

Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Material Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya

Brian Rivaldo Purba

Oscar H. Kaseke, Mecky R. E. Manoppo

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email: brianrivaldo@gmail.com

ABSTRAK

Di Kota Sorong khususnya daerah Saoka terdapat kandungan deposit agregat batuan yang cukup banyak. Untuk mengoptimalkan potensi sumber material yang ada di Saoka dalam pembuatan jalan khususnya sebagai material lapis pondasi agregat, maka akan dilakukan pengujian di laboratorium tentang uji kelayakan agregat yang ada di Saoka sebagai material lapis pondasi agregat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat terhadap sifat-sifat lapis pondasi agregat dan tingkat kelayakan agregat sebagai material lapis pondasi yang memberikan daya dukung yang tinggi dengan berdasarkan pada Spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010. Agregat yang akan diteliti berupa sirtu yang telah melalui proses pemecah batu (stone crusher). Percobaan-percobaan yang akan dilakukan adalah : Abrasi (SNI 03-2417-1991 / AASHTO T 96 – 87), Batas Cair (SNI 1967:2008), pengujian Indeks Plastisitas (SNI 1966:2008), dan Angularitas agregat kasar (SNI 03-6877-2002). Setelah itu membuat komposisi agregat sesuai dengan syarat gradasi yang telah ditentukan untuk selanjutnya akan dilakukan percobaan pemadatan (SNI 03-1743-1989 / AASHTO T180 - 90), sehingga mendapatkan Berat isi kering (γ_d) dan Kadar air optimum (w_{opt}). Setelah mendapatkan kadar air optimum kemudian akan dibuat sample untuk diuji daya dukung agregat dengan cara CBR (SNI 03-1744-1989/AASHTO : T - 193 – 98) berdasarkan kadar air optimum yang telah didapat.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil: Abrasi = 20%, Indeks Plastisitas = 5,59, Batas Cair = 21, dan Angularitas agregat kasar = 100% dan Pengujian kekuatan atau daya dukung agregat dengan cara CBR diperoleh hasil: Lapis Pondasi Kelas A dengan nilai CBR = 147 % dan Lapis Pondasi Kelas B dengan nilai CBR = 123% dan telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010.

Karena telah teruji dapat digunakan sebagai material lapis pondasi agregat jalan raya dan memiliki nilai daya dukung atau nilai CBR yang tinggi maka pembuatan jalan di Kota Sorong khususnya pembuatan lapis pondasi agregat disarankan menggunakan material yang berasal dari Saoka.

Kata kunci : Agregat, Uji Kelayakan Agregat, Lapis Pondasi Agregat, CBR

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan jalan pada umumnya menggunakan konstruksi perkerasan lentur. Agar perkerasan jalan lentur mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai guna memikul beban yang bekerja di atasnya, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. Lapisan paling atas disebut lapisan permukaan, dan dibawahnya terdapat lapis pondasi agregat yang di letakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Salah satu fungsi dari lapis pondasi adalah menopang lapis permukaan dan beban roda kendaraan, maka lapis pondasi menerima pembebanan yang berat. Oleh karena itu material yang digunakan sebagai lapis pondasi harus kuat dan memenuhi spesifikasi yang ada.

Dengan semakin bertambahnya lalu lintas yang melewati suatu ruas jalan, maka jalan tersebut haruslah aman dan nyaman jika dilalui oleh pengguna jalan. Namun kenyataan yang sering ditemui adalah jalan sering rusak dan tidak mencapai umur rencana yang telah ditentukan. Hal ini

disebabkan oleh beberapa penyebab, salah satu diantaranya adalah pemakaian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan atau tidak layak untuk dipakai, sehingga dapat menurunkan daya dukung dari jalan tersebut. Daya dukung perkerasan pada jalan sebagian besar ditentukan oleh karakteristik agregat yang digunakan. Sehingga pemilihan sifat agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan.

Di kota Sorong khususnya daerah Saoka tersedia banyak bahan agregat batuan. Dilihat dari segi ekonomi dan ketersediaan agregat yang banyak maka penulis akan melakukan pengujian di laboratorium tentang kelayakan agregat yang ada di Saoka sebagai material lapis pondasi agregat dengan berdasarkan pada spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 .

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka akan diadakan pengkajian di laboratorium dengan mengangkat judul sebagai berikut : Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Material Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya.

Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berdasarkan kajian laboratorium.
2. Acuan yang akan digunakan adalah batasan kriteria yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 dan AASHTO.

Tujuan Penelitian.

Tujuan penelitian ini untuk :

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan tingkat kelayakan material sebagai material yang memberikan daya dukung yang tinggi sesuai dengan standar Bina Marga jika dimanfaatkan sebagai material lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Manfaat Penelitian

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan material di kota Sorong sebagai bahan baku lapis pondasi agregat yang mudah didapat serta ekonomis.
2. Memberikan pertimbangan terhadap pemanfaatan material dari Saoka sebagai material lapis pondasi agregat bagi pemerintah daerah ataupun instansi terkait sebagai pengguna material tersebut.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah melalui *research* di laboratorium perkerasan jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai batasan-batasan fisik agregat dan daya dukung material sebagai bahan lapis pondasi. Dengan langkah-langkah/tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel material dari lokasi sumber
2. Pemeriksaan Abrasi agregat kasar, Indeks Plastis agregat halus dan angularitas agregat kasar
3. Pemeriksaan gradasi
4. Blending agregat
5. Melakukan pemadatan untuk mencari kadar air optimum dan dry density untuk setiap jenis material
6. Pemeriksaan nilai CBR

7. Menganalisa nilai CBR dan evaluasi kelayakan hasil, terutama daya dukung CBR dari material.

LANDASAN TEORI

Lokasi Pengambilan Agregat

Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan bahan material yang berasal dari pabrik pemecah batu yang berada di salah satu wilayah di Sorong barat lebih tepatnya di daerah saoka. Alasan memilih agregat dari daerah ini karena secara umum area ini memiliki deposit cukup besar untuk penambangan batu sebagai salah satu bahan untuk lapis pondasi. 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.

Agregat

Agregat adalah material batuan yang didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (solid). Menurut Silvia Sukirman, (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen. Berdasarkan asal pembentukannya agregat diklasifikasikan kedalam batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Sedangkan berdasarkan proses pengolahannya agregat digolongkan menjadi:

- a) Agregat Alam
Agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Bentuk partikel dari agregat alam ditentukan proses pembentukannya.
- b) Agregat melalui proses pengolahan
Digunung-gunung atau dibukit-bukit, dan sungai-sungai sering ditemui agregat yang masih berbentuk batu gunung, dan ukuran yang besar-besar sehingga diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu melalui mesin pemecah batu sebelum dapat digunakan sebagai agregat konstruksi jalan.
- c) Agregat Buatan
Agregat yang merupakan mineral *filler*/pengisi (partikel dengan ukuran < 0,075 mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen atau mesin pemecah batu.

Agregat juga dapat di klasifikasikan dalam beberapa bentuk, seperti :

- a). Agregat Ringan, adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 kg/m³ atau kurang.
- b). Agregat kasar, yakni yang tertahan saringan no.4 atau berukuran > 4,75mm menurut ASTM atau > 2mm menurut AASHTO.
- c). Agregat Halus, yakni yang lolos saringan no.4 atau berukuran < 4,75mm menurut ASTM atau < 2mm dan > 0,075mm menurut AASHTO.
- d). Bahan pengisi atau filler, termasuk agregat halus yang sebagian besar lolos saringan no.200.

Agregat merupakan komponen utama dari konstruksi perkerasan jalan yang berfungsi sebagai kerangka atau tulangan yang memikul beban yakni beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Jumlah agregat dalam suatu campuran lapis perkerasan jalan adalah berkisar 90% dari total berat campuran atau sebesar 75-85% dari total volume campuran (Shen et. al, 2004). Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Ada dua tugas pokok yang harus dipenuhi oleh suatu campuran perkerasan jalan yaitu (Puslitbang Prasarana transportasi, 2002) :

1. Kemampuan memikul beban (struktural):
 - a. Tahan terhadap perubahan akibat pembebanan
 - b. Tahan terhadap gesekan
 - c. Mendistribusikan beban kepada lapisan di bawahnya
2. Kemampuan terhadap keausan (non struktural)
 - a. Karena adanya beban lalu-lintas
 - b. Karena adanya pelapukan
 - c. Karena adanya erosi

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

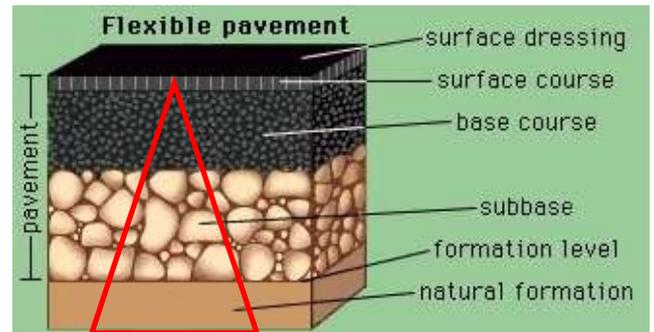
Jenis Dan Fungsi Lapisan Perkerasan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan 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 (*sub grade*)



Gambar 1.

Susunan lapisan perkerasan dan penyebaran beban roda pada lapis perkerasan

Lapisan Permukaan (*surface course*)

Adalah lapisan yang terletak paling atas disebut lapisan permukaan dan berfungsi sebagai :

- a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilisasi tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap kelapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan tersebut
- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapis yang menyebarkan beban kelapisan bawah , sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas tinggi dan daya tahan yang lama.

Lapis Pondasi Agregat 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-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 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). Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilisasi tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas.

Lapis Pondasi Agregat 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) $\leq 12\%$ (berdasarkan spesifikasi Bina Marga tahun 2010).
2. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan diatasnya.
3. Mengurangi tebal lapisan diatas yang lebih mahal.
4. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul dipondasi.
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 kelapisan pondasi atas.

Perkerasan bawah yang lazim digunakan di Indonesia ialah :

1. Batu belah dari balast pasir (konstruksi sistem *telford*)
2. Dengan sirtu atau tanah sirtu (*pit-run gravel*)
Subbase dari sirtu

Tujuan pemasangan lapis pondasi bawah adalah untuk mendapatkan perkerasan yang relatif 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.

Lapis Pondasi Agregat 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.

Tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah merupakan tempat dimana konstruksi perkerasan itu diletakkan. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan dan distabilisasi. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lain-lain. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan volume yang kecil jika terjadi perubahan kadar air dan mempunyai daya dukung yang lebih besar jika dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah.

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh California Division of Highways pada tahun 1928. Orang yang banyak mempopulerkan ini adalah O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0.1"/0.2". harga CBR dinyatakan dalam persen.

Persyaratan Utama Lapis Pondasi Agregat Kelas A, B, DAN S

Prosedur pemeriksaan yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti manual pemeriksaan badan jalan yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 2). Pemeriksaan sifat fisik agregat meliputi gradasi (analisis saringan), berat jenis, penyerapan, abrasi dan atterberg limit. Adapun spesifikasi Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 2) sebagai berikut :

Tabel
Gradasi Lapis Pondasi Agregat

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	
1"	25,0	79 – 85	70 – 85	89 - 100
3/8"	9,5	44 – 58	30 – 65	55 - 90
No. 4	4,75	29 – 44	25 – 55	40 - 75
No. 10	2,0	17 – 30	15 – 40	26 - 59
No. 40	0,425	7 – 17	8 – 20	12 - 33
No. 200	0,075	2 – 8	2 – 8	4 - 22

Tabel
Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat – Sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas S
Abrasi dari Agregat (SNI 2417:2008)	0 – 40 %	0 – 40 %	0 - 40 %
Indek Plastisitas (SNI 1966:2008)	0 – 6	0 – 10	4 – 15
Hasil kali Indek Plastisitas dng. % Lolos Ayakan No.200	Maks. 25	-	-
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 – 25	0 – 35	0 – 35
Bagian Yang Lunak (SNI 03-4141-1996)	0 – 5 %	0 – 5 %	0 - 5 %
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90 %	Min. 60 %	min.50 %
Kekerasan (Toughness ASTM D3)	Min 6	Min6	Min 6
Kehilangan berat dengan percobaan sodium sulfat (AASHTO-T104)	Max 10%	Max 10%	Max 10%
Kehilangan berat dengan percobaan magnesium sulfat soundness test (AASHTO-T104)	Max 12%	Max 12%	Max12%
Partikel-partikel tipis, memanjang prosentase berat (partikel lebih besar dari 1" dengan ketebalan kurang dari 1/5 panjang	Max 5 %	Max 5%	Max 5%
Bagian batu yang lunak (ASTM-C235)	Max 5%	Max 5%	Max 5%
Gumpalan - gumpalan lempung (AASHTO-T12)	Max 0,25 %	Max 0,25%	Max 0,25%

METODOLOGI PENELITIAN

Proses Pelaksanaan

Sebagaimana yang telah diuraikan dalam Bab I, Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan material yang berasal dari Saoka Sorong barat. Bahan atau material yang dipakai dalam penelitian ini berupa sirtu yang berasal dari Saoka. 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: gradasi, angularitas agregat kasar,

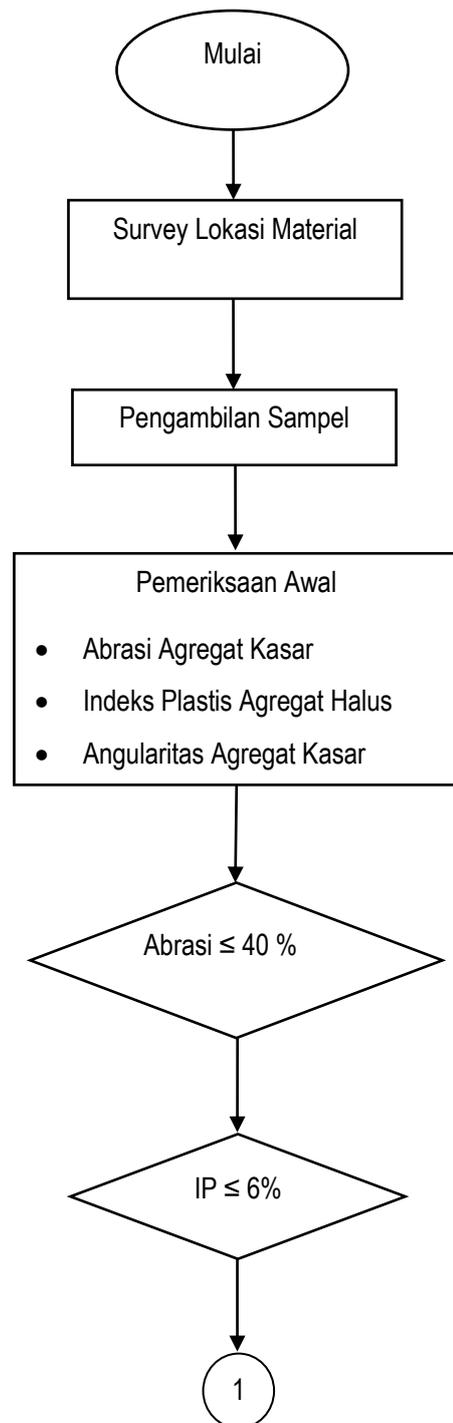
abrasi, pengujian batas-batas atterberg, pemadatan, dan CBR dengan berdasarkan pada spesifikasi umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010.

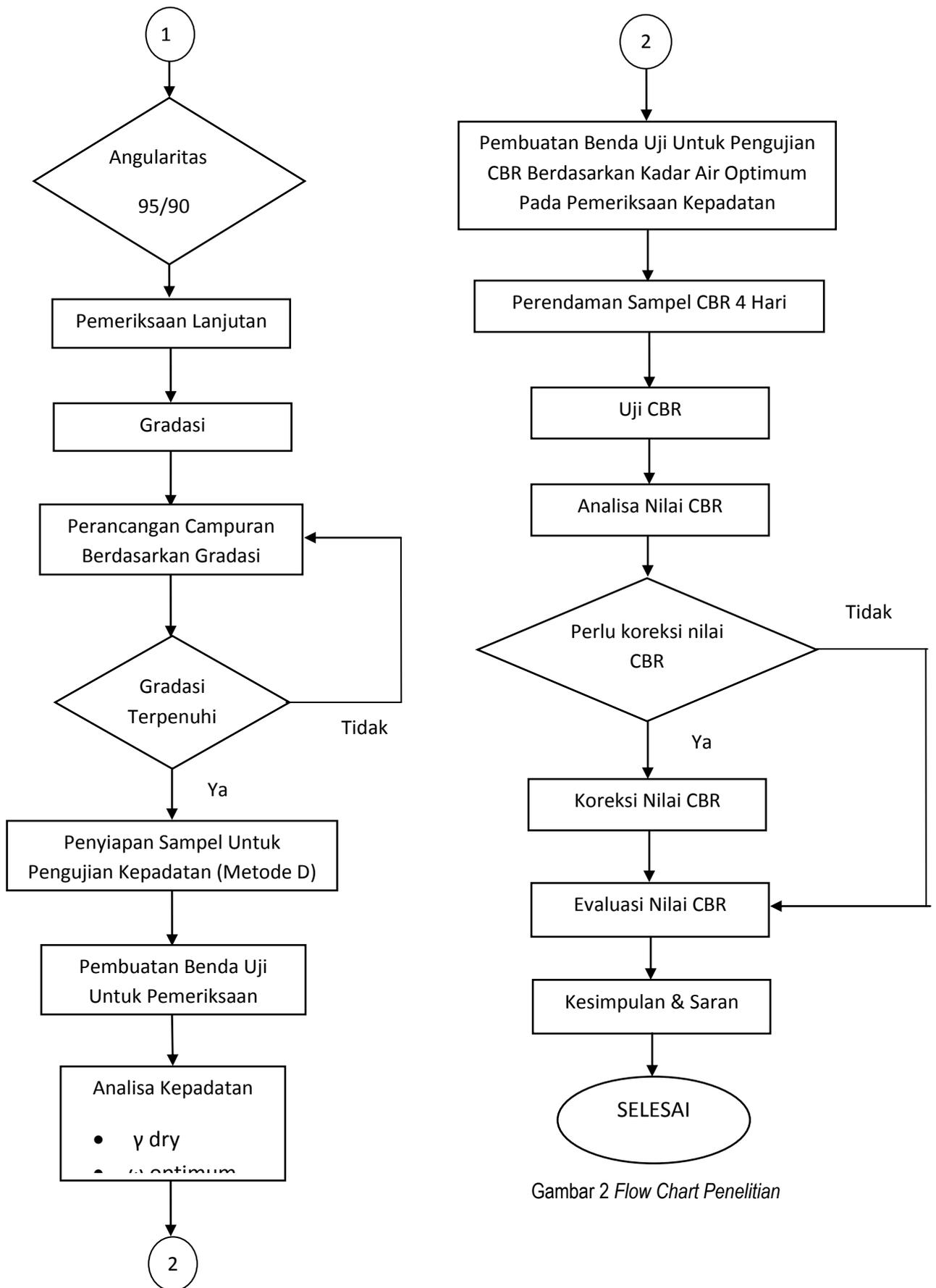
Penelitian ini dimulai dengan memilih material agregat, dalam hal ini menggunakan material dari Saoka. Material ini dipilih karena memiliki deposit material yang banyak. Material berupa sirtu yang diambil dari hasil *secondary stone crusher*. Setelah pengambilan material kemudian material dilakukan pemeriksaan awal yang berupa: pemeriksaan abrasi, pemeriksaan batas-batas *atterberg*, pemeriksaan angularitas, pemeriksaan berat jenis dan gradasi agregat. Setelah semua pemeriksaan dilakukan maka akan dibuat komposisi agregat terbaik.

Komposisi agregat terbaik yang telah didapat kemudian dibuat 5 sample untuk melakukan pemadatan. Pemadatan dilakukan dengan cara *D method*, semua material yang tertahan pada saringan $\frac{3}{4}$ " (19 mm) di ganti dengan material yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ " (19 mm) tertahan saringan #4 (4,760 mm) . Kemudian dicampur dengan air dan dicoba-coba untuk mencari kadar air optimum.

Setelah mendapatkan kadar air optimum maka material sudah siap untuk dilakukan percobaan *CBR (California Bearing Ratio)*. Dalam penelitian ini dipakai cara *CBR* rendam. Sebelum dites material dilakukan perendaman selama 4 hari, setelah itu sample dapat dites. Dari hasil tes akan keluar nilai *CBR* dan akan dianalisa dan dijadikan acuan untuk kelayakan dan penentuan kelas dari agregat yang telah diteliti.

Untuk menjabarkan metode ini, maka akan disajikan dalam bentuk *flow chart* seperti disamping ini :





Gambar 2 Flow Chart Penelitian

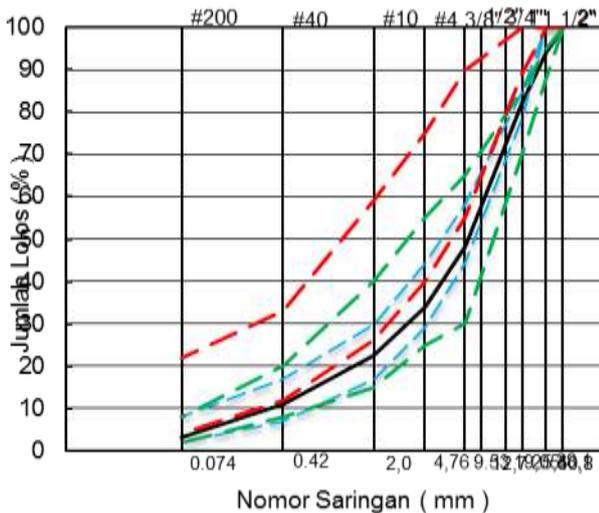
HASIL DAN PEMBAHASAN
ANALISA SIFAT FISIS
Analisa Saringan

Dari pengujian analisa saringan terhadap agregat maka diperoleh hasil analisa seperti pada tabel-tabel berikut:

Berat Awal : A = 5002,3 (gr)
 B = 3984,3 (gr)

Tabel Analisa Saringan

Ukuran Saringan	Sampel A				Sampel B				Rata-Rata (%)	Spesifikasi Umum Bina Warga								
	Berat Tertahan (g)	Berat Tertahan (%)	Berat Lolos (g)	Berat Lolos (%)	Berat Tertahan (g)	Berat Tertahan (%)	Berat Lolos (g)	Berat Lolos (%)		Kelas A		Kelas B		Kelas C				
										Bawah	Aatas	Bawah	Aatas	Bawah	Aatas			
ASTM (mm)																		
2"	50,0	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 1/2"	30,0	504,2	504,05	6,300	94,30	479,3	479,35	5,700	94,300	94,15	100	100	98	95	100	100	100	100
1"	25,0	3008,2	1512,37	19,300	82,30	3009,2	1489,50	17,700	82,300	82,15	79	85	70	66	89	89	100	100
3/8"	9,5	3833,0	4345,25	51,72	49,20	2866,0	4354,45	51,70	49,200	48,25	44	58	30	66	55	90	90	90
No.4	4,75	1202,3	5547,51	66,83	33,57	1135,6	5545,12	66,85	34,05	34,00	29	44	25	66	40,0	75	75	75
No.10	2,0	967,0	6514,52	77,54	22,45	980,4	6506,51	77,37	22,63	22,60	17	30	15	40	26	59	59	59
No.40	0,42	988,7	7482,22	89,87	10,13	989,0	7495,40	89,13	10,87	10,90	7	17	8	20	12	33	33	33
No.200	0,075	668,8	7151,98	97,83	2,17	665,2	7160,66	97,84	2,16	2,17	2	8	2	8	4	22	22	22
4#200	pas	349,5	3481,50	100,00	0,00	348,9	3489,50	100,00	0,00	0,00								
		8401,5				8409,6												



Gambar 3. Grafik Gradasi Rata-rata dengan spesifikasi Umum 2010

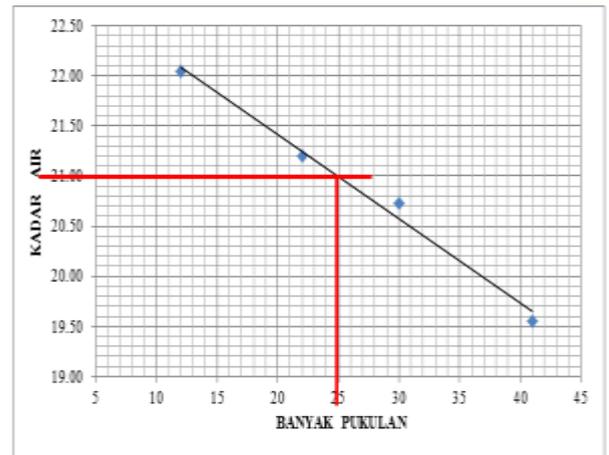
Dari hasil grafik diatas dapat dilihat bahwa analisa saringan dari agregat sebagian besar memenuhi syarat gradasi sebagai lapis pondasi kelas A (yang ditunjukkan oleh garis biru) dan lapis pondasi kelas B (yang ditunjukkan oleh garis hijau).

Analisa Batas-Batas Atterberg

Pengujian batas-batas Atterberg yang dilakukan terhadap tanah berbutir halus yang lewat saringan 0,42 mm (No.40) maka diperoleh hasil analisa data seperti pada tabel berikut :

Tabel
 Analisa batas-batas Atterberg

BANYAK PUKULAN	LIQUID LIMIT								PLASTIC LIMIT	
	12	22	30	40	50	60	70	80	90	100
NOYOR CAJAN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
BERAT CAJAN (gr)	3,95	3,38	3,55	3,86	4,00	3,92	2,13	2,12	2,30	3,82
B.CAJAN+B.TANAH BASAH (gr)	14,40	17,26	15,37	14,92	15,52	13,54	11,90	10,62	4,39	5,51
B.CAJAN+B.TANAH KERING (gr)	12,50	14,75	13,30	12,90	13,54	11,89	10,29	9,24	4,09	5,28
BERAT AIR (gr)	1,90	2,51	2,07	2,02	1,98	1,65	1,61	1,38	0,30	0,23
BEWATTANAH KERING (gr)	8,69	11,37	9,75	9,54	9,54	7,97	8,16	7,12	1,99	1,46
KADAR AIR (%)	22,02	22,08	21,23	21,17	20,75	20,70	19,79	19,38	15,00	15,79
RATA-RATA KADAR AIR (%)	22,05	21,20	20,73	19,56	15,41					



Gambar 4. Grafik Batas Cair (Liquid Limit)

Dari hasil analisa di atas maka didapatkan nilai LL(Liquid Limit) = 21, Nilai PL(Plastic Limit) = 15,41. Maka nilai PI (Plastic Indeks) = 21-15,41 = 5,59

Analisa Ketahanan Agregat

Pengujian ketahanan agregat hanya dilakukan untuk batu pecah, yang meliputi pengujian terhadap *abration test*, dan hasil analisisnya dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel
 Analisa Pemeriksaan Keausan agregat (Abration test)

GRADASI PEMERIKSAAN		FRAKSI A (10 - 40 mm)	
SARINGAN (Inch)		BERAT SAMPLE A	BERAT SAMPLE B
LOLOS	TERTAHAN		
1 1/2"	1"	1250,8	1250
1"	3/4"	1250,4	1250,4
3/4"	1/2"	1250,8	1250,8
1/2"	3/8"	1250,3	1250,3
JUMLAH BERAT		5002,3	5001,5
BERAT TERTAHAN #12		3984,3	3984,5

Sample A : a = 5002,3 gr
 b = 3984,3 gr

$$a-b = 1018 \text{ gr}$$

Sample B : a = 5001,5 gr
b = 3984,5 gr
a-b = 1017 gr

$$\text{Keausan sample A} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% = 20.351 \%$$

$$\text{Keausan sample B} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% = 20.334 \%$$

$$\text{Keausan rata-rata} = \frac{\text{Keausan sample A} + \text{Keausan sample B}}{2} = 20.3425 \%$$

Angularitas Agregat kasar

Percobaan ini hanya dilakukan terhadap agregat kasar atau agregat yang tertahan saringan No.4 (4,76 mm) dan hasil analisisnya dapat dilihat pada table berikut:

Tabel
Angularitas

No	Uraian	Pengujian	
		Satu Bidang pecah atau lebih	Dua Bidang Pecah Atau Lebih
1	Berat Contoh Sebelum Uji (B)	5547.1	5547.1
2	Berat contoh Setelah uji (A)	5547.1	5547.1
3	Nilai Angularitas = (A/B)*100%	100%	100%
Angularitas Rata-rata		100%	

Kelayakan Material Berdasarkan Sifat-Sifat Fisis Agregat

Berdasarkan analisa masing-masing pengujian bahan terhadap agregat kasar maupun agregat halus maka berikut ini adalah kumpulan hasil analisa agregat berdasarkan sifat-sifat fisis terhadap Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010.

Tabel
Hasil analisa agregat terhadap spesifikasi

No.	Sifat-Sifat	Spesifikasi			Hasil analisa
		Kelas A	Kelas B	Kelas S	
1.	Abrasi dari Agregat (SNI 2417:2008)	0 - 40%	0 - 40%	0 - 40%	20.3425 %
2.	Indek Plastisitas (SNI 1996:2008)	0 - 6	0 - 10	4 - 15	5,59
3.	Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 - 25	0 - 35	0 - 35	21
4.	Angularitas agregat kasar (SNI 03-6877-2002)	95/90	95/90	95/90	100

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa agregat yang telah diuji dapat memenuhi standar untuk dapat digunakan sebagai material lapis pondasi agregat. Dan untuk sementara dapat juga disimpulkan material masuk dalam spesifikasi kelas A, namun akan dilakukan pemeriksaan lanjutan yaitu pematatan dan CBR agar dari nilai CBR dapat dilihat dengan jelas material tersebut termasuk dalam kelas apa dan memiliki nilai CBR berapa.

LAPIS PONDASI AGREGAT KELAS "B"

Penggabungan Agregat

Untuk lapis pondasi bawah kelas "B" penggabungan agregat tidak perlu dilakukan karena analisa saringan dari sirtu telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel
Gradasi Lapis Pondasi Agregat Kelas "B"

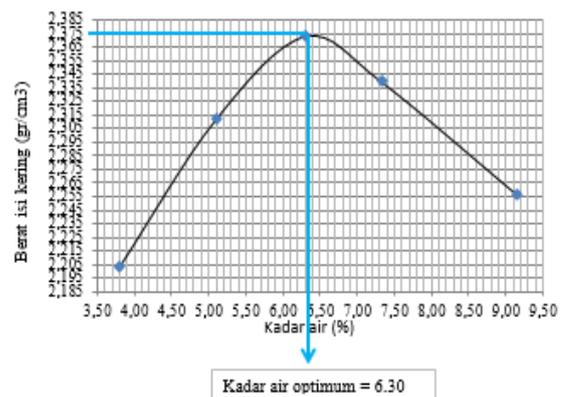
Saringan	2"	1 1/2"	1"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
Spesifikasi	100	88-95	70-85	30-65	25-55	15-40	8-20	2-8
Sirtu	100	94.15	82.15	48.25	34.01	22.55	10.90	2.96

Pengujian Pematatan

Diameter cetakan = 6 Inch = 15.24 Cm
Tinggi Cetakan = 4.584 Inch = 11.6436 Cm
Isi Cetakan (cm³) = 3123.92 Cm³

Tabel 4.7. Pematatan Agregat Lapis Pondasi Agregat Kelas "B"

		19696.11	19999.58	20196.20	20213.7	20090.80
Massa tanah basah + cetakan (gr)		14837.8	14837.8	14837.8	14837.8	14837.8
Massa cetakan (gr)		4858.31	5161.78	5358.40	5375.90	5253.00
Massa tanah basah (gr)		2123.92	2123.92	2123.92	2123.92	2123.92
Isi cetakan (cm ³)		2.287	2.430	2.523	2.531	2.473
Kepadatan basah, p (gr/cm ³)		2.204	2.312	2.373	2.358	2.366
Kepadatan kering, pd (gr/cm ³)						
Kadar Air						
No. Cawan		1	2	3	4	5
Massa tanah basah + cawan (gr)		712.90	732.90	742.90	1090.5	752.50
Massa tanah kering + cawan (gr)		694.35	707.60	711.40	1032	706.90
Massa air (gr)		18.35	25.30	31.50	58.50	45.60
Massa cawan (gr)		211.60	211.60	211.60	234.3	208.10
massa tanah kering (gr)		482.95	496.00	499.80	797.50	498.80
Kadar air (%)		3.80	5.10	6.30	7.34	9.14



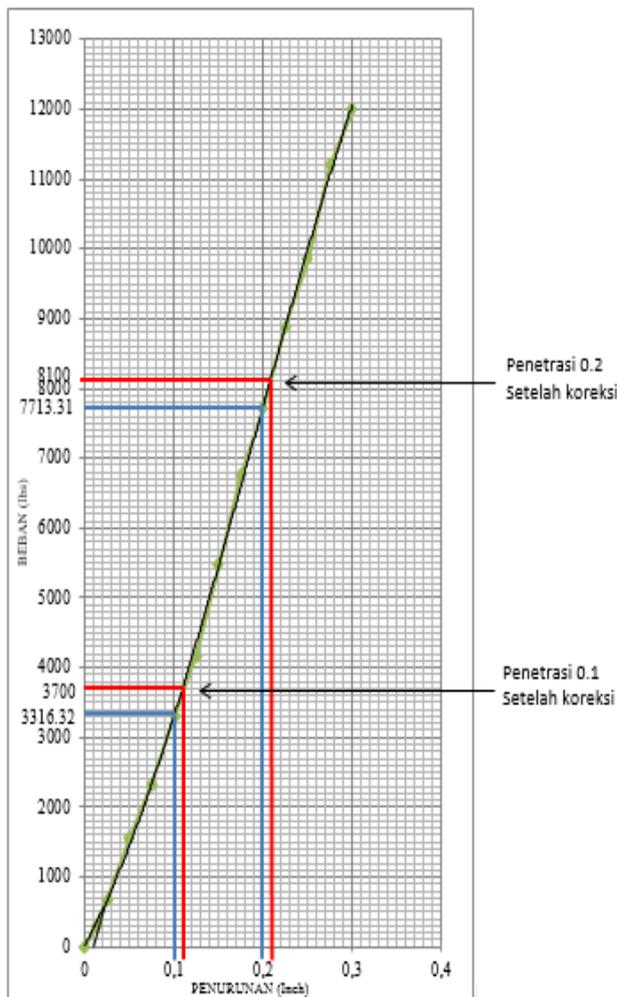
Gambar 5. Grafik Pematatan Lapis Pondasi Agregat Kelas "B"

Dari hasil pematatan diperoleh berat isi kering maksimum ($\gamma_d \text{ max}$) = 2,373 (gr/cm³) dan kadar air optimum (ω) = 6,30 %

Pengujian CBR

Sebelum melaksanakan pengujian CBR di laboratorium maka benda uji terlebih dahulu harus dibuat dalam kondisi kadar air yang optimum.

Pengujian CBR akan dilaksanakan CBR Soaked (direndam). Hasil tes CBR dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik CBR kelas "B"

Dari grafik di atas dapat diperoleh nilai CBR :

$$0,1" = \frac{3700}{3 \times 1000} \times 100 \% = 123,33 \%$$

$$0,2" = \frac{8100}{3 \times 1500} \times 100 \% = 180 \%$$

Diperoleh nilai CBR 110,544 %. Karena nilai CBR maksimum 100%, maka nilai CBR yang diperoleh dianggap 100%.

LAPIS PONDASI AGREGAT KELAS "A"

Penggabungan Agregat

Penggabungan agregat dimaksudkan untuk menggabungkan beberapa macam ukuran dari material yang akan dipakai supaya dapat memenuhi spesifikasi gradasi yang dianjurkan. Dalam penggabungan agregat ini dipakai cara grafis dan hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel
Penggabungan Agregat Lapis Pondasi Agregat Kelas "A"

Saringan	2"	1 1/2"	1"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
Spesifikasi	100	100	79-85	44-58	29-44	17-30	7-17	2-8
Spek ideal	100	100	82	51	36,5	23,5	12	5
Hasil penggabungan gradasi kelas "A"	100	100	82,51	47,38	35,56	23,21	11,60	3,13

Dari hasil penggabungan agregat pecah dan sirtu seperti di atas, sehingga memenuhi spesifikasi gradasi sebagai Lapis Pondasi Agregat Kelas "A".

Pengujian Pemadatan

Setelah didapatkan gradasi yang memenuhi spesifikasi maka akan dilakukan percobaan pemadatan, dan hasil analisisnya dapat di lihat pada tabel berikut:

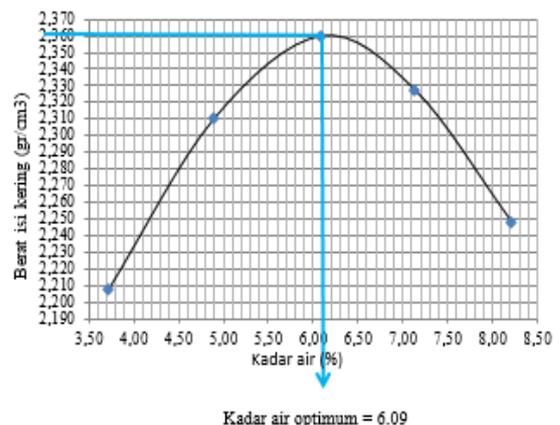
Diameter cetakan	= 6	Inch	=	15,24	Cm
Tinggi Cetakan	= 4,584	Inch	=	11,64336	Cm
Isi Cetakan (cm ³)	= 2123,92	cm ³			

Tabel 4.9 Pemadatan Agregat Lapis Pondasi Agregat Kelas "A"

Massa tanah basah + cetakan	(gr)	19725,52	20816,36	20180,90	20158,80	20090,30
Massa cetakan	(gr)	14803,1	14803,1	14803,1	14803,1	14803,1
Massa tanah basah	(gr)	4862,42	5147,29	5317,89	5295,79	5167,29
Isi cetakan	(cm ³)	2123,92	2123,92	2123,92	2123,92	2123,92
Kepadatan basah, p	(gr/cm ³)	2,289	2,423	2,504	2,493	2,433
Kepadatan kering, pd	(gr/cm ³)	2,207	2,310	2,360	2,337	2,348

Kadar Air:

No. Cawan					
Massa tanah basah + cawan	(gr)	1100,70	1100,70	878,90	835,60
Massa tanah kering + cawan	(gr)	1070,60	1061,50	842,90	793,50
Massa air	(gr)	30,10	39,20	36,00	42,10
Massa cawan	(gr)	200,00	200,00	252,00	203,00
Massa tanah kering	(gr)	810,00	809,90	586,90	590,50
Kadar air	(%)	3,72	4,89	6,35	7,13



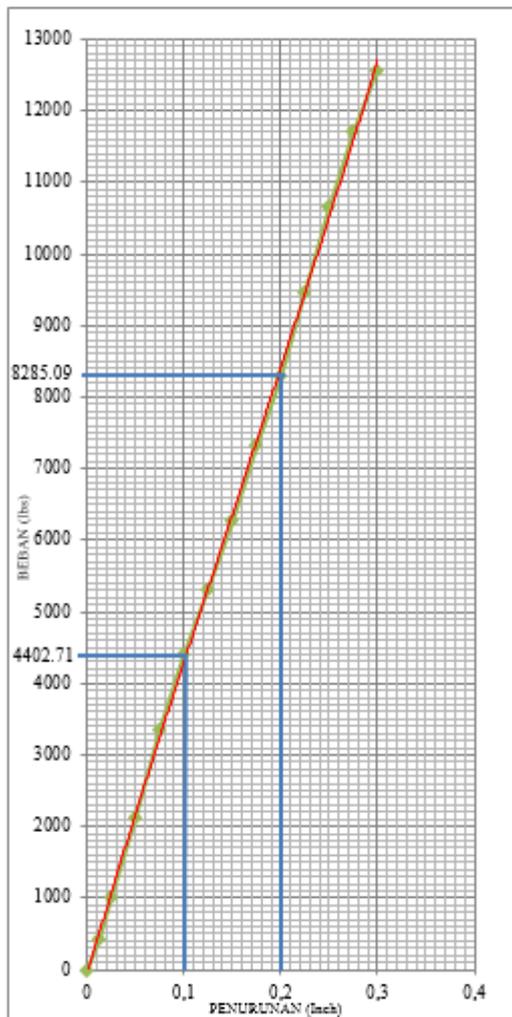
Gambar 7. Grafik Pemadatan Lapis Pondasi Agregat Kelas "A"

Dari hasil pemadatan diperoleh berat isi kering maksimum ($\gamma_d \text{ max}$) = 2,360 (gr/cm³) dan kadar air optimum (ω) = 6,09 %

Pengujian CBR

Sebelum melaksanakan pengujian CBR di laboratorium maka benda uji terlebih dahulu harus dibuat dalam kondisi kadar air yang optimum.

Pengujian CBR akan dilaksanakan CBR Soaked (direndam). Hasil tes CBR dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik CBR

Dari grafik di atas dapat diperoleh nilai CBR :

$$0,1" = \frac{4402,706}{3 \times 1000} \times 100 \% = 146,756 \%$$

$$0,2" = \frac{8285,092}{3 \times 1500} \times 100 \% = 184,113 \%$$

Diperoleh nilai CBR 146,756 %. Karena nilai CBR maksimum 100%, maka nilai CBR yang diperoleh dianggap 100%.

KUMPULAN HASIL PEMADATAN DAN CBR

Dari semua pengujian pemadatan dan pengujian kekuatan bahan dengan cara CBR baik untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas "B" dan Kelas "A" maka hasilnya dapat dilihat seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel
Hasil analisa pemadatan dan CBR terhadap spesifikasi

KET	PEMADATAN		CBR (%)	SPESIFIKASI
	Berat isi kering (yd max) gr/cm ³	Kadar air optimum (w) %		
Kelas "A"	2,360	6,09	147	min.90 %
KELAS "B"	2,373	6,30	123	min.60 %

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian agregat di laboratorium dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari semua pengujian sifat-sifat fisis agregat yang berasal dari saoka diperoleh hasil: Abrasi = 20%, Indeks Plastisitas = 5,59, Batas Cair = 21, dan Angularitas agregat kasar = 100% dan telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010.
2. Pengujian kekuatan atau daya dukung agregat dengan cara CBR diperoleh hasil: Lapis Pondasi Kelas A dengan nilai CBR = 147 % dan Lapis Pondasi Kelas B dengan nilai CBR = 123% dan telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010.

Saran

1. Karena telah teruji dapat digunakan sebagai material lapis pondasi agregat jalan raya dan memiliki nilai daya dukung atau nilai CBR yang tinggi maka pembuatan jalan di Kota Sorong khususnya pembuatan lapis pondasi agregat disarankan menggunakan material yang berasal dari Saoka.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang mengkaji tentang material dari Saoka Sorong Barat untuk digunakan sebagai material/bahan lapis permukaan (surface) jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga. Edisi ke-dua. Jakarta
- Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Erlangga.
Edisi Ke-empat, Jilid 1
- Ciarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Erlangga.
Edisi Ke-empat, Jilid 2
- Dr. Ir. L. D. Wesley. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Kaseke H. Oscar. *Praktikum Perkerasan Jalan, Bahan Ajar Mata Kuliah*. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Sukirman, Silvia. 1991. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit ANOVA. Bandung.
- *Buku Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Bina Marga. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, No. 01/PD/BM/1983
- 2007. *MODUL Training Of Trainer (TOT)*. BALITBANG-PU dengan DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
- 2012. *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 2012*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga