

EVALUASI KARAKTERISTIK AGREGAT UNTUK DIPERGUNAKAN SEBAGAI LAPIS PONDASI BERBUTIR

Yully Yanette¹, Tan Lie Ing¹, Samun Haris²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,
Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH., No.65, Bandung

²Bina Marga Bandung

e-mail: yuzee_girl@yahoo.com

ABSTRAK

Agregat didefinisikan sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat juga merupakan material yang digunakan sebagai bahan campuran. Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu dalam merencanakan suatu lapis pondasi. Terdapat dua kelas yang berbeda dari lapis pondasi agregat berdasarkan klasifikasi umum yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, yaitu lapis pondasi Kelas A dan lapis pondasi Kelas B. Lapis pondasi agregat Kelas A adalah mutu lapis pondasi untuk suatu lapisan di bawah lapisan beraspal, dan lapis pondasi agregat Kelas B adalah untuk lapis pondasi bawah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakteristik agregat terhadap sifat-sifat lapis pondasi agregat yang sesuai dengan Spesifikasi Umum. Material yang digunakan adalah agregat yang berasal dari mesin pemecah batu dengan ukuran batuan 2/3, batuan 1/1 dan abu batu yang diambil dari salah satu wilayah di kota Bandung. Pengujian persyaratan yang harus dipenuhi oleh bahan agregat adalah untuk lapis pondasi agregat Kelas A dan pengujian dilakukan di Laboratorium Material Perkerasan Jalan, Dinas Bina Marga Provinsi Jawa Barat. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa untuk fraksi batuan 2/3 berat jenis sebesar 2,68, penyerapan air sebesar 2,54%, dan untuk fraksi batuan 1/1 berat jenis sebesar 2,42, dan penyerapan air sebesar 2,84%. Pengujian abrasi didapatkan sebesar 19,6%, batas cair sebesar 20,55%, indeks plastisitas sebesar 3,65, dan berdasarkan klasifikasi umum memenuhi persyaratan sehingga bisa dilakukan rancangan campuran gradasi dengan proporsi campuran untuk fraksi batuan 2/3 sebesar 47%, fraksi batuan 1/1 sebesar 24%, dan fraksi abu batu sebesar 29%.

Kata kunci: Agregat, Lapis pondasi, Spesifikasi umum.

1. PENDAHULUAN

Agregat merupakan material yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa berbagai jenis butiran atau pecahan yang termasuk didalamnya seperti: pasir, kerikil, agregat pecah, abu atau debu batu. Untuk memilih suatu jenis agregat sebagai bahan lapis pondasi tergantung pada tersedianya bahan setempat dan mutu bahan, tetapi dapat atau tidaknya suatu agregat digunakan sebagai material lapis pondasi ditentukan dari hasil uji laboratorium.

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu dalam merencanakan suatu lapis pondasi jalan. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan yang teliti terhadap sifat-sifat agregat sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material lapis pondasi.

Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi karakteristik agregat terhadap sifat-sifat lapis pondasi agregat dan untuk mendapatkan gradasi campuran agar dapat dipergunakan sebagai pencampur material lapis pondasi agregat Kelas A yaitu mutu lapis pondasi untuk suatu lapisan di bawah lapisan beraspal, sesuai dengan syarat-syarat yang terdapat dalam Spesifikasi Umum yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Agregat

Agregat memiliki sifat keras dan padat. Sifat dan kualitas agregat merupakan salah satu faktor penentu dalam merencanakan suatu lapis pondasi. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material lapis pondasi. Sifat-sifat agregat yang menentukan kualitasnya adalah:

- a. Gradasi Agregat
- b. Daya Tahan Agregat
- c. Bentuk dan Tekstur Agregat
- d. Berat Jenis

Di lapangan agregat lebih sering dikenal dengan sebutan batu pecah. Batu pecah terbagi menjadi 2, yaitu pecah tangan dan pecah mesin. Dalam pengujian ini digunakan batu pecah mesin dengan ukuran batuan $2/3$ yaitu batu yang rata-rata memiliki ukuran diameter 2-3cm, batuan $1/1$ yaitu batu yang rata-rata memiliki ukuran diameter kurang lebih 1cm, dan abu batu yaitu abu atau debu dari batu pecah dan dominan lolos saringan No. 200.



Gambar 1. Batuan 2/3.



Gambar 2. Batuan 1/1.



Gambar 3. Abu batu.

Struktur Perkerasan

Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan (*Surface Course*) merupakan lapisan paling atas dari struktur perkerasan jalan. Pada umumnya lapisan permukaan menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan.

Lapisan Pondasi

Lapisan pondasi (*Base Course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Material yang digunakan untuk lapis pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapisan pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat. Oleh karena itu berdasarkan jenis bahan, pondasi dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu pondasi berbutir dengan atau campuran dan pondasi tidak berbutir (tanah) dengan campuran.

Jenis lapis pondasi yang umumnya dipergunakan di Indonesia antara lain:

1. Agregat bergradasi baik dapat dibagi atas:
 - a. Agregat kelas A.
 - b. Agregat kelas B.

Pada umumnya lapis pondasi agregat kelas A adalah mutu lapis pondasi atas untuk suatu lapisan di bawah lapisan beraspal, dan lapis pondasi agregat kelas B adalah untuk lapis pondasi bawah. Agregat untuk lapis pondasi harus memenuhi sifat-sifat yang diberikan pada Tabel 1. Dan dalam menentukan campuran gradasi untuk lapis pondasi agregat harus memenuhi persyaratan gradasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B
Abrasi (SNI 03-2417-1990)	0 – 40%	0 – 40%
Indek Plastisitas (SNI 03-1966-1990)	0 – 6	0 – 10
Hasil kali Indek Plastisitas dgn % Lolos saringan No.200	Maks. 25	-
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	0 – 25	0 – 35
Bagian yang Lunak (SNI M-01-1994-03)	0 – 5%	0 – 5%
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90%	Min. 60%

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum, 2006

Tabel 2. Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran saringan	Bukaan saringan (mm)	Persen berat yang lolos Kelas A	Persen berat yang lolos Kelas B
2"	50	-	100
1 ½"	37,5	100	88 – 95
1"	25,0	79 – 85	70 – 85
3/8"	9,50	44 – 58	30 – 65
No. 4	4,75	29 – 44	25 – 55
No. 10	2,0	17 – 30	15 – 40
No. 40	0,425	7 – 17	8 – 20
No. 200	0,075	2 – 8	2 – 8

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum, 2006

1. Pondasi macadam.
2. Pondasi telford.
3. Penetrasi macadam (Lapen).
4. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*).
5. Lataston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*).
6. Stabilisasi yang terdiri dari:
 - a. Stabilisasi agregat dengan semen (*Cement Treated Base*).
 - b. Stabilisasi agregat dengan kapur (*Lime Treated Base*).

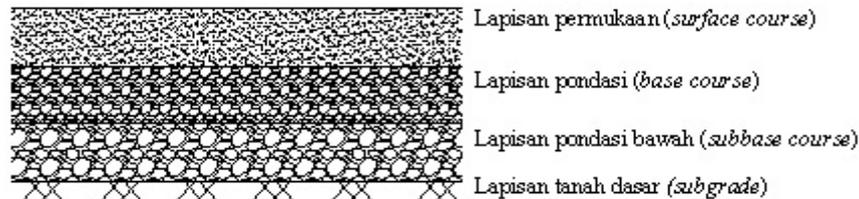
- c. Stabilisasi agregat dengan aspal (*Asphalt Treated Base*).

Lapisan Pondasi Bawah

Lapisan pondasi bawah (*Subbase Course*) adalah lapisan yang terletak diantara lapis pondasi dan tanah dasar.

Lapisan Tanah Dasar

Lapisan tanah setebal 50-100 cm di atas mana diletakkan lapisan pondasi bawah dan atau lapisan pondasi dinamakan lapisan tanah dasar (*Subgrade*), yang dikenal sebagai lapisan subgrade. Mutu persiapan lapisan tanah dasar sebagai perletakkan struktur perkerasan jalan, sangat menentukan ketahanan struktur dalam menerima beban lalu lintas selama masa pelayanan.



Gambar 4. Penampang Struktur Perkerasan

Pengujian Agregat

Pengujian Berat Jenis (SNI 03-1970-1990)

Pengujian berat jenis dilakukan untuk memperoleh berat jenis bulk, berat jenis kering permukaan dan berat jenis semu serta besarnya penyerapan air.

1. Fraksi Batuan 2/3

- a. Berat jenis bulk (*bulk specific gravity*)

$$G_{sb} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad (1)$$

- b. Berat jenis kering permukaan (*saturated surface dry*)

$$G_{ssd} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad (2)$$

- c. Berat jenis semu (*specific gravity*)

$$G_{st} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (3)$$

d. Penyerapan

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_i - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (4)$$

2. Fraksi Batuan 1/1

a. Berat jenis bulk

$$G_{sb} = \frac{D_k}{(B + 500 - B_t)} \quad (5)$$

b. Berat jenis kering permukaan

$$G_{srd} = \frac{500}{(B + 500 - B_t)} \quad (6)$$

c. Berat jenis semu

$$G_{sa} = \frac{B_k}{(B + B_k - B_t)} \quad (7)$$

d. Penyerapan

$$\text{Penyerapan} = \frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\% \quad (8)$$

Pengujian Abrasi (SNI 03-2417-1991)

Ketahanan terhadap abrasi sering dipakai sebagai indeks secara umum untuk kualitas agregat karena kekuatan agregat merupakan sifat yang tidak bisa dirubah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan angka keausan dari agregat dengan menggunakan mesin Abrasi Los Angeles.

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (9)$$

Pengujian Indeks Plastisitas (SNI 03-1966-1990)

Pengujian indek plastisitas ini menggunakan abu batu yang lolos saringan No. 40. Untuk mendapatkan angka indek plastisitas, dilakukan pengujian terhadap batas plastis dan batas cair yang dilakukan sekaligus.

$$IP = LL - PL \quad (10)$$

Tes Gradasi

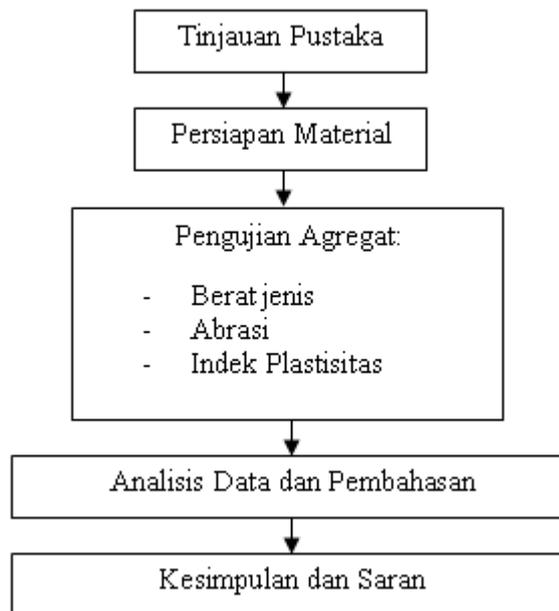
Gradasi diperoleh dari pengujian analisis saringan yang bertujuan untuk penentuan persentase butiran yang lolos dari satu set saringan, kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

Desain Rancangan Proporsi Agregat

Agregat campuran adalah agregat yang diperoleh dari mencampur secara proposional fraksi batuan 2/3, fraksi batuan 1/1, dan fraksi abu batu. Proporsi dari masing-masing fraksi batuan dirancang secara proposional sehingga diperoleh gradasi agregat yang diinginkan.

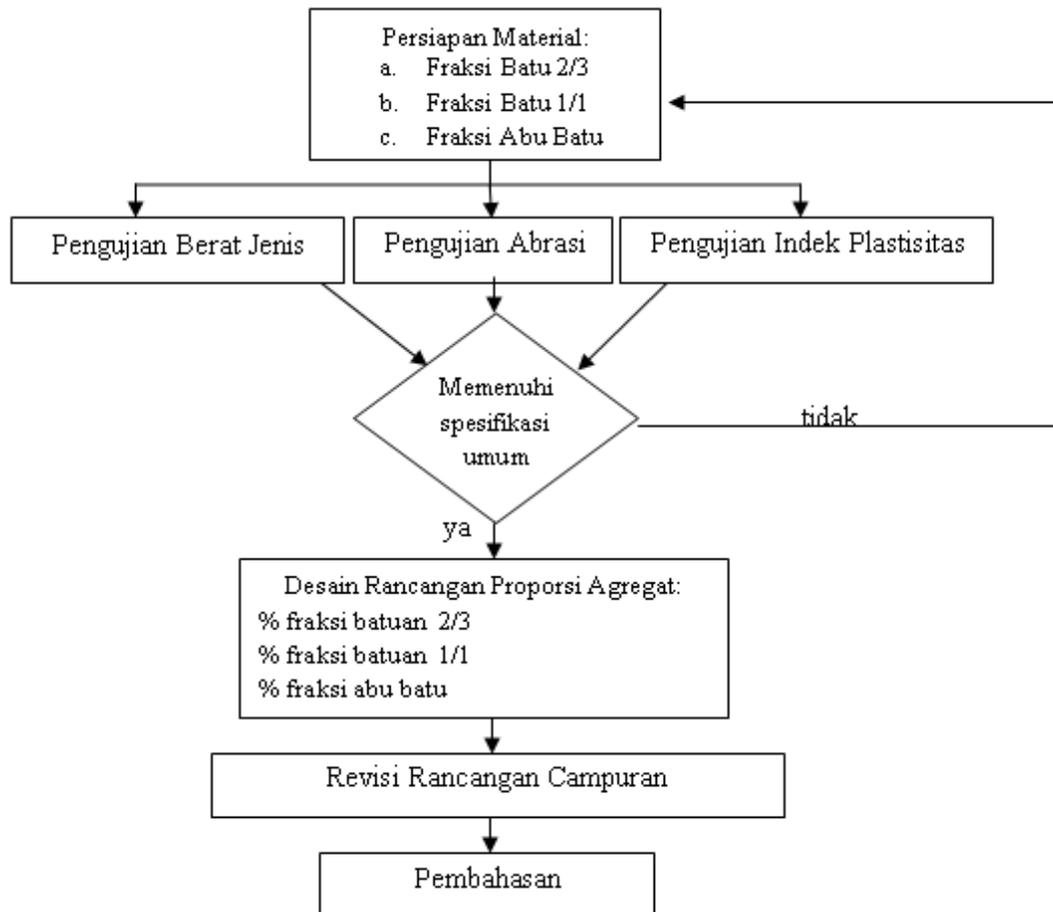
3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Bagan Alir Pengujian



Gambar 6. Bagan Alir Pengujian

Lokasi Pengambilan Agregat

Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan bahan material yang berasal dari pabrik pemecah batu yang berada di salah satu wilayah Bandung. Alasan memilih agregat dari daerah ini karena secara umum area ini dipandang sebagai area yang memiliki deposit cukup besar untuk penambangan batu sebagai salah satu bahan untuk lapis pondasi. Batu yang diambil dari lapangan adalah batuan 2/3, batuan 1/1, dan abu batu. Untuk mendapatkan karakteristik agregat yang dapat dipergunakan sebagai bahan pencampur lapis pondasi dan merancang campuran gradasi dari fraksi-fraksi batuan yang ada dilapangan, maka agregat tersebut harus diuji terlebih dahulu terhadap sifat-sifat lapis pondasi yang sesuai dengan spesifikasi umum.

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengujian Dengan Batas Spesifikasi Umum

No.	Pengujian	Fraksi Batuan 2/3	Fraksi Batuan 1/1	Batas Spesifikasi
1	Berat Jenis (SNI 03-1970-1990)			
	- Berat jenis (Bulk)	2,68	2,42	
	-Berat jenis kering permukaan jenuh (Saturated surface dry)	2,75	2,49	
	-Berat jenis semu (Apparent)	2,87	2,6	
	-Penyerapan air (Absorption)	2,54%	2,84%	< 3%
2	Abrasi (SNI 03-2417-1991)	19,6%		0 – 40%
3	Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	20,55		0 – 25
4	Indek Plastisitas (SNI 03-1966-1990)	3,65		0 – 6

Analisis Hasil Tes Gradasi

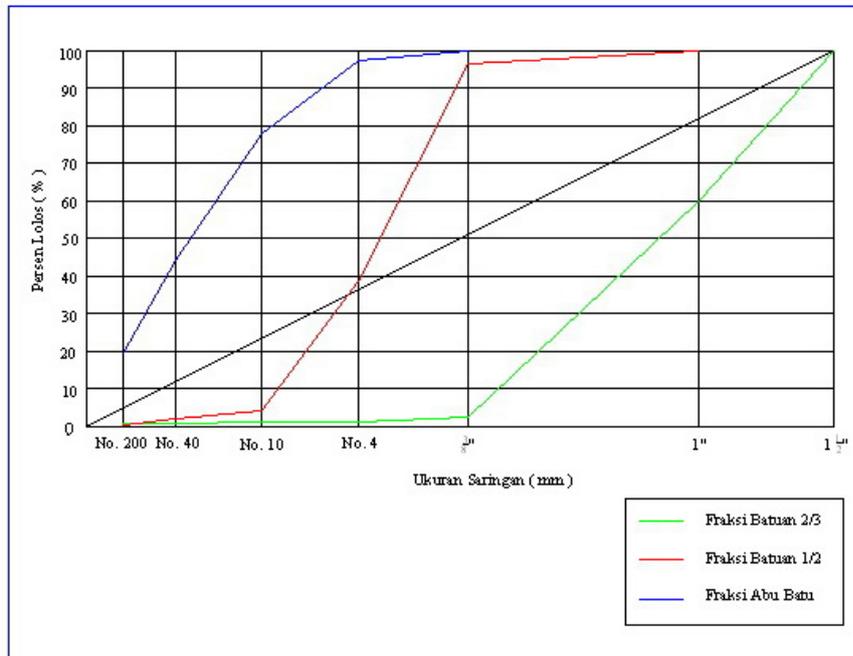
Tabel 4. merupakan gradasi dari tiga fraksi yaitu fraksi batuan 2/3, fraksi batuan 1/1, dan fraksi abu batu yang akan dicampur untuk mendapatkan agregat campuran dengan gradasi sesuai spesifikasi umum.

Tabel 4. Pencampuran dari 3 fraksi

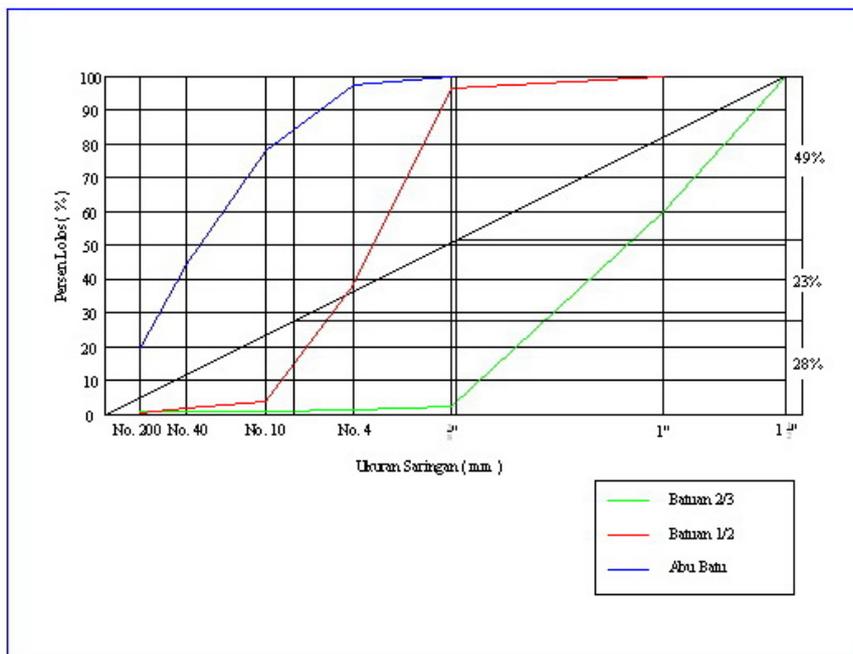
Ukuran saringan	Bukaan saringan (mm)	Spesifikasi agregat campuran	Gradasi tengah spesifikasi	% Lolos Fraksi Batuan 2/3	% Lolos Fraksi Batuan 1/1	% Lolos Fraksi Abu batu
1 ½"	37,5	100	100	100	100	100
1"	25,0	79 – 85	82	59,7	100	100
3/8"	9,50	44 – 58	51	2,5	96,5	100
No. 4	4,75	29 – 44	36,5	1,3	38,6	97,3
No. 10	2,0	17 – 30	23,5	1	4,1	77,7
No. 40	0,425	7 – 17	12	0,7	2,1	44,1

No. 200	0,075	2 – 8	5	0,5	0,4	19,5
---------	-------	-------	---	-----	-----	------

Hasil dari 3 fraksi yang terdapat pada Tabel 4. kemudian diplot kedalam grafik hubungan antara persen lolos (%) dengan ukuran saringan (mm) seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Lengkung Gradasi.



Gambar 8. Pencampuran dari Fraksi Batuan 2/3, Batuan 1/1, dan Abu Batu.

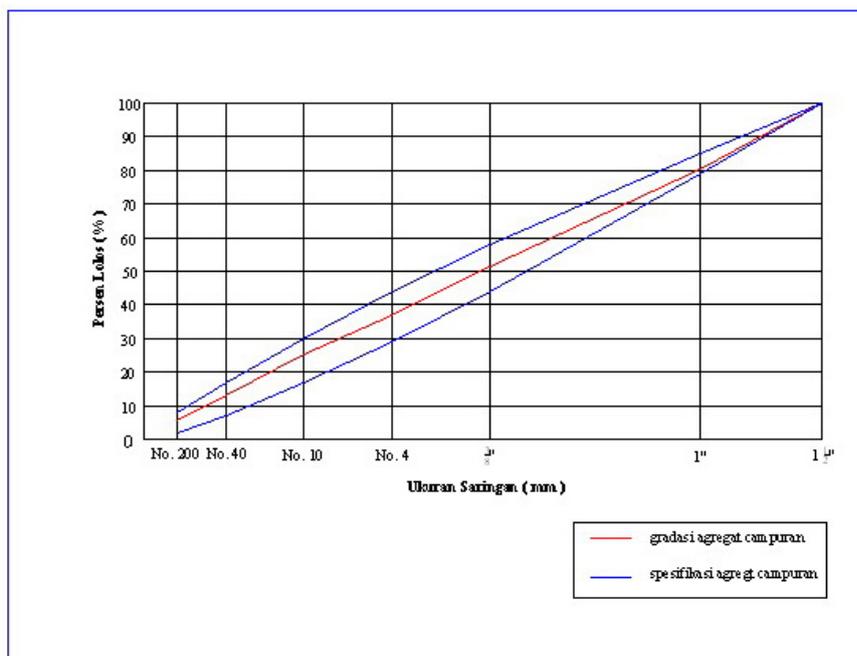
Analisis Hasil Desain Rancangan Proporsi Agregat

Dari Gambar 8. diperoleh campuran 49% proporsi fraksi batuan 2/3 ditambah 23% proporsi fraksi batuan 1/1, dan 28% proporsi fraksi abu batu untuk mendapatkan agregat campuran dengan gradasi sesuai spesifikasi umum. Hasil agregat campuran ini kemudian dicek kembali dengan menggunakan Tabel 5.

Tabel 5. Gradasi agregat campuran

Ukuran saringan	Bukaan saringan (mm)	49% fraksi batuan 2/3	23% fraksi batuan 1/1	28% fraksi abu batu	Gradasi agregat campuran	Gradasi tengah spesifikasi	Spesifikasi agregat campuran
1 1/2"	37,5	49	23	28	100	100	100
1"	25,0	29,3	23	28	80,3	82	79 – 85
3/8"	9,50	1,2	22,2	28	51,4	51	44 – 58
No. 4	4,75	0,6	8,9	27,2	36,7	36,5	29 – 44
No. 10	2,0	0,49	0,9	21,8	23,19	23,5	17 – 30
No. 40	0,425	0,3	0,5	12,3	13,1	12	7 – 17
No. 200	0,075	0,2	0,1	5,5	5,8	5	2 – 8

Dari Tabel 5. terlihat bahwa hasil rancangan memenuhi spesifikasi agregat campuran seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Lengkung Gradasi Hasil Pencampuran Agregat

PEMBAHASAN

Dari Tabel 3. didapat bahwa sifat-sifat agregat yang diuji memenuhi semua persyaratan terhadap sifat-sifat lapis pondasi sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai material lapis pondasi.

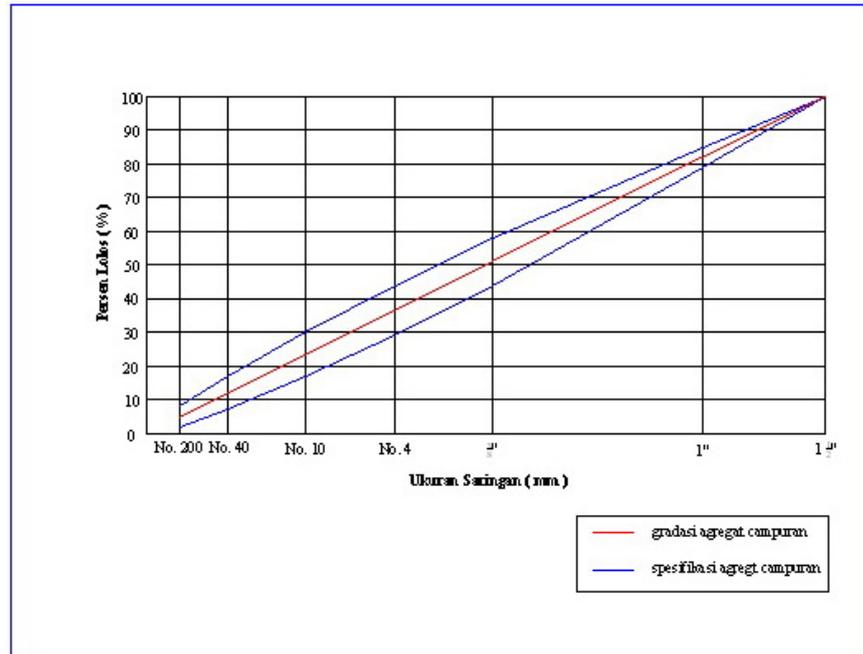
Dari hasil rancangan pencampuran agregat, didapat proporsi campuran 49% fraksi batuan 2/3, 23% fraksi batuan 1/1, dan 28% fraksi abu batu yang memenuhi spesifikasi umum untuk gradasi lapis pondasi tetapi hasil rancangan masih perlu penyesuaian karena persen lolos ukuran saringan 1” mendekati batas bawah spesifikasi agregat campuran. Hal ini menunjukkan bahwa sebaiknya fraksi batuan 2/3 perlu dikurangi. Untuk itu dicoba memperkecil proporsi batuan 2/3, yaitu dengan mengubah proporsi campuran menjadi 47% fraksi batuan 2/3, 24% fraksi batuan 1/1, dan 29% fraksi abu batu, sehingga didapat hasil penyesuaian proporsi masing-masing fraksi seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6. dapat dilihat bahwa rancangan campuran lebih baik dari hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5. Agregat campuran yang dihasilkan tidak lagi terletak sangat dekat dengan batas bawah spesifikasi campuran seperti yang terlihat pada Gambar 10.

Kelas B tidak bisa dilakukan tes gradasi karena pada persyaratan yang sesuai dengan spesifikasi umum yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum terdapat perbedaan batasan persentase yang tidak dapat dipenuhi oleh Kelas B, yaitu pada ukuran saringan 1 1/2”. Dimana pada ukuran saringan tersebut, pada Kelas A harus lolos 100% sedangkan pada Kelas B harus lolos 88 % - 95 % atau dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 6. Hasil Penyesuaian Proporsi Campuran

Ukuran saringan	Bukaan saringan (mm)	47% fraksi batuan 2/3	24% fraksi batuan 1/1	29% fraksi abu batu	Gradasi agregat campuran	Gradasi tengah spesifikasi	Spesifikasi agregat campuran
1 1/2”	37,5	47	24	29	100	100	100
1”	25,0	28,06	24	29	81,06	82	79 – 85
3/8”	9,50	1,18	23,16	29	53,34	51	44 – 58
No. 4	4,75	0,61	9,26	28,22	38,09	36,5	29 – 44
No. 10	2,0	0,47	0,98	22,53	23,98	23,5	17 – 30
No. 40	0,425	0,33	0,50	12,79	13,62	12	7 – 17
No. 200	0,075	0,24	0,10	5,66	6	5	2 – 8



Gambar 10. Lengkung Gradasi Penyesuaian Pencampuran Agregat

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian agregat di laboratorium dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk tingkat keausan dari pengujian didapat sebesar 19,6% dan tidak melebihi dari 40%, berarti agregat yang diuji memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik dalam menahan keausan dan agregat ini dapat digunakan sebagai lapis pondasi permukaan dan lapis pondasi atas.
2. Untuk angka penyerapan air didapat sebesar 2,54% dan tidak melebihi batas maksimal 3% yang berarti bahwa agregat yang diuji memiliki tingkat penyerapan yang lebih kecil sehingga mengakibatkan terjadinya ikatan yang baik antara agregat dengan lapisan yang ada di atasnya dalam perencanaan pencampuran lapis pondasi.
3. Bahwa dalam proses rancangan campuran dibutuhkan *trial and error* dan pertimbangan perencana untuk dapat menghasilkan campuran yang sesuai spesifikasi dan tersedianya material di lokasi.
4. Agregat dapat dipergunakan untuk lapis pondasi Kelas A.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, (2006), *Second Nine Provinces Road, Rehabilitation Project, Buku 3, "Spesifikasi Umum"*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
2. Djanasudirdja, Suroso, (1984), *Pengantar Mekanika Batuan*, Bandung.
3. Standar Nasional Indonesia, (1990), *Metode Pengujian Batas Plastis Tanah, SNI-03-1967-1990*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
4. Standar Nasional Indonesia, (1990), *Metode Pengujian Batas Cair Dengan Alat Casagrande, SNI-03-1967-1990*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
5. Standar Nasional Indonesia, (1990), *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, SNI-03-1969-1990*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
6. Standar Nasional Indonesia, (1991), *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles, SNI-03-2417-1991*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
7. Sukirman, S., (1999), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Edisi Kelima, Penerbit Nova, Bandung.
8. Sukirman, S., (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Pertama, Granit, Jakarta.