

ANALISIS PEMANFAATAN MATERIAL ALAM LOKAL SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN JALAN DI PULAU MOROTAI, MALUKU UTARA

Eko Suyono¹, Jonbi²

^{1,2} Program studi Teknik Sipil Universitas Tama Jagakarsa, Jakarta Selatan

*E-mail: ekosuyono137@gmail.com

Abstract

The construction of roads on Morotai Island is currently difficult to obtain standard materials and has always brought material from outside the island so that it will affect the cost of transporting/transport is quite high, and a long time. From some previous research that actually the material of stone and sand on Morotai Island is quite abundant, so it needs to be studied in order to be useful in the future. Results from research by testing materials from the Moloku, Libano and Gerong Rivers found that the material meets for the use of base A, B and S foundation layers and can save costs of up to 49%, with a saving of up to 15% of implementation time from plan time. While the quality for concrete mixture can be used up to the quality of $fc'10$, $fc'15$ and $fc'25$ according to the calculation of the thickness of rigid pavement can be used for road pavement in morotai island location with a thickness of 15 cm with a bone of $\emptyset 8$ distance of 150 mm.

Keywords: Local Natural Materials, Road Pavement Materials, Morotai Ring Road, Sofi-Wayabula Road, Cost Estimate, Implementation Time.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Pulau Morotai merupakan kabupaten kepulauan yang terletak paling utara di Provinsi Maluku Utara. Morotai sebagai pulau terluar dan terpisah dari induknya yaitu Pulau Maluku, harus dapat memanfaatkan sumber material lokal untuk mempermudah biaya pembangunan infrastruktur jalan. (Desriantomy and Rahmani 2011).1)(Susanto & Nono, 2018). Keberadaan infrastruktur jalan di pulau terluar merupakan sarana dan prasarana mutlak yang harus disediakan guna menunjang seluruh aktivitas masyarakat, baik ekonomi, sosial, pendidikan,

pariwisata, maupun kesehatan. Masih banyak terdapat pulau-pulau kecil di Indonesia yang masih sulit dijangkau oleh akses perhubungan karena letaknya yang terisolasi.

Kebutuhan material jalan pada campuran beraspal, beton semen dan pada lapis fondasi di semua wilayah terus bertambah, sedangkan ketersediaan akan sumber material, khususnya pada agregat standar semakin berkurang dan terbatas. Bahkan di pulau Morotai sulit ditemukan material standar sehingga harus mendatangkannya dari daerah atau pulau lain yang memerlukan waktu lama dan biaya

transport yang cukup tinggi (Lake, Conterius, and Daud 2017).1)(Susanto & Nono, 2018) .

Tuntutan penggunaan material lokal yang memenuhi spesifikasi teknis merupakan tantangan tersendiri dalam menciptakan inovasi-inovasi komposisi modifikasi material lokal dengan material lain di luar wilayah kerja .(Mulyono 2007).1)(Susanto & Nono, 2018) . Namun keterbatasan alat uji mutu di daerah terpencil menjadi kendala untuk mengetahui spesifikasi material lokal (Andriyanto 2005).1)(Susanto & Nono, 2018). Pemanfaatan material lokal seperti batu gunung, batu karang, batu gamping, batu kali dan pasir laut di pulau Morotai dapat digunakan sebagai suatu alternatif untuk mengatasi masalah pembangunan jalan lokasi tersebut. Pembangunan infrastruktur jalan di lokasi tersebut mempunyai masalah utama yaitu mahal biaya yang dibutuhkan, karena material standar harus didatangkan dari luar pulau dengan menggunakan kapal laut. Sebagai contoh, seluruh bahan perkerasan jalan diperoleh dari Kota Palu. Selain biaya yang berlipat dan waktu pengiriman yang lama, juga tidak ada keuntungan finansial bagi masyarakat menjadi kendala dalam pembangunan infrastruktur jalan di pulau Morotai. Hal yang menjadi permasalahan adalah material di lokasi tersebut belum diketahui kualitas/mutu bahan, apakah

sesuai dengan spesifikasi (material standar) atau di bawah standar (substandar). Telah kita sadari betapa pentingnya peran jalan dan ketersediaan agregat standar yang mulai menurun, maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan teknologi pemanfaatan material lokal dan/atau substandar. Material lokal disini adalah bahan yang terdapat di suatu daerah yang umumnya tidak memenuhi persyaratan standar (substandar) yang sudah baku, sehingga apabila bahan tersebut layak untuk digunakan sebagai bahan jalan, perlu ada kajian yang memungkinkan untuk dibuat suatu acuan yang dibakukan (Widajat 2010).1)(Susanto & Nono, 2018). Agregat substandar adalah agregat yang tidak memenuhi sifat yang disyaratkan dalam spesifikasi jalan namun masih dapat dimanfaatkan dengan melakukan modifikasi (Adithya 2016). 1)(Susanto & Nono, 2018). Berkaitan dengan hal-hal tersebut, terhadap pemanfaatan bahan lokal dan substandar pada penelitian ini mencakup pemanfaatan batu dan pasir sungai, baik untuk lapis permukaan jalan (campuran beraspal dan campuran beton semen) dan fondasi jalan (tanpa dan dengan yang distabilisasi semen) sebagai perkerasan jalan dengan lalu lintas rendah. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 tentang Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, bahwa spesifikasi bahan material jalan,

baik agregat halus maupun kasar, sebagai lapis fondasi, campuran beraspal, dan campuran beton semen harus mempunyai kriteria yang telah ditentukan. 2)(Bina Marga 2010, n.d.)

Dalam menunjang pelaksanaan pembangunan jalan lingkaran Morotai tersebut tentunya harus berjalan sesuai dengan ketentuan dan mekanisme proses pembangunan yang sudah ada, salah satunya adalah tersedianya material konstruksi perkerasan jalan yang memenuhi persyaratan mutu atau spesifikasi yang sudah ditentukan. Agregat merupakan salah satu material konstruksi yang mempunyai peran sangat penting dan digunakan secara luas dalam kegiatan konstruksi.

Perkerasan jalan lentur ataupun perkerasan kaku didominasi material agregat sebagai material susunan utama. Dan sebagai penyusun material utama pada perkerasan diperlukan hingga 90-95% aggregate daripada total berat perkerasan. Agar mencapai kualitas awet dengan masa sesuai umur rencana pada perencanaan perkerasan jalan, sangat diperlukan kualitas dari mutu bahan sesuai persyaratan spesifikasi bahan jalan yang sudah ditentukan.

Untuk memenuhi kebutuhan material perkerasan jalan termasuk pemakaian material untuk struktur konstruksi maupun bangunan penunjang lainnya sehingga

dilakukan analisis terhadap pemanfaatan material lokal yaitu penggunaan material agregat (batu dan pasir sungai) sebagai bahan material konstruksi perkerasan jalan pada proyek pembangunan jalan di ruas Wayabula – Sofi di kabupaten Pulau Morotai, Maluku Utara. Namun dalam pelaksanaannya tetap harus memperhatikan dampak sosial masyarakat dan lingkungan.



Gambar 1. Lokasi pengambilan quarry material

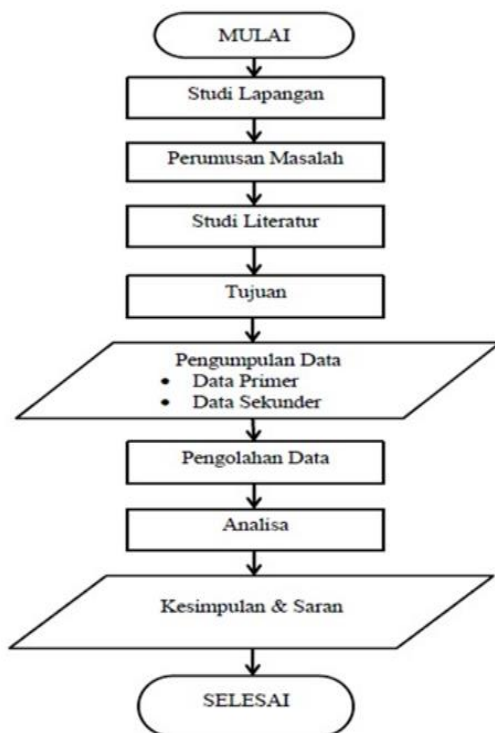
Salah satu sumber material bangunan di Pulau Morotai yang cukup potensial dan layak untuk digunakan adalah batu kali atau batu sungai yang ada di beberapa sungai di Kecamatan Morotai Selatan Barat dan Kecamatan Morotai Jaya, Kabupaten Pulau Morotai. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemeriksaan dan pengujian karakteristik agregat yang dilakukan di laboratorium pengujian dan konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Khairun Kota Ternate.

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka dapat ditentukan tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai kualitas

material dan pengelolaan agregat di pulau Morotai apakah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan konstruksi lapis pondasi, campuran beton semen dan bahan perkerasan jalan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan serta dapat mengetahui perbandingan biaya dan waktu terhadap pengadaan material dari luar pulau Morotai dengan material produksi lokal.

2. METODOLOGI

Diagram alir metodologi penelitian



Gambar 2. Flochart Metodologi

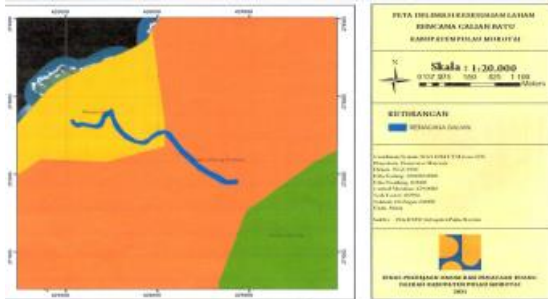
Pada tahapan ini dilakukan kajian literatur yang berkaitan dengan literatur penelitian untuk menunjang dan memperkuat kerangka berpikir yang akan dipergunakan sebagai dasar untuk menyusun metodologi penelitian. Tahapan ini juga bertujuan

untuk menggali teori-teori dasar dan konsep yang telah ditemukan oleh para peneliti terdahulu sehingga orientasi dalam penelitian ini dapat dirumuskan dengan lebih terarah. Dalam kajian literatur penelitian ini difokuskan pada materi yang berhubungan dengan karakteristik agregat sebagai material perkerasan jalan.

Survei pendahuluan ini untuk mengidentifikasi material alam yang diperkirakan dapat dipergunakan atau dimanfaatkan sebagai material perkerasan jalan pada Proyek Jalan Sofi – Wayabula 1 (MYC). Selain identifikasi material alam terutama pada area sungai Moloku dan sungai-sungai disekitarnya yang melintang disepanjang ruas jalan Sofi – Wayabula yang berada di wilayah desa Maloleo, Desa Gerong, desa Libano dan desa cempaka yang berada di dua wilayah kecamatan Morotai Selatan Barat dan Morotai Jaya Kabupaten Pulau Morotai.

Selanjutnya mengajukan permohonan pemanfaatan lahan kepada Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pulau Morotai untuk mendapatkan rekomendasi kesesuaian tata ruang untuk Pemanfaatan lahan area sungai moloku yang berada di desa Libano, kecamatan Morotai Jaya, kabupaten Pulau Morotai sebagai tambang galian batu. Dan rencana kegiatan tambang galian batu dalam pola ruang RTRW kabupaten pulau morotai, masuk dalam Kawasan perkebunan dan hutang lindung

promosi. Namun pada prinsipnya kegiatan tambang galian batu dapat dilaksanakan dengan memperhatikan ketentuan yaitu dilakukannya Kajian Komprehensif terkait dampak terhadap lingkungan dan pemanfaatan Kawasan hutan lindung promosi.



Gambar 3. Lokasi Tambang Galian

Selanjutnya dilakukan penyusunan UKL-UPL (Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup) yang merupakan dokumen pengelolaan lingkungan hidup bagi rencana usaha dan atau kegiatan yang tidak wajib AMDAL.

Dalam penyusunan UKL-UPL diperlukan dukungan dari masyarakat dan perangkat desa setempat dan disosialisasikan ke masyarakat terkait rencana kegiatan serta pengumpulan data. Selanjutnya dilakukan sidang UKL-UPL untuk kemudian diterbitkan ijin lingkungan. Setelah mendapatkan ijin lingkungan kemudian disampaikan ke PTPS (Pelayanan Terpadu Satu Pintu) untuk mendapatkan ijin tambang galian.

Jenis survei yang dilakukan adalah : Survei kualitas material, Survei kuantitas material dan Survei lingkungan disekitar lokasi material. Lokasi survei yaitu berada di sekitar wilayah rencana pembangunan yang akan dilakukan, Cakupan wilayah tersebut berada disekitar area yang dianggap terkena dampak pembangunan. Sedangkan lokasi penelitian di Laboratorium Jalan dan Aspal, Fakultas Teknik Sipil Universitas Khairun di Ternate, dengan alamat Jl. Pertamina Kampus II Gambesi, Kota Ternate, Maluku Utara. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan.

Pengujian dimulai dengan pemeriksaan properti material baik pada agregat kasar, halus, dengan mengacu pada spesifikasi yang ada. Setelah hasil pengujian memenuhi spesifikasi maka pengujian dapat dilanjutkan namun jika hasil yang diperoleh belum memenuhi spesifikasi maka dilakukan pengujian ulang. Langkah pengujian selanjutnya adalah penentuan komposisi campuran.

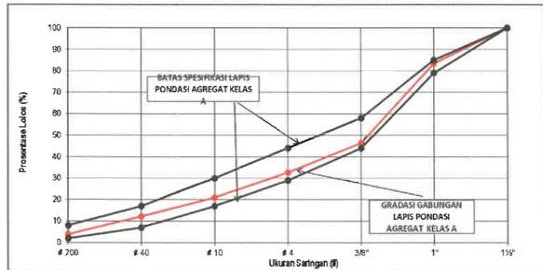
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan dan Aspal, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Khairun, didapatkan hasil pengujian material untuk agregat lapis pondasi dan penyusun beton sebagai berikut:

Sumber material Quarry S.Moloku

Hasil grading agregat gabungan :

Ukuran Saringan	Porsentase Lolos Saringan					Komposisi Campuran Agregat				Gradasi Gabungan	Batas	
	ASTM	mm	Agregat 20-30 mm	Agregat 10-20 mm	Agregat 0,5-10 mm	Agregat Abu Batu	Agregat 20-30 mm	Agregat 10-20 mm	Agregat 0,5-10 mm			Agregat Abu Batu
1 1/2"	37.50	100.00	100.00	100.00	100.00	32.00%	25.00%	18.00%	25.00%	100.00%	100.00	100.00
1"	25.00	52.10	94.80	100.00	100.00	16.87	23.70	18.00	25.00	83.4	79-85	
3/8"	9.50	14.80	22.90	60.30	100.00	4.74	5.73	10.85	25.00	46.3	44-58	
#4	4.75	0.90	14.40	22.30	100.00	3.60	4.01	25.00	32.6	29-44		
#10	2.00	0.40	3.80	10.40	71.83	0.13	0.95	1.87	17.96	20.9	17-30	
#40	0.425	0.40	2.70	3.80	42.87	0.13	0.98	0.68	10.87	12.2	7-17	
#200	0.075	0.20	1.00	0.90	13.50	0.06	0.25	0.16	3.38	3.9	2-8	

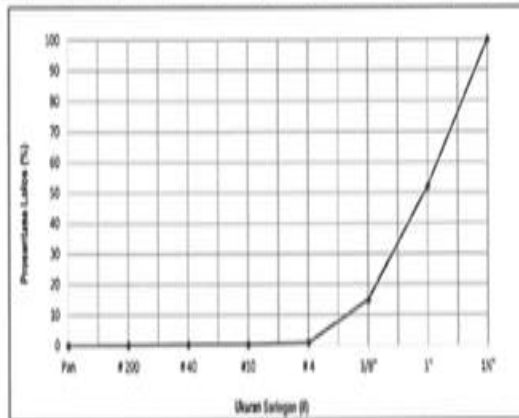


Hasil Grading Agregat 20-30

Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat (SNI ASTM C136-2012 / ASTM C-136-06, IDT)

Berat Kering Contoh: 2,500 gr

Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)				
		Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan			Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan		
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.00	100.00	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00	
1"	25.00	1200.0	1,200.0	48.00	52.00	1"	25.00	1195.0	1,195.0	47.80	52.20
3/8"	9.50	935.0	2,135	85.40	14.60	3/8"	9.50	930.0	2,125	85.00	15.00
#4	4.75	345.0	2,480	98.20	0.80	#4	4.75	350.0	2,475	99.20	1.00
#10	2.00	15.0	2,495	99.80	0.40	#10	2.00	15.0	2,490	99.80	0.40
#40	0.425	0.0	2,495	99.80	0.40	#40	0.425	0.0	2,490	99.80	0.40
#200	0.075	5.0	2,495	99.80	0.20	#200	0.075	5.0	2,495	99.80	0.20
Pan	-	5.0	2,500	100.00	0.00	Pan	-	5.0	2,500	100.00	0.00

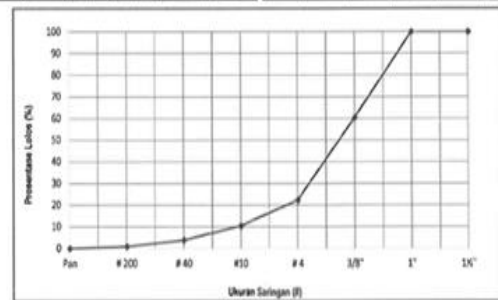


Hasil Grading Agregat 10-20

Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat (SNI ASTM C136-2012 / ASTM C-136-06, IDT)

Berat Kering Contoh: 2,500 gr

Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)				
		Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan			Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan		
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.00	100.00	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00	
1"	25.00	0.0	0.0	0.00	100.00	1"	25.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.50	985.0	985	39.40	60.60	3/8"	9.50	1000.0	1,000	40.00	60.00
#4	4.75	955.0	1,940	77.60	22.40	#4	4.75	945.0	1,945	77.80	22.20
#10	2.00	295.0	2,235	89.40	10.60	#10	2.00	300.0	2,245	89.80	10.20
#40	0.425	170.0	2,405	96.20	3.80	#40	0.425	165.0	2,425	96.20	3.80
#200	0.075	75.0	2,480	99.20	0.80	#200	0.075	70.0	2,475	99.00	1.00
Pan	-	20.0	2,500	100.00	0.00	Pan	-	25.0	2,500	100.00	0.00

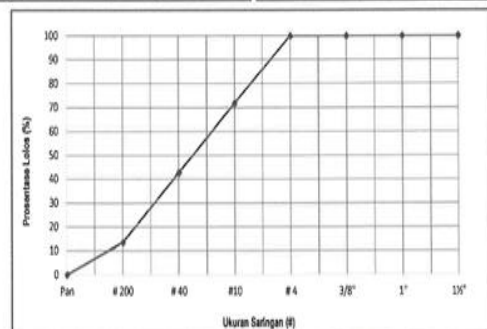


Hasil Grading Agregat 5-10

Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat (SNI ASTM C136-2012 / ASTM C-136-06, IDT)

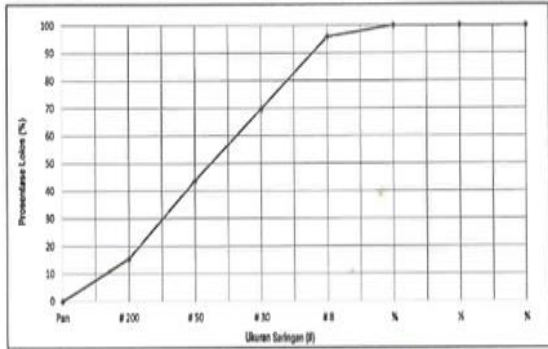
Berat Kering Contoh: 1,500 gr

Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)				
		Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan			Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan		
1 1/2"	37.50	0.0	0	0.00	100.00	1 1/2"	37.50	0.0	0	0.00	100.00
1"	25.00	0.0	0	0.00	100.00	1"	25.00	0.0	0	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.0	0	0.00	100.00	3/8"	9.50	0.0	0	0.00	100.00
#4	4.75	0.0	0	0.00	100.00	#4	4.75	0.0	0	0.00	100.00
#10	2.00	420.0	420	28.00	72.00	#10	2.00	425.0	425	28.33	71.67
#40	0.425	440.0	860	57.33	42.67	#40	0.425	435.0	860	57.33	42.67
#200	0.075	435.0	1,295	86.33	13.67	#200	0.075	440.0	1,300	86.67	13.33
Pan	-	205.0	1,500	100.00	0.00	Pan	-	200.0	1,500	100.00	0.00



Hasil Grading Abu Batu

Berat Kering Contoh : 1500						Berat Kering Contoh : 1500					
Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Batu)				Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)			
		Kumulatif Tertahan						Kumulatif Tertahan			
Menurut ASTM	(mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)	Menurut ASTM	(mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)
1/2"	19.00	0.00	0.00	0.00	100	1/2"	19.00	0.00	0.00	0.00	100
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100	3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100
#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100	#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100
#30	2.36	70.00	70.00	4.67	95.33	#30	2.36	95.00	95.00	3.67	96.33
#40	0.425	385.00	455.00	30.33	69.67	#40	0.425	400.00	455.00	30.33	69.67
#50	0.300	385.00	840.00	56.00	44.00	#50	0.300	395.00	850.00	56.67	43.33
#200	0.075	425.00	1,265.00	84.33	15.67	#200	0.075	425.00	1,275.00	85.00	15.00
Pan	0.000	235.00	1,500.00	100.00	0.00	Pan	0.000	225.00	1,500.00	100.00	0.00

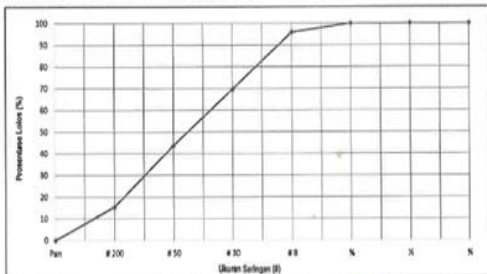


Hasil Grading Pasir

Pelaksanaan : Pembangunan Jalan Sofi - Wayabula 1 (MYC) Diperikan Oleh : Imer Ridwan, ST
 Jenis Material : Agregat Pasir Diperikan Oleh : Muhammad Rizki, ST, M. Sc
 Quarry : S. Meloku Tanggal : 28 Desember 2020

PEMERIKSAAN ANALISA Saringan AGREGAT (SNI ASTM C136.2012 / ASTM C-136-06, D01)

Berat Kering Contoh : 1500						Berat Kering Contoh : 1500					
Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Batu)				Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)			
		Kumulatif Tertahan						Kumulatif Tertahan			
Menurut ASTM	(mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)	Menurut ASTM	(mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)
1/2"	19.00	0.00	0.00	0.00	100	1/2"	19.00	0.00	0.00	0.00	100
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100	3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100
#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100	#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100
#30	2.36	70.00	70.00	4.67	95.33	#30	2.36	95.00	95.00	3.67	96.33
#40	0.425	385.00	455.00	30.33	69.67	#40	0.425	400.00	455.00	30.33	69.67
#50	0.300	385.00	840.00	56.00	44.00	#50	0.300	395.00	850.00	56.67	43.33
#200	0.075	425.00	1,265.00	84.33	15.67	#200	0.075	425.00	1,275.00	85.00	15.00
Pan	0.000	235.00	1,500.00	100.00	0.00	Pan	0.000	225.00	1,500.00	100.00	0.00



Hasil Pengujian Keausan dengan Mesin Los Angeles:

PEMERIKSAAN KEAUSAN DENGAN MESIN LOS ANGELES (SNI 2417:2008)

Ukuran Saringan	Nomor Contoh				Sat.	
	I		II			
Lolos	Tertahan	A	B	C	D	Sat.
		Berat Sebelum	Berat Setelah	Berat Sebelum	Berat Setelah	
3.4"	1/2"	2500		2500		gr
1/2"	3/8"	2500		2500		gr
Berat tertahan saringan No. 12			3475.00		3435.00	gr
Berat Total		5000		5000		gr
Keausan		30.50		31.30		%
Rata-rata		30.90				%

Hasil pengujian CBR LPA :

UJI CBR LABORATORIUM ASTM D 1883-99

Proyek : Pembangunan Jalan Sofi - Wayabula -1 (MYC)
 Lokasi Sampel : Moloku - Kab. Pulau Morotai
 Komposisi : Material Campuran - LPA
 Tanggal : 23 Februari 2021

Uji Kadar Air

No. Container	I	II
Berat container	gram 12.21	13.11
Berat tanah basah + Container	gram 41.52	41.54
Berat tanah kering + Container	gram 37.82	36.28
Berat air	gram 3.70	5.26
Berat tanah kering	gram 25.61	36.28
Kadar air,w	% 14.45	14.50
Kadar air rata-rata	% 14.47	

Penetrasi Proving ring Calibration 28 KN cup, Bu/Dev = 26.821

Waktu (menit)	Penurunan (inci)	Pembacaan Dial PER(20v)	Beban (lbs)
0.25	0.025	59	1582.43
0.5	0.050	75	2011.57
1	0.075	90	2413.88
1.5	0.100	104	2789.38
2	0.125	121	3245.33
3	0.150	131	3513.54
4	0.175	144	3862.21
6	0.200	156	4184.06
7	0.300	196	5256.90
8	0.400	234	6276.10
10	0.500	258	6919.80

Grafik Hubungan Penurunan vs Beban

Perhitungan Nilai CBR

Penurunan,x (inchi)	Setelah di koreksi	Nilai CBR (%)
0.1	2798.18	93.27
0.2	4181.22	92.92
Nilai CBR rata-rata =		93.09 %

Catatan :
 Untuk penurunan 1 inchi , CBR = Beban / (3x1000)
 Untuk penurunan 2 inchi , CBR = Beban / (3x1500)

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH - TEKNIK SIPIL - UNIVERSITAS KHAIRUN

Hasil Pengujian CBR LPB :

UJI CBR LABORATORIUM
ASTM D 1883-99

Proyek : Pembangunan Jalan Sofi - Wayabula -1 (MYC)
Lokasi Sampel : Moloku - Kab. Pulau Morotai
Komposisi : Material Campuran - LPB
Tanggal : 23 Februari 2021

Uji Kadar Air

No. Container	I	II
Berat container	gram 13.62	13.18
Berat tanah basah + Container	gram 38.81	42.13
Berat tanah kering + Container	gram 35.29	36.24
Berat air	gram 3.52	5.89
Berat tanah kering	gram 21.67	36.24
Kadar air,w	% 16.24	16.25
Kadar air rata-rata	%	16.25

Penetrasi Proving ring Calibration 28 KN cap, Bu/Dev = 26.821

Waktu (menit)	Penurunan (inci)	Pembacaan Dial PER(Div)	Beban (lbs)
0.25	0.025	42	1126.48
0.5	0.050	57	1528.79
1	0.075	70	1877.46
1.5	0.100	81	2172.49
2	0.125	91	2440.70
3	0.150	103	2762.55
4	0.175	112	3003.94
6	0.200	121	3245.33
7	0.300	154	4130.42
8	0.400	184	4935.05
10	0.500	202	5417.83

Perhitungan Nilai CBR

Penurunan,x (inci)	Setelah di koreksi	Nilai CBR (%)
0.1	2149.17	71.64
0.2	3265.63	72.57

Nilai CBR rata-rata = 72.10 %

Catatan :
Untuk penurunan 1 inci , CBR = Beban / (3x1000)
Untuk penurunan 2 inci , CBR = Beban / (3x1500)

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH - TEKNIK SIPIL - UNIVERSITAS KLABUNG

Sumber material Quarry S.Libano

Hasil grading agregat gabungan :

PERHITUNGAN GRADASI GABUNGAN AGREGAT

Ukuran Sarung	Porsental Lapis Sarung					Komposisi Campuran Agregat				Gradasi Gabungan	Batas	
	Standard ASTM	mm	Agregat 20-30 mm	Agregat 10-20 mm	Agregat 0.5-10 mm	Agregat Abu Batu	Agregat 20-30 mm	Agregat 10-20 mm	Agregat 0.5-10 mm			Agregat Abu Batu
						32.00%	25.00%	18.00%	25.00%	100.00%		
1/2"	37.50	100.00	100.00	100.00	100.00	32.00	25.00	18.00	25.00	100.0	100.00	
1"	25.00	52.10	94.80	100.00	100.00	18.87	23.70	18.00	25.00	83.4	79 - 85	
3/8"	9.50	15.00	22.90	80.30	100.00	4.90	5.73	10.85	25.00	46.4	44 - 58	
#4	4.75	1.00	14.40	22.30	100.00	0.32	3.60	4.01	25.00	32.9	29 - 44	
#10	2.00	0.40	3.90	10.50	71.83	0.13	0.98	1.89	17.96	21.0	17 - 30	
#40	0.425	0.40	2.50	4.10	42.83	0.13	0.63	0.74	10.71	12.2	7 - 17	
#200	0.075	0.20	0.90	1.10	13.83	0.06	0.23	0.22	3.48	3.9	2 - 8	

Hasil Pengujian CBR LPS :

UJI CBR LABORATORIUM
ASTM D 1883-99

Proyek : Pembangunan Jalan Sofi - Wayabula -1 (MYC)
Lokasi Sampel : Moloku - Kab. Pulau Morotai
Komposisi : Material Campuran - LPS
Tanggal : 23 Februari 2021

Uji Kadar Air

No. Container	I	II
Berat container	gram 12.24	12.34
Berat tanah basah + Container	gram 40.51	42.64
Berat tanah kering + Container	gram 36.24	36.28
Berat air	gram 4.27	6.36
Berat tanah kering	gram 24.00	36.28
Kadar air,w	% 17.79	17.53
Kadar air rata-rata	%	17.66

Penetrasi Proving ring Calibration 28 KN cap, Bu/Dev = 26.821

Waktu (menit)	Penurunan (inci)	Pembacaan Dial PER(Div)	Beban (lbs)
0.25	0.025	32	858.27
0.5	0.050	47	1260.58
1	0.075	58	1555.61
1.5	0.100	71	1904.29
2	0.125	78	2092.03
3	0.150	90	2413.88
4	0.175	98	2628.45
6	0.200	105	2816.20
7	0.300	131	3513.54
8	0.400	158	4237.71
10	0.500	174	4666.84

Perhitungan Nilai CBR

Penurunan,x (inci)	Setelah di koreksi	Nilai CBR (%)
0.1	1827.534	60.92
0.2	2827.106	62.82

Nilai CBR rata-rata = 61.87 %

Catatan :
Untuk penurunan 1 inci , CBR = Beban / (3x1000)
Untuk penurunan 2 inci , CBR = Beban / (3x1500)

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH - TEKNIK SIPIL - UNIVERSITAS KLABUNG

Hasil grading agregat 20-30 :

Berat Kering Contoh: 2.500 gr

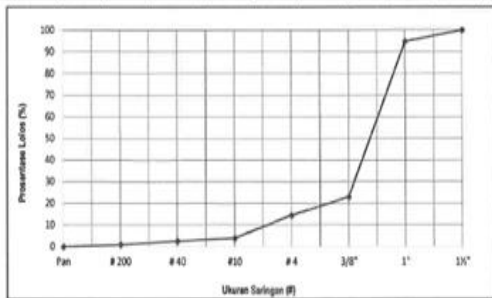
Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Sarung Sampel I (Sisi)			Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Sarung Sampel II (Dua)			
		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Lolos			Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Lolos	
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	1200.0	1.200.0	48.00	52.00	1"	1196.0	1.196.0	47.80	52.20	
3/8"	925.0	2.125	85.00	15.00	3/8"	930.0	2.125	85.00	15.00	
#4	345.0	2.470	98.80	1.20	#4	355.0	2.480	99.20	0.80	
#10	20.0	2.490	99.60	0.40	#10	10.0	2.490	99.60	0.40	
#40	0.0	2.490	99.60	0.40	#40	0.0	2.490	99.60	0.40	
#200	0.075	5.0	2.495	99.80	0.20	#200	0.075	5.0	2.495	99.80
Pan	5.0	2.500	100.00	0.00	Pan	5.0	2.500	100.00	0.00	

Hasil grading agregat 10-20 :

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT
(SNI ASTM C136:2012 / ASTM C-136-06, IDT)

Berat Kering Contoh: 2.500 gr

Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)		
		Kumulatif Tertahan					Kumulatif Tertahan		
Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Persen Lolos	Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Persen Lolos
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00
1"	25.00	125.0	5.00	95.00	1"	25.00	135.0	5.40	94.60
3/8"	9.50	1780.0	71.20	28.80	3/8"	9.50	1815.0	72.60	27.40
#4	4.75	245.0	9.80	90.20	#4	4.75	180.0	7.20	92.80
#10	2.00	285.0	11.40	88.60	#10	2.00	270.0	10.80	89.20
#40	0.425	35.0	1.40	98.60	#40	0.425	35.0	1.40	98.60
#200	0.075	40.0	1.60	98.40	#200	0.075	40.0	1.60	98.40
Pan	-	20.0	0.80	100.00	Pan	-	25.0	1.00	100.00

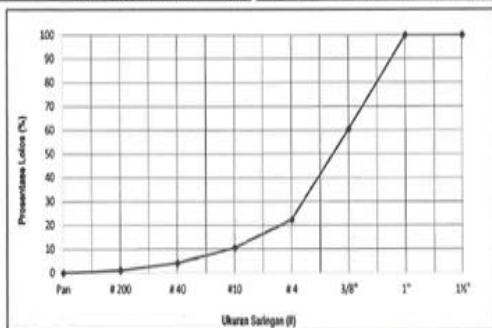


Hasil grading agregat 5-10 :

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT
(SNI ASTM C136:2012 / ASTM C-136-06, IDT)

Berat Kering Contoh: 2.500 gr

Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)		
		Kumulatif Tertahan					Kumulatif Tertahan		
Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Persen Lolos	Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Persen Lolos
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00
1"	25.00	0.0	0.00	100.00	1"	25.00	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.50	985.0	39.40	60.60	3/8"	9.50	1000.0	40.00	60.00
#4	4.75	955.0	38.20	61.80	#4	4.75	945.0	37.80	62.20
#10	2.00	290.0	11.60	88.40	#10	2.00	300.0	12.00	88.00
#40	0.425	185.0	7.40	92.60	#40	0.425	150.0	6.00	94.00
#200	0.075	80.0	3.20	96.80	#200	0.075	70.0	2.80	97.20
Pan	-	25.0	1.00	100.00	Pan	-	30.0	1.20	98.80

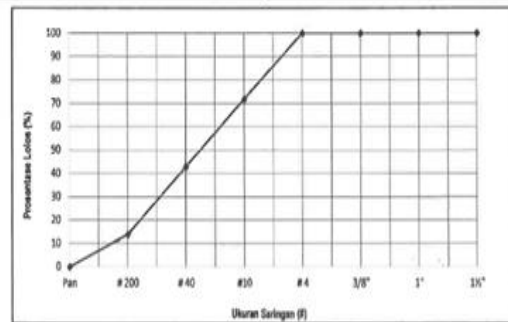


Hasil grading abu batu :

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT
(SNI ASTM C136:2012 / ASTM C-136-06, IDT)

Berat Kering Contoh: 1.500 gr

Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)		
		Kumulatif Tertahan					Kumulatif Tertahan		
Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Persen Lolos	Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Persen Lolos
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.00
1"	25.00	0.0	0.00	100.00	1"	25.00	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.0	0.00	100.00	3/8"	9.50	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	0.0	0.00	100.00	#4	4.75	0.0	0.00	100.00
#10	2.00	420.0	28.00	72.00	#10	2.00	425.0	28.33	71.67
#40	0.425	435.0	29.00	71.00	#40	0.425	433.0	28.87	71.13
#200	0.075	435.0	29.00	71.00	#200	0.075	435.0	29.00	71.00
Pan	-	210.0	14.00	86.00	Pan	-	205.0	13.67	86.33

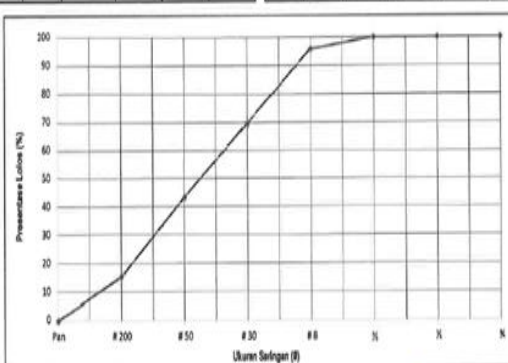


Hasil Grading Pasir:

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT
(SNI ASTM C136:2012 / ASTM C-136-06, IDT)

Berat Kering Contoh: 1500

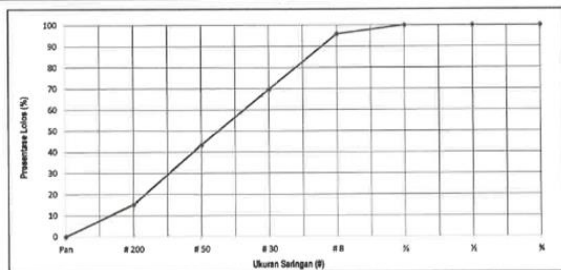
Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel I (Satu)			Ukuran Ayakan	Berat Tertahan	Analisa Saringan Sampel II (Dua)		
		Kumulatif Tertahan					Kumulatif Tertahan		
Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)	Menurut ASTM (mm)	Tiap Ayakan	Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)
1/2"	19.00	0.00	0.00	100	1/2"	19.00	0.00	0.00	100
3/8"	12.50	0.00	0.00	100	3/8"	12.50	0.00	0.00	100
#20	9.50	0.00	0.00	100	#20	9.50	0.00	0.00	100
#40	4.75	70.00	4.67	95.33	#40	2.36	55.00	3.87	96.13
#60	2.50	385.00	25.67	74.33	#60	0.600	400.00	26.67	73.33
#80	1.75	390.00	26.00	74.00	#80	0.300	400.00	26.67	73.33
#100	1.50	420.00	28.00	72.00	#100	0.075	425.00	28.33	71.67
Pan	0.00	235.00	15.67	84.33	Pan	0.000	220.00	14.67	85.33



Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat
(SNI ASTM C136:2012/ASTM C-136-06,
IDT)

Berat Kering Contoh : 1500

Berat Kering Contoh : 1500						Berat Kering Contoh : 1500					
Ukuran Ayakan		Berat Tertahan		Analisa Saringan Sampel I (Satu)		Ukuran Ayakan		Berat Tertahan		Analisa Saringan Sampel II (Dua)	
Menurut ASTM	(mm)	Tiap Ayakan	Kumulatif Tertahan			Menurut ASTM	(mm)	Tiap Ayakan	Kumulatif Tertahan		
			Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)				Berat Tertahan	Tertahan (%)	Lolos (%)
3/4"	19.00	0.000	0.000	0.000	100	3/4"	19.00	0.000	0.000	0.000	100
1/2"	12.50	0.000	0.000	0.000	100	1/2"	12.50	0.000	0.000	0.000	100
3/8"	9.50	0.000	0.000	0.000	100	3/8"	9.50	0.000	0.000	0.000	100
#8	2.36	70.00	70.00	4.67	95.33	#8	2.36	55.00	55.00	3.67	96.33
#30	0.60	385.00	455.00	30.33	69.67	#30	0.60	400.00	455.00	30.33	69.67
#50	0.30	390.00	845.00	56.33	43.67	#50	0.30	400.00	855.00	57.00	43.00
#200	0.075	420.00	1,265.00	84.33	15.67	#200	0.075	425.00	1,280.00	85.33	14.67
Pan	0.00	235.00	1,500.00	100.00	0.00	Pan	0.00	220.00	1,500.00	100.00	0.00



Pemeriksaan kadar lumpur dan lempung agregat ASTM C. 40-79

Uraian	No. Contoh	Sat.		
		I	II	
Berat Contoh Kering + cawan (Sebelum Oven)	A	1000.0	1000.0	gr
Berat Contoh Kering + cawan (Setelah Oven)	B	980.0	985.0	gr
Berat Cawan/Kontainer	C	0.0	0.0	gr
Berat Contoh Kering (Sebelum Oven)	D = A - C	1000.0	1000.0	gr
Berat Contoh Kering (Setelah Oven)	E = B - C	980.0	980.0	gr
Penyerapan Air (absorpsi)	(D - E) / D * 100	2.0	1.5	%
		Rata-rata	1.750	%

Hasil Pengujian Keausan dengan Mesin Los Angeles:

Pemeriksaan keausan dengan mesin los angeles

(SNI 2417:2008)

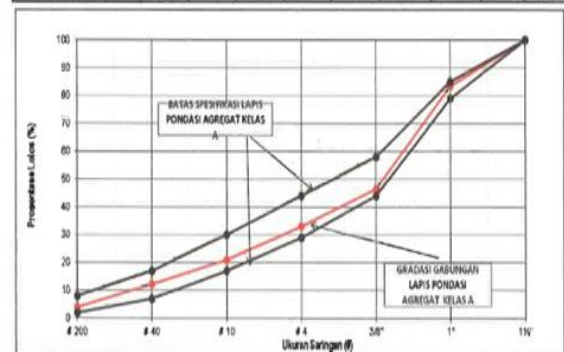
Ukuran Saringan		Nomor Contoh				Sat.
		I		II		
		A	B	C	D	
Lolos	Tertahan	Berat Sebelum	Berat Setelah	Berat Sebelum	Berat Setelah	gr
		3.4"	1/2"	2500		
1/2"	3/8"	2500		2500		gr
Berat tertahan saringan No. 12			3310.00		3300.00	gr
Berat Total		5000		5000		gr
Keausan		33.80		34.00		%
Rata-rata		33.90				%

Sumber Quarry S Gerong

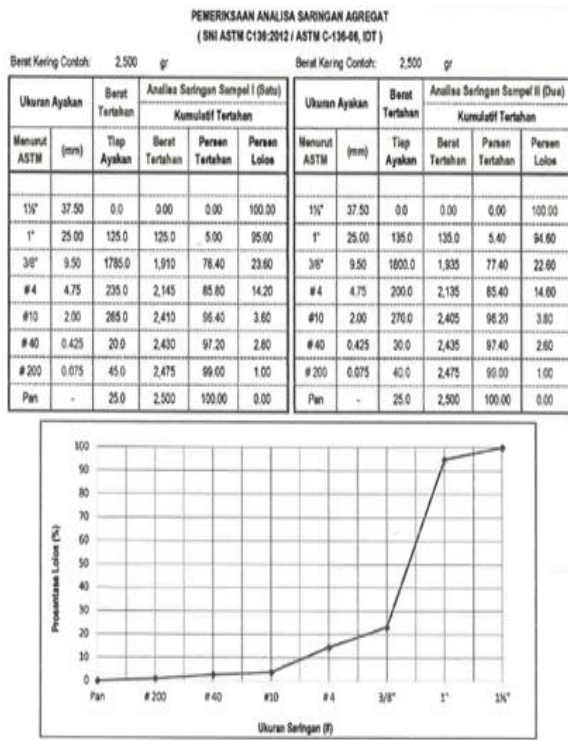
Hasil Garding Agregate 20-30:

PERHITUNGAN GRADASI GABUNGAN AGREGAT

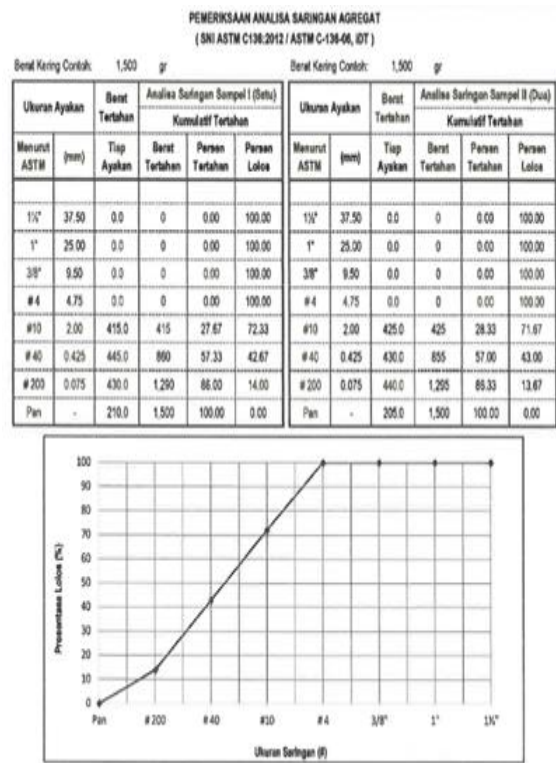
Ukuran Saringan	Standard ASTM	Porsentase Lolos Saringan							Gradasi Gabungan	Batas	
		Aggregat 20-30 mm	Aggregat 19-20 mm	Aggregat 0.5-10 mm	Aggregat Abu Batu	Aggregat 20-30 mm	Aggregat 19-20 mm	Aggregat 0.5-10 mm			Aggregat Abu Batu
1 1/2"	37.50	100.00	100.00	100.00	100.00	32.00%	25.00%	18.00%	25.00%	100.00%	100.00
1"	25.00	52.00	94.80	100.00	100.00	16.84	23.70	18.00	25.00	83.3	70-95
3/4"	9.50	15.00	23.10	80.50	100.00	4.80	5.78	10.89	25.00	46.5	44-58
#4	4.75	0.00	14.40	22.80	100.00	0.29	3.60	4.07	25.00	33.0	29-44
#10	2.00	0.40	3.70	10.50	72.00	0.13	0.83	1.89	18.00	20.9	17-30
#40	0.425	0.40	2.70	3.70	42.83	0.13	0.86	0.67	10.71	12.2	7-17
#200	0.075	0.20	1.00	0.70	13.83	0.06	0.25	0.13	3.46	3.9	2-8



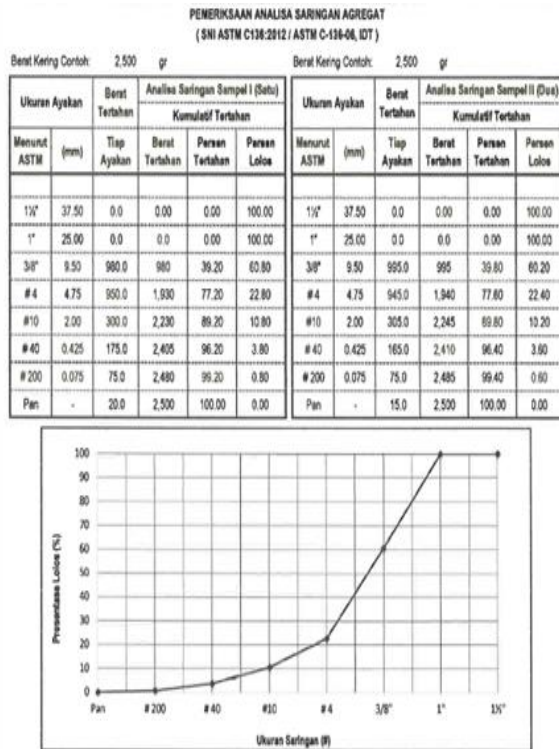
Hasil Garding Agregate 10-20 :



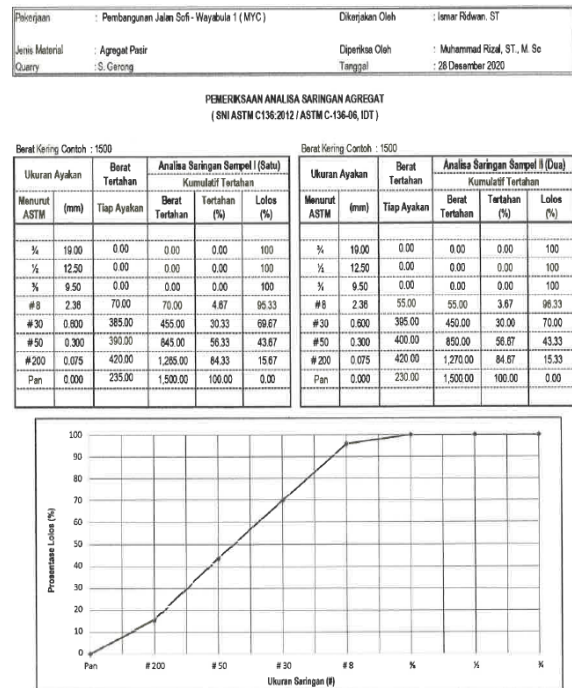
Hasil Garding Abu Batu :



Hasil Garding Agregate 5-10 :



Hasil Garding Pasir :



Hasil Pengujian Keausan dengan Mesin Los Angeles :

PEMERIKSAAN KEAUSAN DENGAN MESIN LOS ANGELES (SNI 2417:2008)

Ukuran Saringan		Nomor Contoh				Sat.
		I		II		
Lolos	Tertahan	A	B	C	D	
		Berat Sebelum	Berat Setelah	Berat Sebelum	Berat Setelah	
3.4"	1/2"	2500		2500		gr
1/2"	3/8"	2500		2500		gr
Berat tertahan saringan No. 12			3385.00		3385.00	gr
Berat Total		5000		5000		gr
Keausan		32.30		32.70		%
Rata-rata		32.50				%

Mix Desain mutu fc'10

NOTA DESAIN			
Pengguna : PT. WASKITA KARYA	Acuan Standar : 1. ASTM C		
Pekerjaan : PEMBANGUNAN JALAN SOFI - WAYABULA 1 (MYC)	2. SNI 03		
Lokasi : Kab. Pulau Morotai	Diuji oleh : Bili Muhtar		
Tgl. Uji : -	Tahun : 2021		
DATA mix design			
♦ Mutu adukan beton	(PBI. 1971) $K_c =$	123	kg/cm ²
	(SNI. 2002) $f_c =$	10,0	MPa
♦ Klasifikasi beton		= normal - rendah	
♦ Nilai slump rencana		= 10 ± 2	cm
♦ Ukuran max agregat		= 40	mm
♦ Standar deviasi	$Sdev =$	8	MPa
♦ Prosentase agregat halus	$agH =$	35,41	%
♦ Prosentase agregat kasar	$agK =$	64,59	%
BAHAN-BAHAN			
1. Air			
♦ Berat Volume		=	1 kg/tr
2. Semen			
♦ Berat Volume		=	1,16 kg/tr
♦ Merk		=	CONCH
♦ Tipe		=	tipe - I (umum)
3. Agregat Halus			
♦ Jenis		=	pasir tambang
♦ Sumber/asal quarry		=	-
♦ Specific Gravity (SSD)	$SG_s =$	2,18	gr/cm ³
♦ Absorption	$A_2 =$	1,52	%
♦ Kadar Air	$A_1 =$	3,40	%
♦ Grading Zone		=	zona-3
♦ Berat Volume		=	1,63 kg/tr
4. Agregat Kasar			
♦ Jenis		=	batu pecah
♦ Sumber/asal quarry		=	-
♦ Specific Gravity (SSD)	$SG_s =$	2,53	gr/cm ³
♦ Absorption	$A_2 =$	3,21	%
♦ Kadar Air	$A_1 =$	1,15	%
♦ Grading Zone		=	zona-1
♦ Berat Volume		=	1,61 kg/tr

JMD (job mix design)																														
1. Kuat tekan beton yang disyaratkan	$f_c' =$ 10 MPa																													
2. Standar deviasi ($6.5 < S_s < 8.5$)	$S_s =$ 8 MPa																													
3. Nilai tambah (margin)	$M = 1.64 S_s =$ 13,12 MPa																													
4. Kuat tekan rata-rata desain	$f_{cr}' = f_c' + M =$ 23,14 MPa																													
5. Penentuan FAS (Faktor Air Semen) adalah nilai terkecil dari:	FAS = 0,52																													
♦ Grafik hubungan antara f_c' vs FAS	= 0,52																													
♦ Tabel sesuai dengan lingkungan beton	= 0,60																													
6. Perkiraan KAB (Kadar Air Bebas) berdasarkan slump rencana dan ukuran butir agregat																														
♦ KAB agregat halus	$w_h =$ 175 kg/m ³																													
♦ KAB agregat kasar	$w_k =$ 205 kg/m ³																													
♦ KAB adukan	$KAB = 2/3 w_h + 1/3 w_k =$ 185 kg/m ³																													
7. Kadar semen tiap kubik beton	$K_s = KAB/FAS =$ 355,77 kg/m ³																													
8. Berat Jenis agregat gabungan	$SG_{ag} = (agH \times SG_s) + (agK \times SG_k) =$ 2,40 kg/m ³																													
9. Berat Volume Beton Segar dari grafik hubungan dengan SG_{ag} dan KAB	BVBS = 2,325 kg/m ³																													
10. Berat agregat gabungan tiap kubik adukan	$BTA = BVBS \cdot KAB \cdot K_s =$ 1.784,23 kg/m ³																													
11. Berat masing-masing agregat tiap kubik adukan																														
♦ Agregat halus	$w_h = agH \times BTA =$ 631,87 kg/m ³																													
♦ Agregat kasar	$w_k = agK \times BTA =$ 1.152,36 kg/m ³																													
12. Komposisi bahan adukan beton tiap kubik																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PASTA SEMEN</th> <th colspan="2">AGREGAT</th> </tr> <tr> <th>[A] SEMEN</th> <th>[B] AIR</th> <th>[C] PASIR</th> <th>[D] BATU PECAH</th> </tr> <tr> <th>(kg)</th> <th>(kg)</th> <th>(kg)</th> <th>(kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>355,77</td> <td>185,00</td> <td>631,87</td> <td>1.152,36</td> </tr> </tbody> </table>		PASTA SEMEN		AGREGAT		[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	355,77	185,00	631,87	1.152,36													
PASTA SEMEN		AGREGAT																												
[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH																											
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)																											
355,77	185,00	631,87	1.152,36																											
13. Koreksi adukan beton untuk kondisi lapangan																														
♦ Berat air	$air = A - C \times [(A_1 - A_2)/100] - D \times [(A_1 - A_2)/100] =$ 196,91 kg/m ³																													
♦ Agregat halus	$pasir = C + C \times [(A_1 - A_2)/100] =$ 643,73 kg/m ³																													
♦ Agregat kasar	$batu\ pecah = D + D \times [(A_1 - A_2)/100] =$ 1.128,59 kg/m ³																													
14. Komposisi bahan adukan beton tiap kubik di lapangan																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PROPORSI</th> <th colspan="2">PASTA SEMEN</th> <th colspan="2">AGREGAT</th> </tr> <tr> <th>[A] SEMEN</th> <th>[B] AIR</th> <th>[C] PASIR</th> <th>[D] BATU PECAH</th> </tr> <tr> <th>TONASE (kg)</th> <th>1,00</th> <th>0,55</th> <th>1,81</th> <th>3,17</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Berat Volume</td> <td>1,16</td> <td>1,00</td> <td>1,63</td> <td>1,61</td> </tr> <tr> <td>PROPORSI</td> <td>307,23</td> <td>196,91</td> <td>394,44</td> <td>699,62</td> </tr> <tr> <td>KUBIKASI (litr)</td> <td>1,00</td> <td>0,64</td> <td>1,28</td> <td>2,28</td> </tr> </tbody> </table>		PROPORSI	PASTA SEMEN		AGREGAT		[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH	TONASE (kg)	1,00	0,55	1,81	3,17	Berat Volume	1,16	1,00	1,63	1,61	PROPORSI	307,23	196,91	394,44	699,62	KUBIKASI (litr)	1,00	0,64	1,28	2,28
PROPORSI	PASTA SEMEN		AGREGAT																											
	[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH																										
TONASE (kg)	1,00	0,55	1,81	3,17																										
Berat Volume	1,16	1,00	1,63	1,61																										
PROPORSI	307,23	196,91	394,44	699,62																										
KUBIKASI (litr)	1,00	0,64	1,28	2,28																										

Mix Desain mutu fc'15

NOTA DESAIN			
Pengguna : PT. WASKITA KARYA	Acuan Standar : 1. ASTM C		
Pekerjaan : PEMBANGUNAN JALAN SOFI - WAYABULA 1 (MYC)	2. SNI 03		
Lokasi : Kab. Pulau Morotai	Diuji oleh : Bili Muhtar		
Tgl. Uji : -	Tahun : 2021		
DATA mix design			
♦ Mutu adukan beton	(PBI. 1971) $K_c =$	184	kg/cm ²
	(SNI. 2002) $f_c =$	15	MPa
♦ Klasifikasi beton		= normal - rendah	
♦ Nilai slump rencana		= 10 ± 2	cm
♦ Ukuran max agregat		= 40	mm
♦ Standar deviasi	$Sdev =$	8	MPa
♦ Prosentase agregat halus	$agH =$	35,41	%
♦ Prosentase agregat kasar	$agK =$	64,59	%
BAHAN-BAHAN			
1. Air			
♦ Berat Volume		=	1 kg/tr
2. Semen			
♦ Berat Volume		=	1,16 kg/tr
♦ Merk		=	CONCH
♦ Tipe		=	tipe - I (umum)
3. Agregat Halus			
♦ Jenis		=	pasir tambang
♦ Sumber/asal quarry		=	-
♦ Specific Gravity (SSD)	$SG_s =$	2,18	gr/cm ³
♦ Absorption	$A_2 =$	1,52	%
♦ Kadar Air	$A_1 =$	3,40	%
♦ Grading Zone		=	zona-3
♦ Berat Volume		=	1,63 kg/tr
4. Agregat Kasar			
♦ Jenis		=	batu pecah
♦ Sumber/asal quarry		=	-
♦ Specific Gravity (SSD)	$SG_s =$	2,53	gr/cm ³
♦ Absorption	$A_2 =$	3,21	%
♦ Kadar Air	$A_1 =$	1,15	%
♦ Grading Zone		=	zona-1
♦ Berat Volume		=	1,61 kg/tr

JMD (job mix design)

- Kuat tekan beton yang disyaratkan $f_c' = 15 \text{ MPa}$
- Standar deviasi ($6.5 < S_s < 8.5$) $S_s = 8 \text{ MPa}$
- Nilai tambah (margin) $M = 1.64 S_s = 13.12 \text{ MPa}$
- Kuat tekan rata-rata desain $f_{c'} = f_c' + M = 28.10 \text{ MPa}$
- Penentuan FAS (Faktor Air Semen) adalah nilai terkecil dari:
 - Grafik hubungan antara f_c' vs FAS = 0,49
 - Tabel sesuai dengan lingkungan beton = 0,60
- Perkiraan KAB (Kadar Air Bebas) berdasarkan slump rencana dan ukuran butir agregat
 - KAB agregat halus $W_{sa} = 175 \text{ kg/m}^3$
 - KAB agregat kasar $W_{sk} = 205 \text{ kg/m}^3$
 - KAB adukan $KAB = 2/3 W_{sa} + 1/3 W_{sk} = 185 \text{ kg/m}^3$
- Kadar semen tiap kubik beton $K_s = KAB/FAS = 377,55 \text{ kg/m}^3$
- Berat Jenis agregat gabungan $SG_{ag} = (agH \times SG_s) + (agK \times SG_k) = 2,40 \text{ kg/m}^3$
- Berat Volume Beton Segar dari grafik hubungan dengan SG_{ag} dan KAB $BVBS = 2,325 \text{ kg/m}^3$
- Berat agregat gabungan tiap kubik adukan $BTA = BVBS \cdot KAB \cdot K_s = 1672,45 \text{ kg/m}^3$
- Berat masing-masing agregat tiap kubik adukan
 - Agregat halus $W_{sa} = agH \times BTA = 592,29 \text{ kg/m}^3$
 - Agregat kasar $W_{sk} = agK \times BTA = 1080,16 \text{ kg/m}^3$
- Komposisi bahan adukan beton tiap kubik

PASTA SEMEN		AGREGAT	
[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
377,55	185,00	592,29	1080,16
- Koreksi adukan beton untuk kondisi lapangan
 - Berat air $air = A \cdot C \times [(A_s - A_2)/100] \cdot D \times [(A_s - A_2)/100] = 196,16 \text{ kg/m}^3$
 - Agregat halus $pasir = C \times [(A_s - A_2)/100] = 603,40 \text{ kg/m}^3$
 - Agregat kasar $batu\ pecah = D \times [(A_s - A_2)/100] = 1057,88 \text{ kg/m}^3$
- Komposisi bahan adukan beton tiap kubik di lapangan

	PASTA SEMEN		AGREGAT	
	[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH
PROPORSI	377,55	196,16	603,40	1.057,88
TONASE (kg)	1,00	0,52	1,60	2,80
Berat Volume	1,16	1,00	1,63	1,61
PROPORSI	326,04	196,16	369,73	655,79
KUBIKASI (litr)	1,00	0,60	1,13	2,01

JMD (job mix design)

- Kuat tekan beton yang disyaratkan $f_c' = 25 \text{ MPa}$
- Standar deviasi ($6.5 < S_s < 8.5$) $S_s = 8 \text{ MPa}$
- Nilai tambah (margin) $M = 1.64 S_s = 13.12 \text{ MPa}$
- Kuat tekan rata-rata desain $f_{c'} = f_c' + M = 38.12 \text{ MPa}$
- Penentuan FAS (Faktor Air Semen) adalah nilai terkecil dari:
 - Grafik hubungan antara f_c' vs FAS = 0,36
 - Tabel sesuai dengan lingkungan beton = 0,60
- Perkiraan KAB (Kadar Air Bebas) berdasarkan slump rencana dan ukuran butir agregat
 - KAB agregat halus $W_{sa} = 175 \text{ kg/m}^3$
 - KAB agregat kasar $W_{sk} = 205 \text{ kg/m}^3$
 - KAB adukan $KAB = 2/3 W_{sa} + 1/3 W_{sk} = 185 \text{ kg/m}^3$
- Kadar semen tiap kubik beton $K_s = KAB/FAS = 513,89 \text{ kg/m}^3$
- Berat Jenis agregat gabungan $SG_{ag} = (agH \times SG_s) + (agK \times SG_k) = 2,40 \text{ kg/m}^3$
- Berat Volume Beton Segar dari grafik hubungan dengan SG_{ag} dan KAB $BVBS = 2,325 \text{ kg/m}^3$
- Berat agregat gabungan tiap kubik adukan $BTA = BVBS \cdot KAB \cdot K_s = 1.626,11 \text{ kg/m}^3$
- Berat masing-masing agregat tiap kubik adukan
 - Agregat halus $W_{sa} = agH \times BTA = 575,88 \text{ kg/m}^3$
 - Agregat kasar $W_{sk} = agK \times BTA = 1.050,23 \text{ kg/m}^3$
- Komposisi bahan adukan beton tiap kubik

PASTA SEMEN		AGREGAT	
[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
513,89	185,00	575,88	1.050,23
- Koreksi adukan beton untuk kondisi lapangan
 - Berat air $air = A \cdot C \times [(A_s - A_2)/100] \cdot D \times [(A_s - A_2)/100] = 195,85 \text{ kg/m}^3$
 - Agregat halus $pasir = C \times [(A_s - A_2)/100] = 586,69 \text{ kg/m}^3$
 - Agregat kasar $batu\ pecah = D \times [(A_s - A_2)/100] = 1.028,57 \text{ kg/m}^3$
- Komposisi bahan adukan beton tiap kubik di lapangan

	PASTA SEMEN		AGREGAT	
	[A] SEMEN	[B] AIR	[C] PASIR	[D] BATU PECAH
PROPORSI	513,89	195,85	586,69	1.028,57
TONASE (kg)	1,00	0,38	1,14	2,00
Berat Volume	1,16	1,00	1,63	1,61
PROPORSI	443,77	195,85	359,49	637,62
KUBIKASI (litr)	1,00	0,44	0,81	1,44

Mix Desain mutu $f_c'25$

NOTA DESAIN
10/B-DMF/LSB-23-07UK/II/PT.WK/2021

Pengguna : PT. WASKITA KARYA Acuan Standar : 1. ASTM C
 Pekerjaan : PEMBANGUNAN JALAN SOFI - WAYABULA 1 (MYC) 2. SNI 03
 Lokasi : Kab. Pulau Morotai Diuji oleh : Billi Muhtar
 Tgl. Uji : - Tahun : 2021

DATA mix design

- Mutu adukan beton (PBI. 1971) $K_s = 307 \text{ kg/cm}^2$
(SNI. 2002) $f_c' = 25 \text{ MPa}$
- Klasifikasi beton = normal - Sedang
- Nilai slump rencana = $10 \pm 2 \text{ cm}$
- Ukuran max agregat = 40 mm
- Standar deviasi $S_{dev} = 8 \text{ MPa}$
- Prosentase agregat halus $agH = 35,41 \%$
- Prosentase agregat kasar $agK = 64,59 \%$

BAHAN-BAHAN

- Air
 - Berat Volume = 1 kg/ltr
- Semen
 - Berat Volume = 1,16 kg/ltr
 - Merk = CONCH
 - Tipe = tipe - I (umum)
- Agregat Halus
 - Jenis = pasir tambang
 - Sumber/asal quarry = -
 - Specific Gravity (SSD) $SG_s = 2,18 \text{ gr/cm}^3$
 - Absorption $A_s = 1,52 \%$
 - Kadar Air $A_1 = 3,40 \%$
 - Grading Zone = zona-3
 - Berat Volume = 1,63 kg/ltr
- Agregat Kasar
 - Jenis = batu pecah
 - Sumber/asal quarry = -
 - Specific Gravity (SSD) $SG_k = 2,53 \text{ gr/cm}^3$
 - Absorption $A_2 = 3,21 \%$
 - Kadar Air $A_1 = 1,15 \%$
 - Grading Zone = zona-1
 - Berat Volume = 1,61 kg/ltr

Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pembuatan benda uji, dilakukan pengujian kuat tekan beton di uji laboratorium batching plant, pengujian kuat tekan beton pada benda uji umur 7, 14 dan 28 hari dengan kuat tekan yang direncanakan sebesar 16.6 Mpa sebanyak 4 Benda Uji dan di rekaputilasi terhadap tabel 4.1 dan seterusnya.

Tabel 3.1 kuat tekan beton umur 7 hari

No	Umur hari	Mutu	Slump (cm)	Berat (kg)	Density (kg/m ³)	Beban (KN)	Hasil tekan		
							Silinder Fc (MPa)	Prosentase (%)	Kubus (kg/cm ²)
1	7	25	22	12.875	2428.9	301.3	17.05	68.20	209.54
2	7	25	10	12.610	2379.8	310.4	17.57	70.26	215.87
3	7	25	10	12.579	2372.3	295.4	16.72	66.87	205.43
4	7	25	12	12.340	2328.9	287.7	16.28	65.12	200.03

Dari tabel 3.1 beton dengan sample Silinder untuk umur 7 hari dengan berat 12.610 kg, dan diberi gaya tekan sebesar 310.4 kg menghasilkan kuat tekan silinder terendah 16.28 Mpa dan tertinggi 17.57

Mpa dengan rata2 kuat tekan $16.9 > 16.6$ Mpa, sedangkan beton dengan sample Kubus menghasilkan kokoh tekan 215.87 kg/cm^2 sesuai spesifikasi.

Tabel 3.2 kuat tekan beton umur 14 hari

No	Umur hari	Mutu Fc 25 (MPa)	Slump (cm)	Berat (kg)	Density (kg/m ³)	Beban (KN)	Hasil tekan		
							Silinder Fc (MPa)	Prosentase (%)	Kubus (kg/cm ²)
1	14	25	11	12.572	2372.4	411.5	23.29	93.15	286.19
2	14	25	14	12.485	2356.2	394,8	23.34	89.36	274.53
3	14	25	10	12.490	2357.2	409,3	23.16	92.65	284.64
4	14	25	11	12.720	2400.6	407.3	23.05	92.2	283.25

Dari tabel 3.2 beton normal dengan sample Silinder untuk umur 14 hari dengan berat 12.572 kg , dan diberi gaya tekan sebesar 411.5 kg , menghasilkan kuat tekan silinder terendah 23.05 Mpa dan tertinggi 23.34 Mpa dengan rata2 kuat tekan $23,21 > 16.6 \text{ Mpa}$, sedangkan beton dengan sample Kubus menghasilkan kokoh tekan 286.19 kg/cm^2 sesuai spesifikasi.

Tabel 3.3 kuat tekan beton umur 28 hari

No	Umur hari	Mutu Fc 25 (MPa)	Slump (cm)	Berat (kg)	Density (kg/m ³)	Beban (KN)	Hasil tekan		
							Silinder Fc (MPa)	Prosentase (%)	Kubus (kg/cm ²)
1	28	25	11	12.640	2385.5	487.5	27.50	110.35	339.01
2	28	25	11	12.710	2398.7	433.2	27.34	109.38	336.33
3	28	25	8	12.820	2419.4	483.7	27.37	109.49	336.33
4	28	25	12	12.750	2406,2	476.9	26.99	107.35	331.65

Dari tabel 3.3 beton dengan sample Silinder untuk umur 28 hari dengan berat 12.640 kg , dan diberi gaya tekan sebesar 487.5 kg , menghasilkan kuat tekan silinder terendah 26.99 Mpa dan tertinggi 27.50 Mpa dengan rata2 kuat tekan $27.3 > 16.6 \text{ Mpa}$, sedangkan beton dengan sample Kubus menghasilkan kokoh tekan 339.01 kg/cm^2 sesuai spesifikasi.

Hasil Analisis

Berdasarkan pengujian laboratorium material lokal dari pulau Morotai, pada pengujian untuk material pondasi Agregat A, Agregate B , Agregat S maupun Campuran Beton sampai dengan Fc 25 atau setara K 300 , dan hasil yang dirangkum pada tabel 4.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Morotai.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Morotai

Pengujian	S Moluko	S Libano	S Gerong	A	B
Agregat Kasar					
Abrasi %	30.9	33.9	32.5	Maks. 40	Maks. 40
- Berat Jenis	2.610	2.633	2.572	>2,5	>2,1
Absorsi, %	1.850	1.800	1.850	≤3%	≤2,5%
Agregat Halus					
Berat Jenis	2.667	2.703	2.667	>2,5	>2,1
Absorsi, %	2.881	2.564	2.670	≤3%	≤2,5%
CBR %	93.09	90,54	91.2	> 80	> 60

Keterangan :

A: Standar campuran aspal spesifikasi umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6.

B: Standar campuran beton semen spesifikasi umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 5

Dari tabel 3.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Morotai menunjukkan hasil telah memenuhi spesifikasi sehingga dapat dipergunakan.

Tinjauan Terhadap Biaya

Penelitian ini hanya membandingkan bagaimana biaya yang dikeluarkan ketika material agregat harus di datangkan dari luar pulau maka ditinjau dari biaya-biaya seperti perbandingan harga material lokal (produksi sendiri) terhadap material impor dari luar pulau adalah harga satuan material on site diterima dilokasi sebesar: agregat base kelas A seharga Rp $500,000.00/m^3$, agregat base kelas B

seharga Rp 490,000.00/m³, agregat base kelas S seharga Rp 480,000.00/m³. Harga tersebut sudah termasuk biaya pengiriman ke lokasi proyek.

Dibandingkan dengan material lokal (Pulau Morotai) yang mempunyai harga material termasuk biaya produksi on site sebesar: agregat kelas A seharga Rp 250,000.00/m³, Agregat kelas B seharga 240,000.00/m³ dan agregat kelas S seharga Rp. 230,000.00/m³.

Tinjauan Terhadap Waktu

Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan Sofi-Wayabula 1 (MYC) secara keseluruhan adalah 24 bulan. Dalam batasan waktu tersebut terdapat waktu yang diperlukan untuk pengadaan material yang didatangkan dari luar lokasi proyek, bahkan material tersebut diimpor dari luar pulau Morotai yang membutuhkan waktu kurang lebih 3,5 bulan. Perhitungan waktu tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah. Volume material keseluruhan adalah 53,000m³, sedangkan kapasitas satu kali pengiriman adalah 12.000m³ dengan 2 Tongkang @kap 6.000 m³, sehingga diperlukan 5 kali pengiriman, sedangkan waktu yang diperlukan satu kali pengiriman adalah 45 hari, apabila dalam pengiriman pertama dengan pengiriman berikutnya bisa overlapping selama 30 hari sehingga waktu yang diperlukan untuk pengiriman keseluruhan adalah 3,5 bulan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian kami ini, dapat disimpulkan bahwa material lokal tersebut memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan konstruksi jalan antara lain sebagai berikut :

- a. Batu Agregate dan pasir dapat digunakan untuk lapis pondasi Agregat A, Agregat B dan Agregat S.
- b. Batu pecah dan pasir dapat digunakan untuk campuran beton semen dengan capaian mutu sampai $f_c'25$ MPa atau K-300 kg/cm².
- c. Pada perhitungan perkerasan kaku dapat digunakan beton $F_c 25$ menggunakan besi Tulanga $\varnothing 8$ dengan jarak 150 cm.

Material lokal yang ada dapat dikelola dengan baik dan dapat memenuhi standar spesifikasi yang ditentukan asalkan dalam pelaksanaannya selalu memperhatikan dampak sosial masyarakat dan lingkungan.

Berdasarkan dari perhitungan biaya pemakaian material lokal (produksi sendiri) dapat menghemat hingga 49% dibandingkan dengan pemakaian material yang berasal dari luar pulau Morotai.

Dari segi waktu pelaksanaan dapat lebih cepat 3,5 bulan terhadap jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan yaitu 24 bulan akibat hilangnya waktu yang dibutuhkan dan factor risiko yang terjadi saat pengiriman maupun bongkar muat

material ke lokasi proyek, sehingga dapat menghemat waktu hingga 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, F. (2017). Pemanfaatan Material Lokal Quarry Longalo Sebagai Bahan Lapis Pondasi Atas Jalan Raya.
- [2] Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai Cbr Tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.25077/jrs.8.1.29-44.2012>
- [3] Bina Marga 2010. (n.d.). Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3).
- [4] Hardiyatmo, H. C. (2016). Alternatif Solusi Pembangunan Perkerasan Jalan Pada Subgrade Berdaya Dukung Rendah.
- [5] Ipani Sukaratima. (N.D.). Modul 11 Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angelese (Aashto T-96-74) (Astm C-131-55) (Astm C-535-9).
- [6] Jansen, F., Elisabeth, L., & Manoppo, M. (2012). Karang Gunung Sebagai Agregat Alternatif Pada Campuran Aspal Panas. 2(1),
- [7] Bina Marga 2018. Spesifikasi Umum 2018. 1013.
- [8] Norhadi, A. (2015). Penentuan Nilai Cbr Dengan Variasi Gradasi Batas Bawah Terhadap Batas Tengah Pada Lapis Pondasi Agregat Kelas A. 7(2),
- [9] PBI 71, Dirjen Cipta Karya. (1971). PBI 71.
- [10] Pusat Pembinaan Kompetensi Dan Pelatihan & Konstruksi (Pusbinkpk). (2005). Modul Rde - 12: Bahan Perkerasan Jalan.
- [11] Susanto, I., & Nono, N. (2018). Local Material Testing For Pavement Material On Remote And Outmost Island. *Widyariset*, 4(1), 61. <https://doi.org/10.14203/widyariset.4.1.2018.61-74>