ibu kota negara baru karena potensinya yang mampu memeratakan laju perkembangan negara. IKN baru terletak di dua kabupaten, yaitu Penajam Paser Utara dan Kartanegara dengan luas wilayah daratan kurang lebih 256.142 hektar.

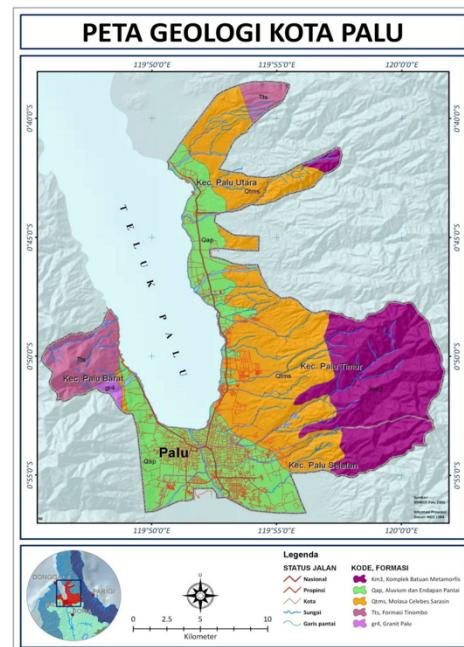
Namun realitanya pembangunan IKN, terdapat beberapa kendala seperti ketersediaaan infrastruktur untuk menyalurkan kebutuhan logistik material dan alat. Oleh karena itu pembangunan infrastruktur sangat diperlukan seperti jalan utama sebagai bentuk dukungan untuk perkembangan jalan regional, jalur logistik, dan sebagai jalan akses. Salah satu tugas Direktorat Jenderal Bina Marga yaitu menyediakan infrastruktur untuk logistik baik dari darat maupun laut dengan upaya membangun jalan logistik dan dermaga logistik untuk memenuhi kebutuhan material di IKN.



Pengembangan infrastruktur jalan dihadapkan dengan berbagai kendala diantaranya adalah keterbatasan anggaran. Jalan tanah cenderung memiliki Indeks Plastisitas yang tinggi sehingga rentan terhadap hujan. Sifat tersebut berpotensi menyebabkan kerusakan dan berisiko kecelakaan. Salah satu alternatif perkerasan dengan biaya konstruksi yang relatif lebih rendah adalah Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA). LATPA merupakan konstruksi perkerasan jalan yang didesain tidak menggunakan lapisan permukaan / lapis penutup aspal dengan gradasi tertentu pada lapisan permukaan sehingga konstruksi ini akan mampu memikul beban lalulintas dan tahan terhadap pengaruh cuaca. LATPA diharapkan dapat menjadi alternatif penanganan sementara dan bertahap pada jalan tanah untuk menjaga tetap fungsional dengan biaya konstruksi yang lebih rendah.

Selain terkendala mengenai biaya, ketersediaan material alam juga merupakan satu diantara kendala yang dihadapi. Dalam praktiknya untuk pemenuhan kebutuhan pembangunan IKN ini perlu mendatangkan dari luar daerah Kalimantan. Salah satu opsi pendatangan material berasal Sulawesi Tengah. Seperti kita tahu Provinsi Sulawesi tengah mengandung merupakan salah satu provinsi yang memiliki potensi bahan galian yang cukup beragam dan tersebar di berbagai Kabupaten/Kota di wilayah Provinsi Sulawesi Tengah. Potensi bahan galian di wilayah Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan data dari pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah antara lain mineral logam industri dan bahan bangunan serta bahan bakar fosil yaitu batu bara dan minyak.

Palu sendiri merupakan salah satu kota di Provinsi Sulawesi Tengah penghasil bahan galian golongan C (bukan strategis dan vital) meliputi sirtu, granit, marmer, pasir kuarsa, pasir besi, dll. Jarak yang relatif dekat juga menjadi pertimbangkan para pelaku konstruksi di IKN memutuskan mengambil material dari Palu karena dianggap berperan penting dalam progress pekerjaan sehingga dapat memangkas biaya, dan waktu pengiriman. Namun ada faktor lain yang tidak boleh diabaikan adalah mutu, karena dianggap sebagai faktor utama dalam keberhasilan proyek agar hasil pekerjaan dapat memenuhi kriteria yang tercantum pada Spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penulisan dengan judul "**“UJI KELAYAKAN MATERIAL PALU SULAWESI TENGAH SEBAGAI LAPIS AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN KERJA KAWASAN SUB BWP 1B1C”**



Gambar 1. Peta Geologi Kota Palu



BATASAN MASALAH

Penelitian dilakukan dengan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini berdasarkan kajian laboratorium Universitas Tadulako dan Dinas Bina Marga Sulawesi Tengah;
2. Acuan yang akan digunakan dalam penulisan ini adalah batasan kriteria yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis proyek oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2018 Revisi 2 dan SNI;
3. Studi kasus dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B1C.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan tingkat kelayakan material Palu sebagai material yang memberikan daya dukung yang tinggi sesuai dengan standar Bina Marga jika dimanfaatkan sebagai Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA);
2. Untuk mengetahui efektivitas penggunaan Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA) pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B1C.

MANFAAT PENELITIAN

Untuk mengoptimalkan penggunaan material Kota Palu sebagai material utama penyusun Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA). Sehingga dapat memberikan dampak yang positif baik dari biaya, mutu maupun waktu bagi keberlangsungan proyek dan pengembangan pembangunan IKN.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Agregat

Agregat adalah butiran material hasil disintegrasi alami batuan atau berupa hasil mesin pemecah batu (*Crusher*) dengan memecahkan batu alami. Berdasarkan asal pembentukannya agregat diklasifikasikan kedalam batuan beku, sedimen, dan metamorf. Dan berdasarkan proses pengolahannya digolongkan menjadi:

- a. Agregat Alam

Agregat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi.

- b. Agregat melalui proses pengolahan

Agregat yang terbentuk dari proses pengolahan batuan besar pada area gunung atau bukit menggunakan mesin pemecah batu (*Crusher*).

- c. Agregat Buatan

Agregat yang merupakan mineral filler/pengisi (partikel dengan ukuran < 0,075 mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik semen atau mesin pemecah batu.

Agregat juga dapat di klasifikasikan dalam beberapa bentuk, seperti :

- a. Agregat Ringan, adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 kg/m³ atau kurang.
- b. Agregat kasar, yakni yang tertahan saringan no.4 atau berukuran > 4,75mm menurut ASTM atau > 2mm menurut AASHTO.
- c. Agregat Halus, yakni yang lolos saringan no.4 atau berukuran < 4,75mm menurut ASTM atau < 2mm dan > 0,075mm menurut AASHTO.
- d. Bahan pengisi atau filler, termasuk agregat halus yang sebagian besar lolos saringan no.200.



Agregat merupakan komponen utama dari sebuah konstruksi perkerasan jalan yang berfungsi sebagai kerangka atau tulangan yang bertugas untuk memikul beban yakni beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. (Shen et. al, 2004). Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Ada dua tugas pokok yang harus dipenuhi oleh suatu campuran perkerasan jalan yaitu (Puslitbang Prasarana transportasi, 2002) :

- a. Kemampuan memikul beban (struktural):
 - i. Tahan terhadap perubahan akibat pembebanan
 - ii. Tahan terhadap gesekan
 - iii. Mendistribusikan beban kepada lapisan di bawahnya
- b. Kemampuan terhadap keausan (non struktural)
 - i. Karena adanya beban lalu-lintas
 - ii. Karena adanya pelapukan
 - iii. Karena adanya erosi

2. Pengujian Agregat

a. Pengujian Visual

Pengujian visual adalah bagian penting dari proses pengujian kualitas material, terutama agregat yang digunakan dalam campuran perkerasan jalan. Pengujian visual agregat melibatkan evaluasi secara visual terhadap karakteristik fisik dan geometris agregat. Berikut beberapa aspek yang dapat diperhatikan dalam pengujian visual agregat:

i. Warna dan Kebersihan

Perhatikan warna agregat dan pastikan konsistensinya sesuai dengan spesifikasi. Agregat seharusnya bebas dari bahan yang dapat mempengaruhi kualitas suatu pekerjaan, seperti tanah, tanah liat, atau material 4organic.

ii. Bentuk dan Tekstur

Amati bentuk partikel agregat, yang dapat berpengaruh pada perkerasan jalan. Pastikan tidak ada partikel yang terlalu pipih atau terlalu bulat, karena hal ini dapat memengaruhi daya tahan dan kekuatan material.

iii. Ukuran dan Gradasi

Periksa distribusi ukuran agregat untuk memastikan bahwa gradasinya sesuai dengan persyaratan spesifikasi. Pastikan tidak ada kelompok partikel yang terlalu besar atau terlalu kecil yang dapat memengaruhi kinerja material.

iv. Kandungan Air dan Minyak

Pastikan agregat memiliki kandungan air yang sesuai dengan spesifikasi. Agregat seharusnya bebas dari kontaminan minyak atau zat lain yang dapat merusak sifat-sifat beton atau aspal.

v. Kandungan Debu

Periksa kandungan debu pada agregat, karena debu berlebihan dapat mempengaruhi kohesi antarp artikel dalam campuran perkerasan jalan.

vi. Kekerasan

Amati kekerasan agregat untuk memastikan bahwa material tersebut cukup keras dan tahan terhadap beban yang akan diberikan.

Penting untuk dicatat bahwa pengujian visual agregat hanya merupakan salah satu aspek dari pengujian keseluruhan. Pengujian fisik dan mekanis, seperti pengujian ukuran partikel, kekuatan tekan, keausan, dan pengujian lainnya, juga perlu dilakukan untuk memastikan kualitas agregat secara menyeluruh.



b. Pengujian Labiratorium

Pengujian agregat melibatkan berbagai metode untuk mengevaluasi sifat fisik, mekanis, dan kimia. Pengujian ini penting untuk memastikan kualitas agregat yang digunakan. Berikut beberapa pengujian umum yang dilakukan pada agregat:

i. Pengujian Ukuran Partikel

Uji Ayakan (Sieve Analysis): Mengukur distribusi ukuran partikel agregat. Agregat ditempatkan pada serangkaian ayakan dengan ukuran bertingkat, dan persentase berat agregat yang lolos melalui setiap ayakan diukur.

ii. Pengujian Kesikuan

Uji Kesikuan Los Angeles (Los Angeles Abrasion Test): Mengukur ketahanan agregat terhadap keausan dan abrasi. Agregat digiling dalam drum bersamaan dengan bola baja untuk mengevaluasi kehilangan beratnya.

iii. Pengujian Kepadatan dan Porositas

Uji Kepadatan dan Porositas Agregat: Mengukur berat jenis, kepadatan, dan porositas agregat. Ini memberikan informasi tentang berapa banyak air yang dapat diserap oleh agregat.

iv. Pengujian Kekuatan Mekanis

- Uji Kekuatan Tekan Agregat Kasar: Mengukur kekuatan tekan agregat kasar dengan memberikan beban tekan pada sampel agregat.
- Uji Kekuatan Tekan Agregat Halus: Serupa dengan uji kekuatan tekan agregat kasar, tetapi dilakukan pada agregat halus.

v. Pengujian Nilai Abraisi

Uji Nilai Abraisi Los Angeles (Los Angeles Abrasion Value) adalah mengukur resistensi agregat terhadap abrasi dan penghancuran selama penggunaan.

vi. Pengujian Daya Serap Air

Uji Daya Serap Air Agregat: Mengukur kemampuan agregat untuk menyerap air. Daya serap air dapat memengaruhi sifat-sifat beton.

vii. Pengujian Kilap dan Kekilapan

Uji Kilap dan Kekilapan Agregat: Mengukur kilap dan tingkat kekilapan agregat, yang dapat memengaruhi penampilan estetika beton.

viii. Pengujian Ketahanan Kimia

Uji Ketahanan Kimia Agregat: Menilai reaktivitas kimia agregat yang dapat menyebabkan ekspansi dan kerusakan beton (misalnya, uji reaktivitas alkali-silika).

ix. Pengujian Karakteristik Termal:

Uji Ekspansi Termal Agregat: Mengukur ekspansi agregat yang dapat terjadi karena perubahan suhu.

x. Pengujian Kadar Air dan Kadar Air Satuan:

Uji Kadar Air dan Kadar Air Satuan: Mengukur kadar air agregat, yang dapat memengaruhi proporsi campuran beton.

Penting untuk mencatat bahwa metode pengujian dan standar dapat bervariasi tergantung pada lokasi geografis dan persyaratan untuk setiap spesifikasi yang telah ditentukan oleh pemilik proyek. Hasil pengujian agregat membantu insinyur dan kontraktor untuk memilih dan menggunakan agregat dengan benar, sesuai dengan spesifikasi teknis proyek.



3. Jenis Dan Fungsi Lapisan Perkerasan

Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA) adalah sistem konstruksi jalan yang menghilangkan penggunaan aspal sebagai lapisan penutup utama. Sebagai gantinya, metode ini menggunakan campuran agregat yang dapat diperkuat dengan bahan tambahan seperti serat atau bahan perekat alami. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi jejak karbon, menghemat sumber daya, dan meningkatkan daya tahan infrastruktur jalan. LATPA terdiri dari dua lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalulintas dan menyebarlakannya kelapisan dibawahnya. Konstruksinya terdiri dari :

a. Lapis Fondasi Agregat (Lapon)

Lapis fondasi agregat tanpa penutup aspal adalah lapis material yang dihamparkan di atas lapis tanah dasar dan berfungsi sebagai lapis perkerasan yang menyebarlakan beban lalulintas ke lapisan di bawahnya dan juga berfungsi sebagai bantalan untuk lapisan yang ada di atasnya.

b. Lapis Permukaan Agregat (Laper)

Lapis permukaan agregat tanpa penutup aspal merupakan lapis material agregat yang dihamparkan di atas lapis fondasi dan berfungsi menahan beban langsung roda kendaraan. Keberhasilan lapis permukaan ini sangat bergantung pada jenis agregat yang digunakan. Aggregat berkualitas dipilih untuk memberikan daya tahan terhadap abrasi, beban lalu lintas, dan kondisi cuaca ekstrem.

Tabel 1. Ketentuan Gradasi Perkerasan Berbutir Jalan Tanpa Penutup Aspal

Ukuran Ayakan ASTM (mm)	Lapis Permukaan Agregat Persen Berat Yang Lolos	Lapis Fondasi Agregat
1"	25	100
¾"	19	-
½"	12,5	68 - 91
No.4	4,75	50 - 78
No.8	2,36	37 - 67
No.40	0,425	34 - 54
No.200	0,075	13 - 35
		3 - 12
		8 - 15

Tabel 2. Sifat Bahan untuk Perkerasan Berbutir Jalan Tanpa Penutup Aspal

Sifat-sifat	Metoda Pengujian	Lapis Permukaan Agregat	Lapis Fondasi Agregat
Abrasi Agregat Kasar	SNI 2417:2008	Maks.40	Maks.50
Butiran pecah, tertahan ayakan No.4	SNI 7619:2012	95/90 ¹⁾	-
Indeks Plastisitas	SNI 1966:2008	6 - 10%	6 - 15%
Batas Cair	SNI 1967:2008	Maks.25	Maks.40
Gumpalan Lempong dan Butiran-butiran Mudah Pecah	SNI 03-4141-1996	Maks.5%	Maks.5%
CBR rendaman	SNI 1744:2012	min.80 %	min.30 %
Perbandingan Persen Lolos Ayakan No.200 dan No.40		maks.2/3	-

Catatan:

1) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah melalui research di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Tadulako dan Dinas Bina Marga Sulawesi Tengah. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai batasan-batasan fisik agregat dan daya dukung material sebagai bahan Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA). Selama proses penelitian penulis mengacu dalam spesifikasi teknis yang telah di tetapkan yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 mengenai Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Sedangkan untuk standar yang di gunakan untuk pengujian dapat mengacu pada Tabel 1. Dengan tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel material dari quarry (Ex. Watusampu, Palu)
2. Pemeriksaan Abrasi agregat kasar, Indeks Plastis agregat halus dan angularitas agregat kasar
3. Pemeriksaan gradasi
4. Blending agregat
5. Melakukan pemedatan untuk mencari kadar air optimum dan dry density untuk setiap jenis material
6. Pemeriksaan nilai CBR
7. Menganalisa nilai CBR dan evaluasi kelayakan hasil, terutama daya dukung CBR dari material



Tabel 3. Jenis dan Standar Pengujian

No.	JENIS PENGUJIAN	STANDAR PENGUJIAN
1	Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles	SNI 2417 : 2008
2	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	SNI 03 - 1968 – 1990
3	Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar	SNI 1969 : 2008
4	Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus	SNI 1970 : 2008
5	Bobot Isi & Rongga Udara dalam Agregat	SNI 03 – 4804 – 1998
6	Batas Cair	SNI 1967 : 2008
7	Indeks Plastisitas	SNI 1966 : 2008
8	Gumpalan Lempuang & Butir Mudah Pecah Dlm Agregat	SNI 03-4141-1996
9	Penentuan Persentase Butir Pecah Pada Agregat Kasar	SNI 7619 : 2012
10	Kepadatan Berat	SNI 1743 : 2008
11	CBR Laboratorium	SNI 1744 : 2012



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini material yang dilakukan uji kelayakan berasal dari Kota Palu, Sulawesi Tengah. Pengambilan benda uji di lakukan pada 2 daerah yang berbeda yaitu pada daerah Watusampu dan Loli Saluran. Penggunaan 2 benda uji ini diharapkan dapat memberikan validasi mengenai uji kelayakan material yang nantinya akan di gunakan pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B1C. Berikut hasil pengujian laboratorium dari kedua benda uji untuk pengujian visual dan pengujian yang dilaksanakan pada laboratorium.

1. Analisis Visual

Analisis visual dilakukan terhadap karakteristik fisik dan geometris yang mencakup warna, bentuk, dan kekerasan. Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa berdasarkan Gambar 3 (a), material sebelah kiri memiliki warna yang lebih cerah di banding dengan sebelah kanan, ini disebabkan bedanya daerah pengambilan. Selain, itu warna dari material juga berkaitan dengan tingkat kekerasan material. Ini dibuktikan dengan mudah pecahnya material agregat untuk material yg berwarna lebih gelap. Dan untuk Gambar 3 (b) dapat dilihat meskipun di hasilkan dari *quarry* dan mesin *crusher* yang sama tetapi bentuk materialnya juga dapat berbeda. Sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan material dengan bentuk pipih dan tidak memiliki kesikuan tidak dapat digunakan karna tidak ada *interlocking* antara material nantinya. Terkait kesikuan perlu dilakukan pengujian laboratorium menggunakan persentase kehilangan berat dengan mesin Los Angeles. Berdasarkan hasil pengamatan diatas didapatkan bahwa tidak semua material dapat digunakan, oleh karena itu selama proses pengambilan material perlu dilakukan pendamping oleh Tim QC terkait mutu material yg akan di gunakan.



(a)
Gambar 3. Visualisasi Material (a) Ex. Loli Saluran (b) Ex. Watusampu

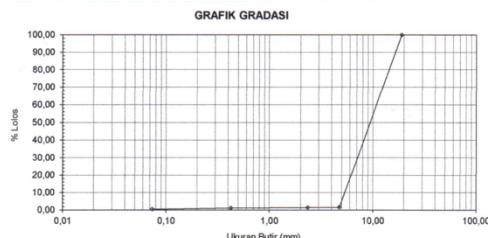


2. Analisis Sifat Fisis

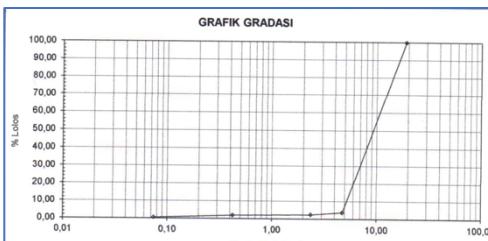
Untuk mengentahui material properties dari kedua sampel yang akan digunakan, maka dilakukan pengujian laboratorium di Universitas Tadulako dan Dinas Bina Marga Sulawesi Tengah. Berikut merupakan hasil pengujianannya.

a. Analisa Saringan (Sieve Analysis)

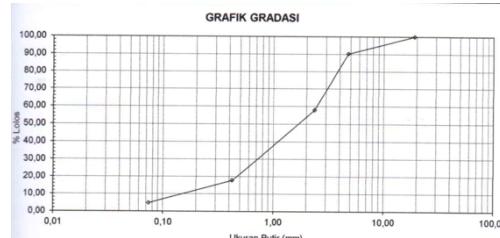
Dari pengujian analisa saringan terhadap 3 fraksi agregat yang akan digunakan dalam formula lapis agregat tanpa penutup aspal, maka diperoleh hasil analisa seperti pada gambar 4. Gambar 4(a) merupakan hasil analisa saringan untuk ukuran agregat 3/4", 4(b) untuk agregat berukuran 3/8" dan 4(c) untuk material abu batu.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Gradasi Material Ex. Loli Saluran (a) Batu Pecah 3/4" (b) Batu Pecah 3/8" (c) Abu Batu

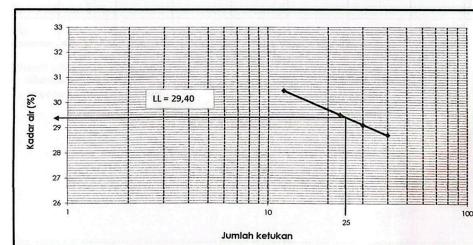
b. Analisis Batas-Batas Atterberg (Atterberg Limit)

Atterberg limits adalah digunakan untuk mengukur sifat-sifat perubahan keadaan tanah yang bersifat plastis. Pengujian batas-batas Atterberg dilakukan terhadap tanah berbutir halus yang lewat saringan 0,42 mm (No.40) sesuai dengan SNI 1966:2008 maka diperoleh hasil analisa data seperti pada Tabel 3(a) dan (b). Berdasarkan hasil pengujian laboratorium pada kedua sampel didapatkan bahwa Nilai batas cair (LL) sebesar 19,10%, harga indeks plastisitas (PI) sebesar dari 6,03% untuk material ex. Loli Saluran (Tabel 3(b)). Sedangkan untuk material ex. Watusampu didapatkan nilai sebesar 29,4% dan nilai dari PI sebesar 10,86% (Tabel 3(a)).

Tabel 4. Pengujian Atterberg Limit

(a) Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran

Nomor cawan	Batas Plastis			
	I	II	III	IV
Berat basah + cawan	39,984	38,787	36,318	37,524
Berat tanah kering + cawan	33,039	31,961	30,245	31,109
Berat cawan	10,229	8,817	9,371	8,756
Berat tanah basah	6,95	5,83	6,07	6,42
Berat tanah kering	22,81	23,14	20,67	22,35
Kadar air	30,45	29,49	29,09	28,70
Jumlah ketukan	12	23	30	40
				18,54
	LL	PL	PI	
	29,40	18,54	10,86	



(a)

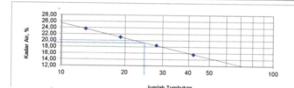
BATAS CAIR (LL)	BATAS PLASTIS				
	13 X	19 X	28 X	42 X	
A Nomor cawan	gram	A	B	C	D
B Berat cawan + contoh basah	gram	33,19	30,37	32,71	29,35
C Berat cawan + contoh kering	gram	28,74	26,95	29,26	26,94
D Berat air = B - C	gram	4,44	3,47	2,49	2,41
E Berat cawan	gram	9,94	10,42	10,57	11,48
F Berat contoh kering = C - E	gram	18,80	16,49	18,69	15,46
G Kadar air = (D / 100)F	%	23,62	21,06	18,46	15,59
					13,1

$$LL = \frac{D}{100}F$$

$$PL = LL - PI$$

$$PI = LL - PL$$

$$PL = 19,1 - 6,03$$



(b)



c. Analisis Keausan Agregat

Nilai kesikuan agregat dinyatakan sebagai hasil dari uji kesikuan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2. Pengujian keausan agregat pada SNI 2417:2008. Nilai ini mencerminkan seberapa baik agregat dapat menahan abrasi dan keausan selama pematatan atau beban lalu lintas. Berikut hasil yang di dapatkan setelah melakukan pengujian menggunakan mesin Los Angeles didapatkan nilai abrasi rata-rata sebesar 27 % untuk material ex. Watusampu, sedangkan untuk sampel material ex. Loli saluran di dapatkan nilai keausan sebesar 19,8 %.

Tabel 5. Analisa Pemeriksaan
Keausan agregat (Abrasion test) (a)
Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran

GRADASI PEMERIKSAAN		JUMLAH PUTARAN = 500 PUTARAN	
UKURAN SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN	Berat (a)	Berat (a)
76,2 mm (3")	63,5 mm (2 1/2")		
63,5 mm (2 1/2")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")		
37,5 mm (1 1/2")	25,4 mm (1")	1250 g	1250 g
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1250 g	1250 g
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1250 g	1250 g
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1250 g	1250 g
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")		
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (No.4)		
4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)		
a) Jumlah berat		5000 g	5000 g
b) Berat tertahan saringan no.12 sesudah percobaan		3646 g	3650 g
I.	a. = 5000 g b. = 3646 g a - b = 1354 g	II.	a. = 5000 g b. = 3650 g a - b = 1350 g
Keausan I =	$\frac{a - b}{a} \times 100\% = 27,08\%$		
Keausan II =	$\frac{a - b}{a} \times 100\% = 27,00\%$		
Keausan rata-rata	= 27 %		

Catatan : Pengujian Cara A dengan menggunakan 12 bola

(a)

Gradasi pemeriksaan		Uraian			
Saringan		Berat Sampel Sebelum Uji			
Lolos	Tertahan	(a)	(b)	(c)	(d)
76,2 mm (3")	63,5 mm (2 1/2")				
63,5 mm (2 1/2")	50,8 mm (2")				
50,8 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")				
37,5 mm (1 1/2")	25,4 mm (1")	1.250,00	1.250,00		
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1.250,00	1.250,00		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1.250,00	1.250,00		
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1.250,00	1.250,00		
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")				
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (No.4)				
4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)				
Jumlah berat		5.000,00	5.000,00		
Berat tertahan saringan No. 12		4.017,30	4.002,70		
I. a = 5.000,00 gram		II. a = 5.000,00 gram			
b. = 4.017,30 gram		b. = 4.002,70 gram			
a - b = 982,70 gram		a - b = 997,30 gram			
Keausan I = $\frac{a - b}{a} \times 100\% = 19,65\%$					
Keausan II = $\frac{a - b}{a} \times 100\% = 19,95\%$					
Keausan		19,80 %			

Catatan :
Metode pengujian : Cara A
Jumlah Bola : 12 buah
Jumlah Putaran : 500 putaran

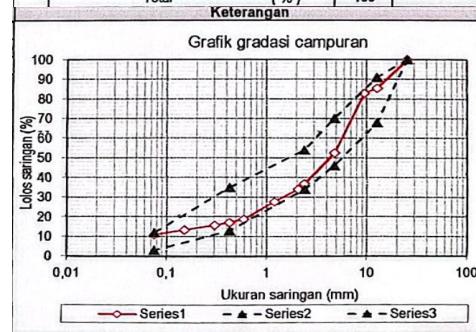
(b)

d. Kelayakan Material Berdasarkan Sifat Fisis Agregat

Berdasarkan hasil analisa terhadap kedua sampel, berikut ini adalah kumpulan hasil analisa agregat berdasarkan sifat-sifat fisis terhadap Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018 Revisi 2

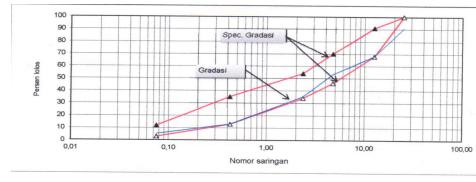
Tabel 6. Hasil Analisa Agregat Terhadap Spesifikasi (a) Lafon Watusampu (b) Lafon Loli Saluran (c) Laper Watusampu (d) Laper Loli Saluran

No	Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi
1	Abrasif rata-rata (%)	27	Maks.50
2	Butiran pecah Campuran		
	- Satu bidang atau lebih (%)	100,00	-
	- Dua bidang atau lebih (%)	100,00	-
3	Atterberg :		
	- Batas Cair (%)	29,40	Maks.40
	- Batas Plastis (%)	18,54	-
	- Plastis Indaks (%)	10,86	6 - 15
4	Berat isi kering maximum Lab. (g/cm³)	2,157	-
5	Kadar air optimum (%)	5,8	-
6	CBR laboratorium (%)	112	Min 30
7	Proporsi Campuran :		
	Batu Pecah 3/4" Watusampu (%)	18	-
	Batu Pecah 3/8" Watusampu (%)	47	-
	Aggregat Pecah Ilos Saringan No.4 (4,75) Ex.Watusampu (%)	35	-
	Total (%)	100	



(a)

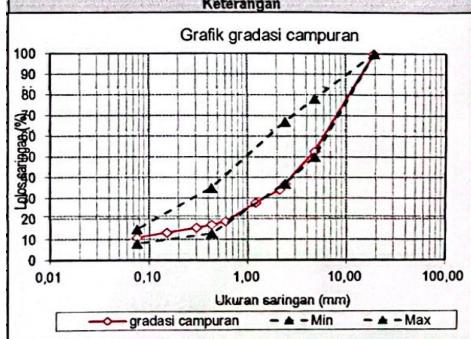
No.	JENIS PENGUJIAN	SATUAN	HASIL PENGUJIAN	SPEC.
1	Abrasif	%	19,95	Maks. 40
2	Modified Compaction Laboratorium	gr./cm³	2,199	-
	- Berat isi kering (yd)	gr./cm³	2,199	-
	- Kadar air optimum (%)	%	5,15	-
3	CBR Laboratorium Rendaman			
	- Pada 100 % vd (%)	%	84	Min. 80
4	Butir Pecah, Tertahan Ayakan no. 4	%	100,0/100,0	
5	Gupalan Lempong			
6	Batas Cair			
7	Indeks Plastitas			
8	Gradiasi campuran			
	3/4" (19,000 mm)	%	100,00	100
	#4 (4,750 mm)	%	53,92	50 - 78
	#8 (2,360 mm)	%	37,25	37 - 67
	#40 (0,425 mm)	%	16,66	13 - 35
	#200 (0,075 mm)	%	8,67	8 - 15
9	% Butir Tertahan Ayakan no. 4	%	46,08	
10	Hasil kali Indeks Plastitas dgn. % lolos #200	%	52,28	-
11	Perbandingan % lolos ayakan no.200 dan no.40	%	0,52	2/3 (0,66)



(b)

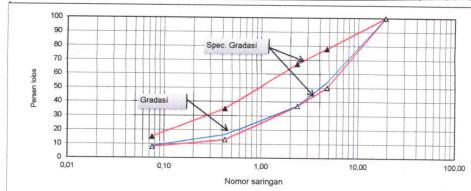


No	Jenis Pengujian	Masuk	Spesifikasi
1	Abrasi rata-rata (%)	27	Maks. 40
2	Butiran pecah Campuran		
	- Satu bidang atau lebih (%)	100,00	-
	- Dua bidang atau lebih (%)	100,00	-
3	Atterberg :		
	- Batas Cair (%)	29,40	Maks. 25
	- Batas Plastis (%)	18,54	-
	- Plastis Indeks (%)	10,86	6 - 10
4	Berat isi kering maximum Lab. (g/cm³)	2,157	-
5	Kadar air optimum (%)	5,8	-
6	CBR laboratorium (%)	112	Min 80
7	Proporsi Campuran :		
	Batu Pecah 3/4" Watusampu (%)	18	-
	Batu Pecah 3/8" Watusampu (%)	47	-
	Agregat Pecah Iloso Saringan No.4 (4,75) Ex.Watusampu (%)	35	-
	Total (%)	100	



(c)

No.	JENIS PENGUJIAN	SATUAN	HASIL PENGUJIAN	SPEC.
1	Abrasi	%	19,95	Maks. 40
2	Modified Compaction Laboratorium			
	- Berat isi kering (yd)	gr./cm³	2,199	-
	- Kadar air optimum	%	5,15	-
3	CBR Laboratorium Rendaman			
	- Pada 100 % yd (%)	%	84	Min. 80
4	Butir Pecah, Tertahan Ayakan no. 4	%	100,0/100,0	-
5	Gupalan Lempong		1,93	Maks. 5
6	Batas Cair		19,1	Maks. 25
7	Indeks Plastisitas		6,03	6 - 10
8	Gradasi campuran			
	3/4" (19,000 mm)	%	100,00	100
	#4 (4,750 mm)	%	53,92	50 - 78
	#8 (2,360 mm)	%	37,25	37 - 67
	#40 (0,425 mm)	%	16,66	13 - 35
	#200 (0,075 mm)	%	8,67	8 - 15
9	% Butir Tertahan Ayakan no. 4	%	46,08	
10	Hasil kali Indeks Plastisitas dgn. % lolos #200		52,28	-
11	Perbandingan % lolos ayakan no.200 dan no.40	%	0,52	2/3 (0,66)



(d)

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa kedua sampel agregat yang telah diuji dapat memenuhi standar untuk dapat digunakan sebagai material Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal baik sebagai Lapisan Fondasi Agregat maupun sebagai Lapis Permukaan Agregat. Namun akan dilakukan pemeriksaan lanjutan berupa pemadatan dan CBR agar dapat dilihat dengan jelas material tersebut memiliki nilai CBR berapa.

3. Lapis Fondasi Agregat

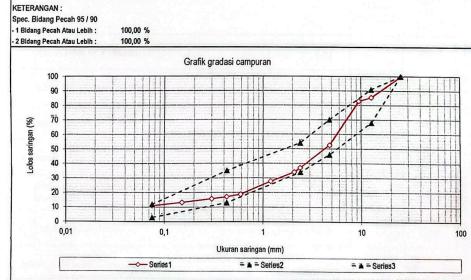
a. Penggabungan Agregat (*Blending*)

Penggabungan agregat dimaksudkan untuk menggabung beberapa macam fraksi material yang akan dipakai supaya dapat memenuhi spesifikasi gradasi yang dianjurkan. Dalam penggabungan aggregat ini dipakai cara grafis dan hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Blending Material Lafon (a)

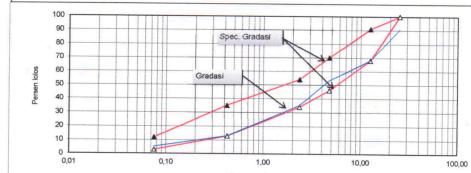
Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran

SARINGAN	PERSEN LOLOS						KOMPOSISI AGREGAT			TOTAL GRADASI	IDEAL GRADASI	SPEC.
	CA.1 1/2"	CA.3/4"	CA.3/8"	Abu batu	CA.1 1/2"	CA.3/4"	CA.3/8"	Abu batu				
inc mm	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)			100	100	100
1 25,4	100,0	100	100,0	100	0,0	18,0	47,0	35,0		100	100	100
1/2" 12,70	3,3	19,5	100,0	100,0	0,0	3,5	47,0	35,0	86	80	88 - 91	
3/8" 9,50	1,8	6,6	99,8	100,0	0,0	1,2	46,8	35,0	83			
No. 4 4,75	0,0	0,5	36,2	100,0	0,0	0,6	77,8	35,0	53	50	46 - 70	
No. 8 2,36	0,0	0,0	47,0	100,0	0,0	0,0	42,0	37,0	27	27	44	
No. 10 2,08	0,0	0,0	10,9	63,0	0,0	0,0	5,1	29,0	24		34 - 54	
No. 16 1,19	0,0	0,0	7,7	69,1	0,0	0,0	3,6	24,2	26			
No. 30 0,59	0,0	0,0	0,0	54,1	0,0	0,0	0,0	18,9	19			
No. 50 0,30	0,0	0,0	0,0	49,3	0,0	0,0	0,0	17,2	17	24	13 - 35	
No. 100 0,150	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	13,4	13			
No. 200 0,075	0,0	0,0	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0	11,1	11	8	3 - 12	



(a)

Uraian	Ukuran saringan						Data material	
	inc mm		1"	1/2"	#4	#8	#40	#200
			25,00	12,50	4,75	2,360	0,425	0,075
Data material								
Batu Pecah 2 - 3 cm							71,6	0,8
Batu Pecah 0,5 - 1 cm							100,0	3,7
Abu Batu							100,0	2,4
Filler							100,0	1,9
Komposisi campuran							55,0	0,5
Batu Pecah 2 - 3 cm	32,0%						22,9	0,3
Batu Pecah 0,5 - 1 cm	10,0%						10,0	0,4
Abu Batu	55,0%						55,0	49,7
Filler	3,0%						3,0	3,0
Total campuran							90,90	68,26
Spec.gradiasi							55,27	55,35
min							13,19	5,39
max								



(b)

Mengacu pada hasil *blending* setiap fraksi agregat sesuai Tabel 7, dapat dikatakan kedua sampel tersebut telah memenuhi spesifikasi gradasi sesuai yang telah di persyaratkan sehingga dapat digunakan sebagai Lapis Fondasi Agregat.

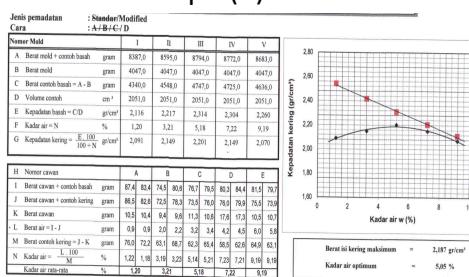


b. Analisis Kepadatan Tanah

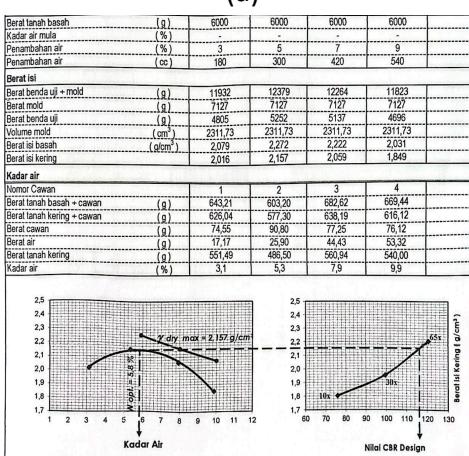
Setelah didapatkan gradasi yang sesuai dengan spesifikasi yang telah di persyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2, maka akan dilanjutkan dengan percobaan pengujian pemandatan laboratorium , dan hasil analisanya dapat di lihat pada table 8 berikut:

Tabel 8. Grafik Pemandatan Lafon (a)

Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran



(a)

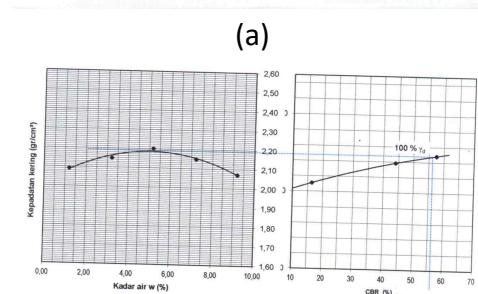
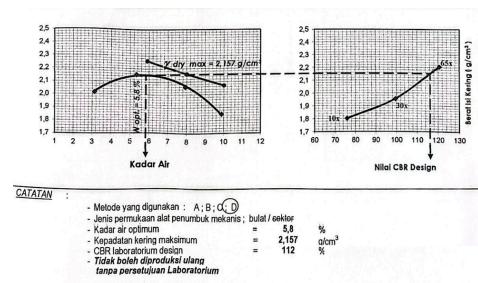


(b)

Dari Tabel 8 (a) dapat dilihat bahwa hasil pengujian pemandatan laboratorium dari Ex. Watusampu diperoleh berat isi kering maksimum (γ_d max) = 2,157 (gr/cm³) dan kadar air optimum (ω) = 5,8 %. Sedangkan dari Tabel 8(b) didapatkan bahwa hasil pengujian pemandatan laboratorium dari material Ex. Loli Saluran nilai berat isi kering maksimum (γ_d max) = 2,187 (gr/cm³) dan kadar air optimum (ω) = 5,05 %

c. Analisis CBR (California Bearing Ratio)

Sebelum melaksanakan pengujian CBR di laboratorium maka material agregat atau benda uji terlebih dahulu harus dibuat dalam kondisi kadar air yang optimum. Pengujian CBR akan dilaksanakan CBR Soaked (direndam). Hasil pengujian CBR dapat dilihat sebagai pada table berikut :



Gambar 5. Grafik CBR Lafon (a) Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran

Dari grafik di atas dapat diperoleh nilai CBR design untuk kedua sampel material. Pada gambar 5(a) dapat di lihat bahwa material yang berasal dari Loli Saluran pada saat nilai (γ_d max) didapatkan nilai CBR sebesar 110%. Sedangkan material dari Watusampu sebagai data pembanding, sesuai dengan gambar 5(b) didapatkan nilai CBR design sebesar 57% pada saat kondisi berat kering maksimum.



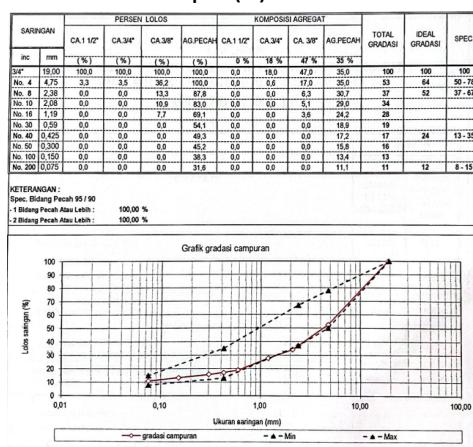
4. Lapis Permukaan Agregat

a. Penggabungan Agregat (*Blending*)

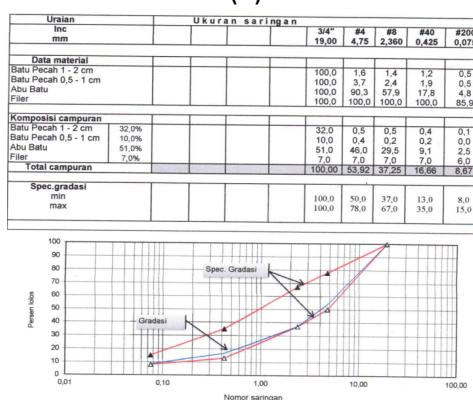
Setelah melakukan *blending* beberapa fraksi untuk material Lafon, uji coba yang sama juga dilakukan untuk Laper guna mengetahui komposisi yang sesuai dengan spesifikasi. Dalam penggabungan aggregat ini dipakai cara grafis dan hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 9. Blending Material Lafon (a)

Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran



(a)



(b)

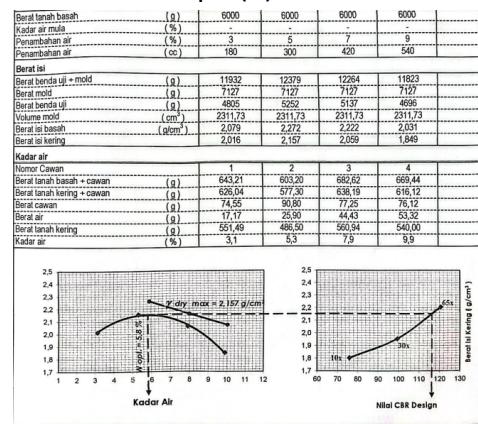
Mengacu pada hasil *blending* setiap sesuai Tabel 9, dapat dikatakan kedua sampel tersebut telah memenuhi spesifikasi gradasi sesuai yang telah di persyaratkan karena masuk dalam skala yang telah di persyaratkan sehingga dapat digunakan sebagai Lapis Fondasi Agregat.

b. Analisis Kepadatan Tanah

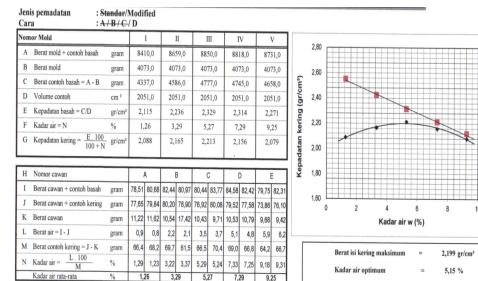
Setelah melakukan *blending* material dan mendapatkan gradasi yang sesuai dengan yang telah di persyaratkan, maka akan dilanjutkan dengan percobaan pegujian pemandatan laboratorium , dan hasil analisanya dapat di lihat pada table 10 berikut:

Tabel 10. Grafik Pemandatan Lafon (a)

Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran



(a)



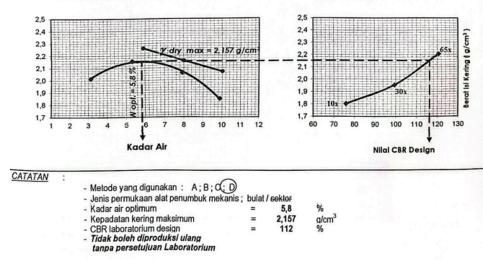
(b)

Dari Tabel 10 (a) dapat dilihat bahwa hasil pengujian pemandatan laboratorium dari Ex. Watusampu diperoleh berat isi kering maksimum (yd max) = 2,157 (gr/cm3) dan kadar air optimum (ω) = 5,8 %. Sedangkan dari Tabel 10(b) didapatkan bahwa hasil pengujian pemandatan laboratorium dari material Ex. Loli Saluran nilai berat isi kering maksimum (yd max) = 2,199 (gr/cm3) dan kadar air optimum (ω) = 5,15 %

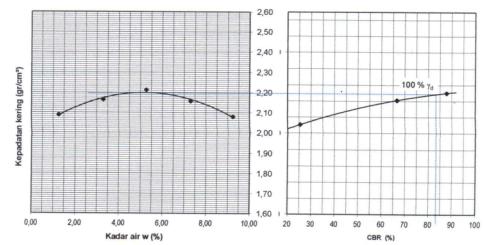


c. Analisis CBR (California Bearing Ratio)

Sama seperti Langkah pengujian pada material untuk Lafon, sebelum melaksanakan pengujian CBR di laboratorium maka material agregat atau benda uji terlebih dahulu harus dibuat dalam kondisi kadar air yang optimum. Pengujian CBR akan dilaksanakan *CBR Soaked* (direndam). Hasil pengujian CBR dapat dilihat sebagai pada table berikut :



(a)



(b)

Gambar 6. Grafik CBR Lafon (a) Ex. Watusampu (b) Ex. Loli Saluran

Dari grafik di atas dapat diperoleh nilai CBR design untuk kedua sampel material. Pada gambar 10(a) dapat dilihat bahwa material yang berasal dari Loli Saluran pada saat nilai (y_d max) didapatkan nilai CBR sebesar 112%. Sedangkan material dari Watusampu sebagai data pembanding, sesuai dengan gambar 10(b) didapatkan nilai CBR design sebesar 84% pada saat kondisi berat kering maksimum

5. Implementasi Penggunaan LATPA pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B1C

Implementasi Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA) pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Sub BWP 1B1C menandai langkah signifikan menuju solusi berkelanjutan dalam industri konstruksi jalan. LATPA menciptakan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis dengan menggantikan lapisan penutup aspal tradisional dengan campuran agregat yang diikat bersama menggunakan bahan perekat alternatif. Pada praktiknya komposisi campuran agregat yang digunakan untuk lapis agregat tanpa penutup aspal pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B1C adalah sebagai berikut :

a. Lafon (Lapis Fondasi Agregat)

- Batu 1 1/2" : 32%
- Batu 3/8" : 10%
- Abu Batu : 5%
- Filler : 3%

b. Laper (Lapis Permukaan Agregat)

- Batu 3/4" : 32%
- Batu 3/8" : 10%
- Abu Batu : 51%
- Filler : 7%

Namun untuk melakukan efisiensi biaya, dan waktu, dalam implementasinya presentase penggunaan *Filler* dimasukkan ke dalam presentase Abu batu. Yang mana abu batu memiliki karakteristik yang sama dengan *Filler* yaitu bersifat sebagai bahan pengikat agregat karena *Filler* sendiri merupakan agregat halus yang lolos saringan No. 200. Sehingga pada pergantian ini tidak akan menimbulkan masalah, karena karakteristik dari kedua material ini adalah sama.



Gambar 7. Hasil pemasangan LATPA

6. Perbandingan Penggunaan Material LATPA dengan LPA

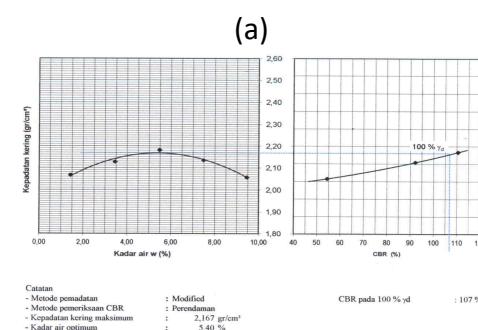
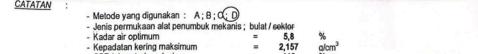
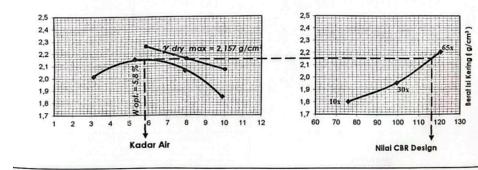
Selain penggunaan LATPA sebagai lapis perkerasan pada jalan logistik pada area KIPP (Kawasan Inti Pusat Pemerintahan) IKN, terdapat juga beberapa proyek pembangunan jalan yang menggunakan material alam sebagai perkerasan jalan. Salah satu proyek yang menggunakan agregat sebagai perkerasan jalan adalah PT. Adhi Karya, mereka menggunakan LPA (Lapis Pondasi Kelas A) sebagai pekerjaan finishing. Penggunaan material ini dianggap sedikit menyimpang dikarenakan LPA bukan di desain untuk menerima beban langsung, melainkan untuk menyalurkan beban dari lapisan yang ada di atasnya. Pada umumnya campuran LPB ini akan di lapisi lagi oleh material lain seperti aspal ataupun rigid. Pada sub-bab ini akan di bandingkan bagaimana hasil pengujian laboratorium untuk material LPB dan juga LATPA. Selain itu nantinya akan di bandingkan juga dari segi harga dan juga mutu dari pekerjaan yang telah di selesaikan.

a. Perbandingan Hasil Pengujian Laboratorium

Perbedaan antara LPA dan LATPA secara sederhana dapat terlihat dari presentase agregat penyusunnya. Pada LATPA menggunakan 3 fraksi sebagai agregat penyusunnya, sedangkan LPA sendiri menggunakan 4 jenis fraksi. Perbedaan yang paling mencolok adalah adanya sirtu sebagai material penyusun dari LPA. Untuk agregat penyusunnya sendiri terdiri dari

- Batu 1 1/2" : 40%
- Batu 3/4" : 10%
- Batu 3/8" : 10%
- Sirtu : 40%

Sirtu yang dimaksud disini, merupakan material yang sudah terblending dan merupakan hasil peleburan batu dari mesin crusher. Perbandingan hasil laboratorium dapat mengacu dari hasil pengujian kepadatan dan CBR yang mana dapat di lihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Hasil Pengujian CBR (a)
LATPA (b) LPA



Dari Gambar 8 dapat dilihat dari data hasil pengujian, nilai *CBR* LATPA berada diatas nilai *CBR* dari LPA. Hal ini secara singkat dapat dikatakan bahwa LATPA memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibanding dengan LPA dengan besarnya nilai *CBR* dari LATPA adalah 112% dan LPA sebesar 107%. Perbedaan ini juga dapat di akibatkan oleh perbedaan penggunaan sirtu dan juga abu batu. Dimana sudah dijelaskan juga bahwa abu batu disini merupakan agregat halus yang berfungsi sebagai pengikat material.

b. Perbandingan Visualisasi Hasil Penghamparan Material

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya perbedaan penggunaan fraksi nantinya akan terlihat dengan jelas terkait hasil penghamparan material. Pada Gambar 9(a) terlihat jelas bahwa hasil pemanenan LATPA terlihat lebih padat dan halus jika dibandingkan dengan hasil pemanenan LPA pada Gambar 9(b). Hal ini dikarenakan adanya penggunaan sirtu pada campuran perkerasan pada LPA. Sehingga secara kepadatan dan segi mutu LATPA terlihat lebih bagus dibandingkan dengan hasil penghamparan dari LPA. Karena pada umumnya LATPA memang didesain untuk menerima beban langsung dari roda kendaraan sedangkan LPA sendiri harusnya memiliki lapisan penutup dibagian atasnya. Sehingga bisa dikatakan untuk perkerasan pada jalan logistik tanpa penutup aspal ataupun rigid LATPA dianggap lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan LPA sebagai lapisan paling atas.



(a)



(b)

Gambar 9. Hasil Penghamparan Material (a) LATPA (b) LPA



(a)



(b)

Gambar 10. Hasil Penghamparan Material (a) LATPA (b) LPA



c. Perbandingan Harga Material

Untuk harga dari material LATPA dan LPA sendiri tidak ada perbedaan yang signifikan. LPA berada pada harga Rp. 480.000,- (CV. Malinta Group), sedangkan untuk LATPA Rp. 485.000,- (PT. Berkah Jaya Konstruksi). Hanya terdapat selisih berkisar antara Rp. 5.000,- per m³. Namun dengan harga yang tidak berbeda jauh LATPA dianggap masih lebih efektif karena memiliki tingkat kepadatan dan visual yang lebih bagus dibandingkan LPA.

7. Manfaat LATPA

a. Berkelanjutan

- Mengurangi ketergantungan pada bahan fosil seperti aspal.
- Mengurangi jejak karbon pada proses produksi dan aplikasi.

b. Ramah Lingkungan

- Mengurangi emisi gas rumah kaca selama produksi dan pemeliharaan jalan.
- Mengurangi dampak negatif terhadap kualitas air tanah karena kurangnya penggunaan bahan kimia berbahaya.

c. Efisiensi Energi

- Proses pembuatan lapis agregat tanpa penutup aspal memerlukan lebih sedikit energi dibandingkan dengan produksi aspal konvensional.

d. Biaya Rendah

- Bahan-bahan yang digunakan dapat lebih terjangkau dibandingkan dengan aspal.
- Pemeliharaan yang lebih rendah karena ketahanan yang ditingkatkan terhadap retak dan deformasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penilitian yang telah dilakukan diatas dapat ditarik kesimpulan mengenai uji kelayakan material dari Kota Palu sebagai bahan perkerasan Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA) sebagai berikut :

1. Hasil pengujian secara visual didapatkan bahwa kedua sampel material memenuhi persyaratan terkait dengan warna dan juga bentuk material.
2. Hasil pengujian sifat-sifat fisis agregat Ex. Watusampu Kota Palu diperoleh nilai Abrasi sebesar 27%, dan Indeks Plastis sebesar 10,86%, dengan kata lain hasil pengujian menunjukkan bahwa material telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018 Revisi 2.
3. Hasil pengujian laboratorium material Ex. Loli Saluran menunjukkan nilai Abrasi sebesar 19,8%, dan Indeks Plastisitas sebesar 6,03%. Dengan hasil tersebut dapat di Tarik kesimpulan bahwa material tersebut dianggap layak karena memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2.
4. Pengujian kekuatan atau daya dukung agregat dengan cara CBR menunjukkan bahwa untuk material Ex. Watusampu sebagai Lapis Fondasi Agregat diperoleh nilai 112 % dan Lapis Permukaan Agregat dengan nilai 112%. Ini menunjukkan bahwa campuran agregat telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018 Revisi 2.



5. Pengujian *CBR* untuk material Ex. Loli Saluran juga menunjukkan bahwa sebagai Lapis Fondasi Agregat diperoleh nilai 57 % dan Lapis Permukaan Agregat dengan nilai 84%. Dengan hasil ini memperlihatkan bahwa campuran agregat telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2018 Revisi 2.
6. Material LATPA lebih efektif dibanding dengan LPA jika di gunakan sebagai lapis perkerasan tanpa penutup, ini dibuktikan dari hasil nilai CBR LATPA lebih tinggi yaitu 112% dibanding LPA sebesar 107%.
7. Dari hasil penghamparan LATPA terlihat lebih halus dan padat dibanding dengan LPA yang masih terlihat jelas agregat kasarnya, karena adanya kandungan sirtu .
8. Terdapat perbedaan harga sebesar Rp. 5.000,- per m³, namun dengan hasil yang diberikan LATPA masih lebih optimal selain dari sisi kepadatan juga dari sisi visual setelah penghamparan.

Saran

Dari hasil pembahasan dan pemaparan mengenai sistem uji kelayakan material dari Kota Palu sebagai bahan perkerasan Lapis Agregat Tanpa Penutup Aspal (LATPA) terdapat sendikit saran guna mendapatkan validasi data, diantaranya :

1. Pengujian dan penelitian lebih lanjut untuk memastikan daya tahan terhadap beban lalu lintas yang tinggi.
2. Pengembangan formulasi yang dapat menangani perubahan cuaca dan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1969 : 2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1970 : 2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 1968 : 1990. Metode Pengujian Analisa Saringan. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 2417 : 2008. Metode Pengujian Abrasi. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1966 : 2008. Metode Pengujian Batas Plastis. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1967 : 2008. Metode Pengujian Batas Cair. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 4141 : 1996. Metode Pengujian Gumpalan Lempung
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). Jakarta Selatan : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan (2002), Spesifikasi Campuran Beraspal Panas, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung
- Shen, et al., 2004. Properties of Gap Aggregate Gradation Asphalt Mixture and Pavement Deformation.