

PENGOPTIMALAN PENGGUNAAN MATERIAL AGGREGAT LOKAL SEBAGAI BAHAN PERKERASAN JALAN DI KABUPATEN LAMANDAU

Leonard Samuel Ampung¹, Muhammad Arsyad² dan Yasruddin²

¹Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah

²Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University

ABSTRAK

Agregat kasar sebagai lapisan perkerasan jalan merupakan suatu permasalahan yang perlu ditindaklanjuti agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan efektif dan efisien. Umumnya agregat kasar didatangkan dari luar Kabupaten Lamandau yaitu Kabupaten Kotawaringin Barat bahkan didatangkan dari Pulau Jawa dengan jarak tempuh yang cukup jauh dari lokasi pekerjaan, sementara material lokal dengan deposit yang sangat banyak belum dimanfaatkan secara optimal.

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang optimal dan ekonomis sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku dari komposisi agregat lokal dengan agregat Merak sehingga dapat digunakan sebagai lapis perkerasan jalan yang efisien dan efektif. Proses penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan mengkombinasikan agregat eks Merak (BM) dan agregat lokal eks Nanga Bulik (AL) dengan variasi 100% AL - 0% BM, 80% AL - 20 % BM, 60% AL - 40% BM, 40% AL - 60% BM, 20% AL - 80% BM dan 0% AL - 100% BM. Pengujian dilakukan dengan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk jenis penelitian: abrasi agregat kasar, batas plastis, batas cair, gumpalan lempung dan butir-butir muda pecah dalam agregat, California Bearing Ratio (CBR), analisa saringan dan pemadatan standar/modified.

Hasil analisa menunjukkan bahwa agregat lokal eks Nanga Bulik memiliki nilai abrasi 44,002 persen sehingga tidak dapat digunakan sebagai Lapis Pondasi Atas, Lapis Pondasi Bawah dan Perkerasan Bahu Jalan. Pada kombinasi campuran (20% AL - 80% BM) dapat digunakan sebagai material konstruksi jalan untuk Lapis Pondasi Atas, Lapis Pondasi Bawah dan Perkerasan Bahu Jalan, (60% AL - 40% BM) dan (40% AL - 60% BM) dapat digunakan sebagai material konstruksi jalan untuk Lapis Pondasi Bawah dan Perkerasan Bahu Jalan, sedangkan pada kombinasi (80% AL - 20% BM) hanya dapat digunakan untuk Perkerasan Bahu Jalan.

Hasil analisa dari segi biaya produksi terlihat dari analisa harga satuan masing-masing kombinasi terhadap harga satuan standar bahwa penggunaan agregat lokal eks Nanga Bulik yang dikombinasikan dengan agregat Merak pada komposisi (20% AL - 80% BM) dapat menekan biaya produksi per m³ maksimal sebesar 11,271 persen untuk Lapis Pondasi Atas, komposisi (40% AL - 60% BM) dapat menekan biaya produksi per m³ maksimal sebesar 23,044 persen untuk Lapis Pondasi Bawah, dan pada komposisi (20% AL - 80% BM) dapat menekan biaya produksi per m³ maksimal sebesar 26,560 persen untuk Perkerasan Bahu Jalan.

Kata Kunci: agregat lokal, agregat Merak, material konstruksi jalan, kombinasi material, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah dan perkerasan bahu jalan.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu sarana utama penunjang aktivitas sosial dan penunjang kegiatan perekonomian. Transportasi jalan bertujuan untuk menyelenggarakan terbentuknya lalu lintas yang aman, nyaman, cepat, teratur, dan efisien. Oleh karena itu, perencanaan kekuatan atau struktural konstruksi lapisan perkerasan harus dilakukan

secara benar dan matang.

Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat, yaitu 90-95 persen dari berat campuran perkerasan. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat butir-butir agregat, dan gradasi agregatnya. Aspal dan semen dipergunakan sebagai bahan pengikat agregat agar terbentuk perkerasan kedap air.

Seiring dengan pembangunan sarana dan prasarana jalan di seluruh wilayah Negara

Correspondence : Leonard Samuel Ampung

Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)

Available on line at: <http://jtb.ulm.ac.id>

Vol. 2 No. 1(2013) pp. 21-35

Republik Indonesia tanpa terkecuali pembangunan di Kabupaten Lamandau keterbatasan material bahan untuk agregat kasar sebagai lapisan perkerasan jalan merupakan suatu permasalahan yang perlu ditindaklanjuti agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan efektif dan efisien.

Umumnya untuk agregat kasar didatangkan dari luar Kabupaten Lamandau yaitu Kabupaten Kotawaringin Barat bahkan didatangkan dari Pulau Jawa dengan jarak tempuh yang cukup jauh dari lokasi pekerjaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pemanfaatan material lokal berupa agregat kasar (batu pecah) yang terletak di Kecamatan Bulik Kabupaten Lamandau, maka jarak lokasi quarry dengan lokasi pekerjaan menjadi lebih dekat sehingga dapat menekan biaya.

Pada beberapa daerah sumber bahan lokal banyak tersedia tapi belum dimanfaatkan secara optimal karena bahan tersebut mempunyai mutu di bawah standar. Bahan perkerasan yang tidak memenuhi spesifikasi/standar, biasa disebut bahan sub standar, dan agar bahan tersebut dapat digunakan secara optimal diperlukan pengkajian baik di laboratorium maupun uji coba di lapangan. Pendayagunaan sumber daya alam (SDA) yang lebih optimal diharapkan mampu mendukung pertumbuhan ekonomi nasional dan pemerataan pembangunan di berbagai daerah, penciptaan lapangan kerja dan penanggulangan kemiskinan dan meningkatkan sumber pendapatan asli daerah dengan tetap menjaga daya dukung lingkungan.

Kabupaten Lamandau selain kaya akan sumber daya alam (SDA) berupa bahan galian tambang, material lokal sisipan hasil galian tambang yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan berupa batu agregat cukup tersedia di Kabupaten Lamandau, dengan deposit yang cukup besar namun belum dimanfaatkan secara optimal.

Pemanfaatan bahan agregat lokal dapat mempercepat waktu penyelesaian pembuatan jalan. Dengan adanya pemanfaatan tersebut sumber daya alam yang dimiliki daerah dapat

digali dan dimanfaatkan sebagai upaya peningkatan pendapatan asli daerah dan kesejahteraan masyarakat sekitar menjadi meningkat.

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mendapatkan manfaat agregat lokal dengan melakukan pengujian bahan material dasar / agregat lokal terhadap persyaratan yang berlaku.
2. Mendapatkan kombinasi bahan agregat lokal tersebut dengan material dari luar sehingga memenuhi spesifikasi standar untuk digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) dan perkerasan bahu jalan (*shoulder*).
3. Mendapatkan biaya harga satuan bahan.

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan utama dalam melaksanakan penelitian adalah dengan melalui pendekatan terhadap hal-hal berikut ini

1. Mengadakan survei ke lokasi tempat untuk mendapatkan potensi bahan agregat lokal yang cukup tinggi sesuai dengan prioritas kepentingan.
2. Mempelajari sifat-sifat beberapa lokasi jalan yang pernah menggunakan bahan dari agregat lokal.
3. Pemilihan agregat dan tahap pengujian di laboratorium.
4. Perencanaan formulasi campuran dengan variasi bahan tambahan.
5. Merumuskan spesifikasi bahan agregat lokal yang memenuhi syarat dengan kondisi material yang ada di Indonesia untuk daerah tertentu.

Instrumen yang digunakan adalah

1. Peralatan pengujian abrasi agregat kasar
2. Peralatan pengujian batas plastis
3. Peralatan pengujian batas cair
4. Peralatan pengujian gumpalan lempung dan butir-butir muda pecah dalam agregat
5. Peralatan pengujian CBR
6. Peralatan pengujian analisa saringan dan
7. Peralatan pengujian pemadatan standar/*modified*

Tabel 1. Pemeriksaan Bahan Agregat

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian
1.	Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles	SNI 2417: 2008
2.	Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah	SNI 1966: 2008
3.	Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah	SNI 1967: 2008
4.	Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI-03-4141-1996
5.	Metode Pengujian CBR Laboratorium	SNI-03-1744-1989
6.	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
7.	Pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos Saringan No 200 dan No 40	SNI 03-4142-1996
8.	Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah	SNI 1743: 2008
9.	Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir	SNI 2827: 2008

Sumber: Spesifikasi Umum April (2010)

Metode yang digunakan untuk pemeriksaan bahan agregat seperti terlihat pada Tabel 1 di atas. Data hasil pengujian di laboratorium dengan pelaksanaan skala penuh akan dianalisis dan dievaluasi untuk menentukan kesimpulan dan rekomendasi terhadap bahan lokal setempat untuk konstruksi tepat guna bagi perkerasan jalan. Hasil pengujian bahan sub standar di laboratorium di analisis apakah memenuhi lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis permukaan dan dianalisis apakah memerlukan bahan tambahan atau tidak (d disesuaikan kondisi setempat).

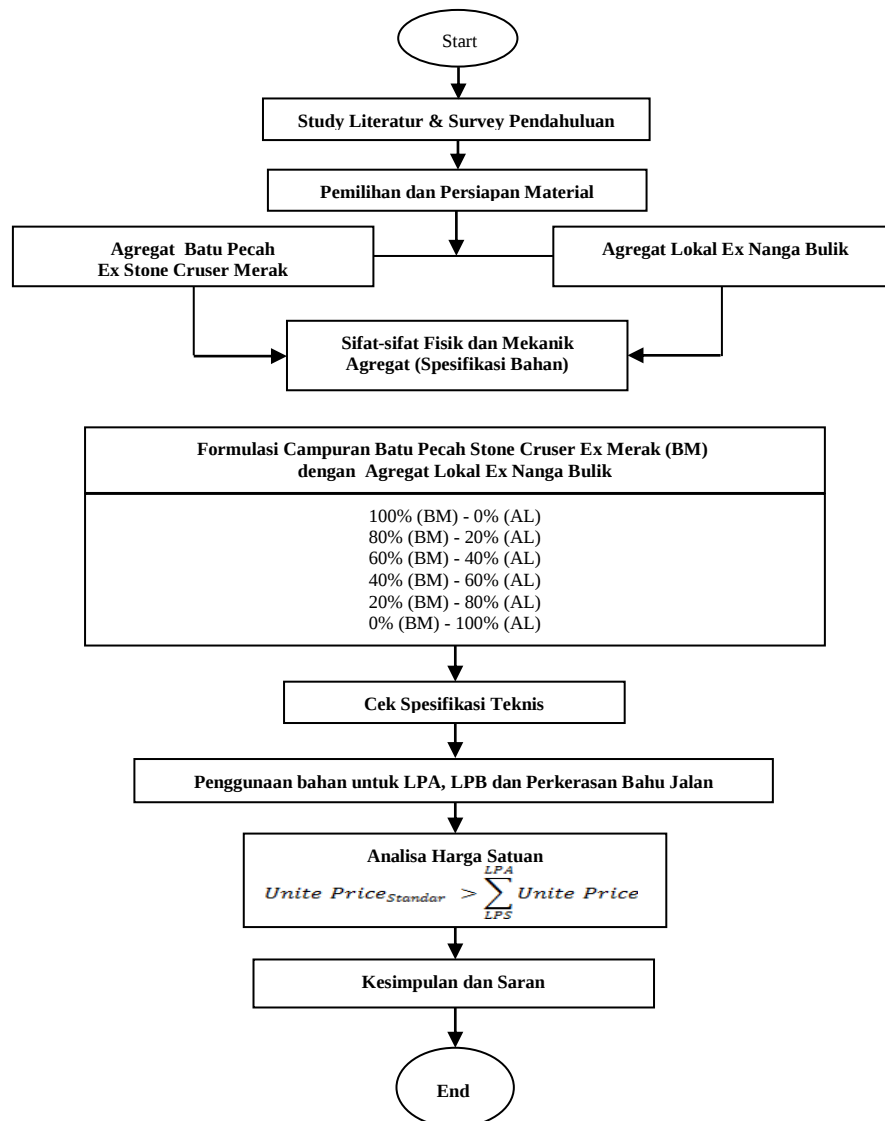
Analisa menggunakan perhitungan-perhitungan yang ada, disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Dalam analisa harga satuan, penulis menggunakan Harga Satuan Upah dan bahan Kabupaten Lamandau Tahun Anggaran 2012, dan menggunakan jenis Analisa Bina Marga EI-511 untuk analisa harga satuan lapis pondasi atas, EI-512 untuk analisa harga satuan lapis pondasi bawah dan untuk analisa harga satuan perkerasan bahu jalan digunakan analisa EI-521.

Untuk jumlah sample benda uji yang akan dilaksanakan di laboratorium seperti Tabel 2 berikut. Adapun bagan alir Penelitian dapat di lihat pada Gambar 1

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

Jenis yang diuji (untuk masing-masing komposisi campuran Sirtu Nanga Bulik Kab. Lamandau dengan Batu Pecah Ex stone Cruiser Merak)	Jumlah Sampel benda Uji
Abrasi dari agregat kasar (Batu Pecah) (SNI-03-2417-2008)	2 benda uji
Batas plastis (SNI-03-1966-2008)	2 benda uji
Batas Cair (SNI-03-1967-2008)	2 benda uji
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat (SNI-03-4141-1996)	1 benda uji untuk masing-masing ukuran saringan tertahan
CBR (SNI-03-1744-1989)	3 Benda Uji
Pengujian Kepadatan (SNI 03-1743-2008)	4 benda uji
Pengujian bahan yang lolos saringan no 200 dan no 40 (SNI 03-4142-1996)	2 benda uji

Sumber: Yudhi (2007)



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Agregat

Agregat kasar yang digunakan jenis batu pecah (crushed rock) berasal dari Merak (BM) dan Agregat Lokal eks. Nanga Bulik (AL) yang disesuaikan dengan gradasi batas tengah (limit median) dari Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, April 2010. Dari kedua material tersebut digabungkan dalam campuran melalui perbandingan berat antara agregat eks Merak (BM) dan agregat lokal eks Nanga Bulik (AL) dengan variasi 100% AL - 0% BM, 80% AL - 20% BM, 60% AL - 40% BM, 40% AL - 60% BM, 20% AL - 80% BM dan 0% AL - 100% BM.

Hasil pengujian seperti berat jenis bulk, berat jenis kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan terhadap agregat kasar dapat dilihat dalam Tabel 3 dan 4, tata cara pengujian menggunakan spesifikasi SNI-03-1969-1990 dan SNI-03-1970-1990. Hasil pengujian terhadap sifat-sifat agregat lainnya seperti keausan agregat kasar menggunakan mesin Los Angeles, dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 3. Berat Jenis dan Penyerapan terhadap Air dari Agregat Kasar Merak

Uraian		Satuan	Hasil		
			I	II	Rata-rata
Berat benda uji kering oven	(Bk)	gram	1037,6	1036,4	
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	(Bj)	gram	1063,3	1062,3	
Berat benda uji dalam air	(Ba)	gram	604	601	
Berat jenis (bulk) $\frac{Bk}{Bj - Ba}$		-	2,259	2,247	2,253
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) $\frac{Bj}{Bj - Ba}$		-	2,315	2,303	2,309
Berat jenis semu (apparent) $\frac{Bk}{Bk - Ba}$		-	2,393	2,380	2,387
Penyerapan (%) $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$		%	2,477	2,499	2,488

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 4. Berat Jenis dan Penyerapan terhadap Air dari Agregat Lokal eks. Nanga Bulik (AL)

Uraian		Satuan	Hasil		
			I	II	Rata-rata
Berat benda uji kering oven	(Bk)	gram	1431,4	1428,9	
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	(Bj)	gram	1483,1	1480,6	
Berat benda uji dalam air	(Ba)	gram	887	883	
Berat jenis (bulk) $\frac{Bk}{Bj - Ba}$		-	2,041	2,391	2,396
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) $\frac{Bj}{Bj - Ba}$		-	2,488	2,478	2,483
Berat jenis semu (apparent) $\frac{Bk}{Bk - Ba}$		-	2,692	2,618	2,623
Penyerapan (%) $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$		%	3,612	3,618	3,615

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Dari tabel di atas terlihat bahwa berat jenis agregat kasar Merak adalah 2,253 dengan penyerapan sebesar 2,488 persen. Sedangkan berat jenis agregat lokal eks. Nanga Bulik adalah 2,396 dengan penyerapan sebesar 3,615 persen.

Tabel 5. Hasil Pengujian Abrasi terhadap Agregat Kasar Merak

Sieve No.		Gradation Class A	
Pass	Retained	I	II
1½"	1"	1250 gr	1250 gr
1"	¾"	1250 gr	1250 gr
¾"	½"	1250 gr	1250 gr
½"	⅜"	1250 gr	1250 gr
Number Stell Ball		12	12
Number of Rotation		500	500
Weight of Initial Sample	(gr)	5000	5000
Weight of Sample Retained on Sieve No. 12	(gr)	3701,2	3697,4
Abration Value	(%)	25,976	26,052
Rata-Rata	(%)	26,0140	

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 6. Hasil Pengujian Abrasi terhadap Agregat Lokal eks. Nanga Bulik (AL)

Sieve No.		Gradation Class A	
Pass	Retained	I	II
1 1/2"	1"	1250 gr	1250 gr
1"	3/4"	1250 gr	1250 gr
3/4"	1/2"	1250 gr	1250 gr
1/2"	3/8"	1250 gr	1250 gr
Number Stell Ball		12	12
Number of Rotation		500	500
Weight of Initial Sample (gr)		5000	5000
Weight of Sample Retained on Sieve No. 12 (gr)		2799,8	2800
Abration Value (%)		44,004	44,000
Rata-Rata (%)		44,002	

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Dari data di atas terlihat abrasi agregat eks Merak sebesar 26,014 persen yang berarti agregat memenuhi spesifikasi yang di ijinakan yaitu sebesar <40 persen sehingga dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) atau bahu (*shoulder*). Sedangkan abrasi agregat lokal eks. Nanga Bulik sebesar 44,002 persen yang berarti tidak memenuhi persyaratan yang diijinkan sehingga tidak dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) atau perkerasan bahu jalan (*shoulder*).

Dari data hasil pemeriksaan bahan tersebut dilakukan kombinasi antara Agregat lokal eks Nanga Bulik (AL) dan batu pecah eks *stone crusher* Merak (BM) dengan

komposisi 100% AL - 0% BM, 80% AL - 20% BM, 60% AL - 40% BM, 40% AL - 60% BM, 20% AL - 80% BM dan 0% AL - 100% BM. Kemudian dilakukan pembandingan hasil penelitian dengan parameter pembandingan Gradasi Lapis Pondasi Agregat dan Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat, sehingga akan di dapat komposisi mana yang memenuhi persyaratan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) atau perkerasan bahu jalan (*shoulder*).

Adapun hasil penelitian untuk komposisi Agregat lokal eks Nanga Bulik (AL) dan batu pecah eks *stone crusher* Merak (BM) ditampilkan dalam Tabel 7 sampai Tabel 12.

Tabel 7. Hasil Penelitian Untuk Komposisi 100% Agregat Lokal (AL)

No.	Jenis yang diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		
				Klas A	Klas B	Klas S
1	Percobaan Kepadatan Ringan Untuk Batu Pecah					
	Max. Dry Density (MDD)	SNI 03-1743-1989	2,08 gr/cm ³	—	—	—
	Opt. Moisture Content (OMC)	SNI 03-1743-1989	9,50%	—	—	—
2	CBR Laboratorium 100 %	SNI 03-1744-1989	50%	Min. 90 %	Min. 60 %	Min. 50 %
3	Atterberg Limit Untuk Abu batu					
	Liquid Limit (LL)	SNI 1967 - 2008	NP	0 – 25%	0 – 35%	0 – 35%
	Plasticity Limit (PL)	SNI 1966 - 2008	NP			
	Plasticity Index (PI)	SNI 1966 - 2008	NP	0 – 6	0 – 10	4 – 15
4	Analisa Saringan- Saringan	SNI 03-1968-1990				
	1 1/2"		100,000	100	88 - 95	
	1"		95,590	79 - 85	70 - 85	89 - 100
	3/8"		77,672	44 - 58	30 - 65	55 - 90
	4		67,898	29 - 44	25 - 55	40 - 75
	10		41,471	17 - 30	15 - 40	26 - 59
	40		22,644	7' - 17	8' - 20	12' - 33
	200		15,244	2 – 8	2 – 8	4' - 22
5	Berat Jenis (Specific Gravity)	SNI 03-1969-1990	2,396	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³
6	Perbandingan Lolos #200 dan #40	SNI 03-4142-1996	0,513%	Mak. 2/3	Mak. 2/3	Mak. 2/3
7	Abrasi	SNI 03-2417-1991	44,002%	< 40 %		

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 8. Hasil Penelitian Untuk Komposisi 80% Agregat Lokal (AL) - 20% Batu Pecah Merak (BM)

No.	Jenis yang diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		
				Klas A	Klas B	Klas S
1	Percobaan Kepadatan Ringan Untuk Batu Pecah					
	Max. Dry Density (MDD)	SNI 03-1743-1989	2,03 gr /cm ³	–	–	–
	Opt. Moisture Content (OMC)	SNI 03-1743-1989	7,30%	–	–	–
2	CBR Laboratorium 100 %	SNI 03-1744-1989	53%	Min. 90 %	Min. 60 %	Min. 50 %
3	Atterberg Limit Untuk Abu batu					
	Liquid Limit (LL)	SNI 1967 - 2008	NP	0 – 25%	0 – 35%	0 – 35%
	Plasticity Limit (PL)	SNI 1966 - 2008	NP			
	Plasticity Index (PI)	SNI 1966 - 2008	NP	0 – 6	0 – 10	4 – 15
4	Analisa Saringan- Saringan	SNI 03-1968-1990				
	1½"		100,000	100	88 - 95	89 - 100
	1"		96,781	79 - 85	70 - 85	55 - 90
	¾"		58,528	44 - 58	30 - 65	40 - 75
	4		48,566	29 - 44	25 - 55	26 - 59
	10		35,664	17 - 30	15 - 40	12' - 33
	40		25,468	7' - 17	8' - 20	4' - 22
	200		15,710	2 – 8	2 – 8	
5	Berat Jenis (Specific Gravity)	SNI 03-1969-1990	2,295	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³
6	Perbandingan Lolos #200 dan #40	SNI 03-4142-1996	0,494%	Mak. 2/3	Mak. 2/3	Mak. 2/3
7	Abrasi	SNI 03-2417-1991	31,49%	< 40 %		

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 9. Hasil Penelitian Untuk Komposisi 60% Agregat Lokal (AL) - 40% Batu Pecah Merak (BM)

No.	Jenis yang diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		
				Klas A	Klas B	Klas S
1	Percobaan Kepadatan Ringan Untuk Batu Pecah					
	Max. Dry Density (MDD)	SNI 03-1743-1989	2,22 gr/cm ³	–	–	–
	Opt. Moisture Content (OMC)	SNI 03-1743-1989	6,60%	–	–	–
2	CBR Laboratorium 100 %	SNI 03-1744-1989	60%	Min. 90 %	Min. 60 %	Min. 50 %
3	Atterberg Limit Untuk Abu batu					
	Liquid Limit (LL)	SNI 1967 - 2008	NP	0 – 25%	0 – 35%	0 – 35%
	Plasticity Limit (PL)	SNI 1966 - 2008	NP			
	Plasticity Index (PI)	SNI 1966 - 2008	NP	0 – 6	0 – 10	4 – 15
4	Analisa Saringan- Saringan	SNI 03-1968-1990				
	1½"		100,000	100	88 - 95	89 - 100
	1"		84,260	79 - 85	70 - 85	55 - 90
	¾"		50,620	44 - 58	30 - 65	40 - 75
	4		38,199	29 - 44	25 - 55	26 - 59
	10		24,355	17 - 30	15 - 40	12' - 33
	40		11,460	7' - 17	8' - 20	4' - 22
	200		1,366	2 – 8	2 – 8	
5	Berat Jenis (Specific Gravity)	SNI 03-1969-1990	2,464	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³
6	Perbandingan Lolos #200 dan #40	SNI 03-4142-1996	0,472%	Mak. 2/3	Mak. 2/3	Mak. 2/3
7	Abrasi	SNI 03-2417-1991	29,94%	< 40 %		

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 10. Hasil Penelitian Untuk Komposisi 40% Agregat Lokal (AL) - 60% Batu Pecah Merak (BM)

No.	Jenis yang diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		
				Klas A	Klas B	Klas S
1	Percobaan Kepadatan Ringan Untuk Batu Pecah					
	Max. Dry Density (MDD)	SNI 03-1743-1989	2,09 gr/cm ³	—	—	—
	Opt. Moisture Content (OMC)	SNI 03-1743-1989	7,00%	—	—	—
2	CBR Laboratorium 100 %	SNI 03-1744-1989	84%	Min. 90 %	Min. 60 %	Min. 50 %
3	Atterberg Limit Untuk Abu batu					
	Liquid Limit (LL)	SNI 1967 - 2008	NP	0 – 25%	0 – 35%	0 – 35%
	Plasticity Limit (PL)	SNI 1966 - 2008	NP			
4	Plasticity Index (PI)	SNI 1966 - 2008	NP	0 – 6	0 – 10	4 – 15
	Analisa Saringan-Saringan	SNI 03-1968-1990				
	1½"		100,000	100	88 - 95	89 - 100
	1"		82,447	79 - 85	70 - 85	55 - 90
	¾"		51,779	44 - 58	30 - 65	40 - 75
	4		39,437	29 - 44	25 - 55	26 - 59
	10		24,265	17 - 30	15 - 40	12' - 33
	40		9,805	7' - 17	8' - 20	4' - 22
5	200		1,098	2 – 8	2 – 8	
	Berat Jenis (Specific Gravity)	SNI 03-1969-1990	2,546	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³
6	Perbandingan Lolos #200 dan #40	SNI 03-4142-1996	0,494%	Mak. 2/3	Mak. 2/3	Mak. 2/3
7	Abrasi	SNI 03-2417-1991	29,27%	< 40 %		

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 11. Hasil Penelitian Untuk Komposisi 20% Agregat Lokal (AL) - 80% Batu Pecah Merak (BM)

No.	Jenis yang diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		
				Klas A	Klas B	Klas S
1	Percobaan Kepadatan Ringan Untuk Batu Pecah					
	Max. Dry Density (MDD)	SNI 03-1743-1989	2,05 gr/cm ³	—	—	—
	Opt. Moisture Content (OMC)	SNI 03-1743-1989	8,90%	—	—	—
2	CBR Laboratorium 100 %	SNI 03-1744-1989	90%	Min. 90 %	Min. 60 %	Min. 50 %
3	Atterberg Limit Untuk Abu batu					
	Liquid Limit (LL)	SNI 1967 - 2008	NP	0 – 25%	0 – 35%	0 – 35%
	Plasticity Limit (PL)	SNI 1966 - 2008	NP			
4	Plasticity Index (PI)	SNI 1966 - 2008	NP	0 – 6	0 – 10	4 – 15
	Analisa Saringan-Saringan	SNI 03-1968-1990				
	1½"		100,000	100	88 - 95	89 - 100
	1"		84,555	79 - 85	70 - 85	55 - 90
	¾"		50,778	44 - 58	30 - 65	40 - 75
	4		37,434	29 - 44	25 - 55	26 - 59
	10		27,265	17 - 30	15 - 40	12' - 33
	40		11,500	7' - 17	8' - 20	4' - 22
5	200		1,219	2 – 8	2 – 8	
	Berat Jenis (Specific Gravity)	SNI 03-1969-1990	2,573	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³
6	Perbandingan Lolos #200 dan #40	SNI 03-4142-1996	0,655%	Mak. 2/3	Mak. 2/3	Mak. 2/3
7	Abrasi	SNI 03-2417-1991	28,03%	< 40 %		

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

Tabel 12. Hasil Penelitian Untuk Komposisi 100% Batu Pecah Merak (BM)

No.	Jenis yang diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		
				Klas A	Klas B	Klas S
1	Percobaan Kepadatan Ringan Untuk Batu Pecah					
	Max. Dry Density (MDD)	SNI 03-1743-1989	2,06 gr/cm ³	–	–	–
	Opt. Moisture Content (OMC)	SNI 03-1743-1989	8,20%	–	–	–
2	CBR Laboratorium 100 %	SNI 03-1744-1989	92%	Min. 90 %	Min. 60 %	Min. 50 %
3	Atterberg Limit Untuk Abu batu					
	Liquid Limit (LL)	SNI 1967 - 2008	NP	0 – 25%	0 – 35%	0 – 35%
	Plasticity Limit (PL)	SNI 1966 - 2008	NP			
4	Plasticity Index (PI)	SNI 1966 - 2008	NP	0 – 6	0 – 10	4 – 15
	Analisa Saringan- Saringan	SNI 03-1968-1990				
	1½"		100,000	100	88 - 95	
5	1"		82,128	79 - 85	70 - 85	89 - 100
	¾"		46,424	44 - 58	30 - 65	55 - 90
	4		33,622	29 - 44	25 - 55	40 - 75
6	10		22,631	17 - 30	15 - 40	26 - 59
	40		13,898	7' - 17	8' - 20	12' - 33
	200		6,354	2 – 8	2 – 8	4' - 22
5	Berat Jenis (Specific Gravity)	SNI 03-1969-1990	2,253	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³	Min. 2,1 kg/m ³
6	Perbandingan Lolos #200 dan #40	SNI 03-4142-1996	0,589%	Mak. 2/3	Mak. 2/3	Mak. 2/3
7	Abrasi	SNI 03-2417-1991	26,01%	< 40 %		

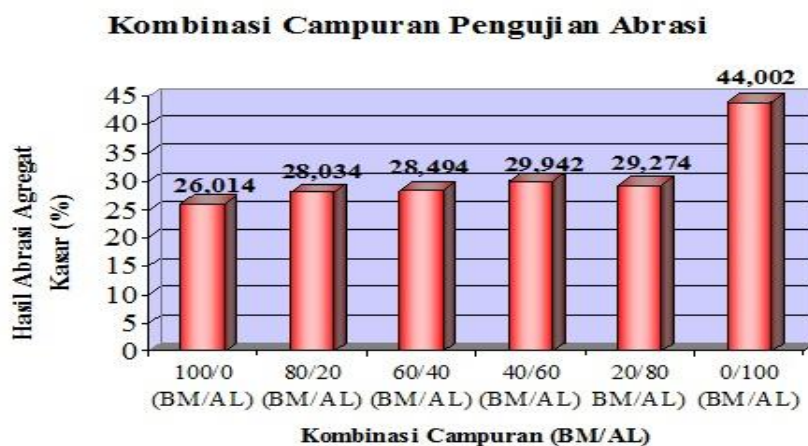
Sumber: Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga dan Data Hasil Pengujian

3.2 Analisa Agregat

Analisa data terhadap agregat untuk masing-masing komposisi terhadap Nilai Abrasi dapat dilihat pada Tabel 13 dan Gambar 2.

Tabel 13. Hasil Penelitian masing-masing kombinasi terhadap Nilai Abrasi

No	Kombinasi (%) Batu Pecah Ex. Merak (BM) dan Agregat Lokal Ex. Nanga Bulik (AL)	Hasil Abrasi agregat kasar (%)	Peruntukan	Keterangan
1	100/0 (BM/AL)	26,014	LPA	< 40% (memenuhi syarat)
2	80/20 (BM/AL)	28,034	LPA	< 40% (memenuhi syarat)
3	60/40 (BM/AL)	28,494	LPA	< 40% (memenuhi syarat)
4	40/60 (BM/AL)	29,942	LPA	< 40% (memenuhi syarat)
5	20/80 (BM/AL)	29,274	LPA	< 40% (memenuhi syarat)
6	0/100 (BM/AL)	44,002	-	> 40% (tidak memenuhi syarat)



Gambar 2. Diagram hasil penelitian masing-masing kombinasi terhadap Nilai Abrasi

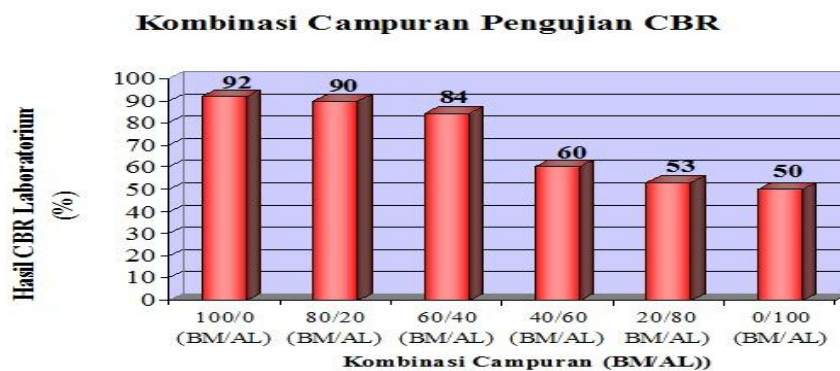
Komposisi campuran 0% BM - 100% AL nilai abrasi tidak memenuhi syarat spesifikasi teknis, nilai abrasi diatas 40%. Terlihat bahwa dengan meningkatnya komposisi persentase batu pecah maka nilai abrasi komposisi agregat menjadi lebih kecil. Syarat nilai abrasi dapat memenuhi spesifikasi teknis maksimal 40%, terlihat dari komposisi 100% BM - 0% AL, 80% BM - 20% AL, 60% BM - 40% AL, 40% BM -

60% AL, 20% BM - 80% AL, kombinasi material dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) atau perkerasan bahu jalan (*shoulder*) dengan nilai abrasi di bawah 40 persen.

Analisa data terhadap agregat untuk masing-masing komposisi terhadap CBR Laboratorium dapat dilihat pada Tabel 14 dan Gambar 3.

Tabel 14. Hasil Penelitian masing-masing kombinasi terhadap Hasil CBR Laboratorium

No	Kombinasi (%) Batu Pecah Ex. Merak (BM) dan Agregat Lokal Ex. Nanga Bulik (AL)	Hasil CBR Laboratorium (%)	Peruntukan	Keterangan
1	100/0 (BM/AL)	92	LPA	Memenuhi Agg Kelas A
2	80/20 (BM/AL)	90	LPA	Memenuhi Agg Kelas A
3	60/40 (BM/AL)	84	LPA	Memenuhi Agg Kelas B
4	40/60 (BM/AL)	60	LPB	Memenuhi Agg Kelas B
5	20/80 (BM/AL)	53	Perkerasan Bahu	Memenuhi Agg Kelas S
6	0/100 (BM/AL)	50	Perkerasan Bahu	Memenuhi Agg Kelas S



Gambar 3. Diagram hasil penelitian masing-masing kombinasi Nilai CBR Laboratorium

Semua komposisi campuran 0% BM - 100% AL memenuhi spesifikasi teknis untuk lapis pondasi bahu (*shoulder*) dengan nilai minimal 50%, sedangkan untuk komposisi campuran 60% BM - 0% AL, 40% BM - 60% AL, 20% BM - 80% AL dapat memenuhi untuk lapis pondasi bawah (*sub base*) dengan nilai minimal 60% dan untuk komposisi

campuran 80% BM - 20% AL, 100% BM - 0% AL memenuhi spesifikasi teknis untuk lapis pondasi atas (*base*) dengan nilai minimal yang disyaratkan sebesar 90 persen.

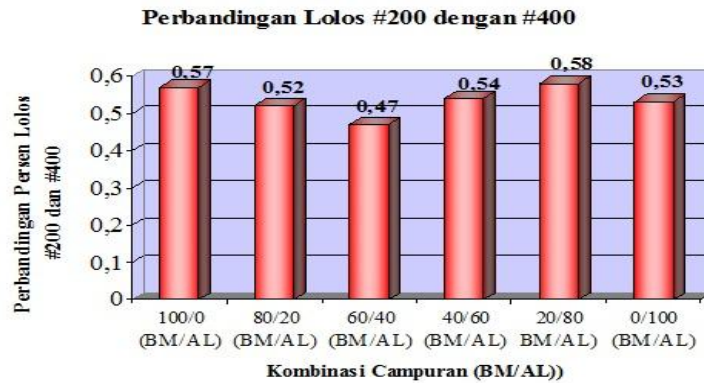
Analisa data terhadap agregat untuk masing-masing komposisi terhadap Hasil Perbandingan persen lolos #200 dan # 40 dapat dilihat pada Tabel 15 dan Gambar 4.

Tabel 15. Hasil Penelitian masing-masing kombinasi terhadap Hasil Perbandingan persen lolos # 200 dan # 40

No	Kombinasi (%) Batu Pecah Ex. Merak (BM) dan Agregat Lokal Ex. Nanga Bulik (AL)	Perbandingan Persen Lolos #200 dan #400	Peruntukan	Keterangan
1	100/0 (BM/AL)	0,57	LPA	Memenuhi Agg Kelas A
2	80/20 (BM/AL)	0,52	LPA	Memenuhi Agg Kelas A
3	60/40 (BM/AL)	0,47	LPA	Memenuhi Agg Kelas A

Tabel 15 (lanjutan)

No	Kombinasi (%) Batu Pecah Ex. Merak (BM) dan Agregat Lokal Ex. Nanga Bulik (AL)	Perbandingan Persen Lolos #200 dan #400	Peruntukan	Keterangan
4	40/60 (BM/AL)	0,54	LPA	Memenuhi Agg Kelas A
5	20/80 (BM/AL)	0,58	LPA	Memenuhi Agg Kelas A
6	0/100 (BM/AL)	0,53	LPA	Memenuhi Agg Kelas A



Gambar 4. Diagram Hasil Penelitian masing-masing kombinasi terhadap Hasil Perbandingan persen lolos # 200 dan # 40.

Dari hasil analisa terlihat bahwa nilai Perbandingan persen lolos # 200 dan # 40, dapat memenuhi spesifikasi teknis untuk lapis pondasi atas (base), bawah (sub base) atau perkerasan bahu jalan (shoulder), dimana untuk semua komposisi yang diuji

mendapatkan nilai dibawah nilai spesifikasi teknis yaitu maksimum 2/3.

Analisa data terhadap agregat untuk masing-masing komposisi terhadap Hasil Analisa Saringan dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Penelitian masing-masing kombinasi terhadap hasil analisa saringan

No	Kombinasi (%) Batu Pecah Ex. Merak (BM) dan Agregat Lokal Ex. Nanga Bulik (AL)	Hasil Pengujian masuk lapis pondasi	Keterangan
1	100/0 (BM/AL)	LPA dan LPB	Memenuhi Syarat
2	80/20 (BM/AL)	LPA dan LPB	Memenuhi Syarat
3	60/40 (BM/AL)	LPB dan Perkerasan Bahu	Memenuhi Syarat
4	40/60 (BM/AL)	LPB dan Perkerasan Bahu	Memenuhi Syarat
5	20/80 (BM/AL)	Perkerasan Bahu	Memenuhi Syarat
6	0/100 (BM/AL)	Perkerasan Bahu	Memenuhi Syarat

Adapun analisa terhadap nilai *Plasticity Index* (PI) untuk semua kombinasi agregat lokal Nanga Bulik dan agregat eks. Merak tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan untuk digunakan sebagai lapis pondasi bahu (shoulder) yaitu 4-15 karena merupakan material non plastis (NP), namun memenuhi sebagai lapis pondasi atas

(base) dan bawah (*sub base*) dengan spesifikasi yang disyaratkan 0-6 untuk lapis pondasi atas (*base*) dan 0-10 untuk lapis pondasi bawah (*sub base*). Kesimpulan terhadap hasil analisa data untuk masing-masing komposisi agregat terhadap Spesifikasi Teknis dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Penelitian terhadap Spesifikasi Teknis Bahan

Kombinasi agregat	Agregat Kelas A	Agregat Kelas B	Agregat Kelas S	Peruntukan
Camp 100% BM : 0% AL	Memenuhi syarat	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	LPA
Camp 80% BM : 20% AL	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	LPA
Camp 60% BM : 40% AL	Tidak Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	LPB
Camp 40% BM : 60% AL	Tidak Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	LPB
Camp 20% BM : 80% AL	Tidak Memenuhi Syarat	Tidak Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat	Perkerasan Bahu
Camp 0% BM : 100% AL	Tidak Memenuhi Syarat	Tidak Memenuhi Syarat	Tidak Memenuhi Syarat	Perkerasan Bahu

Hasil analisa diatas menunjukkan bahwa hasil kombinasi antara agregat eks Merak dengan agregat lokal eks Nanga Bulik yang dapat memenuhi syarat spesifikasi teknis untuk lapis pondasi atas (base) adalah 100% BM - 0% AL dan 80% BM - 20% AL, sedangkan untuk lapis pondasi bawah (sub base) di dapat pada komposisi 60% BM - 40% AL dan 40% BM - 60% AL, serta kombinasi 20% BM - 80% AL memenuhi spesiifikasi untuk perkerasan bahu jalan (*shoulder*). Sedangkan untuk komposisi 0%

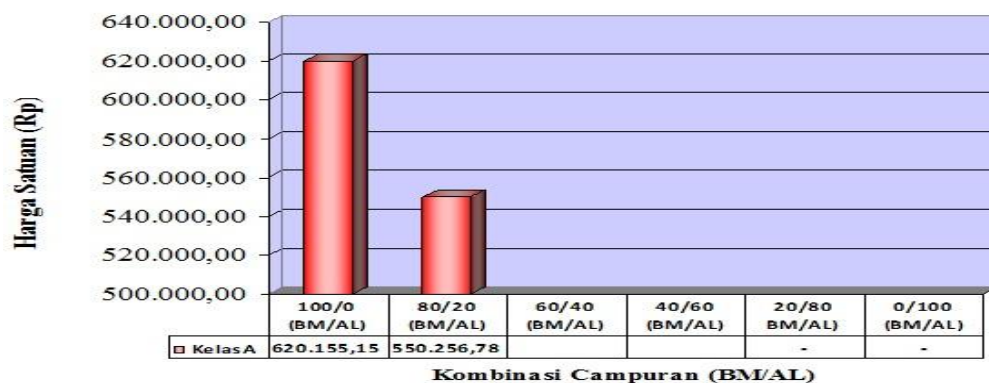
BM - 100% AL tidak memenuhi syarat untuk semua lapis pondasi baik atas (*base*), bawah (*sub base*) maupun perkerasan bahu jalan (*shoulder*), hal ini dikarenakan beberapa parameter tidak memenuhi standar, khususnya pada nilai abrasi dan PI.

3.3 Analisa Biaya

Analisa biaya terhadap agregat untuk masing-masing komposisi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Perhitungan Biaya Produksi Lapis Pondasi Atas, Bawah dan Perkerasan Bahu

No	Kombinasi	Lapis Pondasi			Optimasi Penggunaan Kombinasi terhadap harga satuan standar (%)		
		Atas	Bawah	Perkerasan Bahu	Atas	Bawah	Perkerasan Bahu
	Biaya Standar	620.155,15	565.378,12	435.900,56			
1	100 % BM - 0 % AL	620.155,15	565.378,12	435.900,56	100,00	100,00	100,00
2	80 % BM - 20 % AL	550.256,78	505.154,25	402.150,65	88,73	89,35	92,26
3	60 % BM - 40 % AL		465.560,35	382.754,22		82,34	87,81
4	40 % BM - 60 % AL	-	435.090,56	360.156,25	-	76,96	82,62
5	20 % BM - 80 % AL	-		320.126,23	-		73,44
6	0 % BM - 100 % AL	-	-	-	-	-	-

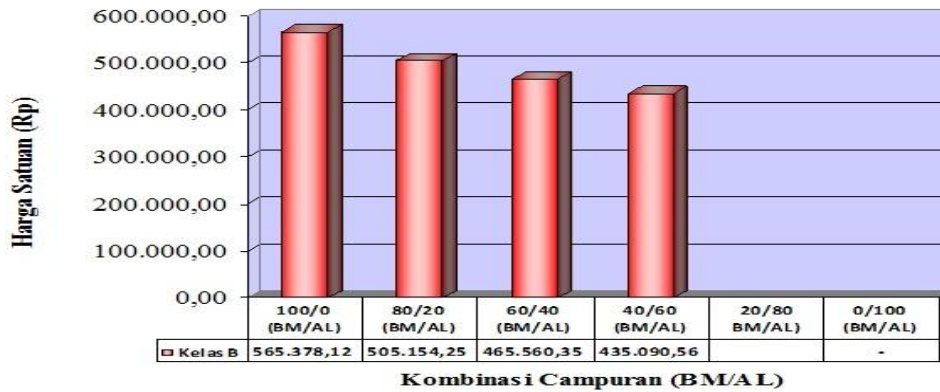


Gambar 5. Diagram Hasil Penelitian masing-masing Kombinasi terhadap Analisa Biaya Harga Satuan Lapis Pondasi Atas

Dari Tabel 18 dan Gambar 5 di atas terlihat bahwa dengan mengkombinasikan penggunaan Agregat Merak dengan Agregat Lokal Nanga Bulik, harga produksi per m³ material lapis pondasi atas (*base*) mengalami efisiensi jika dibandingkan menggunakan 100 persen

bahan standart yang biasa digunakan sebagai bahan konstruksi jalan di Kabupaten Lamandau.

Pada kombinasi 80% BM - 20% AL efisiensi harga mencapai Rp 69.898,37 di bawah harga standar atau 11,271 persen.



Gambar 6. Diagram Hasil Penelitian masing-masing Kombinasi terhadap Hasil Analisa Biaya Harga Satuan Lapis Pondasi Bawah

Dari Tabel 18 dan Gambar 6 diatas terlihat bahwa dengan mengkombinasikan penggunaan Agregat Merak dengan Agregat Lokal Nanga Bulik, harga produksi per m³ material lapis pondasi bawah (*sub base*) mengalami efisiensi jika dibandingkan menggunakan 100 persen bahan standart yang biasa digunakan sebagai bahan konstruksi jalan di Kabupaten Lamandau.

Untuk kombinasi 80% BM - 20% AL efisiensi harga mencapai Rp 60.223,87 dibawah harga standar atau 10,652 persen, kombinasi 60% BM - 40% AL efisiensi harga mencapai Rp. 99.817,77 di bawah harga standar atau 17,655 persen, kombinasi 40% BM - 60% AL efisiensi harga mencapai Rp 130.827,56 di bawah harga standar atau 23,044 persen



Gambar 7. Diagram Hasil Penelitian masing-masing Kombinasi terhadap Hasil Analisa Biaya Harga Satuan Perkerasan Bahu Jalan

Dari Tabel 18 dan Gambar 7 di atas terlihat bahwa dengan mengkombinasikan penggunaan Agregat Merak dengan Agregat Lokal Nanga Bulik, harga produksi per m³ material perkerasan bahu jalan (*shoulder*) mengalami efisiensi jika dibandingkan

menggunakan 100 persen bahan standart yang biasa digunakan sebagai bahan konstruksi jalan di Kabupaten Lamandau.

Untuk kombinasi 80% BM - 20% AL efisiensi harga mencapai Rp 33.749,91 di bawah harga standar atau 7,743 persen,

kombinasi 60% BM - 40% AL efisiensi harga mencapai Rp 53.146,34 di bawah harga standar atau 12,192 persen, kombinasi 40% BM - 60% AL efisiensi harga mencapai Rp 75.744,31 di bawah harga standar atau 17,377 persen dan kombinasi 20% BM - 80% AL efisiensi harga mencapai Rp 115.774,33 di bawah harga standar atau 26,560 persen.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Agregat lokal eks Nanga Bulik tidak dapat langsung digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) dan perkerasan bahu jalan (*shoulder*), tetapi dapat diformulasi sebagai bahan konstruksi jalan dengan cara dikombinasikan dengan material batu pecah eks. Merak dalam komposisi tertentu.
2. Faktor dominan yang menyebabkan agregat lokal eks. Nanga Bulik tidak dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) dan perkerasan bahu jalan (*shoulder*) adalah Nilai Abrasi diatas 40 persen, sedangkan nilai CBR sebesar 50 persen hanya memenuhi spesifikasi sebagai perkerasan bahu jalan (*shoulder*).
3. Kombinasi campuran (20% AL - 80% BM) dapat digunakan sebagai material konstruksi jalan untuk lapis pondasi lapis pondasi atas (*base*), bawah (*sub base*) dan bahu (*shoulder*), (60% AL - 40% BM) dan (40% AL - 60% BM) dapat digunakan sebagai material konstruksi jalan untuk lapis pondasi lapis pondasi bawah (*sub base*) dan perkerasan bahu jalan (*shoulder*), sedangkan pada kombinasi (80% AL - 20% BM) hanya dapat digunakan untuk perkerasan bahu jalan (*shoulder*).
4. Hasil analisa dari segi biaya produksi terlihat dari analisa harga satuan masing-masing kombinasi terhadap harga satuan standar bahwa penggunaan agregat lokal eks Nanga Bulik yang dikombinasikan dengan agregat Merak pada komposisi (20% AL - 80% BM) dapat menekan biaya produksi per m³ maksimal sebesar 11,271

persen untuk lapis pondasi atas (*base*), komposisi (40% AL - 60% BM) dapat menekan biaya produksi per m³ maksimal sebesar 23,044 persen untuk lapis pondasi bawah (*sub base*), dan pada komposisi (20% AL - 80% BM) dapat menekan biaya produksi per m³ maksimal sebesar 26,560 persen untuk perkerasan bahu jalan (*shoulder*).

DAFTAR RUJUKAN

- Bowles E. Joseph. (edisi kedua). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Penerbit Erlangga 1989.
- Balai Geoteknik Jalan, (2006). Modul Pelatihan Spesifikasi Umum Departemen Pekerjaan Umum Bidang Geoteknik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, (2006). Modul Pengujian Agregat, Aspal, dan Campuran untuk pekerjaan campuran beraspal panas. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Dachlan, Tatang A (1993). 11.020.TJ.92 Penelitian Pengembangan Teknologi Konstruksi Jalan Beraspal dengan berbagai agregat . Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum, Maret 1993 Bandung.
- Dachlan, Tatang A (1994). 11.010.TJ.93 Penelitian Pemanfaatan Agregat Lokal/ pasir untuk berbagai campuran beraspal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum, Maret 1994 Bandung.
- Djunaedie, Edi (Tahun Anggaran 1998/1999), Laporan Pengkajian (11.002.TJ.98).

Aplikasi Penggunaan Bahan Sub standar untuk konstruksi perkerasan jalan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum, Maret 1999. Bandung.

Djunaedie, Edi (Tahun Anggaran 1999/2000), Laporan Pengkajian (11.002.BJ.99). Pemanfaatan Bahan Sub standar untuk konstruksi perkerasan jalan. Pusat Litbang Teknologi Prasarana Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kimbangwil. Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Maret 2000. Bandung.

DINAS PEKERJAAN UMUM, 2010 Daftar Harga Satuan Upah dan Bahan Kabupaten Barito Timur Tahun 2010.

Kurniadji (1998). Laporan Pengkajian (11.002.BJ.97). Aplikasi Penggunaan Bahan Sub Standar untuk Konstruksi Perkerasan Jalan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum, Maret 1998 Bandung.

Laboratorium Mekanika Tanah. (1995). Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I, Fakultas Teknik UNLAM, Banjarmasin.

Laboratorium Mekanika Tanah. (1995). Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah II, Fakultas Teknik UNLAM, Banjarmasin.

Leksminingsih (2002). Penggunaan Agregat Sub Standar dan Slag untuk Konstruksi Prasarana Jalan . Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.

Prakoso, B.Puguh (2003). Modul Praktikum Perkerasan Jalan. Laboratorium Jalan dan Transportasi Fakultas Teknik UNLAM. Banjarmasin (Edisi I, Nopember 2007.

Prabudi,Darma (2003). Kinerja Laboratorium Lapis Pondasi dan Pondasi Bawah dengan pasir laut sebagai material pengganti sebagian agregat halus nya. Tesis Program Magister Teknik Sipil, Pengutamaan Rekayasa Transportasi, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Pedoman Penulisan Karya Ilmiah (2008). Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

Krebs, Robert D. dan Walker, Richard D. Highway Materials, Departement of Civil Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University.

Suaryana, Nyoman, etc (2000). Laporan Penelitian (11.004.TJ.99), Penelitian Agregat (Lapis pondasi bawah, pondasi atas dan tanah dasar) secara mekanik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.