

**PEMANFAATAN MATERIAL ALAM LOKAL DESA LAMDESAR TIMUR PULAU
LARAT KABUPATEN MALUKU TENGGARA BARAT SEBAGAI BAHAN LAPIS
PONDASI JALAN YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN**

Rosida Lestaluhu¹⁾, Ir. Soumokil H. Johny, S.T., M.T²⁾, David Daniel M. Huwae, S.T., M.T³⁾

^{1, 2, 3)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon
¹⁾rosidalestaluhu02@gmail.com, ²⁾souhengky@gmail.com

ABSTRACT

Road infrastructure development in outermost and remote or limited areas is one of the current government's priority programs in realizing its vision and mission. However, along the way, there is limited availability of quality road materials according to specifications. So that the construction of road infrastructure requires high costs. Actually, there are quite a lot of local materials, such as granular materials in the form of a mixture of sand and stone (sirtu) and limestone or coral materials, but they cannot be used optimally for road pavement because they do not meet the specifications or requirements. often known as substandard local materials. Utilization of local materials such as in East Lamdesar Village can be used as an alternative to overcome the problem of road construction in that location. The problem is that the quality of the material at that location is not known whether it is in accordance with specifications (standard material) or below standard (substandard). For this reason, it is necessary to carry out a series of research in the laboratory, so that the properties of the material are known. By knowing the properties of the material so that it can be ascertained whether or not it can be used as a cement foundation layer for road pavement. The research was conducted using experimental methods through laboratory testing. The results showed that local material stabilization with cement resulted in a high compressive strength value. The value of the compressive strength is higher according to the increasing percentage of cement content used. The results of the filter analysis test that entered the foundation layer gradation were 100% and the compressive strength value that met the requirements of special specifications with a cement content of 6% was 36.19 kg/cm². Referring to the value of the resulting compressive strength (generally 25-40 kg/cm²) then the local material of East Lamdesar Village can be used as a class A foundation layer for road pavement, and for its use or application in the field, specifications are needed as recommended based on research results. this.

Keywords: Road foundation layer, substandard local material, stabilization with cement

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur jalan di daerah-daerah terluar dan terpencil atau terbatas merupakan salah satu program prioritas pemerintah saat ini dalam mewujudkan visi dan misinya. Namun dalam perjalanannya, terbatasnya ketersediaan material jalan berkualitas sesuai spesifikasi. Sehingga untuk pembangunan infrastruktur jalan membutuhkan biaya yang tinggi. Sebenarnya tersedia cukup banyak material lokal seperti material berbutir berupa campuran material pasir dan batu (sirtu) dan material batu kapur atau batu karang namun belum dapat dimanfaatkan secara optimal untuk perkerasan jalan oleh karena tidak memenuhi persyaratan spesifikasi atau sering dikenal dengan istilah material lokal substandard. Pemanfaatan material lokal seperti di Desa Lamdesar Timur dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah pembangunan jalan di lokasi tersebut. Hal yang menjadi permasalahan adalah material di lokasi tersebut belum diketahui kualitas/mutu bahan apakah sesuai dengan spesifikasi (material standar) atau di bawah standar (substandard). Untuk itu perlu dilakukan serangkaian penelitian di laboratorium, agar sifat-sifat material diketahui. Dengan mengetahui sifat-sifat material sehingga dapat dipastikan apakah dapat digunakan atau tidak sebagai bahan lapis fondasi semen untuk perkerasan jalan. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental melalui pengujian di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilisasi material lokal dengan semen menghasilkan nilai kekuatan tekan yang cukup tinggi. Nilai kekuatan tekan semakin tinggi sesuai dengan meningkatnya persentase kadar semen yang digunakan. Hasil pengujian analisa saringan yang masuk gradasi lapis pondasi adalah 100% dan nilai kuat tekan yang memenuhi persyaratan spesifikasi khusus dengan kadar semen 6% yaitu 36,19 kg/cm². Mengacu pada nilai kekuatan tekan yang dihasilkan (umumnya 25-40 kg/cm²) maka material lokal Desa Lamdesar Timur dapat digunakan sebagai lapis pondasi kelas A untuk perkerasan jalan, dan untuk pemanfaatan atau penerapannya di lapangan, diperlukan spesifikasi sebagaimana yang direkomendasikan berdasarkan hasil penelitian ini.

Kata Kunci : Lapis fondasi jalan, material lokal substandard, stabilisasi dengan semen

1. PENDAHULUAN

Keberadaan infrastruktur jalan merupakan sarana dan prasarana yang harus disediakan guna menunjang seluruh aktivitas masyarakat. Di beberapa daerah, khususnya di daerah-daerah terluar dan terpencil atau perbatasan, ketersediaan sarana dan prasarana infrastruktur jalan masih sangat terbatas sehingga sulit dijangkau (terisolir) dan sulit untuk berkembang karena tidak memiliki keterkaitan sosial maupun ekonomi dengan wilayah lainnya. Atas dasar itu maka pembangunan infrastruktur jalan di daerah-daerah terluar dan terpencil atau terbatas merupakan salah satu program prioritas pemerintah saat ini dalam mewujudkan visi dan misinya. Namun dalam perjalanannya, terbatasnya ketersediaan material jalan berkualitas sesuai spesifikasi. Sehingga di daerah-daerah tersebut, untuk pembangunan infrastruktur jalan membutuhkan biaya yang tinggi karena harus mendatangkan material berkualitas dari daerah-daerah lainnya.

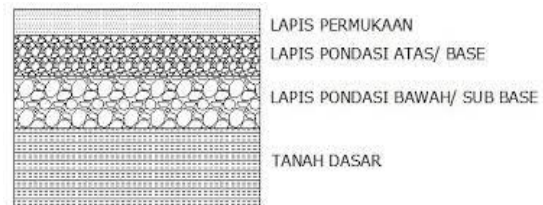
Di daerah-daerah tersebut, sebenarnya tersedia cukup banyak material lokal seperti material berbutir berupa campuran material pasir dan batu (sirtu) dan material batu kapur atau batu karang. Namun belum dapat dimanfaatkan secara optimal untuk perkerasan jalan oleh karena tidak memenuhi persyaratan spesifikasi atau sering dikenal dengan istilah material lokal substandar, salah satunya di Desa Lamdesar Timur.

Pemanfaatan material lokal seperti di Desa Lamdesar Timur dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah pembangunan jalan di lokasi tersebut. Hal yang menjadi permasalahan adalah material di lokasi tersebut belum diketahui kualitas/mutu bahan apakah sesuai dengan spesifikasi (material standar) atau di bawah standar (*substandard*). Untuk itu perlu dilakukan serangkaian penelitian di laboratorium, agar sifat-sifat material diketahui. Dengan mengetahui sifat-sifat material sehingga dapat dipastikan apakah dapat digunakan atau tidak sebagai bahan lapis fondasi semen untuk perkerasan jalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan jalan adalah lapisan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan sehingga merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan kendaraan. Lapisan ini yang berfungsi memberikan pelayanan terhadap lalu lintas dengan menerima beban repitisi lalu lintas setiap harinya. Perkerasan jalan diharapkan waktu penggunaannya yang lama dan tidak mengalami kerusakan-kerusakan yang dapat menurunkan kualitas lalu lintas. Sehingga mendapatkan perkerasan yang memiliki daya dukung yang baik dan memenuhi faktor keawetan serat faktor ekonomis yang diharapkan maka perkerasan dibuat berlapis-lapis. Pada gambar 1. diperhatikan lapisan-lapisan perkerasan yang paling atas disebut lapisan

permukaan yaitu kontak langsung dengan roda kendaraan dan lingkungan sehingga merupakan lapisan yang cepat rusak terutama akibat air. Dibawahnya terdapat lapisan pondasi, dan lapisan pondasi bawah, yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Selain itu juga, untuk menghasilkan perkerasan dengan kualitas dan mutu yang direncanakan maka dibutuhkan pengetahuan tentang sifat, pengadaan pengelolaan agregat, serta sifat bahan pengikat seperti aspal dan semen yang menjadi dasar untuk merancang campuran sesuai jenis perkerasan yang dibutuhkan (Sukirman 1992).



Gambar 1. Susunan konstruksi perkerasan jalan

Sumber : Sukirman, 1992

2.1 Material Lokal *Substandard* dan Metode Pemanfaatannya untuk Lapis Fondasi Perkerasan Jalan

Dalam pekerjaan jalan, istilah material lokal adalah material yang dapat ditemukan dengan mudah dalam jumlah besar di lokasi sekitar pekerjaan jalan tersebut yang masih bersifat alamiah. Material lokal dapat berupa: (1) batuan dasar yang terbuka atau dekat permukaan yang dapat dihancurkan, dan (2) endapan pasir dan batu (kerikil) dengan atau tanpa mengandung material halus. Umumnya material lokal tersebut tidak dapat digunakan sebagai material lapis fondasi disebabkan karena memiliki salah satu sifat atau lebih yang tidak memenuhi persyaratan sebagaimana ditetapkan dalam standar atau spesifikasi, yang sering dikenal dengan istilah material lokal substandar. Akan tetapi oleh karena di beberapa daerah, ketersediaan material berkualitas sesuai yang ditetapkan dalam standar atau spesifikasi sangat terbatas sehingga harus mendatangkan material dari daerah lainnya dan pada akhirnya berdampak pada kebutuhan biaya yang sangat tinggi maka diperlukan upaya agar material lokal substandar tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal.

Dua pendekatan atau metode yang umum digunakan untuk pemanfaatan material lokal substandar sebagai material lapis fondasi, yaitu (1) melakukan desain struktural perkerasan sesuai kondisi setempat, misalkan ketersediaan material, kondisi lalu lintas dan cuaca, (2) melakukan perbaikan sifat dan karakteristik kekuatan material (stabilisasi) agar sesuai standar atau spesifikasi. Kombinasi dari kedua metode tersebut juga dapat diterapkan. Dengan desain struktural yang sesuai dan/atau stabilisasi, banyak material lokal

substandar dapat berfungsi secara memadai untuk jalan volume rendah (Gautam, Yuan, and Nazarian

2010). Penggunaan material lokal substandar tersebut harus mampu menghasilkan lapis fondasi berbiaya rendah untuk jalan-jalan lalu lintas yang rendah tetapi beban gandar yang tinggi (Gautam, Yuan, and Nazarian 2010). Dengan desain struktural yang sesuai, penggunaan material alam lokal dapat memainkan peran penting dalam hal penghematan biaya, kinerja perkerasan, manajemen sumber daya dan perlindungan lingkungan (Gautam, Yuan, and Nazarian 2010).

2.2 Stabilisasi Semen

Peningkatan kekuatan, ketahanan deformasi, dan durabilitas lapisan perkerasan jalan dapat dilakukan dengan cara stabilisasi. Banyak bahan yang dapat digunakan sebagai bahan penstabil (*stabilizer*) dengan semen dan kapur merupakan dua jenis *stabilizer* yang sudah digunakan sejak lama. Stabilisasi dengan semen dapat dilakukan hampir pada semua jenis tanah.

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi-2 (BM, 2010), bahan yang distabilisasi dengan semen dapat dikategorikan sebagai *Soil Cement* (SC) atau *Cement Treated Base/Sub-base* (CTB atau CTSB). Kedua kategori ini dibedakan berdasarkan bahan yang digunakan dan kekuatan akhir yang dapat dicapai setelah bahan tersebut distabilisasi dengan semen. Bahan yang digunakan untuk SC harus berukuran lebih kecil dari 75 mm dan kurang dari 50 % lolos saringan No. 200 (0,075 mm). SC yang dihasilkan harus memiliki kekuatan melalui uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength, UCS*) antara (20-35) kg/cm². Sedangkan bahan yang digunakan untuk CTB dan CTSB masing-masing harus memenuhi sifat agregat Klas A dan Klas B sebagaimana yang disyaratkan dalam Tabel 1. Setelah distabilisasi dengan semen, CTB dan CTSB yang dihasilkan masing-masing harus memiliki kekuatan antara (35-45) kg/cm² dan (45-55) kg/cm². Tanpa melihat jenis dan sifat bahan yang digunakan, Purbi et al. (2011) mengatakan bahwa bahan yang distabilisasi dengan semen dengan kekuatan minimum 17,5 kg/cm² dapat digunakan sebagai lapisan pondasi jalan untuk lalu lintas rendah sampai sedang dan (28-35) kg/cm² untuk lalu lintas berat.

2.3 Proses Pengujian Material Alam Lokal Desa Lamdesar Timur Sebagai Bahan Lapis Pondasi Semen Dengan Menggunakan Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal

1. Bahan

- a. Semen Portland
Semen yang digunakan untuk Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal adalah semen

Portland Tipe I yang memenuhi ketentuan SNI 2049:2015 atau *Portland Composite Cement* (PCC) yang memenuhi ketentuan SNI 7064:2014 atau *Portland Pozzolan Cement* (PPC) yang memenuhi ketentuan SNI 0303:2014.

b. Air

Air yang digunakan dalam ketentuan pasal ini harus memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum 2018 pasal 7.1.2.2)

c. Material Alam Lokal

Material alam lokal yang digunakan harus memenuhi gradasi sesuai persyaratan pada Tabel Skh-1.5.12.2(1) dan mempunyai indeks plastisitas maksimum 15.

Tabel 1. Persyaratan Gradasi Lapis Fondasi

Semen dengan Material Alam Lokal

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos
ASTM	mm	
1 ½"	37,5	100
¼"	6,30	50 – 100
No. 4	4,75	45 – 90
No. 200	0,075	0 - 35

Sumber : Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal, 2019

Tabel 2. Persyaratan Sifat-Sifat Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal

Pengujian	Batas-batas Kekuatan (Setelah Perawatan 7 hari)		Metode Pengujian
	Minimum	Maksimum	
Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>), kg/cm ²	25	40	SNI 1974:2011

Sumber : Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal, 2019

3. METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium BPJN XVI Maluku.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

- 1. Bahan Penelitian
 - a. Material alam lokal

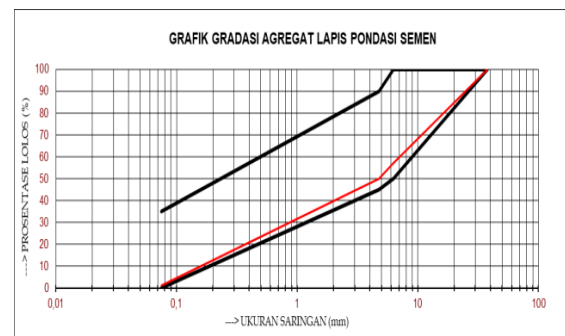
- b. Kadar semen 4%, 5%, dan 6%
 - c. Air
2. Alat Penelitian
- a. Timbangan, satu set saringan, penggungjang saringan mekanis, oven.
 - b. Cetakan silinder 15 x 30 cm, bak pengaduk, mesin tekan, timbangan, sekop, sendok, sendok perata dan talam
3. Prosedur Pelaksanaan
- a. Analisa Saringan
 - Siapkan peralatan dan bahan yang diperlukan.
 - Timbang material alam lokal sebanyak 6052 gr.
 - Masukkan material alam lokal kedalam saringan 37,5 s/d PAN.
 - Getarkan saringan dengan menggunakan mesin penggungjang .
 - Masing-masing material yang tertahan disaring dan ditimbang.
 - b. Kuat Tekan Beton
 - Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada pengujian ini.
 - Semen yang digunakan yaitu dengan kadar semen 4%, 5% dan 6%.
 - Timbang material alam lokal dengan untuk kadar semen 4% yaitu sebanyak 9600 gr dan semen 400 gr. Untuk kadar semen 5% yaitu sebanyak 9500 gr dan semen 500 gr. Dan juga untuk kadar semen 6% yaitu sebanyak 9400 gr dan semen 600 gr.
 - Masukkan masing-masing material dan kadar semen sesuai dengan ukuran yang sudah ditimbang ke dalam bak pengaduk dan campur secara merata.
 - Siapkan cetakan berbentuk silinder, dan letakkan pada mesin tekan kemudian isi adukan beton yang telah dicampur
 - Lakukan percobaan yang sama untuk kadar semen 5% dan 6%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Analisa Saringan Material Alam Lokal Desa Lamdesar Timur

Saringan		Berat Tertahan	Jumlah berat tertahan	Jumlah prosen	
(mm)	Inch			Tertahan	Lolos
		(1)	(2)	(3)=(2)/(a)/100	(4)=(3)-100
37,5	1 1/2	0	0,00	0,00	100,00
25,4	1	133,10	133,10	2,20	97,80
19,1	3/4	846,30	979,40	16,18	83,82
12,7	1/2	557,00	1536,40	25,39	74,61
9,52	3/8	728,00	2264,40	37,42	62,58
6,30	1/4	335,90	2600,30	42,97	57,03
4,75	# 4	426,90	3027,20	50,02	49,98
2,36	# 8	755,50	3782,70	62,50	37,50
2	# 10	113,10	3895,80	64,37	35,63
0,508	# 20	363,30	4259,10	70,38	29,62
0,6	# 30	351,80	4610,90	76,19	23,81
0,42	# 40	351,80	4962,70	82,00	18,00
0,3	# 50	379,30	5342,00	88,27	11,73
0,203	# 80	292,70	5634,70	93,10	6,90
0,15	# 100	207,80	5842,50	96,54	3,46
0,075	# 200	141,30	5983,80	98,87	1,13
Pan	-	484,28	6077,10	100,00	0,00

Sumber: Penulis, 2022

Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Material Alam Lokal Desa Lamdesar Timur



Sumber : Penulis, 2022

3.3 Metode Analisa Data

Metode analisa yang digunakan yaitu dengan menggunakan Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal.

Persyaratan yang dikeluarkan Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal menentukan syarat gradasi agregat halus dan kasar untuk lapis fondasi dapat dilihat pada tabel 4.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 4. Persyaratan Gradasi Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal

Ukuran Ayakan	ASTM	mm	Persen Berat Yang Lolos
1 1/2"		37,5	100
1/4"		6,30	50 – 100
No. 4		4,75	45 – 90
No. 200		0,075	0 - 35

Sumber : Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal, 2019

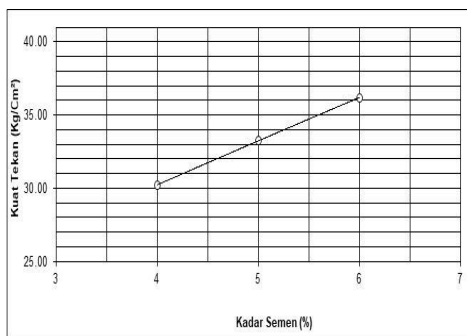
Dengan demikian hasil pengujian material untuk lapis pondasi jalan, dengan material alam lokal Desa Lamdesar timur yang masuk gradasi lapis pondasi jalan kelas A adalah 100% atau dengan kata lain material alam lokal memenuhi Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Material Alam Lokal Desa Lamdesar Timur Hasil Stabilisasi Dengan Semen

Pengujian Mutu Beton	Umur (Hari)	Ukuran Silinder (cm ²)	Berat (Kg)	Tekanan (KN)	Tekanan (Kg/Cm ²)	Tekanan Hancur (Kg/Cm ²)	Konversi Tegangan Hancur Umur 28 Hari (Kg/Cm ²)	Spesifikasi (CTB)	Keterangan
I. CTB (4%)	7	15 x 30	10,57	36,80	3,680	20,83	32,05		Mementuhi
II. CTB (4%)			1,30						
Rata-Rata CTB (4%)			10,55	3,260	18,46	28,39			
Rata-Rata CTB (4%)							30,22		
I. CTB (5%)	7	15 x 30	10,90	39,80	3,980	22,53	34,67	25-40 Kg/Cm ²	Mementuhi
II. CTB (5%)			5,60						
Rata-Rata CTB (5%)			10,75	3,650	20,66	31,79			
Rata-Rata CTB (5%)							33,23		
I. CTB (6%)	7	15 x 30	10,87	40,20	4,020	22,76	35,01		Mementuhi
II. CTB (6%)			3,50						
Rata-Rata CTB (6%)			10,95	4,290	24,29	37,37			
Rata-Rata CTB (6%)							36,19		

Sumber : Penulis, 2022

Dari tabel 5 terlihat mutu beton CTB 4% umur 7 hari menggunakan benda uji Silinder 15 x 30 cm menunjukkan tegangan hancur rata-rata sebesar 30,22 kg/cm², CTB 5% umur 7 hari menggunakan benda uji Silinder 15 x 30 cm menunjukkan tegangan hancur rata-rata sebesar 33,23 kg/cm², dan CTB 6% umur 7 hari menggunakan benda uji Silinder 15 x 30 cm menunjukkan tegangan hancur rata-rata sebesar 36,19 kg/cm². Semua memenuhi Spesifikasi Khusus (antara 25-40 kg/cm²). Hubungan antara tegangan hancur dan kadar semen dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Kadar Semen (Sumber: Penulis, 2022)

Dari hasil pengujian untuk kuat tekan dengan menggunakan material alam lokal Desa Lamdesar Timur yang distabilisasi dengan menggunakan kadar semen 4% , 5% , dan 6%. Hasil pengujian yang nilainya lebih efektif untuk mendekati nilai kuat tekan adalah dengan kadar semen 6% yaitu 36,19 kg/cm² dan telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 3.

Persyaratan yang dikeluarkan Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal menentukan sifat kuat tekan untuk lapis fondasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persyaratan Sifat-Sifat Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal

Pengujian	Batas-batas Kekuatan (Setelah Perawatan 7 hari)		Metode Pengujian
	Minimum	Maksimum	
Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>), kg/cm ²	25	40	SNI 1974:2011

Sumber : Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal, 2019

Hasil pengujian kuat tekan material alam lokal yang distabilisasi dengan semen, nilai yang paling efektif untuk mencapai target kuat tekan antara 25 – 40 kg/cm² adalah dengan menggunakan kadar semen 6% yang menghasilkan nilai kuat tekan 36,19 kg/cm². Dengan kata lain hasil pengujian kuat tekan memenuhi Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal.

4.2 Potensi Pemanfaatan Sebagai Bahan Lapis Pondasi

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium yang terdiri dari, analisa saringan ukuran maksimum 1 ½” (37,5 mm) lolos 100 %, Kuat Tekan 36,19 kg/cm², Pemadatan tanah terdiri dari kadar air optimum 9,89 % dan Kepadatan kering 1,72 gr/cm³ dan Indeks Plastisitas 0% yang merupakan material non-plastis. Material alam lokal berupa material sirtu dari Quarry Desa Lamdesar Timur telah memenuhi persyaratan yang terdapat pada Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal. Sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan lapis pondasi jalan kelas A.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian Material Alam Lokal Desa Lamdesar Timur yang distabilisasi dengan semen telah Memenuhi *Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal*.
2. Dengan demikian, Material Alam Lokal Desa Lamdesar Timur dapat dikatakan layak untuk dimanfaatkan sebagai bahan lapis pondasi jalan yang distabilisasi dengan semen. Dan sangat berpotensi digunakan sebagai bahan lapis pondasi jalan untuk kelas A.

5.2 Saran

1. Penulis sarankan untuk ditinjau dan diperhatikan dampak dari amdal sehingga perlu dilakukan rehabilitasi atau perbaikan disekitar lingkungan pengambilan material yaitu dengan beberapa cara di antaranya :
 - a. Rekalamsi
 - b. Vegetasi tanaman lokal
 - c. Bersinergi dengan alam
 - d. Memanfaatkan mikroorganism
 - e. Fitoremediasi
2. Penulis harapkan semoga hasil pengujian yang dibuat dalam Skripsi ini dapat bermanfaat bagi teman-teman mahasiswa/peneliti lainnya. Sehingga bagi teman-teman mahasiswa/peneliti dalam bidang yang sejenis dengan penulis memiliki keinginan dalam melanjutkan atau mengembangkan lagi penelitian yang telah dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Cara Uji Lapis Pondasi Bawah LPB* (2417:2008).2010. Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).
- Amalia. 2009. *Studi eksperimental perilaku mekanik beton normal dengan substitusi limbah debu pengolahan baja*
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 1986;1993. *Guid for The Design of Pavement Structures*. AASHTO. Washintong. DC.
- ASTM D 2940-98. Annual Books of ASTM Standard. *Vol.04.03-Road and Paving Materials; Vehicle-Pavement System*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan - Perkerasan Berbutir dan Beton Semen – Divis V*. Puslitbang Prasarana Transportasi. Badan Penelitian dan Pengembangan, Deperteman Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembangunan Jalan. 2018. *Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen dengan Material Alam Lokal*.
- <http://journal.unpar.ac.id/index.php/HPJI/article/download/1476/1417> (diunduh 18-9-2020) H. R. Anwar Yamin, Herry Vaza, Robert Sihotang. *Penggunaan Agregat Lokal Substandar Di Kabupaten Talaud Sebagai Lapis Fondasi Jalan Ruas Beo-Esang*. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- <http://jurnal.pusjatan.pu.go.id/index.php/jurnaljalanjembatan/article/download/822/460> (diunduh 18-9-2020) Nyoman Suaryana dan Silvester Fransisko. 2019. *Optimasi Pemanfaatan Material Lokal Untuk Lapis Fondasi Perkerasan Jalan*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Hary Cristiady Hardiyatmo. 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Gajah Mada University Press.
- NAVFAC DM-5.4. 1979; 1985. *Civil Engineering Pavements, Design Manual 5.4*. Depart. Of The Navy Naval Facilities Engineering Command, 200 Stovall Street, Alexandria, VA.
- Purbi, S. M. and Dixit, M. 2011. *Evaluation Characteristics of Clayey Soil by Adding Soil Stabilizing Additives*. Internasional Journal of Earth Sciences and Engineering, 04 (06): 1060-1063.
- Putri, Ra. Febriyanti and Putri, Rizki Amanda. 2015. *Pengaruh Penambahan Limbah Beton dan Lmbah Batu Bata Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Meningkatkan Kekuatan Beton*. Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung. Nova. 239 hlm.