



UJI KELAYAKAN AGREGAT MUARA WAHAU, SANTAN, SENONI, BATU BESAUNG SEBAGAI MATERIAL *SUBBASE*

Fachriza Noor Abdi¹, M Jazir Alkas¹, Anshari Setiawan¹

Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda
Jl. Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119
E-mail : ansharisetiawan406@gmail.com

ABSTRAK

Provinsi Kalimantan Timur saat ini sedang dalam tahap pembangunan dan pengembangan sarana transportasi yang dapat membuka akses keterisolasian daerah pedalaman atau daerah di sekitarnya ke ibukota provinsi. Salah satu sarana yang perlu ditingkatkan adalah penambahan jalan lintas antar kota, kabupaten dan provinsi. Saat ini sebagian besar kebutuhan batu di Kalimantan Timur masih diambil dari luar daerah salah satunya dari kota Palu sehingga menimbulkan peningkatan harga material batu pecah. Oleh karena itu perlu pemanfaatan potensi yang ada di daerah Kalimantan Timur. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap empat jenis agregat yang berasal dari empat daerah di Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik terutama tingkat kelayakan agregat dalam memberikan daya dukung yang tinggi berdasarkan pada spesifikasi umum Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 2010 revisi III. Agregat yang akan di uji di ambil dari daerah Kecamatan Muara Wahau, desa Santan Kecamatan Marangkayu, desa Senoni Kecamatan Sebulu dan di jalan Batu Besaung Kelurahan Sempaja Utara. Penelitian ini dilakukan di laboratorium yang dimulai dengan pemeriksaan sifat-sifat fisik. Selanjutnya dilakukan uji kepadatan guna mendapatkan kepadatan kering maksimum (γ_d) dan kadar air optimum (W_{opt}). Berdasarkan kadar air optimum, maka dibuatlah benda uji untuk pemeriksaan CBR. Dari hasil pemeriksaan agregat Muara Wahau diperoleh nilai CBR rendaman sebesar 44,8%, untuk agregat Santan diperoleh nilai CBR rendaman sebesar 72%, untuk agregat Senoni diperoleh nilai CBR rendaman sebesar 61%, dan untuk agregat Batu Besaung diperoleh nilai CBR rendaman sebesar 71%. Dengan demikian untuk agregat dari Santan, Senoni dan Batu Besaung memiliki nilai daya dukung (CBR) yang tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan untuk konstruksi lapis pondasi. Sedangkan untuk agregat dari Muara Wahau tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Kata Kunci : Agregat, Lapis Pondasi Perkerasan, CBR.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Provinsi Kalimantan Timur saat ini sedang dalam tahap pembangunan dan pengembangan sarana transportasi yang dapat membuka akses keterisolasian daerah pedalaman atau daerah di sekitarnya untuk menuju ibukota provinsi. Seiring dengan berlakunya otonomi daerah, maka masing-masing daerah dituntut untuk melakukan pembangunan sarana dan prasarana penunjang bagi pembangunan. Salah satu sarana yang perlu ditingkatkan adalah penambahan jalan lintas antar kota, kabupaten dan provinsi. Tetapi permasalahan yang sering dihadapi dalam pembangunan jalan di Provinsi Kalimantan Timur adalah mencari material agregat yang sesuai spesifikasi dan memenuhi persyaratan teknis.

Saat ini sebagian besar kebutuhan batu di Kalimantan Timur masih diambil dari luar daerah salah satunya dari kota Palu sehingga menimbulkan peningkatan harga material. Oleh karena itu perlu melakukan pemanfaatan potensi material lokal yang ada di daerah Kalimantan Timur. Pada penelitian ini menggunakan agregat lokal dari Desa Jabdan Kecamatan Muara Wahau Kabupaten Kutai Timur, Desa Santan Kecamatan Marangkayu, Desa Senoni Kecamatan Sebulu Kabupaten Kutai Kartanegara, dan Daerah Batu Besaung Kelurahan Sempaja Utara Samarinda.

Muara Wahau merupakan kecamatan yang berada di Kabupaten Kutai Timur dan Desa Santan dan Senoni yang berada di Kabupaten Kutai Kartanegara, serta Batu Besaung yang berada di Kelurahan Sempaja Utara Samarinda. Dengan kekayaan alam yang masih melimpah, Muara Wahau, Santan, Senoni dan Batu Besaung juga menyimpan potensi besar yaitu adanya deposit material yang sekiranya dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan penunjang. Agregat ini bisa digunakan sebagai alternatif apabila suatu saat pada salah satu wilayah tidak dapat lagi menyediakan fraksi agregat yang lengkap. Selain itu, penggunaan material lokal akan membantu menurunkan biaya mobilisasi material dan mengurangi resiko keterlambatan distribusi material ke lokasi proyek.

Oleh karena itu perlu adanya penelitian uji kelayakan material lokal yaitu material sirtu agar bisa digunakan sebagai lapis pondasi bawah (*subbase*) untuk mengetahui mutu material yang layak di daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam perencanaan ini yaitu:

1. Apakah nilai daya dukung (dengan cara CBR) agregat di Muara Wahau, Santan, Senoni, dan Batu Besaung tinggi?
2. Apakah material yang ada di Muara Wahau, Santan, Senoni, dan Batu Besaung memenuhi persyaratan untuk dipergunakan sebagai lapis pondasi bawah?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian dalam perencanaan ini yaitu:

1. Untuk mengetahui nilai daya dukung (dengan cara CBR) agregat dari Muara Wahau, Santan, Senoni, dan Batu Besaung.
2. Untuk mengetahui kelayakan agregat dari Muara Wahau, Santan, Senoni, dan Batu Besaung sebagai lapis pondasi bawah.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM (1974) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun yang berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentasi berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentasi volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

2.2 Jenis dan Lapisan Perkerasan

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.

Konstruksi perkerasan terdiri dari:

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas:

1. Muatan kendaraan berupa gaya vertikal
2. Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal

Pukulan roda kendaraan berupa gataran-getaran Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja. Oleh karena itu terdapat perbedaan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh masing-masing lapisan.

2.2.1 Lapisan Permukaan

Lapis permukaan (*surface course*) adalah lapisan paling atas dari perkerasan lentur yang terletak diatas lapis pondasi. Lapis permukaan terdiri dari lapis aus (*wearing course*) dan lapis pengikat (*binder course*). Agar lapis aus, tetap awet, kedap air, rata dan mempunyai kekesatan, maka lapisan ini harus disusun dari campuran beraspal panas, bergradasi padat. Lapis permukaan berfungsi sebagai berikut:

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap kelapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung terkena gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipukul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Lapisan bersifat non-struktural, berfungsi sebagai lapis aus dan kedap air sedangkan lapisan bersifat struktural berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.

2.2.2 Lapis Pondasi Kelas A

Lapis pondasi agregat kelas A umumnya disebut juga lapis pondasi atas (*base course*). Karena terletak tepat di bawah permukaan perkerasan, maka lapisan ini menerima pembebanan yang berat dan untuk mencegah terjadinya keruntuhan akibat tegangan yang terjadi langsung di bawah permukaan, lapis pondasi atas harus terdiri dari bahan bermutu tinggi. Apabila lapis pondasi atas terdiri atas agregat, maka agregat tersebut harus gradasi yang sesuai dengan gradasi yang dicantumkan dalam spesifikasi. Karena lapis pondasi atas menerima beban yang berat, CBR yang harus dipenuhi oleh bahan lapis pondasi atas biasanya ditetapkan 90 %. Namun demikian, lapis pondasi pada perkerasan yang melayani lalu-lintas rendah mungkin tidak menuntut bahan bermutu tinggi, tetapi cukup bahan bermutu lebih rendah. Penggunaan bahan bermutu rendah untuk lapis pondasi dapat dikompensasi dengan mempertebal lapis permukaan. Lapis pondasi yang terdiri atas bahan yang distabilisasi aspal atau semen dapat menghemat biaya, karena lapis pondasi dengan bahan tersebut akan menjadi lebih tipis.

Fungsi lapisan pondasi atas ini adalah :

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan dibawahnya.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan

Sebagai lapisan perantara, maka syarat-syarat untuk bahan perkerasan ini adalah :

1. Kualitas bahan harus baik.
 - a. Mengenai kekerasan/kekuatan
Batu asal harus cukup kuat dan keras. Misal batu-batuan *granit*, *basalt* dan *andesit*.
 - b. Mengenai bentuk butir, Bentuk butir harus merupakan bentuk bersegi-segi mendekati bentuk kubus (dadu), agar tiap butir kedudukannya stabil dan tidak mudah pecah.
2. Gradasi butiran-butiran harus merupakan susunan yang rapat. Susunan butir harus serapat mungkin, artinya butir batuan harus terdiri dari bermacam-macam ukuran sedemikian, sehingga rongga-rongga antara butir-butir yang besar diisi penuh oleh butir-butir yang kecil dan rongga-rongga antara butir yang kecil ini pula diisi penuh oleh butir-butir yang lebih kecil lagi, demikian seterusnya, sehingga ruang bebas atau rongga-rongga (*voids*) menjadi sekecil-kecilnya.
3. Kandungan *filler* harus cukup tetapi tidak melampaui batas maksimum/minimum.
Kandungan *filler* harus cukup, dengan batas maksimum dan minimum, dengan demikian letak butir-butir lebih kokoh/stabil. Bila kandungan *filler* lebih dari maksimum, maka jalan mudah mengalami retak-retak, karena butir batu dalam *base* letaknya tidak stabil.
4. *Homoginitas* atau sesempurna mungkin.
Yang dimaksud ialah butir-butir yang besar, sedang, halus, sampai debu harus tercampur aduk menjadi satu dan merata.

Material yang akan digunakan untuk lapis pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Untuk lapis pondasi atas tanpa bahan pengikat, umumnya menggunakan material dengan $CBR \geq 90\%$ dan Plastis Indeks (PI) $\leq 6\%$ (sesuai spesifikasi Bina Marga tahun 2010 revisi III). Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilisasi tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas.

2.2.3 Lapis Pondasi Kelas B

Lapis pondasi agregat kelas B umumnya disebut juga lapis pondasi bawah (*subbase course*). Pondasi bawah atau *subbase* terletak antara *base* dan *subgrade*. Karena letaknya dibawah *base* maka syarat-syaratnya agak longgar dari syarat-syarat untuk *base*. Syarat untuk *subbase* prinsipnya sama dengan untuk *base*, hanya butir-butir batuan tidak diharuskan dari batuan pecah. Untuk menghemat biaya sedapat mungkin agar dipergunakan batuan-batuan alam/asli (tidak perlu diproses lebih dahulu).

Lapisan pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

1. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ketanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR $\geq 60\%$ dan Plastis Indeks (PI) $\leq 0-10\%$ (berdasarkan spesifikasi Bina Marga tahun 2010 Revisi III).
2. Effisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
3. Mengurangi tebal lapisan di atas yang lebih mahal.
4. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul di pondasi.
5. Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat bekerja lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat berat.
6. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Tujuan pemasangan lapis pondasi bawah adalah untuk mendapatkan perkerasan yang relative tebal tetapi dengan biaya yang lebih murah. Oleh karena itu, bahan untuk lapis pondasi bawah dapat mempunyai mutu yang rentang batas-batasnya lebar, sejauh persyaratan tebal dipenuhi. Persyaratan berat isi dan kadar air seyogyanya ditetapkan berdasarkan pengujian laboratorium atau lapangan.

2.2.4 Lapis Pondasi Kelas S

Lapis pondasi agregat kelas S digunakan pada bahu jalan tanpa penutup aspal tebal padat 15 cm, dengan kondisi elevasi permukaan dan kemiringan melintang mengacu pada Spesifikasi Teknik. Bahan material kelas S terdiri dari fraksi agregat kasar (tertahan saringan No. 4), dan fraksi agregat halus (lolos saringan No. 4) dengan rentang komposisi dan syarat spesifikasi bahan yang diatur dalam Spesifikasi Teknik.

2.3 Persyaratan Utama Lapis Pondasi Agregat

Persyaratan utama lapis pondasi dengan prosedur pemeriksaan yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti manual pemeriksaan badan jalan yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3). Adapun spesifikasi Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3) yang terdapat pada tabel 2.1. dan 2.2 :

Tabel 2.1 Gradasi Lapis Pondasi

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas S
2"	50		100	
1 1/2"	37,5	100	88-95	100
1"	25,0	79-85	70-85	77-89
3/8"	9,50	44-58	30-65	41-66
No.4	4,75	29-44	25-55	26-54
No.10	2,0	17-30	15-40	15-42
No.40	0,425	7-17	8-20	7-26
No.200	0,075	2-8	2-8	4-16

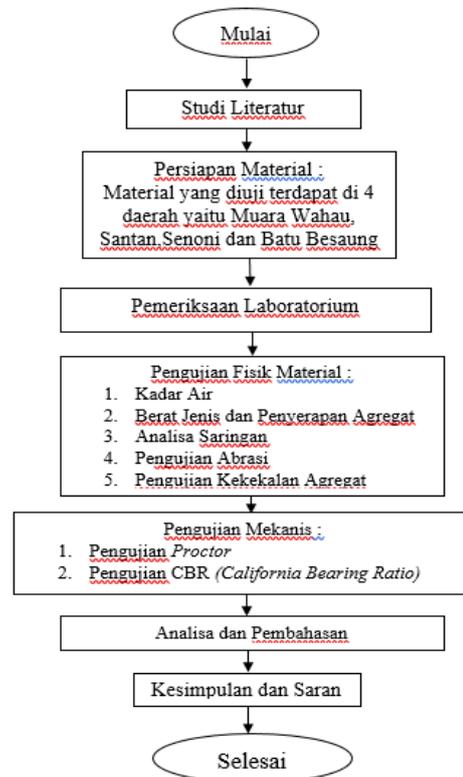
Tabel 2.2 Sifat-sifat Lapis Pondasi

Sifat-Sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas S
Abrasi dari Agregat Kasar	0-40%	0-40%	0-40%
Butiran pecah, tertahan ayakan 3/8"	95/90 ¹⁾	55/50 ²⁾	55/50 ²⁾
Batas Cair	0-25	0-35	0-35
Indek Plastisitas	0-6	0-10	4-15
Hasil kali Indek Plastisitas dengan % Lolos Ayakan No.200	Maks 25	-	-
Gumpalan Lempung dan Butiran-butiran Mudah Pecah	0-5 %	0-5 %	0-5 %
CBR rendaman	Min 90%	Min 60%	Min 50 %
Perbandingan % Lolos Ayakan No. 200 dan No.4	Maks 2/3	Maks 2/3	-

3. Metodologi Penelitian

Sebagaimana yang telah diuraikan dalam Bab I, Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan material yang berasal dari Muara Wahau, Santan, Senoni, dan Batu Besaung. Bahan atau material yang dipakai dalam

penelitian ini berupa sirtu yang berasal dari daerah yang ada di Kalimantan Timur. Seperti yang juga telah diuraikan dalam BAB II kelayakan agregat sebagai material lapis pondasi ditentukan dari beberapa sifat dari agregat tersebut, diantaranya sifat kimia, sifat fisis dan sifat mekanis. Dalam penelitian ini hanya akan diuji sifat fisis dan mekanis dari agregat. Pengujian yang akan dilakukan antara lain: kadar air, berat jenis dan penyerapan, gradasi, abrasi, kekekalan agregat, pemadatan, dan CBR dengan berdasarkan pada spesifikasi umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010 revisi III.



Gambar 3.1 Bagan Alir (Flow Chart) Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Fisik Material

Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian agregat

Jenis Pengujian	Muara Wahau	Santan	Senoni	Batu Besaung
Kadar Air	1,73%	0,45%	0,34%	0,55%
Berat Jenis	2,30	2,08	2,20	2,38
Penyerapan	2,32%	0,69%	0,46%	0,89%
Modulus Halus Butir	7,7	8,0	7,9	8,0
Uk. Maks Agregat	1,5"	2"	1,5"	1,5"
Koefisien Keseragaman	2,5	2,35	2	2,29
Koefisien Gradasi	1,07	1,07	0,98	1,01
Abrasi	14,4%	29,05	22,7	26,4
Kekekalan Agregat	4,8%	10%	0,7%	9,7%

Berdasarkan hasil rekapitulasi pengujian, maka di peroleh nilai pengujian kadar air (W) untuk sampel Muara Wahau dengan nilai 1,73%, sampel Santan dengan nilai 0,45%, sampel Senoni dengan nilai 0,34% dan sampel Batu Besaung dengan nilai 0,55%. Dari nilai tersebut sampel Muara Wahau memiliki kandungan kadar air terbesar kemudian sampel Batu Besaung, Santan dan Senoni memiliki kandungan yang terendah.

Untuk pengujian berat jenis dan penyerapan, diperoleh nilai berat jenis untuk sampel Muara Wahau sebesar 2,30, sampel Santan sebesar 2,08, sampel Senoni sebesar 2,20, dan sampel Batu Besaung 2,38. Dari nilai tersebut untuk sampel Batu Besaung memiliki berat jenis terbesar kemudian sampel Muara Wahau, Senoni, dan Santan memiliki berat jenis terendah. Sedangkan penyerapan diperoleh nilai untuk sampel Muara Wahau sebesar 2,32%, sampel Santan sebesar 0,69%, sampel Senoni sebesar 0,46%, dan sampel Batu Besaung sebesar 0,89%. Dan untuk penyerapan terbesar di miliki sampel dari Muara Wahau, Batu Besaung, Santan, dan sampel Senoni memiliki penyerapan yang terendah. Tingginya nilai penyerapan agregat akan berpengaruh dengan nilai CBR yang diperoleh dimana ketika CBR diperlalu dengan di rendaman. Semakin besar penyerapan maka semakin banyak jumlah air yang akan mengisi rongga-rongga pada contoh sampel yang direndam.

Untuk pengujian analisa saringan, maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) untuk sampel Muara Wahau sebesar 7,7, untuk sampel Santan sebesar 8,0, untuk sampel Senoni 7,9, dan untuk sampel Batu Besaung 8,0. Dari nilai tersebut untuk ke empat sampel sudah memenuhi nilai MHB yang pada umumnya berkisar dari 5,0-8,0. Kemudian diperoleh nilai koefisien keseragaman (C_u) untuk sampel Muara Wahau sebesar 2,5, untuk sampel Santan sebesar 2,35, untuk sampel Senoni sebesar 2,0, dan untuk sampel Batu Besaung sebesar 2,29. Dan untuk nilai koefisien gradasi (C_c) untuk sampel Muara Wahau sebesar 1,07, untuk sampel Santan 1,07, untuk sampel Senoni sebesar 0,98, dan untuk sampel Batu Besaung sebesar 1,01. Agregat ini termasuk agregat seragam (*uniform*) kalau di lihat dari bentuk kurvanya. Untuk sampel Muara Wahau memiliki nilai $C_c > 1$ tetapi $C_u < 4$ atau bernilai kecil maka agregat ini bergradasi buruk, untuk sampel Santan memiliki nilai $C_c > 1$ tetapi $C_u < 4$ atau bernilai kecil maka agregat ini bergradasi buruk, untuk sampel Senoni memiliki nilai $C_c < 1$ dan $C_u < 4$ atau bernilai kecil maka agregat ini bergradasi buruk, dan untuk sampel Batu Besaung memiliki nilai $C_c > 1$ tetapi $C_u < 4$ atau bernilai kecil maka agregat ini bergradasi buruk. Dengan demikian bisa di simpulkan bahwa keempat agregat ini tidak memenuhi standar spesifikasi umum 2010 revisi III sebagai material *subbase*.

Untuk pengujian Abrasi dengan menggunakan mesin *Los Angeles* maka diperoleh nilai untuk sampel Muara Wahau sebesar 14,4%, untuk sampel Santan sebesar, 29,05%, untuk sampel Senoni sebesar 22,7%, dan untuk sampel Batu Besaung sebesar 26,4%. Dari hasil pengujian, keempat daerah ini memenuhi spesifikasi syarat lapis pondasi kelas B dimana disyaratkan 0-40%.. Pengaruh keausan agregat cukup besar pengaruhnya pada hasil uji pembebanan percobaan (test load) pada uji CBR karena jika nilai keausan persentasenya semakin besar menunjukkan kelemahan agregat tersebut terhadap kekuatan tekan semakin besar, begitu juga sebaliknya jika persentase keausan agregat semakin kecil menunjukkan semakin kecil juga kelemahan agregat tersebut terhadap uji pembebanan. Jadi, dari pengujian pada keempat agregat ini

menghasilkan agregat Muara Wahau memiliki nilai nilai keausan terbaik yaitu sebesar 14,4% dan untuk yang terburuk dari keempat agregat ini yaitu agregat Santan yaitu sebesar 29,05%. Namun keempat agregat ini masih sangat baik digunakan untuk penggunaan lapis pondasi karena masih berada dibawah 40% nilai keausannya.

Sedangkan pengujian abrasi dengan menggunakan larutan Na_2SO_4 diperoleh nilai untuk sampel Muara Wahau sebesar 4,8%, untuk sampel Santan sebesar 10%, untuk sampel Senoni sebesar 0,7%, untuk sampel Batu Besaung sebesar 9,7%. Berdasarkan syarat mutu agregat normal dengan pengujian menggunakan larutan garam sulfat (Na_2SO_4) bagian yang hancur maksimum 12%, dengan demikian sampel keempat daerah memenuhi syarat mutu. Pada keempat agregat ini menunjukkan agregat kekekalan terbaik terdapat pada agregat Senoni dan terburuk pada agregat Santan namun masih dalam batas yang diizinkan.

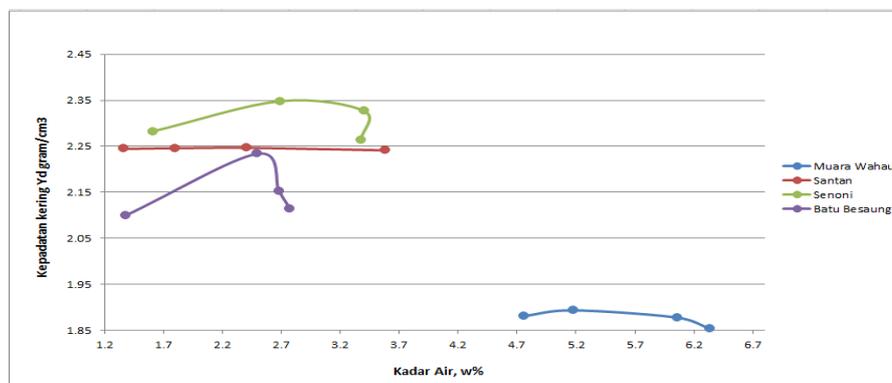
4.2 Hasil Pengujian Mekanis Material

4.2.1 Hasil Pengujian Pemadatan

Hasil pemadatan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.2 Hasil pengujian pemadatan

Sampel	Nilai Pendekatan Kadar air optimum (w_{opt})	Nilai Pendekatan Kepadatan maksimum (γ_d)
Muara Wahau	5,15 %	1,89 gram/cm ³
Santan	2,2 %	2,246 gram/cm ³
Senoni	2,9 %	2,35 gram/cm ³
Batu Besaung	2,55 %	2,23 gram/cm ³



Gambar 4.1 Grafik pengujian pemadatan

Untuk pengujian pemadatan diperoleh nilai kepadatan kering maksimum (γ_d) sebesar 1,89 gram/cm³ dari kadar air optimum 5,15 % untuk sampel Muara Wahau, untuk sampel Santan diperoleh nilai kepadatan kering maksimum (γ_d) sebesar 2,34 gram/cm³ dari kadar air optimum 2,2 %, untuk sampel Senoni diperoleh nilai kepadatan kering maksimum (γ_d) sebesar 2,246 gram/cm³ dari kadar air optimum 2,9 %, untuk sampel Batu Besaung diperoleh nilai kepadatan kering maksimum (γ_d) sebesar 2,23 gram/cm³ dari kadar air optimum 2,55 %. Selanjutnya nilai pendekatan γ_d maksimum dan pendekatan w optimum akan menjadi acuan untuk membentuk (*remolding*) sampel-sampel agregat untuk pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Dan berikut grafik gabungan hubungan kepadatan kering maksimum dengan kadar air optimum.

Berdasarkan grafik di atas maka diketahui untuk agregat yang peka terhadap penambahan jumlah kadar air yaitu sampel Batu Besaung dan Senoni, sedangkan agregat tidak mengalami perubahan yang signifikan terhadap penambahan kadar air yaitu Muara Wahau dan Santan.

4.2.2 Hasil Pengujian CBR

Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil pengujian pemadatan

Sampel	Non Rendaman	Rendaman
Muara Wahau	63,2 %	44,8 %
Santan	73 %	72 %
Senoni	80 %	61 %
Batu Besaung	94 %	71 %

Untuk pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) diperoleh nilai CBR non rendman untuk sampel Muara Wahau sebesar 63,2%, untuk sampel Santan sebesar 73%, untuk sampel Senoni sebesar 80%, dan untuk sampel Batu Besaung sebesar 94%. Dan untuk hasil pengujian CBR rendaman diperoleh nilai untuk sampel Muara Wahau sebesar 44,8%, untuk sampel Santan sebesar 72%, untuk sampel Senoni sebesar 61%, dan untuk sampel Batu Besaung sebesar 71%. Dari hasil pengujian, diperoleh tiga daerah yaitu diantaranya sampel Santan, Senoni, dan Batu Besaung yang memenuhi spesifikasi syarat lapis pondasi kelas B dimana disyaratkan minimal 60%. Sedangkan sampel Muara Wahau tidak memenuhi syarat lapis pondasi kelas B.

5. Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil-hasil pengujian yang dilakukan dan hasil analisis, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian agregat diperoleh hasil pengujian CBR dengan perlakuan non rendaman dan rendaman. CBR non rendaman sampel Muara Wahau = 63.2%, sampel Santan = 73%, sampel Senoni = 80% dan sampel Batu Besaung = 94%. Sedangkan CBR rendaman sampel Muara Wahau = 44,8%, sampel Santan = 72%, sampel Senoni = 61% dan sampel Batu Besaung = 71%. Dengan hasil tersebut untuk agregat Santan, Senoni, dan Batu Besaung telah memenuhi standar persyaratan lapis pondasi bawah. Sedangkan agregat dari Muara Wahau belum memenuhi standar atau kelayakan sebagai lapis pondasi bawah.
2. Dari hasil tersebut, disimpulkan bahwa berdasarkan standar spesifikasi umum 2010 revisi III untuk nilai CBR lapis pondasi kelas B, maka agregat dari daerah Santan, Senoni, dan Batu Besaung telah memenuhi standar dan bisa dijadikan material alternatif untuk lapis pondasi terkecuali sampel Muara Wahau yang tidak memenuhi standar spesifikasi umum.

Saran

Dari uraian di atas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut:

1. Untuk hasil yang lebih akurat dan teliti, dianjurkan untuk melakukan setiap percobaan lebih dari 2 kali.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan apabila ingin meneruskan dan mengembangkan penelitian ini



3. Hasil Penelitian ini dapat di informasikan bahwa agregat santan, senoni dan batu besaung bisa langsung digunakan untuk material *subbase*.

Daftar Pustaka

1. *American Society for Testing and Material (ASTM) (2003), Section Four Contruction Volume 04.02. Contrete and Aggregates.*
2. Bawataa, Suryanto, 2015. *Kelayakan Material Domato di Pulau Karakelang Kabupaten Kepulauan Talaud Sebagai Material Lapis Pondasi Perkerasaan Jalan.* Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.8 Hal 590-598.
3. Das, B. M., 1985, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa (Geoteknik)*, Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta.
4. Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
5. Hardiyatmo, Hary Christady. 2012, *Mekanika Tanah 1 Edisi Keenam*, Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
6. Hardiyatmo, Hary Christady. 2010, *Mekanika Tanah 2 Edisi Kelima*, Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
7. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.*
8. Mulyono, Tri . 2005. *Teknologi Beton Edisi 2.* Andi Offset., Yogyakarta
9. Purba, Brian Rivaldo, 2015. *Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Material Lapis Pondasi Agregat jalan Raya.* Vol. 13. No.62.
10. SNI 03-1744-1989, *Metode pengujian CBR laboratorium.*
11. SNI 1743: 2008. *Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah.*
12. SNI -03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisa saringan Agregat Halus dan Kasar.*
13. SNI-03-3407-1994, *Metode Pengujian Sifat Kekekalan Bentuk Agregat Terhadap Larutan Natrium Sulfat dan Magnesium Sulfat.*
14. SNI-2417-2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.*
15. Sukirman, Silvia. 2007. *Beton Aspal Campuran Panas.* Yayasan Obor Indonesia., Jakarta