

**ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH KAPUR TERHADAP
KARAKTERISTIK RAP (*RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT*)**

Tugas Akhir

Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta



Disusun Oleh :

WEDYORINI WINDI ASTUTI

NIM : D 100 100 048

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH KAPUR TERHADAP KARAKTERISTIK RAP (*RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT*)

Tugas Akhir

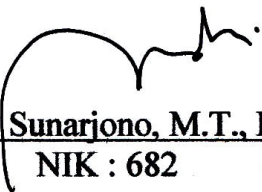
diajukan dan dipertahankan pada ujian pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 4 Juni 2015

diajukan oleh :

WEDYORINI WINDI ASTUTI
D 100 100 048

Susunan Dewan Penguji:

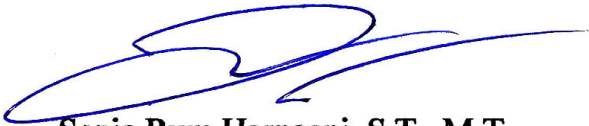
Pembimbing Utama


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK : 682

Pembimbing Pendamping

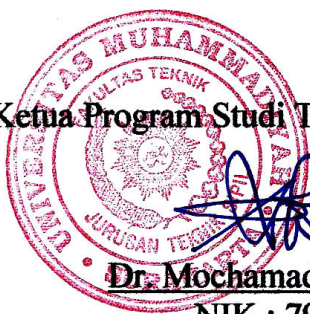

Muslich Hartadi Sutanto, S.T., M.T., Ph.D
NIK : 815

Anggota


Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T
NIK : 795


Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK : 682


Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Mochamad Solikin
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

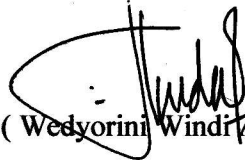
Nama : Wedyorini Windi Astuti
NIM : D 100 100 048
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Analisis Pengaruh Bahan Tambah Kapur Terhadap
Karakteristik *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)*

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

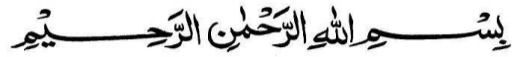
Surakarta, Juli 2015

Yang

Menyatakan,


(Wedyorini Windi Astuti)

PRAKATA



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH KAPUR TERHADAP KARAKTERISTIK RAP (RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT) “**.Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Dr. Mochamad Solikin. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Pembimbing Utama, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Muslich Hartadi Sutanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Pembimbing Pendamping, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Ibu Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T selaku Penguji yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis
- 6). Bapak Ir. Suhendro Trinugroho, M.T selaku Pembimbing Akademik dan sekaligus sebagai Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 7). Bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

- 8). Jajaran staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberi kelancaran kepada Penulis.
- 9). Bapak, Ibu, dan Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.
- 10). Teman – teman teknik sipil angkatan 2010 seperjuangan.
- 11). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Amin*.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 2015
Penyusun

MOTTO

Karena itu, ingatlah kamu kepada-Ku niscaya Aku ingat (pula) kepadamu, dan bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu mengingkari (nikmat)-Ku
(QS. Al-Baqarah : 152)

Percaya diri dan jangan menyerah, karena biasanya keberhasilan akan datang diujung keputus asa'an, berusahalah dan berdo'a, itu kunci utama.
(Wedyorini Windi Astuti)

Competition is so tiring, but we will be left behind if doesn't participate in the competition.
(Aji Ageng Yuwono)

Seorang pemenang, bukan pecundang. Seorang pemenang, bukanlah seorang yang tidak pernah gagal. Tapi pemenang adalah seorang yang tidak pernah berhenti mencoba.
(Dede Agi Kusuma)

Kebanggaan terbesar kita, bukanlah kita tidak pernah gagal. Tetapi kebanggaan terbesar kita adalah bangkit kembali saat kita jatuh.
(Rintis Perwita Sari)

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan terselesainya Tugas Akhir ini untuk :

- ❖ Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
- ❖ Keluarga kecilku, Ibuku tercinta dan Alm.Bapak terimakasih atas pengorbanan kalian dalam mendidik saya hingga sekarang dengan penuh kasih sayang dan keikhlasan. Ibu, Mas Angga dan Adhi tersayang, terimakasih pula telah mendukung, mendoakan serta memberikan perhatian demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- ❖ Terima kasih kepada Aji Ageng Yuwono beserta keluarga yang telah mendoakan serta mendukung untuk kelancaran Tugas Akhir ini.
- ❖ Rintis Perwita Sari, Dede Agi Kusumo, Imam Chelseanto, *team* penelitian ini, dan semua teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2010 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir baik dorongan semangat, bantuan dalam praktikum maupun do'a.
- ❖ Agama, Bangsa, Negara serta Almamater dan semua pihak yang telah membantu.

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
PRAKATA.....	iv
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAKSI.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

I.A. Latar Belakang.....	1
I.B. Rumusan Masalah.....	3
I.C. Tujuan Penelitian.....	3
I.D. Manfaat Penelitian.....	3
I.E. Batasan Masalah.....	3
I.F. Keaslian Penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.A. Pengertian <i>RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)</i>	6
II.B. <i>Recycling</i> (Daur Ulang).....	6
II.C. Aspal.....	7
II.D. Agregat.....	8
II.E. Macam-macam Bahan Tambah.....	9
II.F. Kerusakan Jalan di Indonesia.....	10
II.G. Penelitian Sejenisnya Sebelumnya.....	11

BAB III LANDASAN TEORI

III.A. Investigasi Karakteristik <i>RAP</i>	13
---	----

III.B. Uji Identitas <i>RAP</i>	13
III.C. Uji Fisik <i>RAP</i>	15
III.D. Uji Pemadatan	17
III.E. Uji <i>CBR</i>	18
BAB IV METODE PENELITIAN	
IV.A. Umum	20
IV.B. Lokasi Penelitian	20
IV.C. Bahan dan Material	20
IV.D. Peralatan Penelitian	20
IV.E. Bagan Alir	25
IV.F. Tahapan Penelitian	26
IV.G. Rencana Benda Uji	26
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
V.A. Sifat Dasar <i>RAP</i>	27
V.B. Pemeriksaan Kepadatan	38
V.C. Pemeriksaan <i>CBR</i> (<i>California Bearing Ratio</i>)	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
VI.A. Kesimpulan	50
VI.B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Keaslian Penelitian.....	5
Tabel II.1. Ketentuan-ketentuan Aspal Keras.....	7
Tabel III.1. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal	16
Tabel III.2. Beban Penetrasi.....	19
Tabel IV.1. Variasi Benda Uji.....	26
Tabel V.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis <i>RAP</i>	28
Tabel V.2. Hasil Analisa Saringan <i>RAP</i> Rekayasa 1.....	29
Tabel V.3. Hasil Analisa Saringan <i>RAP</i> Rekayasa 2.....	30
Tabel V.4. Hasil Analisa Saringan <i>RAP</i> Asli (max 19mm).....	32
Tabel V.5. Analisa Saringan Agregat <i>RAP</i> Rekayasa 3.....	33
Tabel V.6. Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat <i>RAP</i>	36
Tabel V.7. Hasil Pemeriksaan Titik Lembek Aspal <i>RAP</i>	37
Tabel V.8. kepadatan <i>RAP</i> Asli dan <i>RAP</i> Rekayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur.....	38
Tabel V.9. Variasai Kepadatan <i>RAP</i> dengan Bahan Tambah Kapur.....	41
Tabel V.10. Nilai <i>CBR RAP Unsoaked</i>	43
Tabel V.11. Nilai <i>CBR RAP Soaked</i>	43
Tabel V.12. Variasi <i>CBR Unsoaked</i> Dengan Bahan Tambah Kapur.....	44
Tabel V.14. Variasi <i>CBR Unsoaked</i> Dengan Bahan Tambah Kapur.....	44
Tabel. V.15. Variasi <i>CBR Unsoaked</i> Dengan Bahan Tambah Kapur.....	44
Tabel V.16. Variasi <i>CBR Soaked</i> Dengan Bahan Tambah Kapur.....	46
Tabel V.17. Variasi <i>CBR Soaked</i> Dengan Bahan Tambah Kapur.....	46
Tabel V.18. Variasi <i>CBR Soaked</i> Dengan Bahan Tambah Kapur.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1. Uji Titik Lembek Aspal.....	15
Gambar III.2. Alat <i>Los Angeles</i>	16
Gambar III.3. Bola Baja.....	16
Gambar IV.1. Mesin <i>Los Angeles</i>	21
Gambar IV.2. Mesin <i>CBR</i>	21
Gambar IV.3. <i>Rammer</i>	22
Gambar IV.4. <i>Mold</i>	22
Gambar IV.5. Saringan.....	23
Gambar IV.6. Timbangan.....	23
Gambar IV.7. Oven.....	24
Gambar IV.8. <i>Picnometer</i>	24
Gambar IV.9. Bagan Alir.....	25
Gambar V.1. Warna <i>RAP</i>	27
Gambar V.2. Grafik Analisa Saringan <i>RAP</i> Rekayasa 1.....	29
Gambar V.3. Grafik Analisa Saringan <i>RAP</i> Rekayasa 2.....	31
Gambar V.4. Grafik Analisa saringan <i>RAP</i> Asli (max 19mm).....	33
Gambar V.5. Grafik Analisa Saringan Agregat <i>RAP</i> Rekayasa 3.....	34
Gambar V.6. Grafik Penyimpangan Gradasi <i>RAP</i> Rekayasa 1dan Agregat <i>RAP</i> Rekayasa 3.....	35
Gambar V.7. Grafik Kepadatan <i>RAP</i> Asli Tanpa Bahan Tambah Kapur.....	39
Gambar V.8. Grafik Kepadatan <i>RAP</i> Tanpa Rekayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur.....	39
Gambar V.9. Grafik Kepadatan <i>RAP</i> Rekayasa Dengan Metode <i>Modified</i> <i>Proctor</i>	40
Gambar V.10. Grafik Variasi Kepadatan <i>RAP</i> Asli (4,75mm)+Kapur.....	42
Gambar V.11. Grafik <i>CBR Unsoaked</i> 10 Pukulan.....	45
Gambar V.12. Grafik <i>CBR Unsoaked</i> 35 Pukulan.....	45
Gambar V.13. Grafik <i>CBR Unsoaked</i> 65 Pukulan.....	46

Gambar V.14. Grafik <i>CBR Soaked</i> 10 Pukulan.....	47
Gambar V.15. Grafik Variasi <i>CBR Soaked</i> 35 Pukulan.....	48
Gambar V.16. Grafik <i>CBR Soaked</i> 65 Pukulan.....	48
Gambar V.17. Grafik Variasi <i>CBR Unsoaked</i> 65 Pukulan.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Hasil Pemeriksaan *RAP*

- I.1. Analisa Saringan *RAP* Rekayasa 1
- I.2. Analisa Saringan *RAP* Rekayasa 2
- I.3. Analisa Saringan *RAP* Rekayasa 3
- I.4. Analisa Saringan *RAP* Asli
- I.5. Berat Jenis *RAP* Halus
- I.6. Berat Jenis *RAP* Kasar
- I.7. Berat Jenis *RAP* Kasar

Lampiran II. Hasil Pemeriksaan Aspal *RAP*

- II.1. Titik Lembek Aspal *RAP*
- II.2. Titik Lembek Aspal *RAP*+Kapur 1,5%
- II.3. Kadar Aspal *RAP*
- II.4. Berat Jenis Aspal *RAP*

Lampiran III. Hasil Pemeriksaan Agregat *RAP*

- III.1. *Sand Equivalent*
- III.2. Abrasi

Lampiran IV. Hasil Pemeriksaan Pemadatan *RAP*

- IV.1. Pemadatan *RAP* + Kapur 0 %
- IV.2. Pemadatan *RAP* + Kapur 1,5 %
- IV.3. Pemadatan *RAP* + Kapur 3 %
- IV.4. Pemadatan *RAP* + Kapur 4,5 %
- IV.5. Pemadatan *RAP* Rekayasa + Kapur 0 %
- IV.6. Pemadatan *RAP* Rekayasa + Kapur 0 %
- IV.7. Pemadatan *RAP* Asli + Kapur) %

Lampiran V. Hasil Pemeriksaan *CBR Soaked RAP*

- V.1. *CBR Soaked RAP* + Kapur 0 %
- V.2. *CBR Soaked RAP* + Kapur 1,5 %
- V.3. *CBR Soaked RAP* + Kapur 3 %
- V.4. *CBR Soaked RAP* + Kapur 4,5 %

V.5. *CBR Soaked RAP* Asli + Kapur 0 %

Lampiran VI. Hasil Pemeriksaan *CBR Unsoaked RAP*

VI.1. *CBR Unsoaked RAP* + Kapur 0 %

VI.2. *CBR Unsoaked RAP* + Kapur 1,5 %

VI.3. *CBR Unsoaked RAP* + Kapur 3 %

VI.4. *CBR Unsoaked RAP* + Kapur 4,5 %

VI.5. *CBR Unsoaked RAP* Asli + Kapur 0 %

ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH KAPUR TERHADAP KARAKTERISTIK *RAP (RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT)*

ABSTRAKSI

WEDYORINI WINDI ASTUTI

(D 100 100 048)

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Propertis campuran beraspal menggunakan bahan *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)* yang dimasak secara dingin belum kompetitif bila dibanding dengan propertis campuran beraspal *hot mix*. Bahan kapur biasanya digunakan sebagai bahan tambah campuran *RAP* untuk meningkatkan nilai daya dukungnya. Ada kebutuhan pengetahuan untuk menjawab penyebab rendahnya propertis campuran *RAP*, dan mekanisme kerja bahan tambah kapur dalam memperbaiki kinerja campuran *RAP*. Paper ini melaporkan hasil penyelidikan laboratorium untuk memenuhi kebutuhan pengetahuan tersebut. Tujuan penyelidikan adalah analisis pengaruh komponen *RAP* dan bahan tambah kapur terhadap daya dukung campuran *RAP*.

Metode penelitian menggunakan uji laboratorium terhadap sifat dasar *RAP* dan komponennya, hubungan sifat dasar bahan dengan daya dukung campuran *RAP*, pengaruh bahan tambah kapur terhadap daya dukung campuran *RAP*. Dengan prosentase kapur 0%, 1,5%, 3% dan 4,5%. Pada penelitian ini jenis pengujian yang dilakukan adalah uji identitas, abrasi, gradasi, ekstraksi, kepadatan, dan *California Bearing Ratio (CBR)*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Teknik Sipil UMS.

Hasil penyelidikan dapat dijelaskan sebagai berikut ini. Nilai abrasi agregat *RAP* sebesar 25,25%. Kadar aspal *RAP* berdasar uji ekstraksi sebesar 4,16%. Hasil uji kepadatan dan *CBR RAP* adalah nilai kepadatan maksimum 1,664 gr/cm³ pada kadar air optimum 2,83%, dan nilai *soaked CBR* 20%. Pengaruh penambahan kapur dapat meningkatkan nilai kepadatan maksimum, kadar air optimum, dan *CBR* yang lebih tinggi. Penambahan kapur hingga 4,5% mampu meningkatkan nilai kepadatan maksimum hingga 1,766 gr/cm³, kadar air optimum 3,85%, dan *soaked CBR* 42% (nilai *unsoaked CBR* hanya 29%). Nilai kepadatan *RAP* asli sebesar 1,972 gr/cm³ dengan kadar air optimum 5,5% dengan nilai *CBR Soaked* sebesar 50,67%. Pada penelitian ini ditemukan bahwa rekayasa gradasi *RAP* dapat meningkatkan nilai kepadatan maksimum hingga 1,993 gr/cm³ dicapai pada kadar air optimum 4,5%. Berdasar hasil penyelidikan dapat disimpulkan bahwa propertis campuran *RAP* dapat ditingkatkan melalui rekayasa gradasi dan penambahan kapur. Bahan tambah kapur bekerja lebih efektif pada kondisi campuran *RAP* terendam air.

Kata-kata kunci : *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)*, *Kapur Padam*, *Pemadatan*, *CBR*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk disuatu daerah, jalan raya merupakan sarana transportasi yang mempunyai peran penting untuk menunjang aktifitas masyarakat. Karena jalan sebagai penggerak roda perekonomian diberbagai pembangunan daerah yang dibangun dan digunakan oleh masyarakat luas, maka dari itu dibutuhkan prasarana jalan yang memadai baik geometric maupun perkerasan (*pavement*). Agar penunjang pergerakan perekonomian masyarakat luas seperti jalan raya bernilai ekonomis digunakan *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)*, karena *RAP* adalah salah satu dari bahan material yang dapat di daur ulang. *RAP* akan menjadi limbah yang tidak berguna sehingga menimbulkan permasalahan yang baru bagi lingkungan sekitar.

RAP adalah bahan bongkaran (limbah) perkerasan jalan yang telah rusak. Saat ini *RAP* banyak dimanfaatkan untuk bahan jalan melalui teknologi daur ulang dengan sistem pencampuran dingin (*cold mix recycling*). Pada pelaksanaan pekerjaan *cold mix recycling*, bahan *RAP* ini diolah kembali dengan menambahkan bahan peremaja yang biasanya berupa *flux oil* atau solar maupun minyak tanah dan/atau agregat/bahan tambah lainnya, kemudian dihampar dan dipadatkan menjadi lapis perkerasan baru. Teknologi ini menjanjikan berbagai keuntungan, yaitu konstruksi murah dan praktis, hemat energi, hemat penggunaan agregat dan aspal, mereduksi luaran gas emisi (Widajat, 2009).

RAP mempunyai mutu *properties* yang belum kompetitif dengan aspal konvensional (aspal *hot mix*). Salah satu penyebabnya yaitu karena kepadatan yang lebih rendah dan *properties* dari *RAP* nya. Maka dari itu untuk memperbaiki *properties* dan kepadatan *RAP* dengan menambahkan bahan tambah (Sunarjono, 2010). Pada penelitian ini peneliti menggunakan bahan tambah kapur jenis kapur padam. Karena kapur bersifat dapat menetralkan tanah yang merekat terhadap *RAP*, sehingga kapur dapat merekatkan aspal baru dengan *RAP*. Maka dari itu

digunakan kapur padam sebagai bahan tambah untuk *RAP* pada penelitian ini. Disamping harga yang ekonomis, kapur padam juga bersifat plastis yang baik (tidak getas), memberi kekuatan, dapat mengeras dengan mudah dan cepat, mudah dikerjakan dan mempunyai ikatan yang bagus dengan batu/bata. Penelitian ini dibuat agar *RAP* dapat bisa bersaing dengan *hot mix*. Karena *RAP* merupakan bongkaran (limbah) perkerasan jalan, maka dari itu peneliti perlu mengetahui sifat dasar *RAP* itu sendiri untuk menunjang penelitian. Dengan ditambahkannya kapur sebagai bahan tambah *RAP*, diharapkan mutu *RAP* dapat diperbaiki dengan kapur melalui kepadatan dan daya dukungnya. Sehingga setelah diketahui pengaruh kapur terhadap karakteristik *RAP* tersebut, maka didapatkanlah respon bahan tambah *RAP* untuk mengetahui penguatan struktur antara *RAP* dan bahan tambah.

Metode daur ulang dapat diaplikasikan dengan beberapa macam bahan tambah yang dapat dimanfaatkan untuk menunjang berjalannya metode daur ulang seperti Polimer, Semen Portland, Kapur dan masih banyak lagi. Pada penelitian kali ini bahan tambah yang digunakan adalah kapur padam yaitu batuan sedimen yang terdiri dari mineral "*Calcium Carbonat*" (CaCO_3) yang kemudian melalui pembakaran dengan suhu tinggi lalu disiram dengan air sehingga menghasilkan kapur padam "*Calcium Hidroksida*" (Ca(OH)_2). Kapur padam dapat digunakan sebagai bahan pengisi yang bersifat basa kuat. Karena agregat yang terdapat pada *RAP* bersifat asam, maka reaksi netralisasi yang terjadi antara kapur padam dan aspal dapat menghasilkan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat. (Ipakadar, 2014)

Sehingga *RAP* yang dihasilkan memiliki kualitas *properties* yang baik karena terjadi perekatan yang cukup kuat antara kapur padam dan *RAP*. Kapur padam juga dapat digunakan sebagai bahan penstabil jalan raya, karena kapur padam bersifat basa kuat, sehingga ketika bereaksi akan terjadi perekatan yang cukup kuat antara aspal dan agregat. (penjelasan bahan tambah lainnya dapat dilihat selengkapnya pada tinjauan pustaka).

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan beberapa masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana sifat dasar RAP dan komponen agregat dan aspal dalam campuran RAP ?
2. Bagaimana pengaruh gradasi RAP dan bahan tambah kapur terhadap kepadatan RAP dan CBR ?
3. Bagaimana respon bahan tambah kapur terhadap RAP untuk mengetahui mekanisme penguatan struktur antara RAP dan bahan tambah?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat dasar RAP dan komponen agregat dan aspal dalam campuran RAP.
2. Mengetahui pengaruh rekayasa RAP dan bahan tambah kapur terhadap kepadatan RAP dan CBR.
3. Analisis respon bahan tambah kapur terhadap RAP untuk mengetahui mekanisme penguatan struktur antara RAP dan bahan tambah.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tersebut adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengetahuan bagi peneliti maupun masyarakat luas.
2. Produk ilmu pengetahuan berupa sifat dasar dan karakter RAP secara komprehensif, serta teknologi campuran RAP yang unggul propertisnya.
3. Artikel publikasi untuk seminar nasional.

E. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan bahan sisa-sisa bongkaran pekerasan jalan lama (RAP).

2. Lokasi pengambilan *RAP* di kantor DPU Kabupaten Tegal Jawa Tengah.
3. Penelitian ini menggunakan alat-alat yang diperlukan untuk mendukung keberhasilan ini yang berada di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Jenis bahan tambah kapur yang digunakan adalah kapur padam.
5. Bahan tambah kapur yang dapat menstabilkan jalan raya dengan daya rekatnya antara aspal dan agregat.
6. Prosentase bahan tambah kapur yang digunakan adalah 0%, 1.5%, 3% dan 4.5%.

F. Keaslian Penelitian

Tabel I.1. Keaslian Penelitian

No.	Uraian	Penelitian Yang Diusulkan	Pramudyo (2013)	Mustika (2009)	Girry (2010)	Sari (2014)
1.	Judul	Pengaruh Bahan Tambah Kapur Terhadap Karakteristik <i>RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)</i>	Investigasi Karakteristik <i>RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)</i> Artifisial	Observasi Karakteristik <i>Marshall</i> Pada <i>Asphalt Concrete</i> Campuran Panas Dengan <i>RAP</i>	Karakteristik Daya Dukung Material <i>RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)</i> Sebagai Bahan Daur Ulang Perkerasan Jalan	Analisa Lendutan dan Model Retak Lapis Perkerasan AC/WC Daur Ulang Yang Diperkuat Geogrid Pra-Tegang
2.	Tujuan	Untuk mengetahui pengaruh bahan tambah kapur padam terhadap properties <i>RAP</i>	Untuk mengetahui perbedaan karakteristik <i>RAP</i> artifisial dengan <i>RAP</i> yang dilapangan	Untuk mengetahui karakteristik <i>Marshall</i> pada <i>Asphalt Concrete</i> campuran panas dengan <i>RAP</i>	Untuk mengetahui karakteristik daya dukung <i>RAP</i> sebagai bahan daur ulang perkerasan jalan	Mengetahui lendutan dan model retak lapis perkerasan AC/WC daur ulang yang diperkuat dengan geogrid pra-tegang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*

Reclaimed asphalt pavement merupakan limbah bongkaran aspal yang telah diangkat dari lapisan perkerasan jalan. Dalam proses pendaurulang perkerasan jalan, *RAP* merupakan bahan utama yang akan dikembangkan menjadi bahan perkerasan jalan baru. Bahan *RAP* dapat dijadikan bahan baru dengan tanpa menambah maupun dengan menambah bahan lain seperti agregat halus, agregat kasar, maupun bahan ikat lainnya agar mendapat bahan perkerasan baru yang sesuai dengan yang diinginkan. *RAP* juga bias ditambah bahan adiktif yaitu aspal tipe AC (*Asphalt Contrete*) untuk menambah daya dukung *RAP* supaya dapat dipakai kembali sebagai lapisan perkerasan jalan.

RAP dibagi beberapa macam, yaitu fraksi kasar, medium, dan halus untuk mengurangi efek keberagaman material. gradasi *RAP* ditentukan berdasarkan *wash sieving* agar partikel halus lepas dari partikel kasar. Pada umumnya kandungan aspal *RAP* mempunyai penetrasi sangat rendah karena efek *ageing*, (Sunarjono,2009).

B. *Recycling (Daur Ulang Perkerasan Jalan)*

Limbah perkerasan aspal jalan merupakan sumber daya yang berharga yang dapat dimanfaatkan kembali. Limbah ini semakin banyak didaur ulang di Indonesia. Dikenal beberapa teknik daur ulang, yaitu pelaksanaan dilapangan (*in place*) dan di tempat (*in plant*).

- *In Place* adalah penggarukan, pembentukan dan pemadatan ditempat.
 - *In Plant* adalah hasil garukan dibawa ke alat pencampur untuk diperbaiki propertisnya. Ketebelan lapis perkerasan yang dibutuhkan dapat disesuaikan.
- Berdasarkan cara pencampuran daur ulang dibagi menjadi dua yaitu :
- Daur ulang campuran dingin (*cold recycling*), misalnya CTRB (*Cement Treated Recycling Base*), CTRSB (*Cement Treated Recycling Sub Base*),

campuran dengan pengikat aspal emulsi, campuran dengan pengikat aspal cair, *Foam Bitumen*.

- Daur ulang campuran panas (*hot recycling*), missal daur ulang bahan garukan yang dipanaskan kembali di AMP (*In Plant*), permukaan (*In Place*). (Balitbang).

C. Aspal

Aspal merupakan campuran yang terdiri dari bitumen dan mineral yang berwarna coklat tua atau hitam, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Aspal pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai pengikat dan pengisi antar agregat dan sebagai pelindung dari air.

Berdasarkan cara memperoleh aspal dibedakan menjadi 2 yaitu aspal alam dan buatan. Aspal alam yang terdiri dari aspal gunung dan aspal danau, sedangkan aspal buatan yang merupakan hasil sampingan dari penyulingan minyak bumi dapat dibedakan menjadi, aspal keras, aspal cair, dan aspal emulsi.

Aspal yang akan digunakan harus memenuhi ketentuan yang terdapat dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 seperti pada table III.1 dibawah ini.

Tabel II.1. Ketentuan-ketentuan Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Mertode Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70
1	Penetrasi pada suhu 25° c (0,1mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viskositas 135° C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥300
3	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥48
4	Indek Penetrasi	-	≥-1,0
5	Daktilitas pada suhu 25°C, (cm)	SNI 06-2432-1991	≥100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥232
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene(%)	AASTH0 T44-03	≥99
8	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥1,0
9	Stabilitas Penyimpana (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010)

D. Agregat

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. (Sukirman, S, 2003)

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume.

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Berikut penentu kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan, yaitu gradasi, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis dan daya kelekatan terhadap aspal.

Jenis agregat berdasarkan proses pengolahannya :

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

E. Macam-macam Bahan Tambah

a. Polimer

Polimer merupakan senyawa yang besar yang terbentuk dari hasil penggabungan sejumlah (banyak) unit-unit molekul yang kecil. Unit molekul kecil pembentuk senyawa polimer terdiri dari banyak monomer. Sifat – sifat polimer :

1. Mudah diolah untuk berbagai macam produk pada suhu rendah
2. Ringan (rasio bobot/volume kecil)
3. Tahan korosi/tahan terhadap lingkungan yang agresif
4. Berguna untuk bahan komponen khusus karena sifatnya yang elastis dan plastis
5. Berat molekulnya besar sehingga kestabilan dimensinya tinggi

b. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat–silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI 1982). Semen portland merupakan bahan pengikat yang baik. Sifat–sifat semen portland :

1. Semakin halus butiran semen, semakin luas permukaannya sehingga semakin cepat pula proses hidrasinya.
2. Waktu ikatan adalah waktu yang dibutuhkan semen untuk mencapai keadaan kaku tahap pertama dan cukup kuat untuk menerima tekanan.
3. Panas hidrasi adalah kuatitas panas dalam kalori/gram pada semen yang terhidrasi.
4. Berat jenis semen berkisar pada 3,15. Berat jenis digunakan dalam hitungan perbandingan campuran.

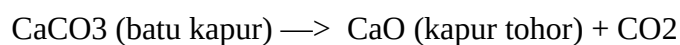
c. Kapur

Kapur merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri ataupun konstruksi dan pertanian, antara lain untuk bahan bangunan, batu bangunan bahan penstabil jalan raya, pengapuran untuk

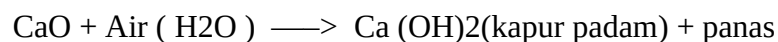
pertanian dll. Bahan Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari batu sedimen, membentuk bebatuan yang terdiri dari mineral kalsium.

Beberapa jenis kapur antara lain adalah sebagai berikut :

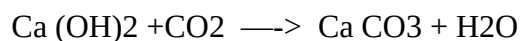
1. Kapur tohor adalah hasil pembakaran batu kapur alam yang komposisinya sebagian besar merupakan kalsium karbonat (CaCO_3) pada temperature diatas 900 derajat Celsius terjadi proses calsinasi dengan pelepasan gas CO_2 hingga tersisa padatan CaO atau bisa juga disebut *quick lime*



2. Kapur padam adalah hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat



3. Kapur udara adalah kapur padam yang apabila diaduk dengan air dan bereaksi setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbondioksida (CO_2).



4. Kapur hidrolis adalah kapur padam yang diaduk dengan air setelah beberapa waktu campuran dapat mengeras baik didalam air maupun didalam udara.

F. Kerusakan Jalan di Indonesia

Kerusakan jalan raya di Indonesia relatif sering terjadi baik jangka pendek maupun jangka lama. Tidak sedikit masyarakat yang sering mengeluhkan kerusakan jalan raya dengan menyalahkan pemerintah.

Hampir semua jalan menggunakan campuran agregat batu pecah dan aspal. Musuh utama aspal adalah air, karena air bias melonggarkan ikatan antara agregat dengan aspal. Kerusakan yang umum terjadi di jalan-jalan kota adalah adanya air yang menggenangi permukaan jalan. Pada saat ikatan aspal dan agregat longgar karena air, kendaraan yang lewat akan memberi beban yang akan merusak ikatan tersebut dan permukaan jalan pada akhirnya.

G. Penelitian Sejenisnya Sebelumnya

Pada penelitian terdahulu oleh Mustika (2009) dengan judul “ Observasi Karakteristik *Marshall* Pada *Asphalt Concrete* Campuran Panas Dengan *RAP*” didapatkan kesimpulan bahwa nilai *marshall quotient* untuk aspal *concrete* dengan campuran *RAP* 15%, 30%, 45% dengan kadar aspal 5% adalah 349,251 kg/mm, 5199,073 kg/mm, 614,333 kg/mm. Spesifikasi bahan material minimal 100 kg/mm dan maksimal 500 kg/mm, 614.333 kg/mm, spesifikasi bahan material minimal 100 kg/mm dan maksimal 500 kg/mm, maka kadar *RAP* 30%, 45% tidak memenuhi persyaratan bahan maka kadar *RAP* 30%, 45% tidak memenuhi persyaratan bahan material, maka *Asphalt Concrete* dengan campuran *RAP* tidak dapat digunakan sebagai lapis aus (*wearing course*) namun masih dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (*base course*).

Menurut Pramudyo (2013) yang berjudul “Investigasi Karakteristik *RAP* (*Reclaimed Asphalt Pavement*) Artifisial” dengan kesimpulan nilai keausan 29,26%, nilai kadar air optimum dengan modified proctor sebesar 1,2%. Nilai *CBR* Unsoaked 100% adalah 61,8 5, *CBR* 95% adalah 52%. Dan *CBR* 90% sebesar 46,1%. Untuk *CBR* Soaked didapatkan nilai *CBR* 100% sebesar 50,8%, *CBR* 95% adalah 45,7% dan 90% adalah 40,5%. Hasil karakteristik *RAP* artifisial hanya sebagai pembanding dari karakteristik *RAP* lapangan karena karakteristik *RAP* artifisial dapat dikontrol sifat-sifat penyusunnya.

Menurut Girry (2010) dengan judul “Karakteristik Daya Dukung Material *RAP* (*Reclaimed Asphalt Pavement*) Sebagai Bahan Daur Ulang Perkerasan Jalan”. Kesimpulan penelitian adalah hasil uji gradasi material *RAP* yang diteliti lolos diameter 4,75mm sebesar 60%. Nilai abrasi 57%, ekstraksi rata-rata 4,55%. Hasil penelitian sifat mekanis *RAP* yaitu pemadatan dengan *Modified Compaction Test* didapat berat isi kering 2,88 gr/cm³ dan kadar air optimum 7,5%. Hasil uji *CBR* Unsoaked 37,06%. Dan hasil pemadatan *RAP* + agregat baru dengan *Modified Compaction Test* didapat berat isi kering 2,45 gr/cm³ dan kadar air optimum 4,9%. Hasil *CBR* Unsoaked 36,6%. *RAP* dapat digunakan untuk lapis pondasi bawah dengan bahan tambah agregat kasar dan filler sedangkan *RAP* tanpa bahan tambah juga bias digunakan untuk lapis pondasi bawah. Bias ditarik

kesimpulan bahwa *RAP* tanpa bahan tambah lebih efektif dan efisien digunakan untuk lapis pondasi bawah karena tidak menambah biaya untuk pembelian bahan tambah.

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Investigasi Karakteristik *RAP*

Investigasi atau penyelidikan karakteristik *RAP* merupakan langkah awal dalam penelitian untuk mengetahui bagaimana reaksi atau pengaruh bahan tambah (kapur) terhadap *RAP*. Jenis penyelidikan yang dapat dilakukan antara lain uji identitas *RAP*, uji fisik *RAP*, uji pemadatan dan uji daya dukung dengan metode *CBR* (*California Bearing Ratio*).

B. Uji Identitas *RAP*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat karakteristik *RAP*. Beberapa tes yang dilakukan adalah :

a. Uji Kadar Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar aspal yang terkandung didalam *RAP* dengan metode ekstraksi. Ekstraksi juga digunakan untuk memisahkan antara aspal yang menempel pada agregat.

Ada 2 macam cara pengujian *RAP* yaitu:

1. Ekstraksi Cara Dingin

Metode ini tidak menggunakan cara pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung, tujuannya untuk menghindari rusaknya senyawa yang dimaksud akibat proses pemanasan. Ekstraksi dingin antara lain:

- 1.1. Maserasi merupakan proses ekstraksi menggunakan pelarut diam atau dengan pengocokan pada suhu ruangan. Pada dasarnya metode ini dengan cara merendam sampel dengan sekali-kali dilakukan pengocokan. Pengocokan dapat dilakukan dengan alat *rotary shaker* dengan kecepatan sekitar 150 rpm. Umumnya perendaman dilakukan 24 jam dan selanjutnya pelarut diganti dengan pelarut baru. Namun dari beberapa penelitian melakukan perendaman hingga 72 jam. Keuntungan cara ekstraksi dengan maserasi adalah cara pengerjaan dan peralatan yang sederhana. Namun

metode ini juga memiliki kekurangan, yaitu cara pengerjaannya yang lama dan ekstraksi yang kurang sempurna.

1.2. Perkolasi merupakan cara ekstraksi yang dilakukan dengan mengalirkan pelarut melalui bahan sehingga komponen dalam bahan tersebut tertarik kedalam pelarut. Kekuatan yang berperan pada perkolasi antara lain: kekentalan, daya larut, tegangan permukaan, difusi osmosis, adesi, daya kapiler dan gaya geseran (*friksi*). Hasil perkolasi disebut perkolat. Perkolasi banyak digunakan untuk mengekstraksi komponen dari bahan tumbuhan. Pada proses perkolasi, terjadi partisi komponen yang diekstraksi antara bahan dan pelarut. Dengan pengaliran pelarut secara berulang-ulang, maka semakin banyak komponen yang tertarik. Kelemahan dari metode ini yaitu diperlukan banyak pelarut dan waktu yang lama, sedangkan komponen yang didapat relative tidak banyak. Keuntungannya adalah tidak memerlukan pemanasan sehingga teknik ini baik untuk substansi termolabil (yang tidak tahan terhadap panas).

2. Ekstraksi Cara Panas

Metode ini melibatkan panas dalam prosesnya. Dengan adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan cara dingin. Metodenya antara lain:

Refluks merupakan ekstraksi dengan pelarut yang dilakukan pada titik didih pelarut tersebut selama waktu tertentu dan sejumlah pelarut tertentu dengan adanya pendinginan balik (*kondensor*). Umumnya dilakukan tiga kali sampai lima kali pengulangan proses pada residu pertama agar proses ekstraksinya sempurna.

b. Pemeriksaan Berat Jenis *RAP*

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dimaksudkan untuk menentukan berat jenis *bulk*, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dari agregat kasar.

c. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C. yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja, dengan berat tertentu mendesak turunsuatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin ukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada tinggi tertentu, sehingga akibat kecepatan pemanasan tertentu.



Gambar III.1. Uji Titik Lembek Aspal

C. Uji Fisik *RAP*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik *RAP* tersebut, seperti:

a. Pemeriksaan Gradasi

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Agregat bergradasi baik menurut Bina Marga 2010 yaitu agregat yang ukuran butirannya, antara lain :

1. Agregat kasar yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran besar, tertahan saringan No.4
2. Agregat halus yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran lebih halus yang lolos saringan No.4

Tabel III.1. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran								
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)		
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang ³		Gradasi Semi Senjang ²		WC	BC	Base
			WC	Base	WC	Base			
37,5									100
25								100	90 - 100
19	100	100	100	100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
12,5			90 - 100	90 - 100	87 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
9,5	90 - 100		75 - 85	65 - 90	55 - 88	55 - 70	77 - 90	66 - 82	52 - 71
4,75							53 - 69	46 - 64	35 - 54
2,36		75 - 100	50 - 72 ³	35 - 55 ³	50 - 62	32 - 44	33 - 53	30 - 49	23 - 41
1,18							21 - 40	18 - 38	13 - 30
0,600			35 - 60	15 - 35	20 - 45	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
0,300					15 - 35	5 - 35	9 - 22	7 - 20	6 - 15
0,150							6 - 15	5 - 13	4 - 10
0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 10	2 - 9	6 - 10	4 - 8	4 - 9	4 - 8	3 - 7

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010)

b. Pemeriksaan Abrasi (Keausan)

Pemeriksaan abrasi dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin *Los Angeles*. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat aus lewat saringan No. 12 terhadap berat semula dalam persen.



Gambar III.2. Alat *Los Angeles*



Gambar III.3. Bola Baja

c. Pemeriksaan *Sand Equivalent*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu atau lumpur atau bahan yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus. Adanya lumpur dapat mengakibatkan kembang susut yang besar dan mempengaruhi lekatan tanah agregat. Spesifikasi Bina Marga untuk *Sand Equivalent* agregat halus adalah lebih dari 50% (AASHTO T-176).

Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui nilai *Sand Equivalent*.

$$\text{Sand Equivalent (SE)} = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$$

D. Uji Pemadatan

Uji pemadatan pertama kali dikembangkan oleh R.R. Proctor tahun 1920-an dengan 4 variabel, yaitu usaha pemadatan, jenis tanah, kadar air, berat isi kering. Uji pemadatan dilakukan untuk mengurangi volume pori (udara) yang ada didalam campuran *RAP* dan untuk mengetahui kepadatan dengan didapatkan nilai kepadatan maksimal dan kadar air optimum *RAP* dengan cara menumbuk benda uji dengan beberapa tumbukan yang telah ditentukan.

Uji kepadatan ada dua macam yaitu :

1. Uji *Standard Compaction Test*

Standard *proctor* telah distandarisasi dalam AASHTO T-99 dan ASTM D-698. Test ini menggunakan 25 pukulan pemadat seberat 5,5 lbs yang dijatuhkan pada ketinggian 1 ft pada masing-masing lapisan material yang diletakkan pada cetakan tersebut berisi 3 lapis material.

2. Uji *Modified Compaction Test*

Uji *Modified Compaction Test* juga telah distandarisir dalam AASHTO T-180. Test ini menggunakan 25 pukulan pemadat seberat 10 lbs yang dijatuhkan pada ketinggian 18 in pada masing-masing lapisan material yang diletakkan pada cetakan tersebut berisi 5 lapis material.

Untuk prosedur *proctor test* ada 4 sub prosedur yang bias dipilih, yaitu :

- a. Metode A, menggunakan cetakan diameter 4 in dan material tanah harus lolos saringan No.4 (4,75mm).
- b. Metode B, menggunakan cetakan diameter 6 in dan material harus lolos saringan No.4 (4,75mm).
- c. Metode C, menggunakan cetakan diameter 4 in dan material tanah harus lolos saringan $\frac{3}{4}$ in (19mm).
- d. Metode D, menggunakan cetakan diameter 6 in dan material tanah harus lolos saringan $\frac{3}{4}$ in (19mm).

Dari pengujian tersebut didapatkan nilai γ_d maksimum (berat volume kering) dan W_{optimum} (kadar air optimum).

E. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Orang yang mempopulerkan metode ini adalah O.J. Porter. Daya dukung material *RAP* dipengaruhi oleh kepadatan dan kadar air. Tingkat kepadatan dinyatakan dalam presentase berat volume kering *RAP* terhadap volume kering maksimum. Harga *CBR* adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai *CBR* sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), *CBR* dapat dibagi sesuai dengan cara mendapatkan contoh tanahnya yaitu *CBR lapangan* (*CBR inplace* atau *field CBR*), *CBR rendaman* (*undisturbed soaked CBR*) dan *CBR laboratorium*.

CBR lapangan digunakan untuk memperoleh nilai *CBR* asli dilapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tinggi (musim penghujan).

CBR lapangan rendaman digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai *CBR* asli lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum. Hal ini sering digunakan untuk

menentukan daya dukung tanah didaerah yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, terletak pada daerah yang badan jalannya sering terendam air pada musim penghujan dan kering pada musim kemarau.

CBR laboratoriumdibedakan menjadi dua macam yaitu *CBR* laboratorium rendaman (*Soaked laboratory CBR*) dan *CBR* laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked laboratory CBR*). Penentuan nilai *CBR* dilaksanakan terhadap contoh tanah yang sudah dipadatkan dengan pemadatan standar. Untuk *CBR* laboraorium rendaman dilakukan perendaman selama 4 hari (96 jam) kemudian baru dipenetrasi. Menurut Sukirman (2003) untuk lapis pondasi atas mempunyai nilai *CBR* minimal 50% dan untuk lapis pondasi bawah mempunyai nilai *CBR* minimal 20%. Sedangkan menurut Bina Marga 2010 untuk lapis pondasi atas mempunyai nilai *CBR* minimal 90% dan untuk lapis pondasi bawah mempunyai nilai *CBR* minimal 60%.

Tabel III.2. Beban Penetrasi

Penetrasi Inch	Beban Standar lbs	Beban Standar ² lbs/inch
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300

(Sumber: Sukirman 1999)

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan melakukan beberapa percobaan-pecobaan untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang diinginkan. Penelitian ini membutuhkan beberapa sampel untuk mendapatkan hasil dengan beberapa percobaan. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kegiatan antara lain pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pengambilan keputusan secara umum dari suatu percobaan yang dilakukan di Laboratorium.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

C. Bahan Dan Material

Dalam penelitian ini menggunakan bahan dan material antara lain :

1. RAP yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari DPU Kab. Tegal.
2. Kapur yang digunakan adalah kapur padam.

D. Peralatan Penelitian

Dalam menunjang keberhasilan penelitian ini perlu memerlukan beberapa alat yang berada di lingkup Laboratorium Bahan Perkerasan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mesin *Los Angeles*

Alat yang digunakan untuk test abrasi adalah mesin *Los Angeles* seperti gambar IV.1.



Gambar IV.1. Mesin *Los Angeles*

2. Mesin *CBR* (*California Bearing Ratio*)

Mesin *CBR* yang digunakan dimaksudkan untuk mengetahui daya dukung *RAP* yang akan di uji. Gambar dapat dilihat pada gambar IV.2.



Gambar IV.2. Mesin *CBR*

3. *Rammer*

Rammer digunakan untuk menunjang berjalannya penelitian yang digunakan sebagai alat penumbuk pemadatan. Dapat dilihat pada gambar IV.3.



Gambar IV.3. *Rammer*

4. *Mold*

Mold adalah cetakan yang digunakan untuk pengujian pemadatan *RAP*. *Mold* dapat dilihat pada gambar IV.4.



Gambar IV.4. *Mold*

5. Saringan standar

Saringan digunakan untuk uji analisa saringan maupun uji pemadatan dan *CBR* dengan syarat lolos saringan yang telah ditentukan. Dapat dilihat pada gambar IV.5.



Gambar IV.5. Saringan

6. Timbangan

Timbangan sangat berguna dalam berlangsungnya penelitian. Dapat dilihat pada gambar IV.6.



Gambar IV.6. Timbangan

7. Oven

Oven dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui berat kering oven. Dapat dilihat pada gambar IV.7.



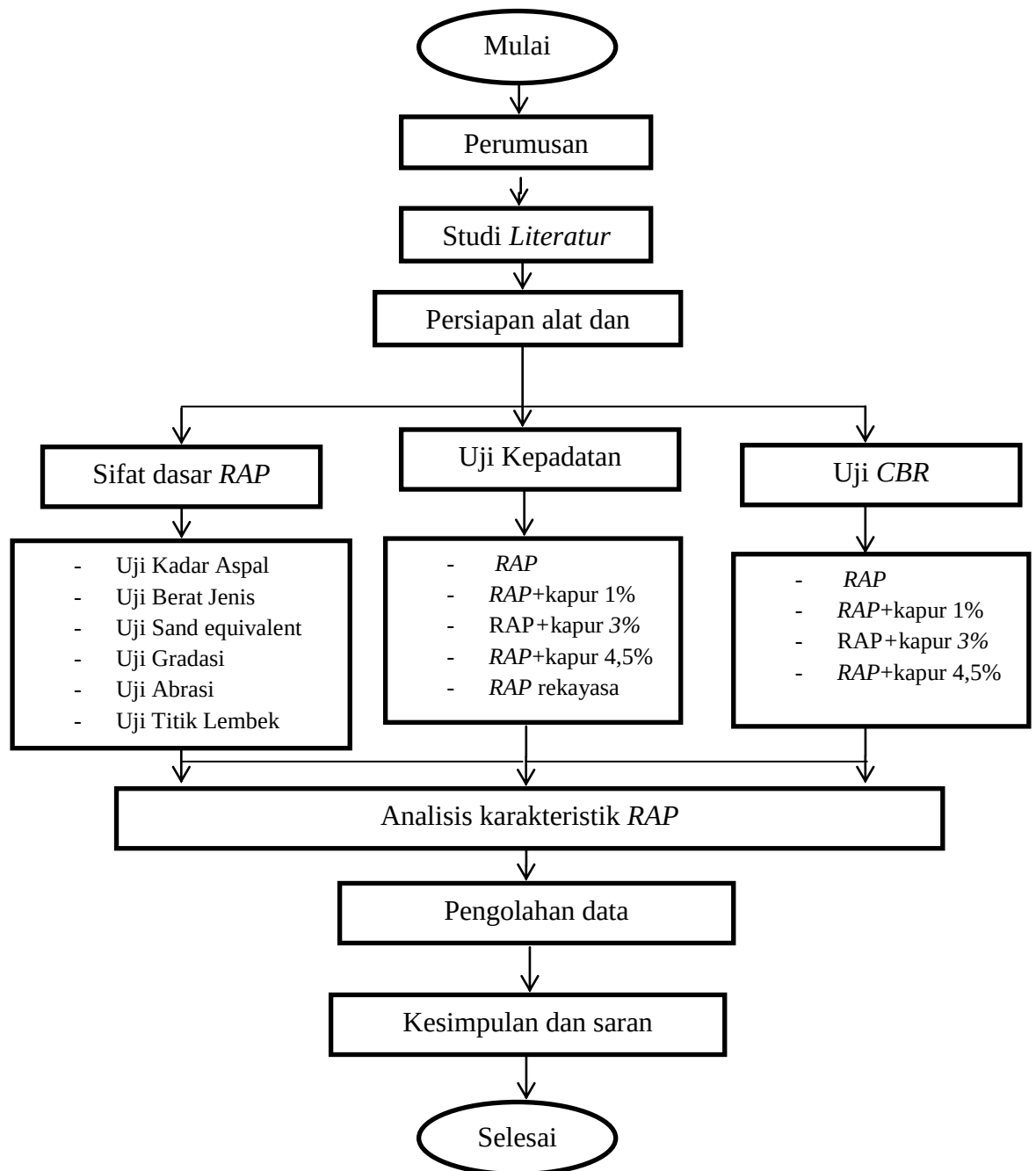
Gambar IV.7. Oven

8. *Picnometer*



Gambar IV.8. *Picnometer*

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar IV.9. Bagan Alir Penelitian

F. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan penelitian untuk memperjelas proses penelitian. Adapun tahapan penelitian tersebut antara lain :

- Tahap I : Perumusan masalah, studi *literature*, persiapan alat dan bahan.
- Tahap II : Pemeriksaan karakteritik/sifat dasar *RAP* meliputi warna, kadar air,
sand equivalent dan gradasi saringan.
- Tahap III : Pemeriksaan mutu aspal *RAP* meliputi ekstraksi, penetrasi, titik Lembek dan berat jenis..
- Tahap IV : Pemeriksaan mutu agregat *RAP* meliputi tes abrasi, berat jenis, penyerapan agregat dan analisis saringan,.
- Tahap V : Pengujian kepadatan benda uji dengan uji *modified proctor* dan pengujian dengan menggunakan mesin *CBR (California Bearing Ratio)*.
- Tahap VI : Analisis dan pembahasan
- Tahap VII : Kesimpulan dan saran.

G. Rencana Benda Uji

Benda uji tanpa bahan tambah kapur dan menggunakan bahan tambah kapur dengan variasi 1,5%, 3%, 4,5%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel IV.1 berikut ini :

Tabel IV.1. Variasi Benda Uji

No. Benda Uji	Variasi Bahan Tambah	Jumlah Benda Uji
1	Tanpa Kapur	3
2	1,5%	3
3	3%	3
4	4,5%	3
Total Benda Uji		12

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Sifat Dasar *RAP*, Agregat *RAP* dan Aspal *RAP*

a. Pemeriksaan Sifat Dasar *RAP*

Pada penelitian ini didapatkan hasil uji sifat dasar *RAP* yaitu sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Warna *RAP*

Berdasarkan uji warna yang dilakukan secara visual, dan pada saat keadaan *RAP* kering udara. *RAP* yang berasal dari DPU Kabupaten Tegal tersebut berwarna **coklat keabu-abuan**. Dapat dilihat pada gambar V.1.



Gambar V.1. Warna *RAP*

2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan *RAP*

Pemeriksaan berat jenis dan Penyerapan *RAP* dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis *bulk*, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan penyerapan agregat *RAP*.

Hasil Uji berat jenis dapat dilihat pada tabel V.1 dan perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel V.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis *RAP*

Keterangan	Hasil			Satuan
	<i>RAP</i> kasar	<i>RAP</i> medium	<i>RAP</i> halus	
	(10-20 mm)	(5-10 mm)	(<5 mm)	
Berat jenis <i>bulk</i>	2.06	2.12	1.78	gr
Berat jenis SSD	2.09	2.14	1.83	gr
Berat jenis semu	2.13	2.17	1.88	gr/cc
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	1.72	1.01	3.09	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil pemeriksaan berat jenis *RAP* pada tabel V.1 diketahui *RAP* halus dengan gradasi >5mm yang paling besar penyerapannya. Berat jenis semu yang memiliki nilai terbesar yaitu berat jenis semu *RAP* medium. Begitu pula dengan berat jenis SSD dan berat jenis *bulk* bahwa *RAP* medium dengan gradasi antara 5-10mm lebih besar dari pada *RAP* kasar maupun *RAP* halus.

3. Pemeriksaan Kadar Aspal

Pemeriksaan ekstraksi dimaksudkan untuk mengetahui kadar aspal yang berada pada *RAP*. Pemeriksaan ini juga dimaksudkan untuk mengetahui persentase kandungan aspal yang hilang, karena larutan dalam cairan bensin dan melekat pada kertas *filter*. Hasil dari pemeriksaan ekstraksi ini didapatkan kadar bitumen 4,16 %. Karena aspal yang diuji berasal dari *RAP*, maka dari itu nilai ekstraksi sangatlah rendah. Hal ini dikarenakan kadar aspal telah hilang akibat adanya pengaruh kikisan dari air hujan, suhu maupun cuaca. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

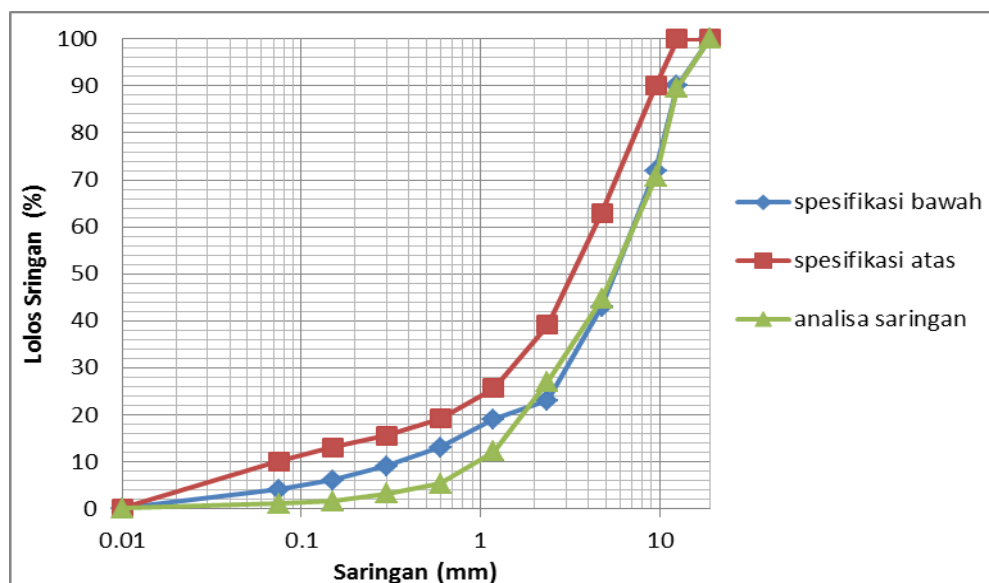
4. Pemeriksaan Gradasi RAP

4.1. Analisa Gradasi RAP Rekayasa 1

Tabel V.2. Hasil Analisa Saringan RAP Rekayasa 1

Ø Ayakan	Lolos F1	Lolos F2	Lolos F3	CA %	MA %	FA %	Jumlah	Medium spec	Spec	Ket
¾	100.00	100	100	32.3	24.9	42.80	100.00	100	100	masuk
½	68.53	99.1	100	22.14	24.68	42.80	89.61	95	90 – 100	tidak masuk
3/8	14.47	92.80	100	4.67	23.11	42.80	70.58	81	72 – 90	tidak masuk
4	3.40	3.00	99.8	1.10	0.75	42.71	44.56	53	43 – 63	masuk
8	2.73	1.70	60.00	0.88	0.42	25.68	26.99	31.05	23 – 39.1	masuk
16	2.27	1.40	26.00	0.73	0.35	11.13	12.21	22.3	19 – 25.6	tidak masuk
30	1.93	1.10	10.40	0.62	0.27	4.45	5.35	16.05	13 – 19.1	tidak masuk
50	1.67	0.90	5.60	0.54	0.22	2.40	3.16	12.25	9 – 15.5	tidak masuk
100	1.20	0.60	2.40	0.39	0.15	1.03	1.56	9.5	6 – 13	tidak masuk
200	1.07	0.50	1.40	0.34	0.12	0.60	1.07	7	4 – 10	tidak masuk
Pan	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	masuk

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar V.2. Grafik Analisa Saringan RAP rekayasa 1

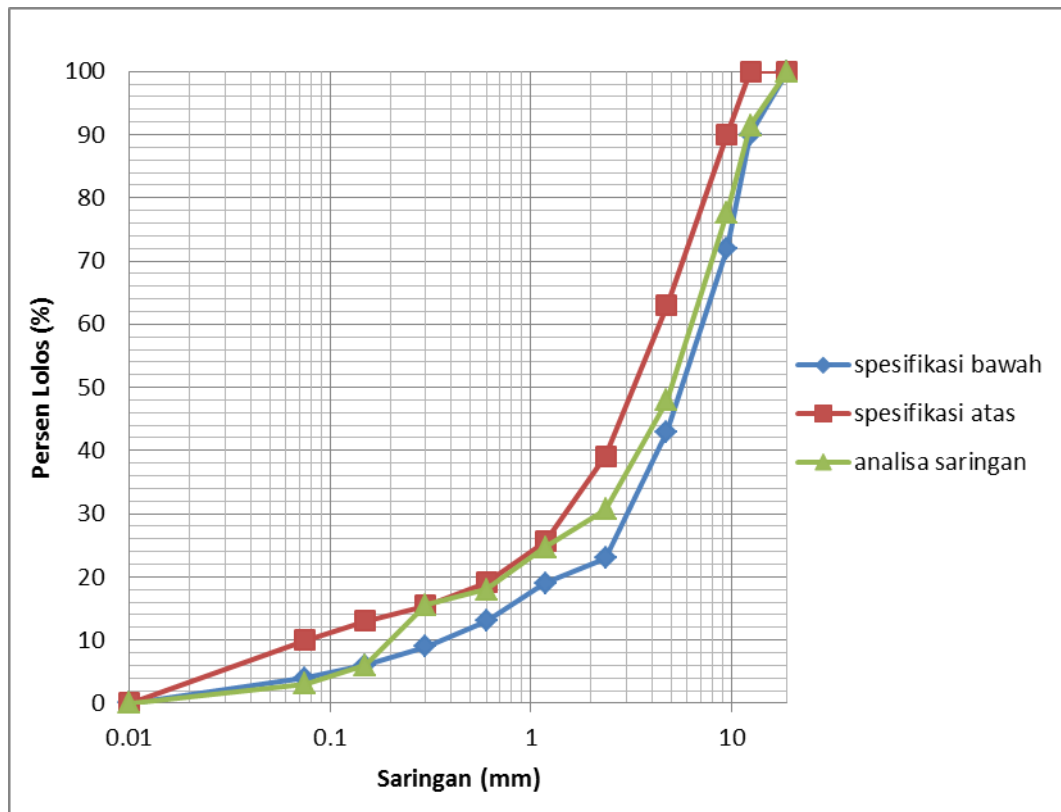
Dari gambar V.2 dan tabel V.2 dapat disimpulkan bahwa analisa saringan *RAP* yang telah diuji dengan menggunakan spesifikasi AC tidak menunjukkan sama sekali bahwa gradasi tersebut adalah gradasi dengan spesifikasi AC. Dapat dibaca dari gambar V.2 bahwa alur analisa saringan yang telah diuji hanya beberapa nomor saringan saja yang masuk batas atas maupun batas bawah spesifikasi. Hal ini dimungkinkan karena aspal *RAP* yang masih menempel pada agregat *RAP*.

4.2. Pemeriksaan Analisa Saringan *RAP* Rekayasa 2

Tabel V.3. Analisa Saringan *RAP* Rekayasa 2

Ø Ayakan	Lolos F1	Lolos F2	Lolos F3	CA %	MA %	FA %	Jumlah	Medium Spec	Spec	Ket
3/4	100	100	100	33	22.4	44.60	100.00	100	100	masuk
1/2	74.00	100	100	24.42	22.40	44.60	91.42	95	90 - 100	masuk
3/8	35.60	95.10	100	11.75	21.30	44.60	77.65	81	72 - 90	masuk
4	13.27	4.30	95.4	4.38	0.96	42.55	47.89	53	43 - 63	masuk
8	7.33	1.20	62.80	2.42	0.27	28.01	30.70	31.05	23 - 39.1	masuk
16	3.47	1.10	52.20	1.14	0.25	23.28	24.67	22.3	19 - 25.6	masuk
30	1.73	1.00	38.60	0.57	0.22	17.22	18.01	16.05	13 - 19.1	masuk
50	1.00	0.90	33.60	0.33	0.20	14.99	15.52	12.25	9 - 15.5	masuk
100	0.93	0.70	12.40	0.31	0.16	5.53	6.00	9.5	6 - 13	masuk
200	0.87	0.50	6.00	0.29	0.11	2.68	3.07	7	4 - 10	tidak masuk
Pan	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	masuk

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar V.3. Grafik Analisa saringan *RAP* Rekayasa 2

Dengan merekayasa gradasi pada *RAP* yang berasal dari DPU Kab.Tegal, pada tabel V.3 dan gambar V.3 mengalami perubahan yang cukup signifikan yaitu alur grafik gradasi lebih sempurna pada spesifikasi AC, meskipun untuk gradasi halusnya di lolos saringan No.200 tidak memasuki spesifikasi. Karena yang diuji adalah *RAP* yang sudah direkayasa dengan membagi butiran menjadi tiga bagian, yaitu <5mm, antara 5-10mm, dan 10-20mm, tidak menjadikan hasil pengujian 100% dapat masuk dalam spesifikasi yang telah diatur pada Binamarga 2010. Hal ini dimungkinkan karena *filler* yang ada telah menempel pada agregat *RAP* sehingga waktu di analisa saringan kembali *fillernya* sangatlah sedikit yang didapatkan. Sedangkan bagaimana cara untuk mengetahui besar persentase *filler* yang menempel pada agregat *RAP* tentunya sangat bervariasi. Sehingga peneliti merekomendasikan untuk dilakukannya penelitian lanjutan.

Dengan kadar aspal sebesar 4,16% dan gradasi *RAP* baik rekayasa 1 maupun rekayasa 2 menunjukkan bahwa kemungkinan gradasi tersebut

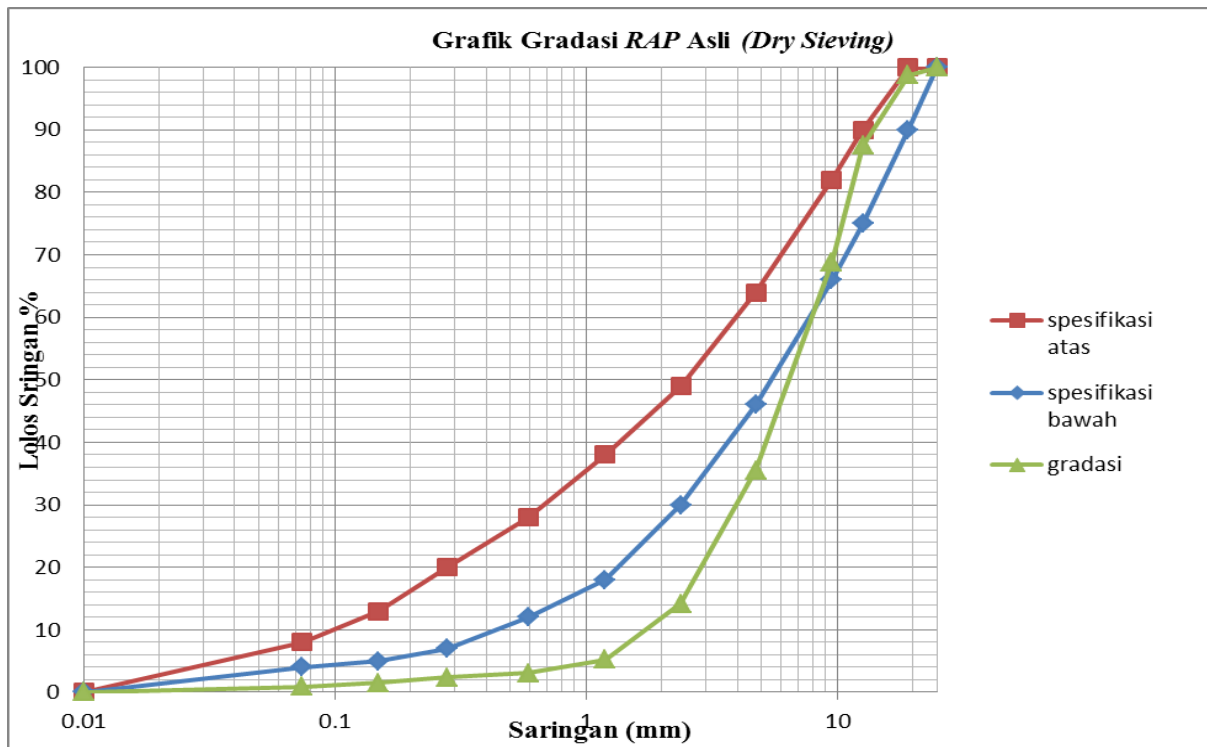
merupakan gradasi berspesifikasi AC. Karena jika diamati, kadar aspal yang lebih sedikit dengan ukuran butiran tertutup (baik).

4.3. Pemeriksaan Analisa Saringan *RAP* Asli (max 19mm)

Tabel V.4. Analisa Saringan *RAP* Asli (max 19mm)

Ø Ayakan		Berat Tertahan	Berat F1 + Cawan	Berat Tertinggal	Jumlah Berat Tertinggal	Persen Jumlah Tertinggal	Persen Lolos
mm	inch	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)
25	1	435	435	0	0	0.00	100.00
19.1	¾	471	496	25	25	1.25	98.75
12.7	½	556	781	225	250	12.50	87.50
9.52	3/8	397	771	374	624	31.20	68.80
4.76	No. 4	426	1092	666	1290	64.50	35.50
2.38	No. 8	420	847	427	1717	85.85	14.15
1.19	No. 16	419	597	178	1895	94.75	5.25
0.59	No. 30	407	451	44	1939	96.95	3.05
0.279	No. 50	305	319	14	1953	97.65	2.35
0.149	No. 100	390	407	17	1970	98.50	1.50
0.074	No. 200	288	300	12	1982	99.10	0.90
0.010	Pan	405	423	18	2000	100.00	0.00

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar V.4. Grafik Analisa Saringan *RAP* Asli (max 19mm)

Berdasarkan data yang diperoleh dari analisa saringan *RAP* Asli, dengan menggunakan spesifikasi AC-WC tidak menunjukkan bahwa *RAP* tersebut merupakan spesifikasi AC-WC. Hal ini dikarenakan data atau lolos saringan tidak masuk baik spesifikasi atas maupun spesifikasi bawah.

b. Pemeriksaan Sifat Dasar Agregat *RAP* Rekrayasa 3

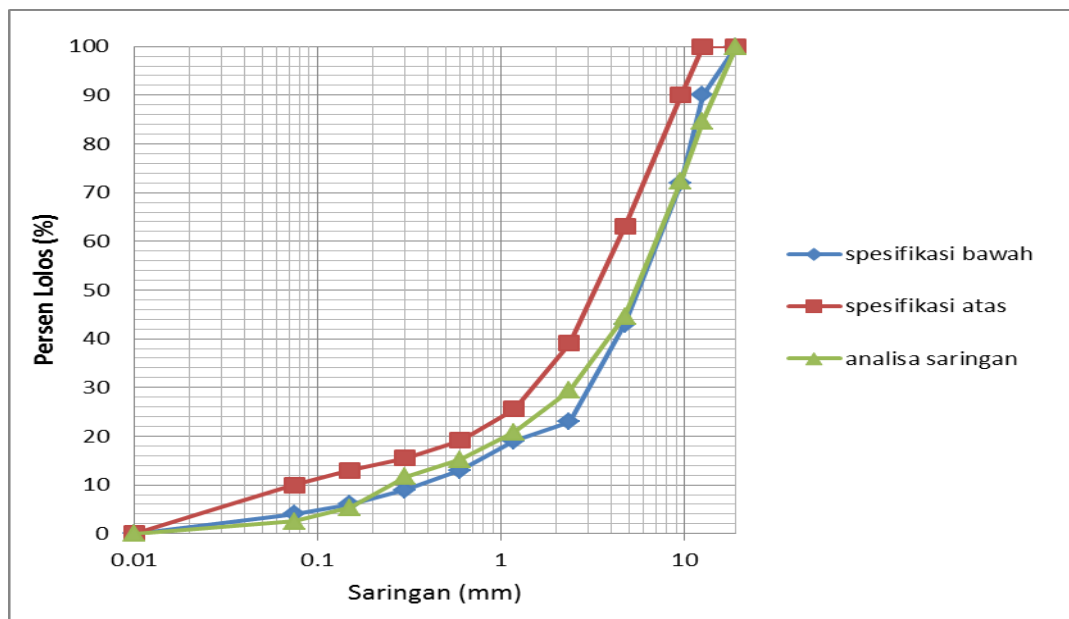
1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat *RAP* Rekrayasa 3

Tabel V.5. Analisa Saringan Agregat *RAP* Rekrayasa 3

Ø Ayakan	Lolos F1	Lolos F2	Lolos F3	CA %	MA %	FA %	Jumlah	Medium Spec	Spec	Ket
¾	100	100	100	33	22.4	44.60	100	100	100	masuk
½	62.33	100	100	20.57	22.40	44.60	87.57	95	90 – 100	tidak masuk
3/8	30.60	95.10	100	10.10	21.30	44.60	76.00	81	72 – 90	masuk
4	9.27	4.30	95.4	3.06	0.96	42.55	46.57	53	43 – 63	masuk
8	4.07	1.20	62.80	1.34	0.27	28.01	29.62	31.05	23 – 39.1	masuk
16	2.53	1.10	52.20	0.84	0.25	23.28	24.36	22.3	19 – 25.6	masuk

30	1.80	1.00	38.60	0.59	0.22	17.22	18.03	16.05	13 – 19.1	masuk
50	1.40	0.90	33.60	0.46	0.20	14.99	15.65	12.25	9 – 15.5	masuk
100	1.07	0.70	12.40	0.35	0.16	5.53	6.04	9.5	6 – 13	masuk
200	0.80	0.50	6.00	0.26	0.11	2.68	3.05	7	4 – 10	tidak masuk
Pan	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	masuk

(Sumber : Hasil Penelitian)

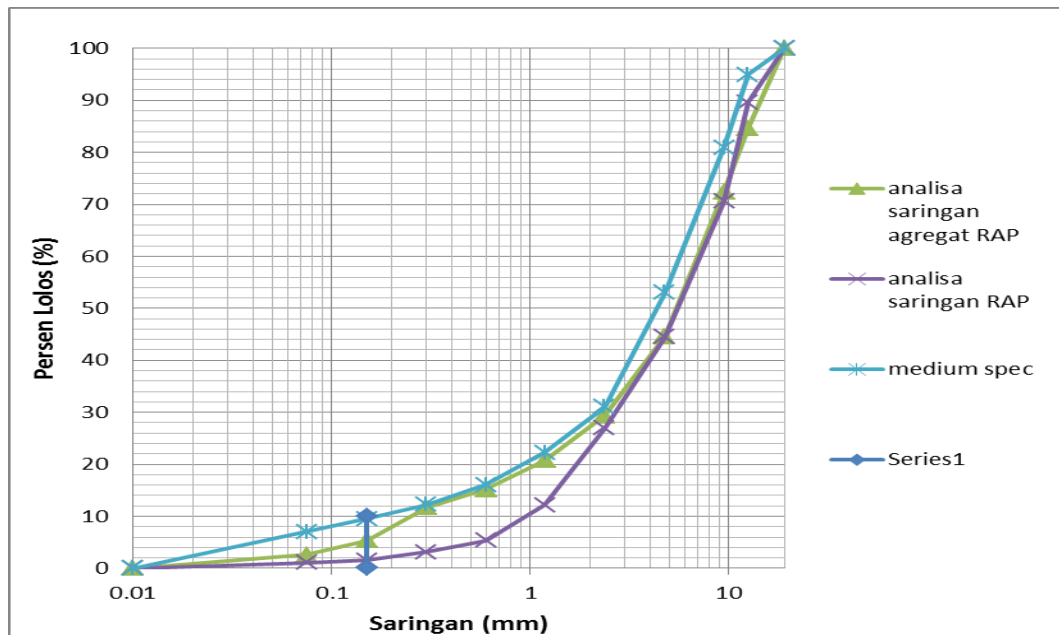


Gambar V.5. Grafik Analisa Saringan Agregat *RAP* Rekayasa 3

Dari hasil uji analisa saringan agregat *RAP* yang ditampilkan pada gambar V.5 dan tabel V.5, meskipun lolos saringan ½” dan lolos saringan No.200 tidak memasuki spesifikasi AC, namun besar kemungkinan gradasi yang terlihat pada gambar V.5 yang didapat dari tabel V.5 adalah bergradasi AC. Hal ini ditandai dengan alur garis grafik analisa saringan agregat *RAP* yang dapat memasuki batas bawah spesifikasi AC.

2. Penyimpangan gradasi *RAP* Rekayasa 1 dan agregat *RAP* Rekayasa 3

Penyimpangan gradasi *RAP* dan agregat *RAP* dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar penyimpang terhadap spesifikasi AC.



Gambar V.6. Grafik Penyimpangan Gradasi *RAP* Rekayasa 1 dan Agregat *RAP* Rekayasa

Penyimpangan yang paling besar terjadi pada saringan No.100. Penyimpangan gradasi *RAP* didapatkan 1,56 % sedangkan penyimpangan pada agregat *RAP* didapat sebesar 5,3 %. Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai penyimpangan terbesar terdapat pada agregat *RAP* sebesar 5,3%, ini disebabkan karena agregat *RAP* sudah tidak tercampur dengan aspal, dan juga adanya reaksi dari agregat setelah terkena bensin saat proses ekstraksi agregat yang kemudian mengakibatkan terjadinya kerapuhan pada butiran kasar dan menjadi butiran halus saat proses analisa saringan. Dengan grafik yang menunjukkan bahwa *RAP* lebih menyimpang dari batas spesifikasi hal ini menandakan bahwa *RAP* mempunyai gradasi yang lebih kasar bila dibandingkan dengan gradasi agregat *RAP*.

3. Pemeriksaan Abrasi

Pemeriksaan abrasi atau keausan agregat dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan agregat. Dalam pemeriksaan agregat *RAP* ini digunakan tipe B yaitu agregat *RAP* yang lolos saringan 3/8 tertahan saringan 1/2 seberat 2500 gram dan yang lolos

saringan 1/2 tertahan saringan no.4 seberat 2500 gram. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel V.5. dan ditampilkan pada lampiran.

Tabel V.6. Pemeriksaan Keausan Agregat *RAP*

Gradasi Pemeriksaan		Jumlah Putaran = 500 putaran	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	<i>RAP</i> Ekstraksi (I)	<i>RAP</i> Ekstraksi (II)
76,2 (3'')	63,5 (2 ½'')		
63,5 (2 ½'')	50,8 (2'')		
50,8 (2'')	36,1 (1 ½'')		
36,1 (1 ½'')	25,4 (1'')		
25,4 (1'')	19,1 (¾'')		
19,1 (¾'')	12,7 (½'')	2500 gr	2500 gr
12,7 (½'')	9,52 (⅜'')	2500 gr	2500 gr
9,52 (⅜'')	6,35 (¼'')		
6,35 (¼'')	4,75 (No.4)		
4,75 (No.4)	2,36 (No.8)		
Jumlah Berat		5000 gr	5000 gr
Berat Tertahan Saringan No.12		3720 gr	3755 gr
Percobaan Tipe B			

$$\text{Keausan (I)} = (5000-3720/5000) \times 100\% = 25,60 \%$$

$$\text{Keausan (II)} = (5000-3755/5000) \times 100\% = 24,90 \%$$

$$\text{Keausan Rata-rata} = (25,60 \% + 24,90 \%) / 2 = 25,25 \%$$

Pada bahan ini yang diuji adalah agregat *RAP*, yaitu agregat hasil ekstraksi. Didapatkan hasil uji keausan agregat dengan nilai rata-rata 25,25 %. Hal ini bias dikatakan baik karena nilai keausan agregat *RAP* kurang dari 30%. Namun akan lebih baik lagi nilai abasinya dengan menggunakan agregat baru, karena kemungkinan nilai keausannya akan lebih rendah jika dibandingkan dengan agregat *RAP*.

4. Pemeriksaan *Sand Equivalent*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kebersihan kandungan lumpur pada agregat halus dan pasir. Pada pengujian ini benda uji yang digunakan adalah agregat halus dari *RAP* yang telah diekstraksi terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan *sand equivalent* yaitu sebesar 92,93 %. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa benda uji mempunyai tingkat kebersihan kadar lumpur yang baik, karena semakin besar nilai *sand equivalent* maka semakin bagus agregat halus yang telah digunakan. Karena diketahui bahwa kandungan lumpur pada *RAP* sedikit yaitu hanya sebesar 7,07 % saja. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

c. Pemeriksaan Sifat Dasar Aspal *RAP*

1. Pemeriksaan Titik Lembek

Tabel V.7. Hasil Pemeriksaan Titik Lembek

Jenis Pengujian	Titik lembek °C
Titik Lembek Aspal <i>RAP</i>	38.5 °C
Titik Lembek Aspal <i>RAP</i> +kapur 1.5%	47°C

(Sumber : Hasil Penelitian)

Pada pemeriksaan titik lembek dalam penelitian ini menggunakan variasi pengujian, yaitu titik lembek aspal *RAP* dan titik lembek aspal *RAP* + kapur 1,5%. Hasil pengujian titik lembek aspal *RAP* didapat nilai lebih rendah dari pada titik lembek aspal *RAP* yang telah ditambah kapur sebanyak 1,5% dari berat aspal, jadi dengan adanya penambahan kapur tersebut yang menyebabkan nilai titik lembek lebih tinggi. Karena pada dasarnya kapur dapat mengeras apabila telah bereaksi dengan aspal, hal ini dikarenakan minyak dari aspal akan cenderung terserap oleh kapur

sehingga komposisi dari aspal akan berubah menjadi lebih keras. Dan dengan nilai titik lembek tanpa kapur sebesar 38,5°C hal ini dapat dikatakan bahwa aspal *RAP* memiliki sensitifitas lebih tinggi terhadap suhu. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran.

2. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal *RAP*

Berat jenis aspal pada pengujian ini didapatkan nilai sebesar 1,01. Hal ini dapat dikatakan bahwa aspal *RAP* tidak begitu buruk meskipun nilainya sangat rendah. Karena pada batas spesifikasi yaitu 1-1,05 berat jenis aspal *RAP* tersebut masih masuk.

B. Pemeriksaan Kepadatan

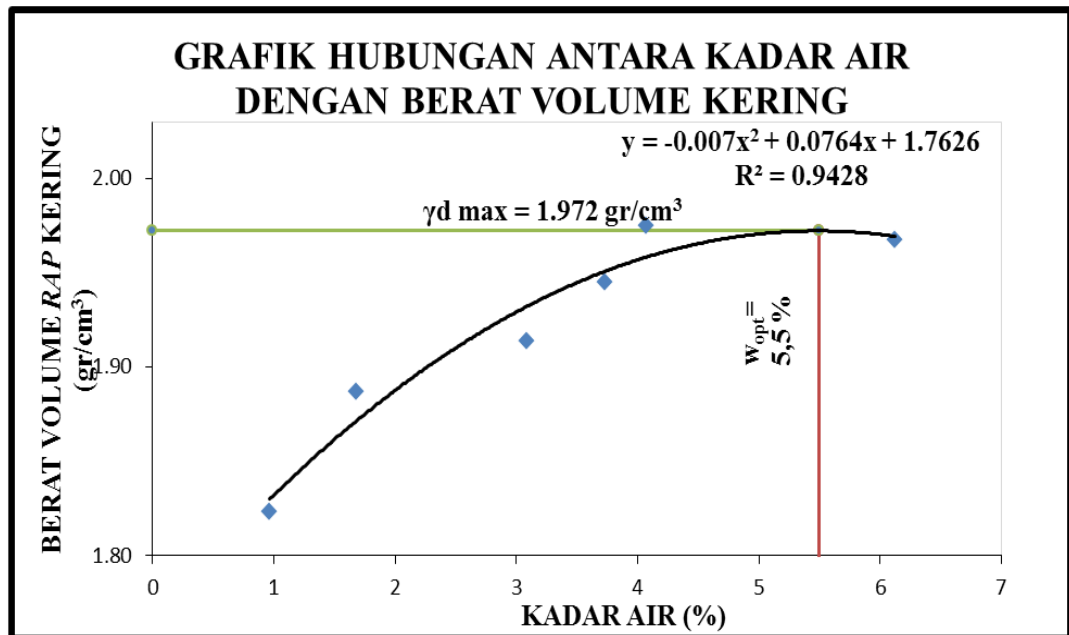
1. Pemeriksaan Kepadatan *RAP*

Pemeriksaan kepadatan *RAP* tanpa bahan tambah kapur pada penelitian ini dilakukan dengan tiga jenis *RAP* yaitu *RAP* yang telah direkayasa, *RAP* yang tidak direkayasa dan *RAP* Asli. Hasil uji kepadatan *RAP* tanpa rekayasa dan *RAP* yang telah direkayasa dapat dilihat pada tabel V.8.

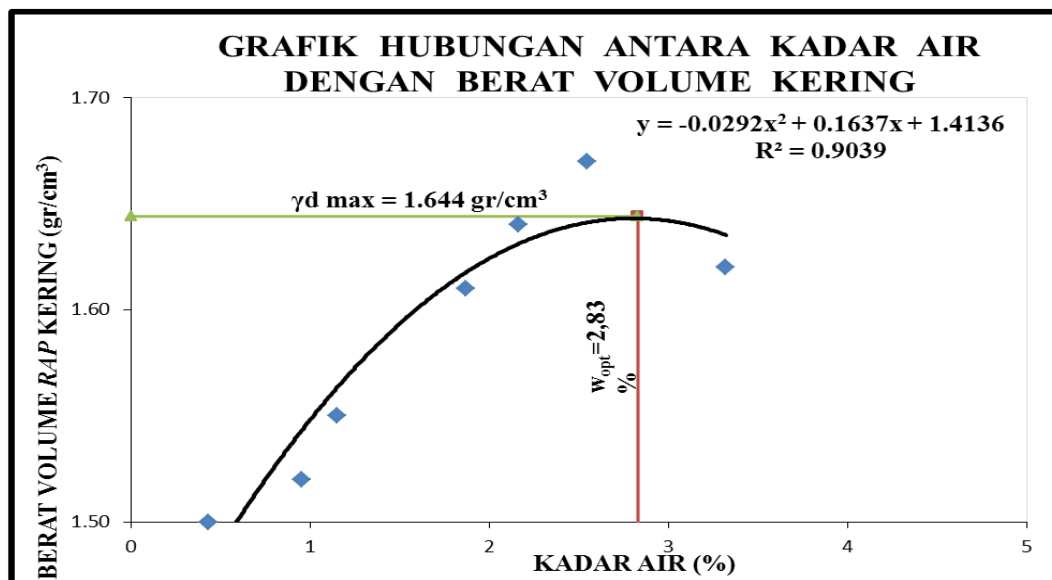
Tabel V.8. Kepadatan *RAP* Asli dan *RAP* Rekayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur

Variasi Kepadatan	Kepadatan Maksimum	Kadar Air Optimum
<i>RAP</i> Asli Tanpa Bahan Tambah Kapur Dengan Metode <i>Modified Proctor</i> (max 19mm)	1972 gr/cm ³	5,5 %
<i>RAP</i> Yang Tidak Direkayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur Dengan Metode <i>Modified Proctor</i> (4,75mm)	1,644 gr/cm ³	2,83 %
<i>RAP</i> Rekayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur Dengan Metode <i>Modified Proctor</i>	1,993 gr/cm ³	4,5 %
<i>RAP</i> Rekayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur Dengan Metode <i>Standart Proctor</i>	1,680 gr/cm ³	4,8 %

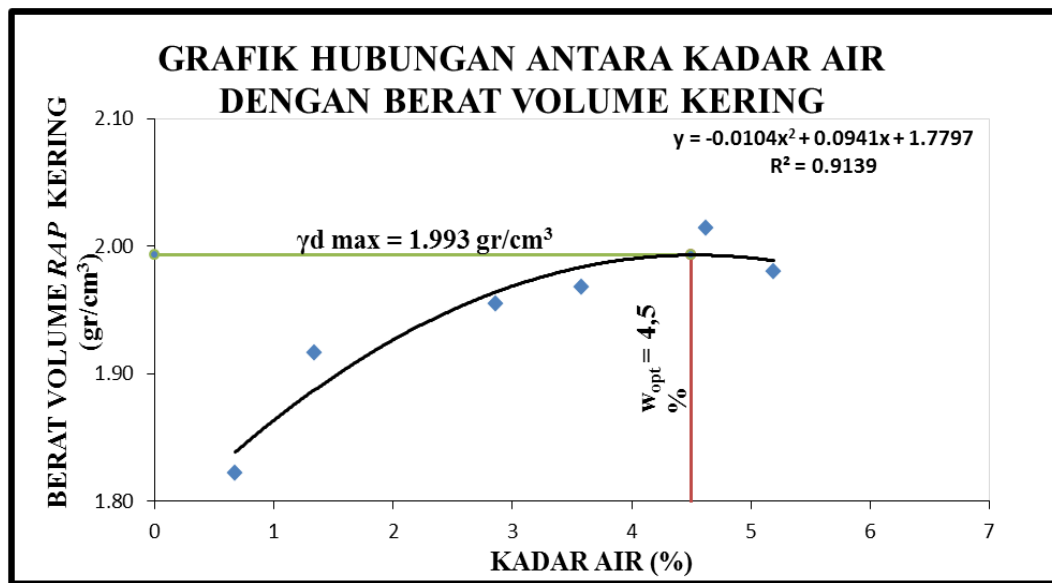
(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar V.7. Grafik Kepadatan RAP Asli Tanpa Bahan Tambah Kapur



Gambar V.8. Grafik Kepadatan RAP Tanpa Rekayasa Tanpa Bahan Tambah Kapur



Gambar V.9. Grafik Kepadatan *RAP* Rekayasa Dengan Metode *Modified Proctor*

Pemadatan yang dilakukan didapatkan nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Karena nilai kepadatan yang dihasilkan dari kepadatan *RAP* rekayasa tanpa bahan tambah kapur dengan menggunakan metode *Standart Proctor* adalah hasil dari kadar air optimum yang diperoleh dari *RAP* rekayasa tanpa bahan tambah kapur dengan metode *Modified Proctor*, maka grafik pada *RAP* rekayasa tanpa bahan tambah kapur dengan menggunakan metode *Standart Proctor* tidak dapat dibuat. Kurva pada grafik yang digunakan adalah *polynomial* dengan *R-squared* mencapai 0,9 adalah nilai terbesar yang didapatkan dibandingkan dengan menggunakan *trendline* yang lain. Dapat disimpulkan bahwa *RAP* yang telah direkayasa dengan menggunakan metode *Modified Proctor* memiliki nilai kepadatan maksimum yang lebih besar dari pada *RAP* yang tidak direkayasa baik itu *RAP* Asli (max 19mm) maupun *RAP* Asli (4,75mm). Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya komposisi fraksi halus yang lebih banyak, sehingga rongga antar agregat yang tercipta lebih kecil, namun untuk penyerapan airnya semakin besar karena agregat halus lebih banyak menyerap air dibandingkan dengan agregat kasar. Hal inilah yang menyebabkan adanya perbedaan yang cukup besar antara *RAP* yang telah direkayasa dengan *RAP* yang

tidak direkayasa. Maka dari itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan dalam melakukan pemeriksaan *RAP* direkayasa terlebih dahulu dengan memisahkan gradasi menjadi tiga fraksi, yaitu antara 10-20 mm, antara 5-10 mm dan <5 mm.

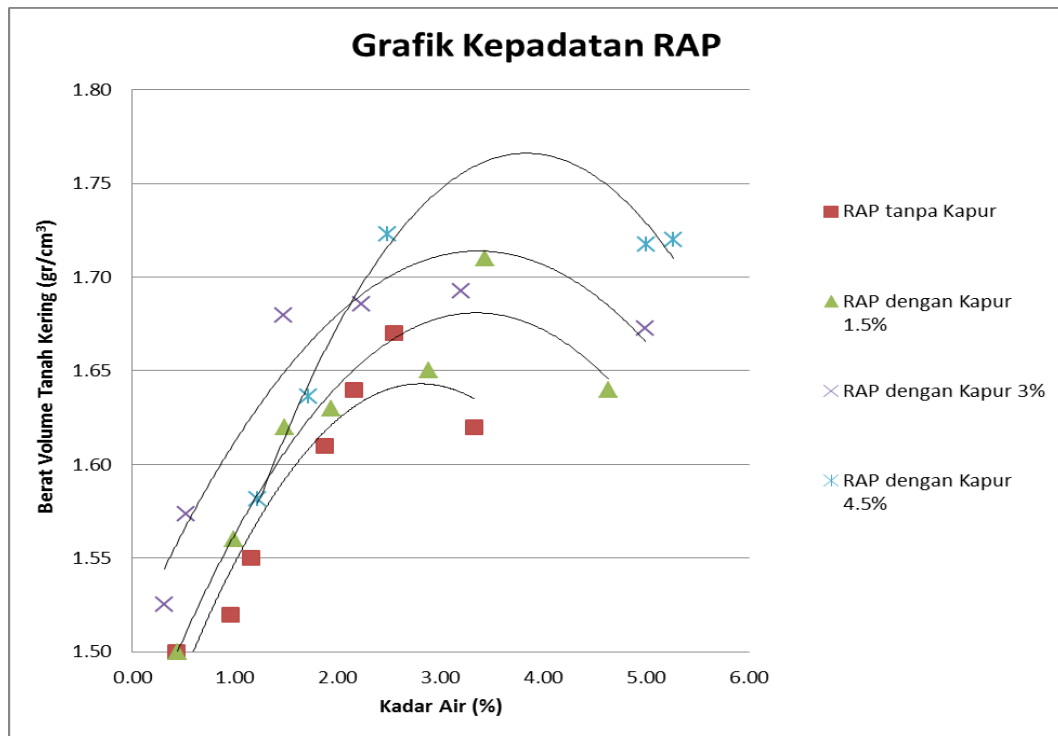
Merekayasa gradasi *RAP* dengan ukuran butiran yang sama, yaitu > 5mm, antara 5-10mm dan < 20mm tidak menjadikan hasil yang diperoleh juga sama. Hal ini dibuktikannya dengan pemadatan metode *Modified Proctor* memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan metode *Standart Proctor*. Dan perbandingan dari kedua metode tersebut ialah metode *Standart Proctor* 84,30 % nya dari metode *Modified Proctor*. Maka dari itu, metode *Modified Proctor* akan lebih baik digunakan karena memiliki nilai kepadatan yang paling besar.

2. Pemeriksaan Kepadatan *RAP* Asli (max 4,75mm) Dengan Bahan Tambah Kapur

Tabel V.9. Variasi Kepadatan *RAP* dengan Bahan Tambah Kapur

Variasi Kepadatan	Kepadatan Maksimum	Kadar Air Optimum
<i>RAP</i> + Kapur 0%	1,644 gr/cm ³	2,83 %
<i>RAP</i> + Kapur 1,5%	1,640 gr/cm ³	3,30 %
<i>RAP</i> + Kapur 3%	1,715 gr/cm ³	3,48 %
<i>RAP</i> + Kapur 4,5%	1,766 gr/cm ³	3,85 %

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar V.10. Grafik Variasi Kepadatan *RAP* Asli (4,75mm) + Kapur

Variasi penambahan bahan tambah kapur sebagai bahan pengisi ternyata berpengaruh terhadap kenaikan nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Hal ini disebabkan kapur yang mengisi rongga pori *RAP*, yang pada kondisi *RAP*, rongga pori tersebut terisi oleh air dan udara. Akibat adanya kapur dalam rongga pori *RAP* ini, persentase air yang terkandung dalam *RAP* semakin bertambah. Karena pada dasarnya kapur yang bersifat menyerap air sehingga terjadi peningkatan pada berat volume kering dan kadar air optimumnya. Untuk itu, diperlukan pembagian butiran gradasi untuk merekayasa *RAP* agar hasil pemadatan lebih maksimal.

C. Pemeriksaan *CBR* (*California Beaing Ratio*)

1. Pemeriksaan *CBR RAP*

Pemeriksaan *CBR RAP* dimaksudkan untuk mengetahui besar nilai *CBR RAP* yang telah dilakukan. Hasil *CBR RAP Unsoaked* (Tanpa Perendaman) dapat dilihat pada tabel V.9 dan *CBR RAP Soaked* (Dengan Perendaman) dapat dilihat pada tabel V.10.

Tabel V.10. Nilai *CBR RAP Unsoaked*

Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>
10 Pukulan	5.6
35 Pukulan	12
65 Pukulan	16

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.11. Nilai *CBR RAP Soaked*

Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>
10 Pukulan	3.96
35 Pukulan	12.73
65 Pukulan	20.44

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil seperti pada tabel V.10 dan V.11 dapat disimpulkan nilai *CBR* dengan perendaman mengalami kenaikan dibandingkan dengan *CBR* tanpa perendaman. Hal ini dikarenakan karena *RAP* yang telah dipadatkan dengan metode pemadatan *modified proctor* masih mempunyai pori-pori meskipun sudah dipadatkan dalam *mold*. Nilai *CBR* yang dipakai adalah yang terbesar, baik itu pada penetrasi 0,1” maupun 0,2”.

2. Pengaruh Rekayasa RAP dan Bahan Tambah Kapur Terhadap CBR

a. Pengaruh Rekayasa RAP dan Bahan Tambah Kapur Terhadap CBR Unsoaked

Tabel V.12. Variasi CBR Unsoaked Dengan Bahan Tambah Kapur

Variasi CBR Unsoaked	Jumlah Pukulan	Nilai CBR
RAP Asli (max 19mm) Tanpa Bahan Tambah	10 Pukulan	5.33
RAP Tanpa Bahan Tambah		5.62
RAP Dengan BT Kapur 1,5 %		5.47
RAP Dengan BT Kapur 3 %		8.98
RAP Dengan BT Kapur 4,5%		13.11

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.13. Variasi CBR Unsoaked Dengan Bahan Tambah Kapur

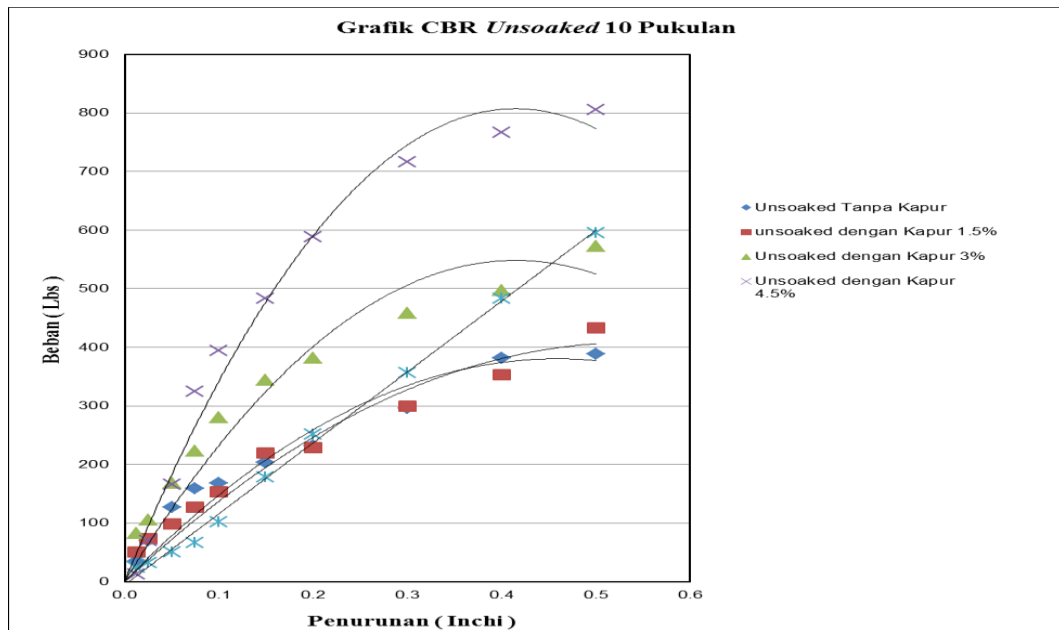
Variasi CBR Unsoaked	Jumlah Pukulan	Nilai CBR
RAP Asli (max 19mm) Tanpa Bahan Tambah	35 Pukulan	14.56
RAP Tanpa Bahan Tambah		12,00
RAP Dengan BT Kapur 1,5 %		12.02
RAP Dengan BT Kapur 3 %		10.82
RAP Dengan BT Kapur 4,5%		10.87

(Sumber : Hasil Penelitian)

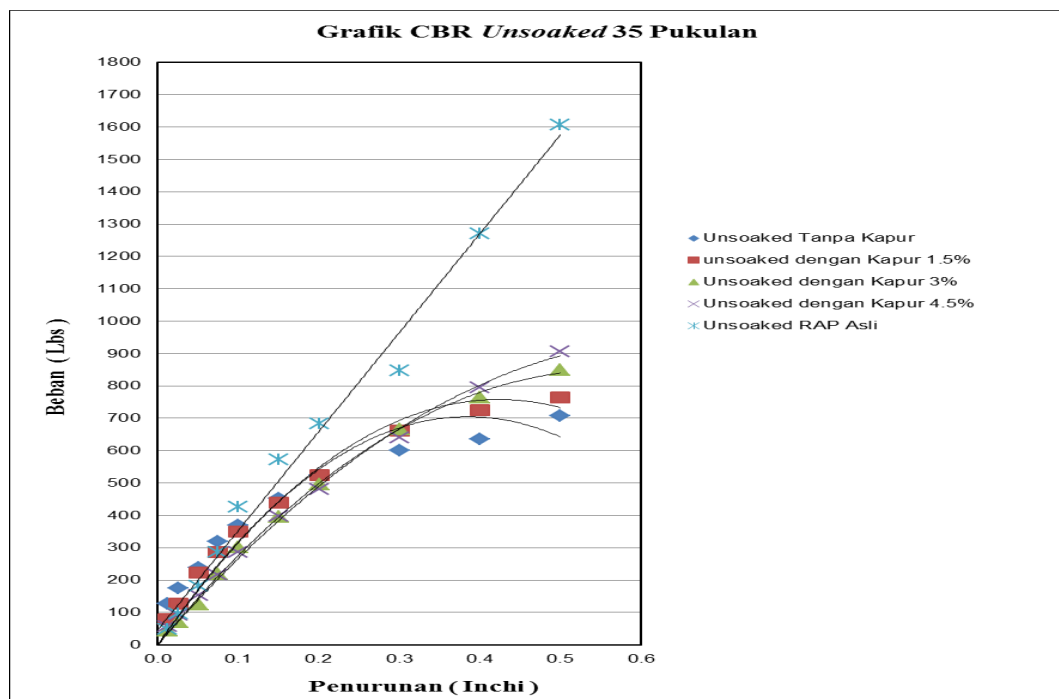
Tabel. V.14. Variasi CBR Unsoaked Dengan Bahan Tambah Kapur

Variasi CBR Unsoaked	Jumlah Pukulan	Nilai CBR
RAP Asli (max 19mm) Tanpa Bahan Tambah	65 Pukulan	37.78
RAP Tanpa Bahan Tambah		16,00
RAP Dengan BT Kapur 1,5 %		15.89
RAP Dengan BT Kapur 3 %		6.67
RAP Dengan BT Kapur 4,5%		31.11

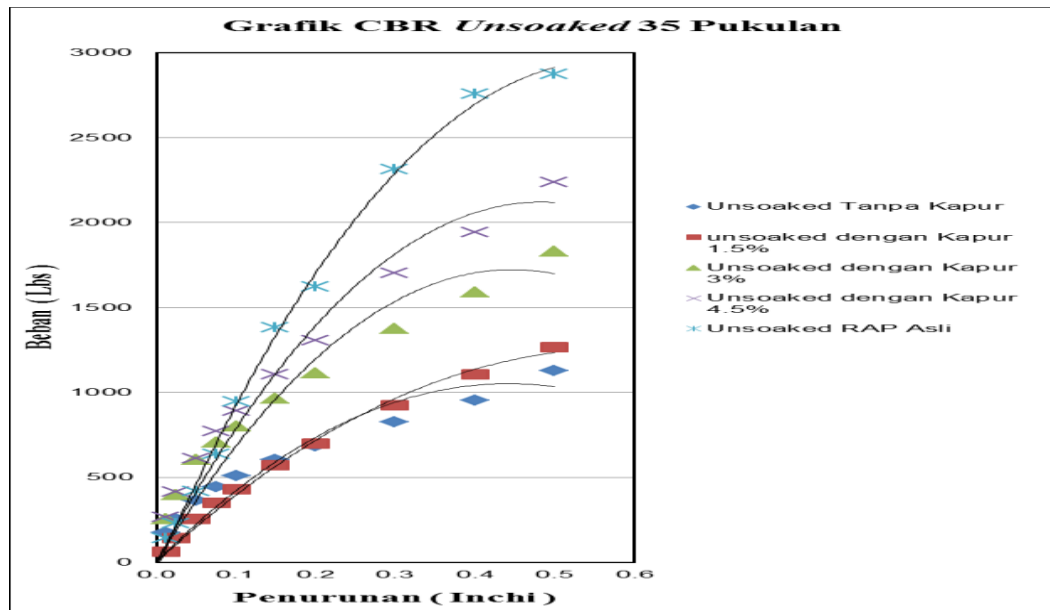
(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar V.11. Grafik *CBR Unsoaked* 10 Pukulan



Gambar V.12. Grafik *CBR Unsoaked* 35 Pukulan



Gambar V.13. Grafik *CBR Unsoaked* 65 Pukulan

b. Pengaruh Rekayasa RAP dan Bahan Tambah Kapur Terhadap *CBR Unsoaked*

Tabel V.15. Variasi *CBR Soaked* Dengan Bahan Tambah Kapur

Variasi <i>CBR Soaked</i>	Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>
RAP Asli (max 19mm) Tanpa Bahan Tambah	10 Pukulan	5.33
RAP Tanpa Bahan Tambah		3.96
RAP Dengan BT Kapur 1,5 %		9.93
RAP Dengan BT Kapur 3 %		16.56
RAP Dengan BT Kapur 4,5%		19.56

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.16. Variasi *CBR Soaked* Dengan Bahan Tambah Kapur

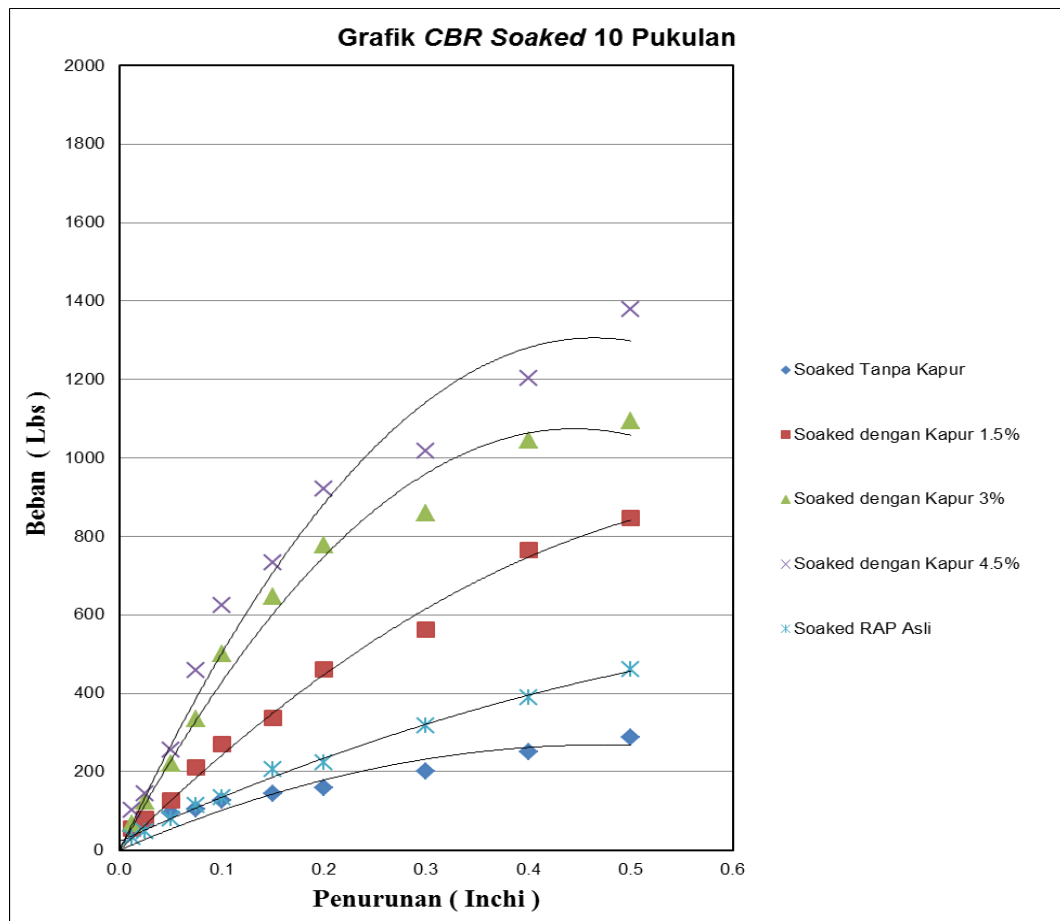
Variasi <i>CBR Soaked</i>	Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>
RAP Asli (max 19mm) Tanpa Bahan Tambah	35 Pukulan	22.89
RAP Tanpa Bahan Tambah		12.73
RAP Dengan BT Kapur 1,5 %		20.60
RAP Dengan BT Kapur 3 %		25.04
RAP Dengan BT Kapur 4,5%		32.22

(Sumber : Hasil Penelitian)

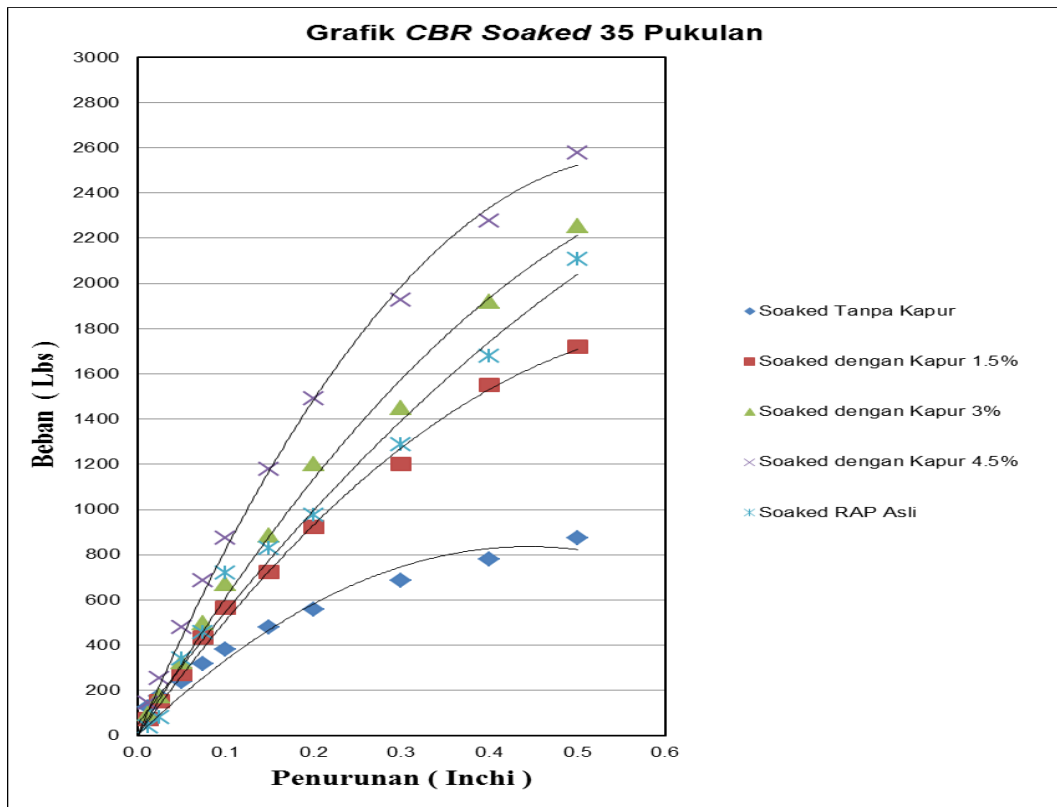
Tabel V.17. Variasi *CBR Soaked* Dengan Bahan Tambah Kapur

Variasi <i>CBR Soaked</i>	Jumlah Pukulan	Nilai <i>CBR</i>
<i>RAP</i> Asli (max 19mm) Tanpa Bahan Tambah	65 Pukulan	50.67
<i>RAP</i> Tanpa Bahan Tambah		20.44
<i>RAP</i> Dengan BT Kapur 1,5 %		22.67
<i>RAP</i> Dengan BT Kapur 3 %		25.69
<i>RAP</i> Dengan BT Kapur 4,5%		45.11

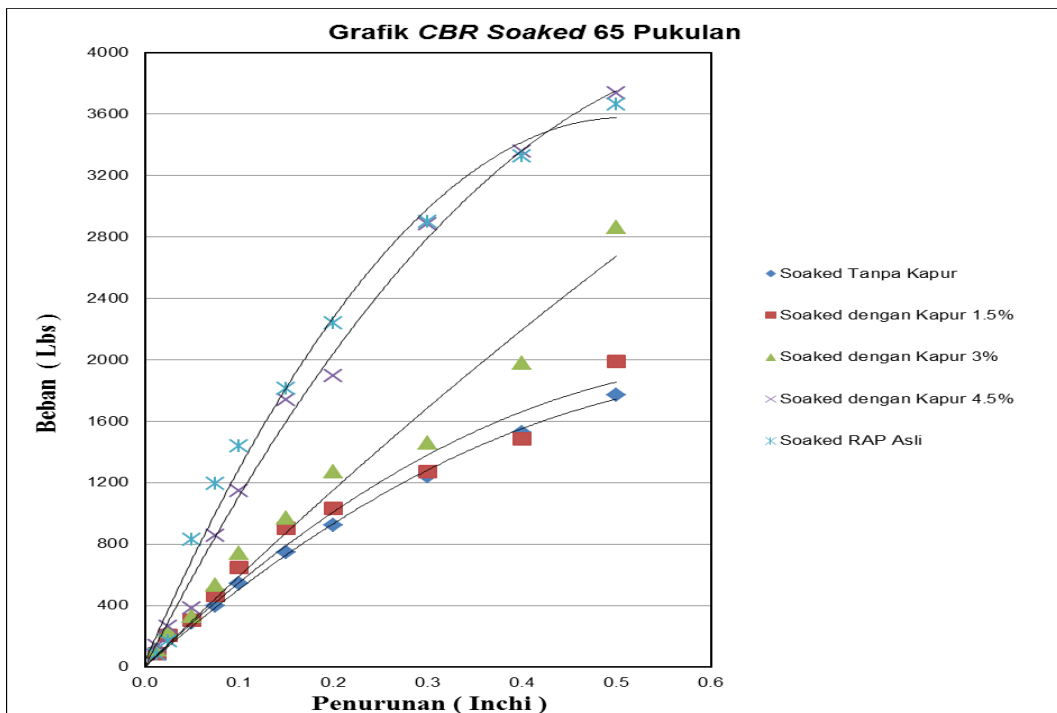
(Sumber : Hasil Penelitian)



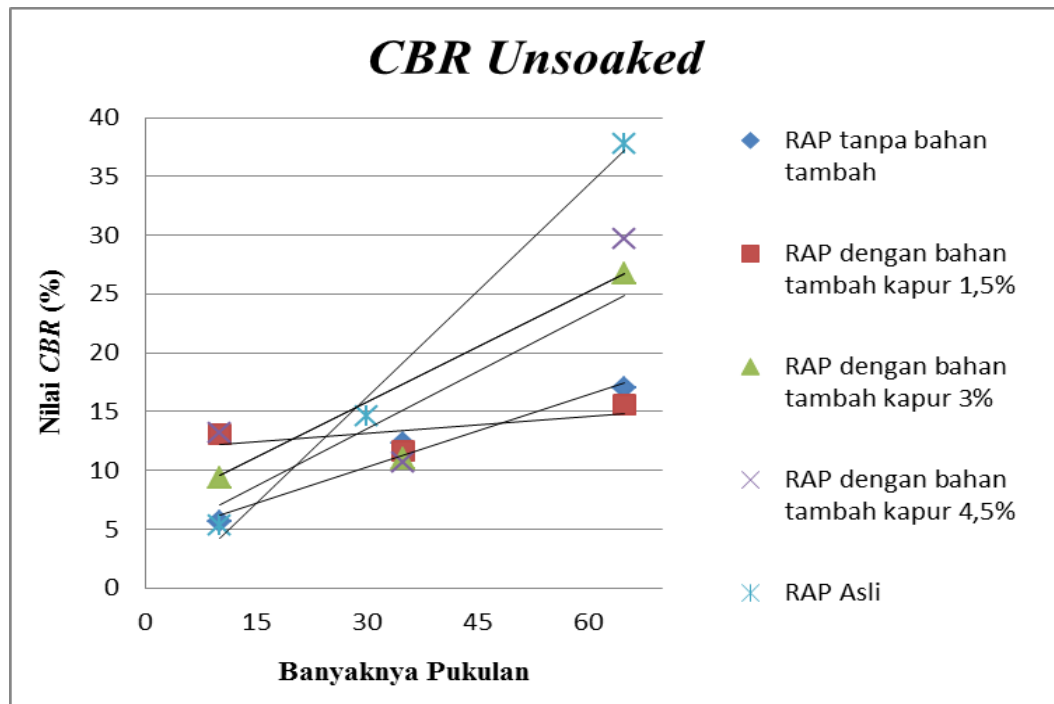
Gambar V.14. Grafik *CBR Soaked* 10 Pukulan



Gambar V.15. Grafik Variasi CBR Soaked 35 Pukulan



Gambar V.16. Grafik CBR Soaked 65 Pukulan



Gambar V.17. Grafik Variasi *CBR Unsoaked* 65 Pukulan

Pemeriksaan test *CBR* dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan perendaman dan tanpa perendaman. *CBR* dengan perendaman diujikan selama 4 hari dengan memeriksa perkembangan bacaan *CBR* setiap harinya sesuai dengan waktu pertama kalinya benda uji direndam. Berdasarkan data yang didapat dari pengujian test *CBR* laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta, nilai *CBR* yang diperoleh semakin banyak pukulan semakin besar nilai *CBR*. Baik itu *CBR soaked* maupun *Unsoaked*. Pada penelitian ini, *CBR Soaked* mengalami kenaikan yang cukup banyak dibandingkan *CBR Unsoaked*. Bahkan hasil dari *CBR* rendaman tersebut jauh lebih besar dari pada yang tidak direndam. Perendaman dilakukan selama 4 hari dan dilakukan pembacaan setiap harinya. Dengan adanya kapur sebagai pengisi yang dapat mesntabilkan *RAP*, bahan tambah ini telah berguna dengan dibuktikannya pada test *CBR* tersebut. Semakin banyak kapur yang ditambahkan, maka semakin besar pula hasil yang didapatkan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tentang Analisis Pengaruh Bahan Tambah Kapur Terhadap Karakteristik *RAP* sebagai berikut:

1. Hasil uji identitas dan uji fisik sebagai berikut:
 - a. Hasil uji identitas *RAP* yang berasal dari DPU Kabupaten Tegal tersebut mempunyai warna coklat keabu-abuan. Dengan nilai kadar aspal sebesar 4,16 %, dengan kadar aspal yang sedikit (rendah) hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan gradasi sebelumnya makai spesifikasi AC. Nilai titik lembek aspal *RAP* 38,5°C dan titik lembek aspal *RAP* + kapur 1,5% yaitu 47°C. Karena titik lembek 38,5°C maka keadaan aspal *RAP* lebih sensitif terhadap suhu. Berat jenis aspal 1,01. Hasil uji abrasi agregat *RAP* dengan nilai total rata-rata sebesar 25,25 %.
 - b. Hasil uji analisa saringan *RAP*, agregat *RAP* dan *RAP* Rekayasa menunjukkan bahwa *RAP* rekayasa yang lebih memenuhi spesifikasi AC menurut ketentuan Bina Marga 2010 dibandingkan dengan *RAP* maupun agregat *RAP*.
2. Berdasarkan pemeriksaan kepadatan didapatkan nilai kepadatan maksimum *RAP* Asli (19mm) tanpa bahan tambah adalah 1,972 gr/cm³, *RAP* Asli (4,75mm) tidak direkayasa tanpa bahan tambah sebesar 1,644 gr/cm³, dan *RAP* rekayasa dengan metode *Modified Proctor* sebesar adalah 1,993 gr/cm³ dan *RAP* rekayasa tanpa bahan tambah kapur dengan metode *Standart Proctor* sebesar 1,680 gr/cm³. Nilai kepadatan maksimum *RAP* Asli (max 19mm) tanpa rekayasa lebih kecil dibandingkan dengan *RAP* yang telah direkayasa. Analisa pengaruh rekayasa *RAP* dan bahan tambah kapur terhadap kepadatan adalah pada pengujian pemadatan, semakin bertambahnya persentase kapur yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai kepadatan dan daya dukungnya, namun dengan adanya pemadatan

RAP yang telah direkayasa hasil kepadatan jauh lebih meningkat bahkan pemadatan *RAP* dengan bahan tambah kapur 4,5% nilai kepadatannya lebih rendah dibandingkan *RAP* yang direkayasa. Untuk perbandingan prosentase *RAP* Rekayasa *Standart Proctor* sebesar 84,30% dari *RAP* Rekayasa *Standart Proctor*.

3. Nilai *CBR Unsoaked* lebih rendah dibandingkan dengan nilai *CBR Soaked*, baik tanpa bahan tambah maupun dengan bahan tambah. Hal ini juga berlaku pada uji *CBR* dengan bahan tambah kapur, yaitu semakin banyak kapur maka semakin tinggi pula nilai *CBR* nya. Dan *CBR Soaked* (rendaman) memiliki nilai *CBR* yang lebih tinggi dari pada *CBR Unsoaked* (tanpa rendaman). Respon bahan tambah kapur terhadap *RAP* guna penguatan struktur antara *RAP* dengan bahan tambah yaitu kapur yang bersifat hidrolis dan mengisi rongga antar *RAP* dapat meningkatkan kepadatan, daya dukung, menstabilkan dan memperkuat campuran. Dengan adanya hasil penelitian yang ada bahwa penambahan kapur mampu memperbaiki *properties RAP*. Hal ini berupa kepadatan dan daya dukung. Sehingga sesuai dengan fungsi dari kapur padam tersebut, maka didapatkan hasil kapur mampu memperbaiki *properties* dari pada *RAP*. Tetapi akan lebih baik lagi hasilnya apabila pengujian menggunakan *RAP* yang direkayasa.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan penelitian analisis pengaruh bahan tambah *RAP* terhadap karakteristik *RAP* didapatkan saran sebagai berikut :

1. Pada saat melakukan penelitian, cara kerja pada setiap pengujian sebaiknya dilakukan dengan penuh ketelitian dan sesuai dengan prosedur pengujian, agar didapatkan hasil yang akurat.
2. Perlu pengkajian ulang dalam mengambil aspal dalam *RAP* agar didapatkan aspal *RAP* yang murni tanpa ada sisa zat lain yang masih terkandung dalam aspal *RAP*.
3. Perlu dibuatnya spesifikasi tentang penggunaan *RAP* untuk memudahkan dalam pengerjaan pekerjaan yang menggunakan bahan material *RAP*.

DAFTAR PUSTAKA

- Girry, 2010, “Karakteristik Daya Dukung Material *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)* Sebagai Bahan Daur Ulang Perkerasan Jalan”, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ipakadar, 2014. *Mana Asam? Mana Basa?*. <https://ipakadar.wordpress.com/2014/3/21/mana-asam-mana-basa/>
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, Spesifikasi Umum 2010, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Mustika, 2009, “Observasi Karakteristik *Marshall* Pada *Asphalt Concrete* Campura Panas Dengan *RAP*”, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pamungkas, 2009, “Kajian Uji Kuat Tekan Pada *Asphalt Concrete* Campuran Panas Dengan *RAP*”, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Pramudyo, 2013, “Investigasi Karakterik *RAP* Artifisial”, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sari, 2014, “Analisa Lendutan dan Model Retak Lapis Perkerasan AC/WC Daur Ulang Yang Diperkuat Geogrid Pra-Tegang”, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Setyawan, 2014, “Konstruksi Lapis Perkerasan AC/WC Daur Ulang Diperkuat Dengan Geogrid Pra-Tegang”, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sunarjono, S, 2006, *Evaluasi Engineering Bahan Perkerasan Jalan Menggunakan RAP dan Foamed Bitumen*, Jurnal, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sunarjono, S, 2014, *Rekayasa Kepadatan dan Stabilitas Campuran RAP Menggunakan Teknologi Cold Mix Road Recycling Dalam Penanganan Kerusakan Ruas Jalan Pantura*.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

...elan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Sur

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN *RAP* Rekayasa 1

Fraksi : I
Berat bahan (kering) : 1500 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0,00	100,00
1/2	472	472	31,47	68,53
3/8	811	1283	85,53	14,47
4	166	1449	96,60	3,40
8	10	1459	97,27	2,73
16	7	1466	97,73	2,27
30	5	1471	98,07	1,93
50	4	1475	98,33	1,67
100	7	1482	98,80	1,20
200	2	1484	98,93	1,07
Pan	16	1500	100,00	0,00
Jumlah	1500			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN

Fraksi :

Berat bahan kering :

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0	100
1/2	9	9	0,9	99,1
3/8	63	72	7,2	92,8
4	898	970	97	3
8	13	983	98,3	1,7
16	3	986	98,6	1,4
30	3	989	98,9	1,1
50	2	991	99,1	0,9
100	3	994	99,4	0,6
200	1	995	99,5	0,5
Pan	5	1000	100	0
Jumlah	1000			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN

Fraksi : III
Berat bahan kering : 500 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0,00	100,00
1/2	0	0	0,00	100,00
3/8	0	0	0,00	100,00
4	1	1	0,20	99,80
8	199	200	40,00	60,00
16	170	370	74,00	26,00
30	78	448	89,60	10,40
50	24	472	94,40	5,60
100	16	488	97,60	2,40
200	5	493	98,60	1,40
Pan	7	500	100,00	0,00
jumlah	500			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

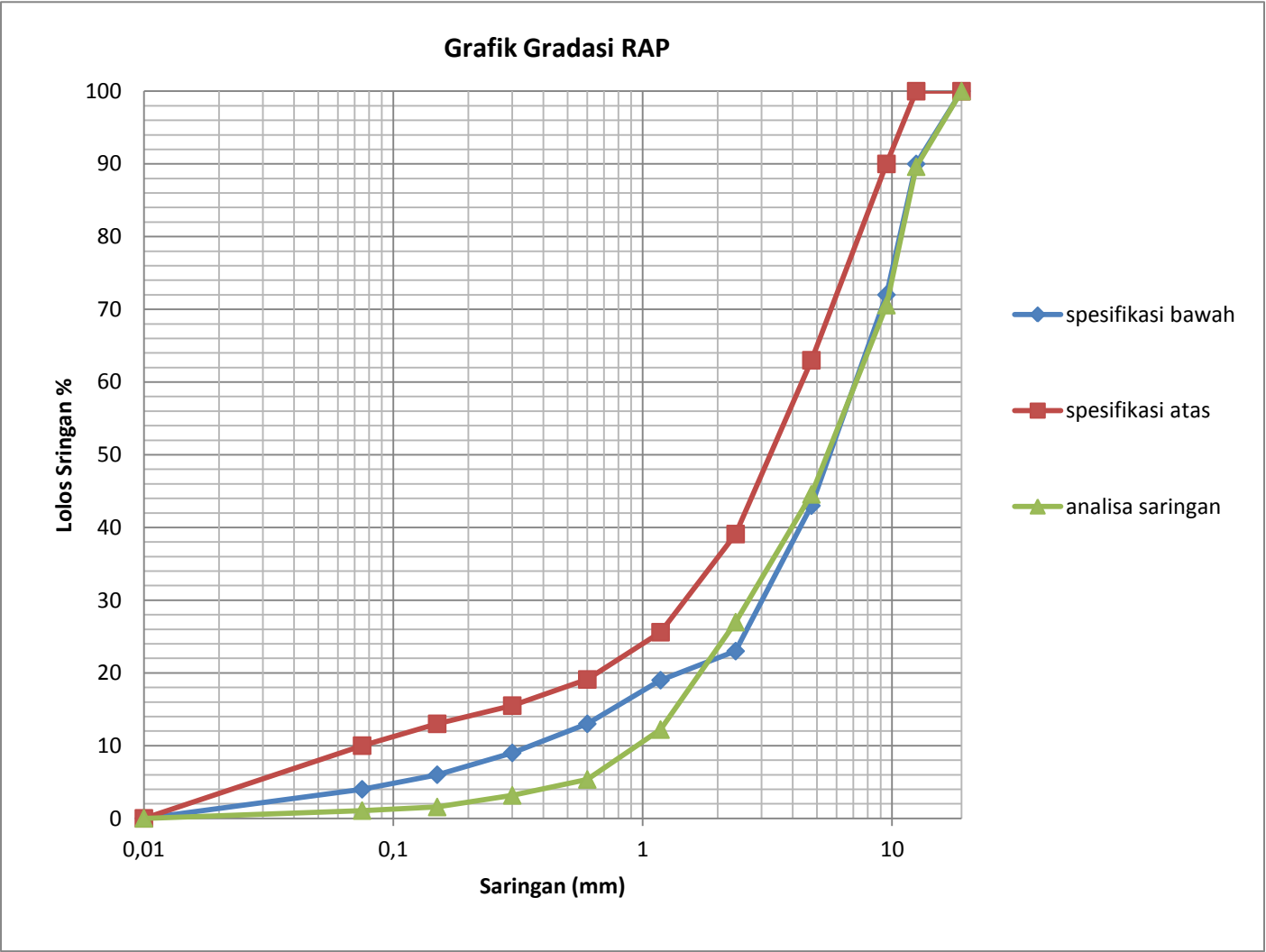
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

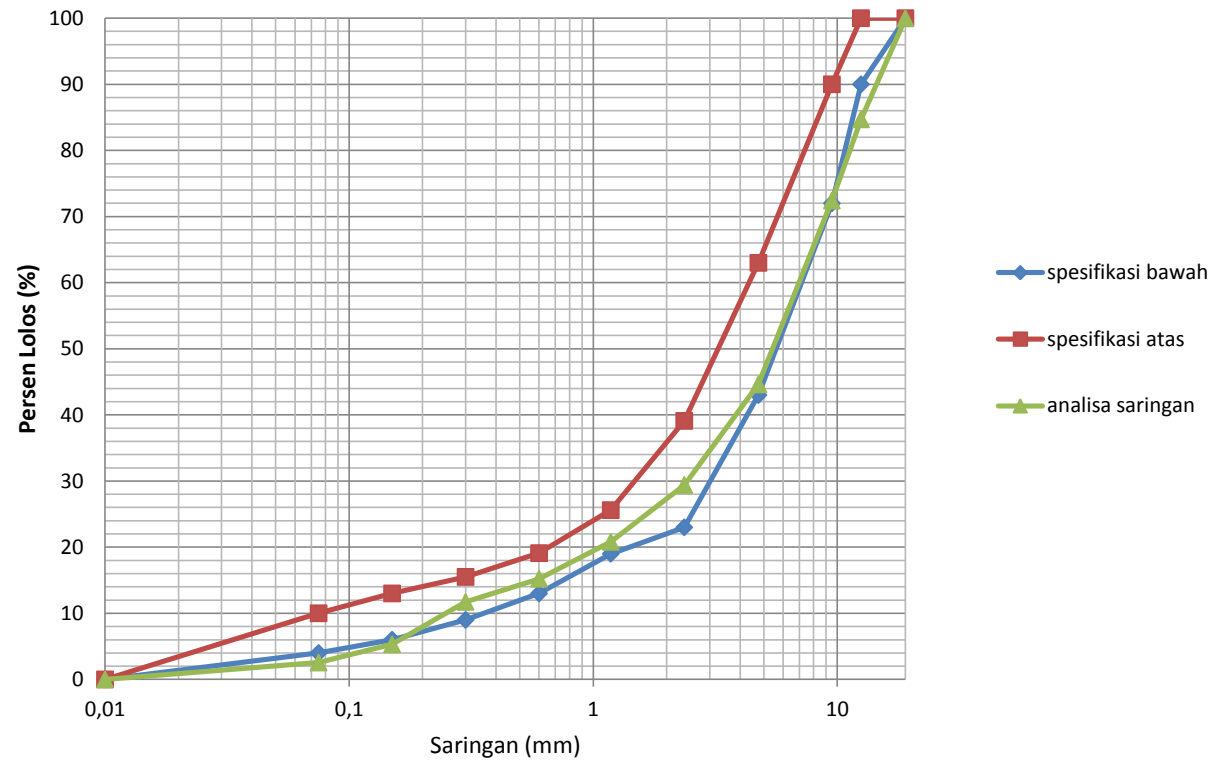
Ø Ayakan	Lolos F1	Lolos F2	Lolos F3	CA %	MA %	FA %	Jumlah	Medium spec	Spec	Ket
3/4	100,00	100	100	32,3	24,9	42,80	100,00	100	100	masuk
1/2	68,53	99,1	100	22,14	24,68	42,80	89,61	95	90 - 100	masuk
3/8	14,47	92,80	100	4,67	23,11	42,80	70,58	81	72 - 90	masuk
4	3,40	3,00	99,8	1,10	0,75	42,71	44,56	53	43 - 63	masuk
8	2,73	1,70	60,00	0,88	0,42	25,68	26,99	31,05	23 - 39.1	masuk
16	2,27	1,40	26,00	0,73	0,35	11,13	12,21	22,3	19 - 25.6	masuk
30	1,93	1,10	10,40	0,62	0,27	4,45	5,35	16,05	13 - 19.1	masuk
50	1,67	0,90	5,60	0,54	0,22	2,40	3,16	12,25	9 - 15.5	masuk
100	1,20	0,60	2,40	0,39	0,15	1,03	1,56	9,5	6 - 13	masuk
200	1,07	0,50	1,40	0,34	0,12	0,60	1,07	7	4 - 10	masuk
Pan	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0	

Keterangan

CA % = 32,3
MA % = 24,9
FA % = 42,8
 100



Grafik Gradasi Agregat RAP





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 St

Ø Ayakan	Lolos F1	Lolos F2	Lolos F3	CA %	MA %	FA %	Jumlah	Medium spec	Spec	Ket
3/4	100,00	100	100	29,2	32,3	38,50	100,00	100	100	masuk
1/2	47,60	100	100	13,90	32,30	38,50	84,70	95	90 - 100	masuk
3/8	13,73	92,60	100	4,01	29,91	38,50	72,42	81	72 - 90	masuk
4	4,80	14,60	100	1,40	4,72	38,50	44,62	53	43 - 63	masuk
8	4,07	2,50	71,20	1,19	0,81	27,41	29,41	31,05	23 - 39.1	masuk
16	3,67	2,20	49,40	1,07	0,71	19,02	20,80	22,3	19 - 25.6	masuk
30	3,40	2,10	35,20	0,99	0,68	13,55	15,22	16,05	13 - 19.1	masuk
50	3,20	1,70	26,60	0,93	0,55	10,24	11,72	12,25	9 - 15.5	masuk
100	2,40	0,90	11,20	0,70	0,29	4,31	5,30	9,5	6 - 13	masuk
200	1,67	0,20	5,20	0,49	0,06	2,00	2,55	7	4 - 10	masuk
Pan	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	masuk

Keterangan

CA % = 29,2

MA % = 32,3

FA % = 38,5

100



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
 FAKULTAS TEKNIK
 LABORATORIUM JALAN RAYA
 Jalan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Su

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN Agregat *RAP* Rekayasa 2

Fraksi : I
 Berat bahan (kering) : 1500 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0,00	100,00
1/2	786	786	52,40	47,60
3/8	508	1294	86,27	13,73
4	134	1428	95,20	4,80
8	11	1439	95,93	4,07
16	6	1445	96,33	3,67
30	4	1449	96,60	3,40
50	3	1452	96,80	3,20
100	12	1464	97,60	2,40
200	11	1475	98,33	1,67
Pan	25	1500	100,00	0,00
Jumlah	1500			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN

Fraksi : II
Berat bahan kering : 1000 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0	100
1/2	0	0	0	100
3/8	74	74	7,4	92,6
4	780	854	85,4	14,6
8	121	975	97,5	2,5
16	3	978	97,8	2,2
30	1	979	97,9	2,1
50	4	983	98,3	1,7
100	8	991	99,1	0,9
200	7	998	99,8	0,2
Pan	2	1000	100	0
Jumlah	1000			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

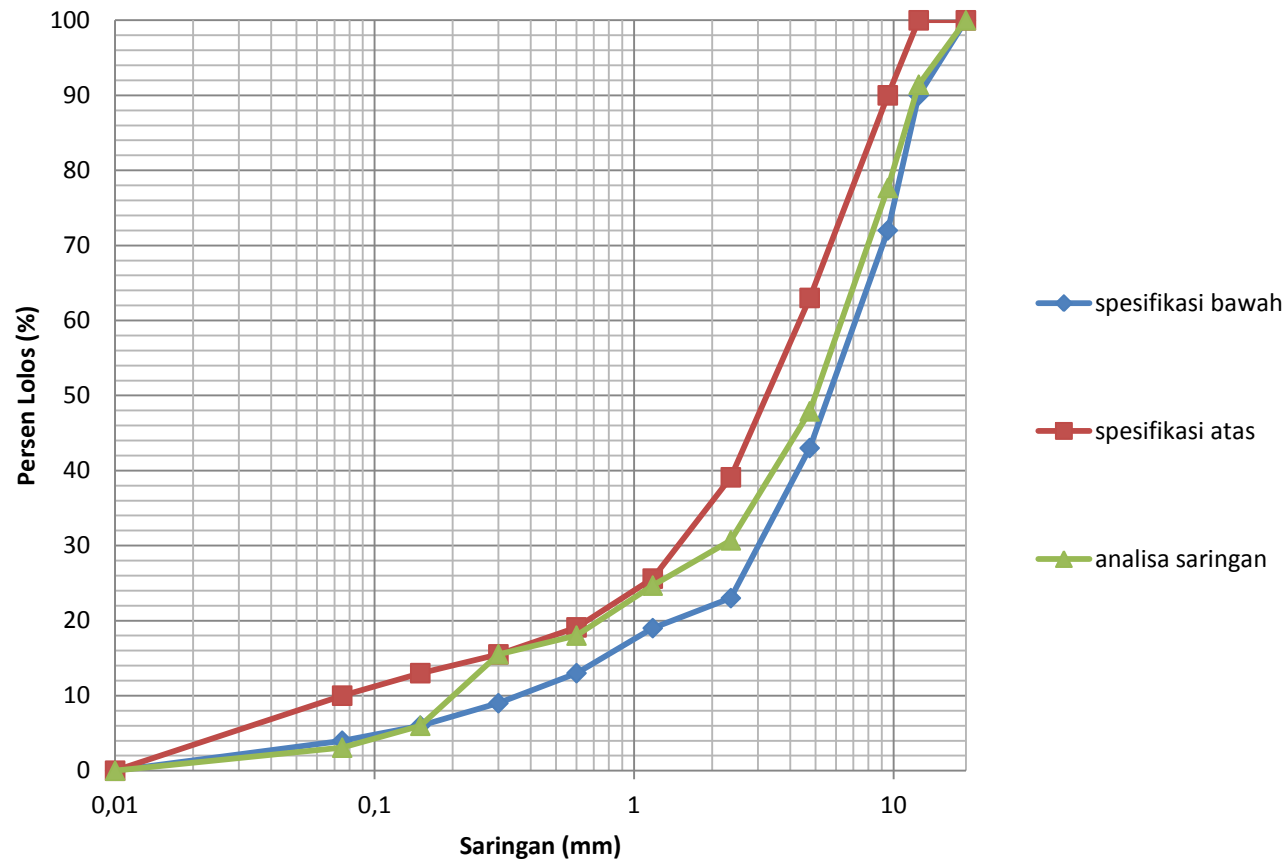
Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN

Fraksi : III
Berat bahan kering : 500 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0,00	100,00
1/2	0	0	0,00	100,00
3/8	0	0	0,00	100,00
4	0	0	0,00	100,00
8	144	144	28,80	71,20
16	109	253	50,60	49,40
30	71	324	64,80	35,20
50	43	367	73,40	26,60
100	77	444	88,80	11,20
200	30	474	94,80	5,20
Pan	26	500	100,00	0,00
jumlah	500			

Grafik Gradasi RAP Rekayasa





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 S

Ø Ayakan	Lolos F1	Lolos F2	Lolos F3	CA %	MA %	FA %	Jumlah	Medium spec	Spec	Ket
3/4	100	100	100	33	22,4	44,60	100,00	100	100	masuk
1/2	74,00	100	100	24,42	22,40	44,60	91,42	95	90 - 100	masuk
3/8	35,60	95,10	100	11,75	21,30	44,60	77,65	81	72 - 90	masuk
4	13,27	4,30	95,4	4,38	0,96	42,55	47,89	53	43 - 63	masuk
8	7,33	1,20	62,80	2,42	0,27	28,01	30,70	31,05	23 - 39.1	masuk
16	3,47	1,10	52,20	1,14	0,25	23,28	24,67	22,3	19 - 25.6	masuk
30	1,73	1,00	38,60	0,57	0,22	17,22	18,01	16,05	13 - 19.1	masuk
50	1,00	0,90	33,60	0,33	0,20	14,99	15,52	12,25	9 - 15.5	masuk
100	0,93	0,70	12,40	0,31	0,16	5,53	6,00	9,5	6 - 13	masuk
200	0,87	0,50	6,00	0,29	0,11	2,68	3,07	7	4 - 10	tidak masuk
Pan	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	masuk

Keterangan

CA % = 33

MA % = 22,4

FA % = 44,6

100

I.3. Analisa Saringan *RAP* R



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jalan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 S

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN *RAP* Rekayasa 3

Fraksi : I
 Berat bahan (kering) : 1500 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persentase jumlah tertinggal (%)	Persentase lolos (%)
3/4	0	0	0,00	100,00
1/2	390	390	26,00	74,00
3/8	576	966	64,40	35,60
4	335	1301	86,73	13,27
8	89	1390	92,67	7,33
16	58	1448	96,53	3,47
30	26	1474	98,27	1,73
50	11	1485	99,00	1,00
100	1	1486	99,07	0,93
200	1	1487	99,13	0,87
Pan	13	1500	100,00	0,00
Jumlah	1500			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN

Fraksi : II
Berat bahan kering : 1000

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0	100
1/2	0	0	0	100
3/8	49	49	4,9	95,1
4	908	957	95,7	4,3
8	31	988	98,8	1,2
16	1	989	98,9	1,1
30	1	990	99	1
50	1	991	99,1	0,9
100	2	993	99,3	0,7
200	2	995	99,5	0,5
Pan	5	1000	100	0
Jumlah	1000			



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN ANALISA AYAKAN

Fraksi : III
Berat bahan kering : 500 gr

Ø Ayakan	Berat tertinggal (gr)	Jumlah berat tertinggal (gr)	Persen jumlah tertinggal (%)	Persen lolos (%)
3/4	0	0	0,00	100,00
1/2	0	0	0,00	100,00
3/8	0	0	0,00	100,00
4	23	23	4,60	95,40
8	163	186	37,20	62,80
16	53	239	47,80	52,20
30	68	307	61,40	38,60
50	25	332	66,40	33,60
100	106	438	87,60	12,40
200	32	470	94,00	6,00
Pan	30	500	100,00	0,00
jumlah	500			



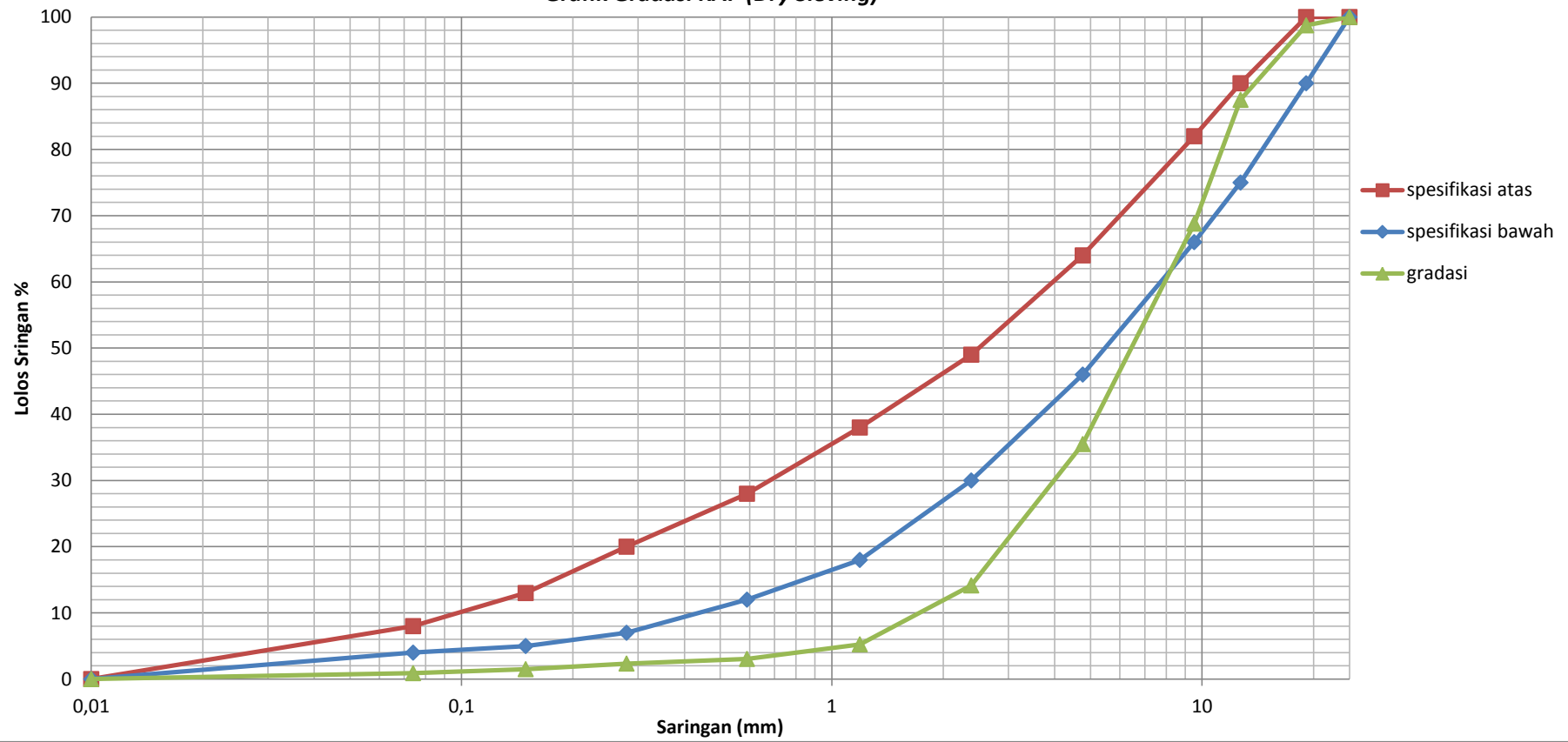
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

Pengujian Gradasi Saringan RAP (*Dry Sieving*)

Ø Ayakan		Berat Tertahan (gram)	Berat F1 + Cawan (gram)	Berat Tertinggal (gram)	Jumlah Berat Tertinggal (gram)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Lolos (%)
mm	inch						
25	1	435	435	0	0	0,00	100,00
19,1	¾	471	496	25	25	1,25	98,75
12,7	½	556	781	225	250	12,50	87,50
9,52	3/8	397	771	374	624	31,20	68,80
4,76	No. 4	426	1092	666	1290	64,50	35,50
2,38	No. 8	420	847	427	1717	85,85	14,15
1,19	No. 16	419	597	178	1895	94,75	5,25
0,59	No. 30	407	451	44	1939	96,95	3,05
0,279	No. 50	305	319	14	1953	97,65	2,35
0,149	No. 100	390	407	17	1970	98,50	1,50
0,074	No. 200	288	300	12	1982	99,10	0,90
0,010	Pan	405	423	18	2000	100,00	0,00

Grafik Gradasi RAP (Dry Sieving)





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN BERAT JENIS RAP HALUS (<5 mm)

Keterangan		Hasil
Berat picnometer + air	(B)	678 gr
Berat picnometer + air + benda uji	(BT)	905 gr
Berat benda uji kering oven	(BK)	485 gr
Berat Jenis <i>bulk</i>	$\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	1,78 gr
Berat Jenis SSD	$\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	1,83 gr
Berat Jenis semu	$\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	1,88 gr/cc
Penyerapan <i>absorpsi</i>	$\frac{500 - BK}{BK} \times 100 \%$	3,09 %

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Efektif} &= (\text{Berat Jenis Bulk} + \text{Berat Jenis Semu})/2 \\
 &= (1,78+1,88)/2 \\
 &= 1,828
 \end{aligned}$$

$$\text{Spec} \leq 5 \%$$

Lampiran I.6. Pemeriksaan Berat Jenis Kasar



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN BERAT JENIS RAP KASAR (5-10 mm)

Keterangan		Hasil
Berat benda uji dalam keadaan jenuh / SSD (BJ)		1003 gr
Berat benda uji dalam air (BA)		524 gr
Berat benda uji kering oven (BK)		986 gr
Berat Jenis <i>bulk</i> =	$\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,06 gr
Berat Jenis SSD =	$\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,09 gr
Berat Jenis semu =	$\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,13 gr/cc
Penyerapan <i>absorpsi</i> =	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100 \%$	1,72 %

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis Efektif} &= (\text{Berat Jenis Bulk} + \text{Berat Jenis Semu})/2 \\
 &= (2.06+2.13)/2 \\
 &= 2,096
 \end{aligned}$$

Spec $\leq 3 \%$

Lampiran I.7. Pemeriksaan Berat Jenis Kasar



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN BERAT JENIS RAP KASAR (10-20 mm)

Keterangan		Hasil
Berat benda uji dalam keadaan jenuh / SSD (BJ)		1000 gr
Berat benda uji dalam air (BA)		533 gr
Berat benda uji kering oven (BK)		990 gr
Berat Jenis <i>bulk</i> =	$\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,12 gr
Berat Jenis SSD =	$\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,14 gr
Berat Jenis semu =	$\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,17 gr/cc
Penyerapan <i>absorpsi</i> =	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100 \%$	1,01 %

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis Efektif} &= (\text{Berat Jenis Bulk} + \text{Berat Jenis Semu})/2 \\
 &= (2.06+2.13)/2 \\
 &= 2,143
 \end{aligned}$$

Spec : $\leq 3 \%$



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEC ASPAL RAP TANPA KAPUR (*RING AND BALL TEST*)

	Contoh dipanaskan	Pembacaan waktu	Pembacaan suhu oven
Pembukaan contoh	Mulai jam :		Temperatur :
	Selesai Jam :		90° C - 100° C
Mendinginkan contoh	Dibiarkan dalam suhu ruang		
	Mulai jam :		
	Selesai Jam :		
	Direndam pada suhu 25° C		suhu waterbath
	Mulai jam :		Temperatur : 25° C
	Selesai Jam :		Pembacaan suhu
	Daktalitas pada suhu 25° C		thermometer
	Mulai jam :		Temperatur :
	Selesai Jam :		5° C

NO	Suhu yang diamati		Waktu (detik)	Titik lembek ° C
	°C	°F		
1	5	41	0	
2	10	50	1'20"	
3	15	59	3'15"	
4	20	68	5'30"	
5	25	77	7'03"	
6	30	86	8'56"	
7	35	95	10'41"	
8	38	100,4	12'00"	38
9	39	102,2	12'11"	39

Total titik lembek : $\frac{1 + 2}{2} = 38,5 \text{ } ^\circ \text{C}$

Spec : 48° C - 58° C



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN TITIK LEMBOK ASPAL RAP + KAPUR 1,5% (RING AND BALL TEST)

	Contoh dipanaskan	Pembacaan waktu	Pembacaan suhu oven
Pembukaan contoh	Mulai jam :		Temperatur :
	Selesai Jam :		90° C - 100° C
Mendinginkan contoh	Dibiarkan dalam suhu ruang		
	Mulai jam :		
	Selesai Jam :		
	Direndam pada suhu 25° C		suhu waterbath
	Mulai jam :		Temperatur : 25° C
	Selesai Jam :		Pembacaan suhu
	Daktalitas pada suhu 25° C		thermometer
	Mulai jam :		Temperatur :
	Selesai Jam :		5° C

NO	Suhu yang diamati		Waktu (detik)	Titik lembek °C
	°C	°F		
1	5	41	0	
2	10	50	2'30"	
3	15	59	4'17"	
4	20	68	6'16"	
5	25	77	7'36"	
6	30	86	8'49"	
7	35	95	10'03"	
8	40	104	12'36"	
9	45	113	12'40"	
10	46	114,8	12'48"	46
11	48	118,4	13'13"	48

Total titik lembek : $\frac{1 + 2}{2} = 47 \text{ } ^\circ\text{C}$

Spec : 48° C - 58° C



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN EKSTRAKSI

Jenis Bahan Percobaan	Berat (gr)	
Kode contoh	RAP	
Berat saringan 1 (A)	303	gr
Berat saringan2 (B)	280	gr
Berat contoh aspal beton (C)	500	gr
Berat batuan yang terekstraksi (D)	478	gr
Berat kertas filter bersih 1 (E)	2,88	gr
Berat kertas filter bersih 2 (F)	2,86	gr
Berat kertas filter dan mineral 1 (G)	4,12	gr
Berat kertas filter dan mineral 2 (H)	3,7	gr
Berat endapan yang menempel kertas filter 1 (I)	0,9	gr
Berat endapan yang menempel kertas filter 2 (J)	0,3	gr
Kadar bitumen = $\frac{C - (D+I+J)}{C} \times 100\%$	4,16	%

Lampiran II.4. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal *RAP*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Berat picnometer kosong	(A)	37,15 gr
Berat picnometer + air	(B)	62,6 gr
Berat picnometer + aspal	(C)	55,14 gr
Berat picnometer + air + aspal	(D)	62,73 gr
Berat aspal	(C - A)	17,99 gr
Isi aspal	(B - A) - (D - C)	17,86 cc
Berat jenis aspal	(C - A)	1,01 gr
	(B - A) - (D - C)	

Spec : 1 - 1,05 gr

Lampiran III.1. Pemeriksaan *Sand Equivalent*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

No	Uraian	Contoh		Keterangan
1	Tera tinggi tangkai penunjuk beban ke dalam gelas ukur (gelas ukur dalam keadaan kosong)	7,7	7,8	
2	Baca skala lumpur (Pembacaan skala permukaan lumpur lihat pada dinding gelas ukur)	0,25	0,3	
3	Masukkan beban baca skala beban pada tangkai penunjuk	11,7	11,6	
4	Baca skala pasir Pembacaan (3) - pembacaan (1)	4	3,8	
5	Skala S.E = $\frac{\text{Skala Pasir (4)}}{\text{Skala Lumpur (2)}} \times 100\%$	93,75	92,11	
6	Rata-rata nilai S.E	92,93		Masuk <i>spec</i>

Spec : $\geq 50\%$



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM JALAN RAYA

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Psw 213 Fax (0271) 715448 Surakarta 57102

PEMERIKSAAN ABRASI/KEAUSAN AGREGAT RAP
DENGAN MESIN LOS ANGELES

Gradasi Pemeriksaan		Jumlah Putaran=500 putaran	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	RAP Ekstraksi (I)	RAP Ekstraksi (II)
76,2 (3")	63,5 (2 1/2")		
63,5 (2 1/2")	50,8 (2")		
50,8 (2")	36,1 (1 1/2")		
36,1 (1 1/2")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (3/4")		
19,1 (3/4")	12,7 (1/2")	2500	2500
12,7 (1/2")	9,52 (3/8")	2500	2500
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No.4)		
4,75 (No.4)	2,36 (No.8)		
Jumlah Berat		5000 gr	5000 gr
Berat Tertahan Saringan No.12		3720	3755
Percobaan Tipe b			

Keausan (I)	=	$(5000-3720/5000) \times 100\%$	= 25,60 %
Keausan (II)	=	$(5000-3755/5000) \times 100\%$	= 24,90 %
Keausan Rata-rata	=	$(25,60 \% + 24,90 \%) / 2$	= 25,25 %



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Modified Proctor RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 0 %

Berat RAP Basah	gr	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kadar Air Mula-mula	%							
Penambahan Air	%							
Penambahan Air	cc	0	50	100	150	200	250	300

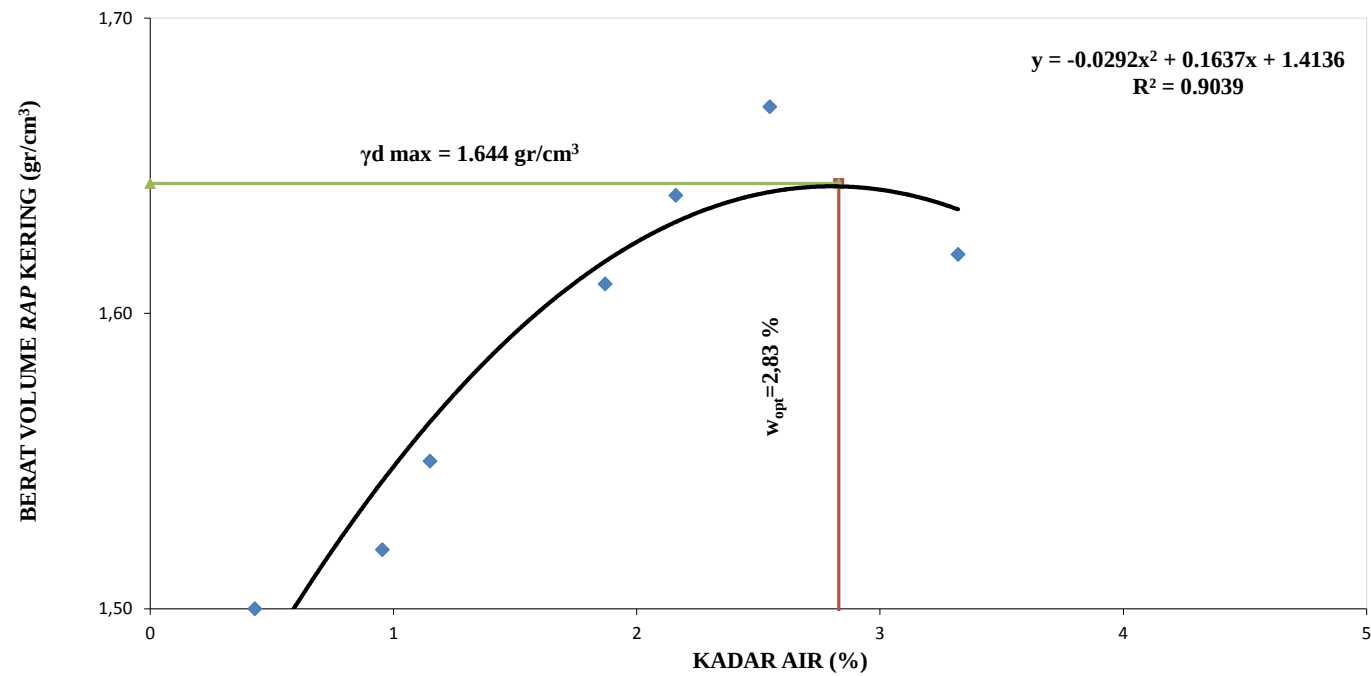
BERAT ISI

Berat RAP + cetakan	gr	18135	18240	18350	18420	18500	18565	18450
Berat cetakan	gr	14770	14770	14770	14770	14770	14770	14770
Berat RAP basah	gr	3365	3470	3580	3650	3730	3795	3680
Volume cetakan	cc	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Berat Volume basah	gr / cc	1,58	1,63	1,69	1,72	1,76	1,79	1,73
Berat Volume kering	gr / cc	1,50	1,52	1,55	1,61	1,64	1,67	1,62

KADAR AIR

RAP basah + cawan	gr	28,36	28,44	27,88	25,1	25,7	26,6	23,38	20,35	24,9	19,38	22,2	20,48	21	20,04
RAP kering + cawan	gr	28,22	28,31	27,72	24,93	25,49	26,38	23,14	20,13	24,64	19,11	21,9	20,18	20,65	19,68
Berat air	gr	0,14	0,13	0,16	0,17	0,21	0,22	0,24	0,22	0,26	0,27	0,3	0,3	0,35	0,36
Berat cawan	gr	8,79	8,98	8,67	9,02	9,43	9,05	9,06	9,65	9,01	8,95	9,6	8,88	9,99	8,96
Berat RAP kering	gr	19,43	19,33	19,05	15,91	16,06	17,33	14,08	10,48	15,63	10,16	12,3	11,3	10,66	10,72
Kadar air	%	0,72	0,67	0,84	1,07	1,31	1,27	1,70	2,10	1,66	2,66	2,44	2,65	3,28	3,36
Rata-rata	%	0,43		0,95		1,15		1,87		2,16		2,55		3,32	

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Modified Proctor RAP dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Berat RAP Basah	gr	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kadar Air Mula-mula	%							
Penambahan Air	%							
Penambahan Air	cc	0	50	100	150	200	250	300

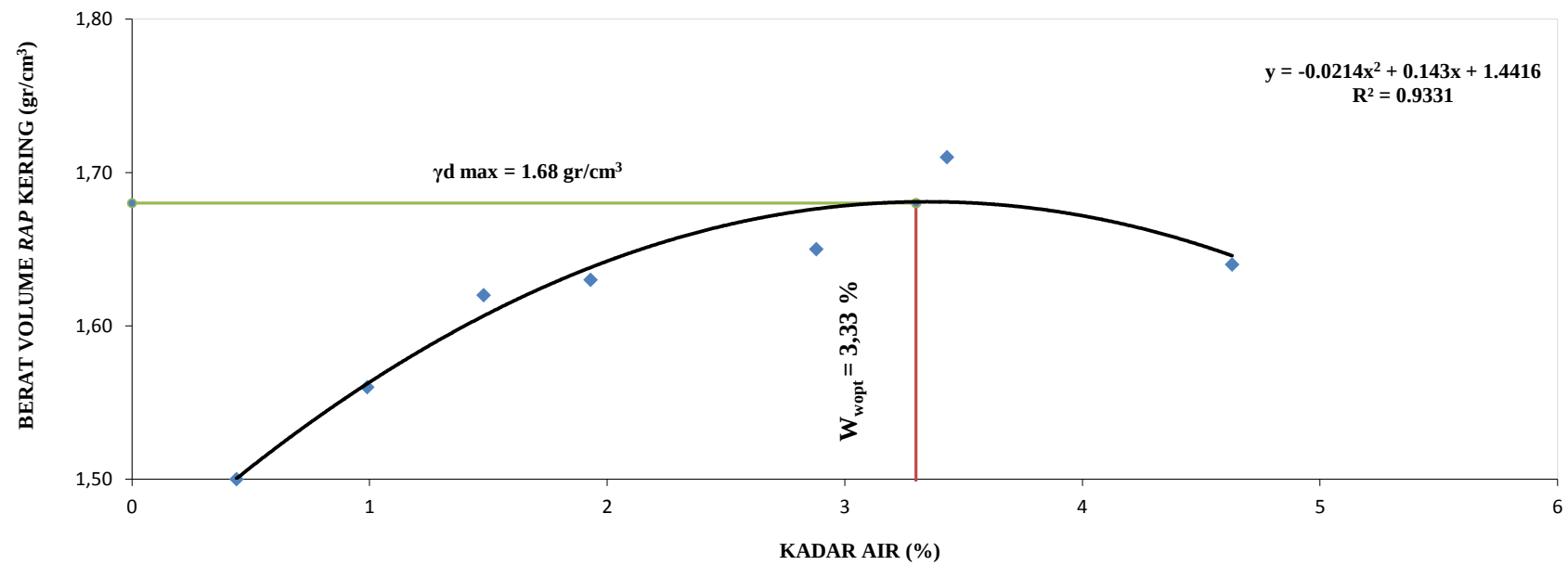
BERAT ISI

Berat RAP + cetakan	gr	18540	18805	18925	19025	19050	19085	19035,00
Berat cetakan	gr	15320	15320	15320	15320	15320	15320	15320
Berat RAP basah	gr	3220	3485	3605	3705	3730	3765	3715
Volume cetakan	cc	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Berat Volume basah	gr / cc	1,52	1,64	1,70	1,74	1,76	1,77	1,75
Berat Volume kering	gr / cc	1,50	1,56	1,62	1,63	1,65	1,71	1,64

KADAR AIR

RAP basah + cawan	gr	17,13	19,75	16,64	18,73	17,93	16,21	19	18	19,91	17,84	25	24,68	29	27
RAP kering + cawan	gr	17,11	19,72	16,62	18,69	17,87	16,14	18,82	17,66	19,43	17,4	24,26	23,96	27,99	26
Berat air	gr	0,02	0,03	0,02	0,04	0,06	0,07	0,18	0,34	0,48	0,44	0,74	0,72	1,01	1
Berat cawan	gr	9,28	8,64	8,6	9,39	9,08	9,24	10	8,99	9,14	8,43	10,34	10,41	10,45	8,89
Berat RAP kering	gr	7,83	11,08	8,02	9,3	8,79	6,9	8,82	8,67	10,29	9,68	13,92	13,55	17,54	17,11
Kadar air	%	0,26	0,27	0,25	0,43	0,68	1,01	2,04	3,92	4,66	4,55	5,32	5,31	5,76	5,84
Rata-rata	%	0,44		0,99		1,48		1,93		2,88		3,43		4,63	

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Modified Proctor RAP dengan Bahan Tambah kapur 3%

Berat RAP Basah	gr	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kadar Air Mula-mula	%						
Penambahan Air	%						
Penambahan Air	cc	0	50	100	150	200	250

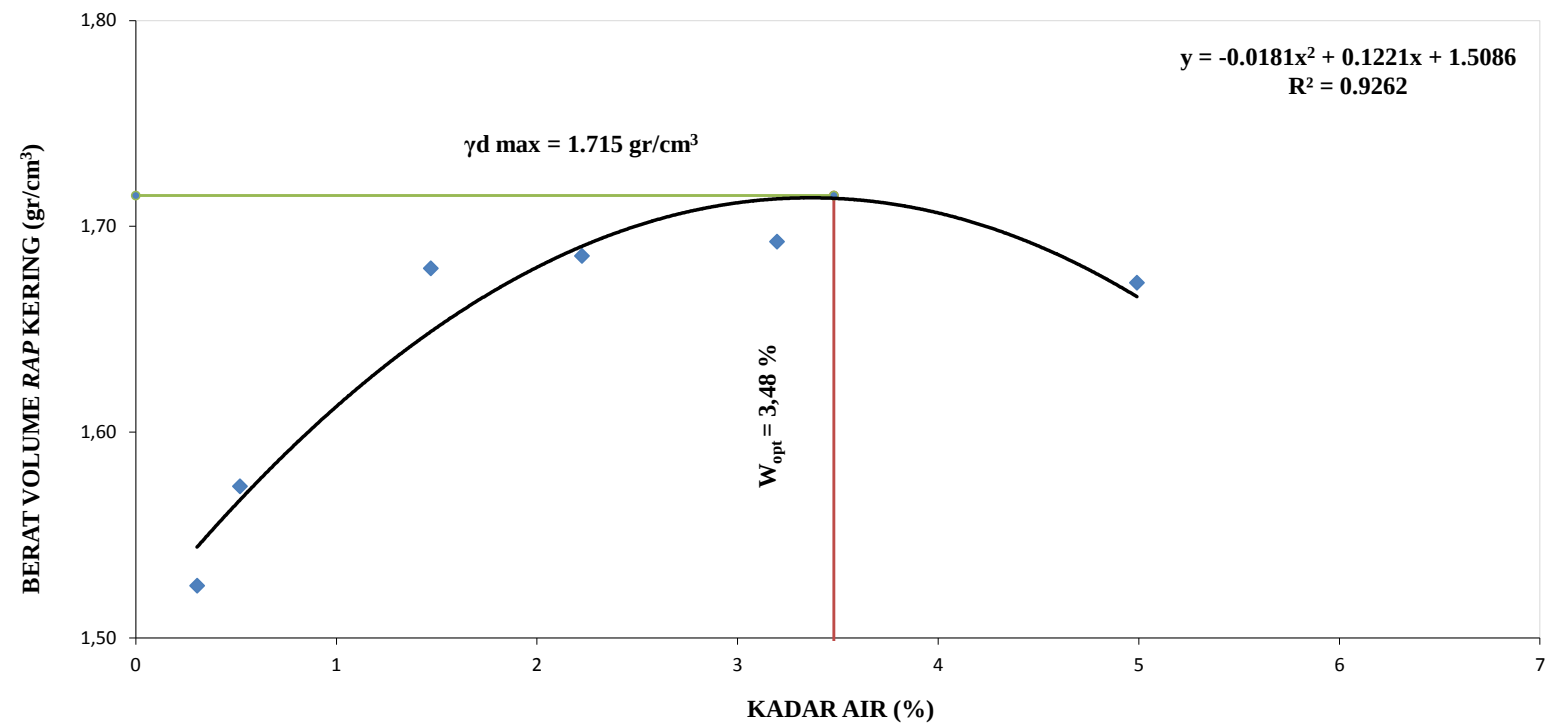
BERAT ISI

Berat RAP + cetakan	gr	18780	18890	19150	19190	19240	19260
Berat cetakan	gr	15530	15530	15530	15530	15530	15530
Berat RAP basah	gr	3250	3360	3620	3660	3710	3730
Volume cetakan	cc	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Berat Volume basah	gr / cc	1,53	1,58	1,70	1,72	1,75	1,76
Berat Volume kering	gr / cc	1,53	1,57	1,68	1,69	1,69	1,67

KADAR AIR

RAP basah + cawan	gr	14,61	20,43	13,23	14,32	14,73	13,7	16,26	14,41	15,85	14,93	13,42	13,99
RAP kering + cawan	gr	14,61	20,36	13,21	14,29	14,69	13,6	16,06	14,33	15,63	14,76	13,2	13,77
Berat air	gr	0	0,07	0,02	0,03	0,04	0,1	0,2	0,08	0,22	0,17	0,22	0,22
Berat cawan	gr	8,94	8,92	8,92	9,05	9,13	9,1	9,13	9,21	9,14	9,1	9,01	9,12
Berat RAP kering	gr	5,67	11,44	4,29	5,24	5,56	4,5	6,93	5,12	6,49	5,66	4,19	4,65
Kadar air	%	0,00	0,61	0,47	0,57	0,72	2,22	2,89	1,56	3,39	3,00	5,25	4,73
Rata-rata	%	0,31		0,52		1,47		2,22		3,20		4,99	

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Modified Proctor RAP dengan Bahan tambah Kapur 4.5%

Berat RAP Basah	gr	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kadar Air Mula-mula	%						
Penambahan Air	%						
Penambahan Air	cc	0	50	100	150	200	250

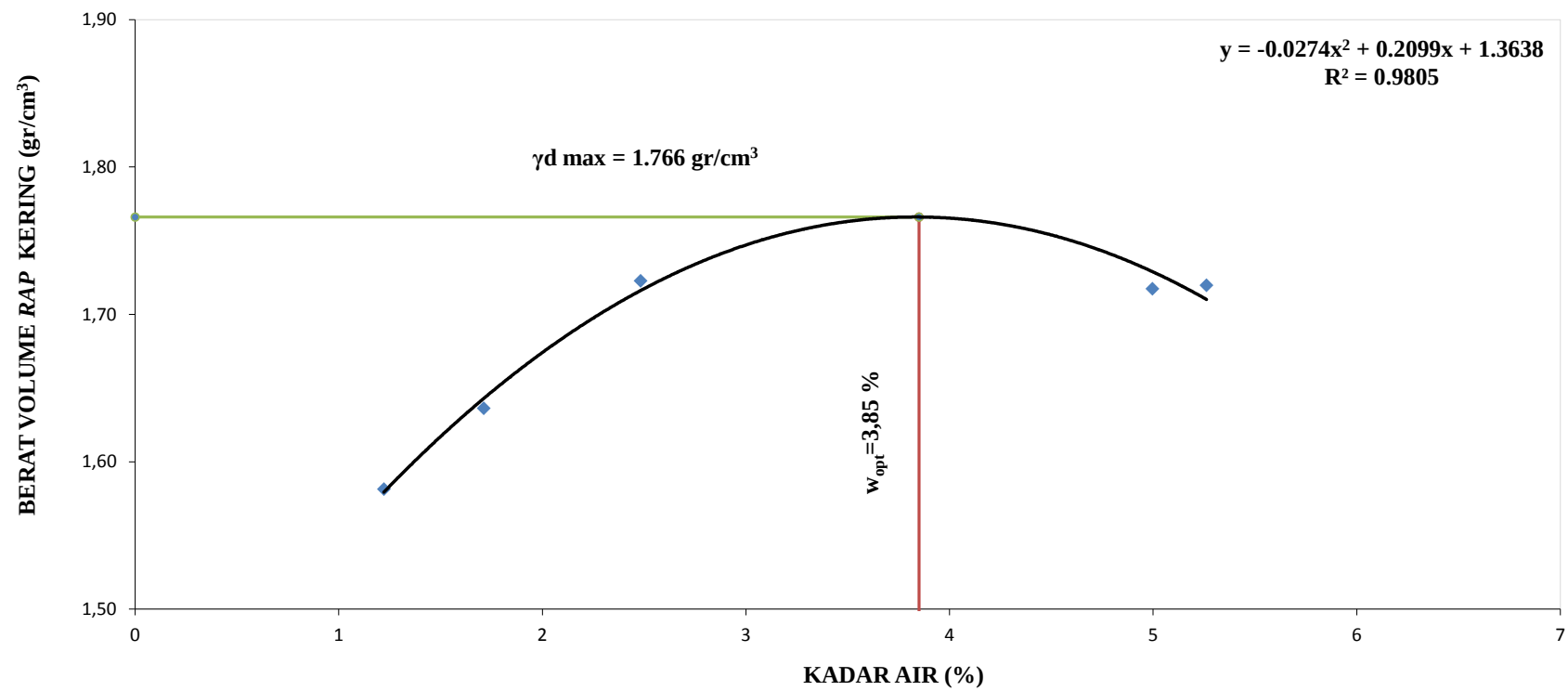
BERAT ISI

Berat RAP + cetakan	gr	18720	18855	19070	19165	19150	19270
Berat cetakan	gr	15320	15320	15320	15320	15320	15320
Berat RAP basah	gr	3400	3535	3750	3845	3830	3950
Volume cetakan	cc	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Berat Volume basah	gr / cc	1,60	1,66	1,77	1,81	1,80	1,86
Berat Volume kering	gr / cc	1,58	1,64	1,72	1,72	1,72	1,76

KADAR AIR

RAP basah + cawan	gr	19,25	19,93	18,8	19,5	16,93	17,3	20,2	21,2	16,07	19,25	20,09	19,64
RAP kering + cawan	gr	19,13	19,79	18,63	19,33	16,73	17,11	19,66	20,62	15,73	18,78	19,52	19,04
Berat air	gr	0,12	0,14	0,17	0,17	0,2	0,19	0,54	0,58	0,34	0,47	0,57	0,6
Berat cawan	gr	8,93	8,74	9,07	9	8,99	9,13	9,13	9,87	9,15	9,04	8,98	9,01
Berat RAP kering	gr	10,2	11,05	9,56	10,33	7,74	7,98	10,53	10,75	6,58	9,74	10,54	10,03
Kadar air	%	1,18	1,27	1,78	1,65	2,58	2,38	5,13	5,40	5,17	4,83	5,41	5,98
Rata-rata	%	1,22	1,71	2,48	5,26	5,00	5,70						

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Modified Proctor *RAP* Rekayasa dengan Bahan tambah Kapur 0 %

Berat <i>RAP</i> Basah	gr	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kadar Air Mula-mula	%						
Penambahan Air	%						
Penambahan Air	cc	0	50	100	150	200	250

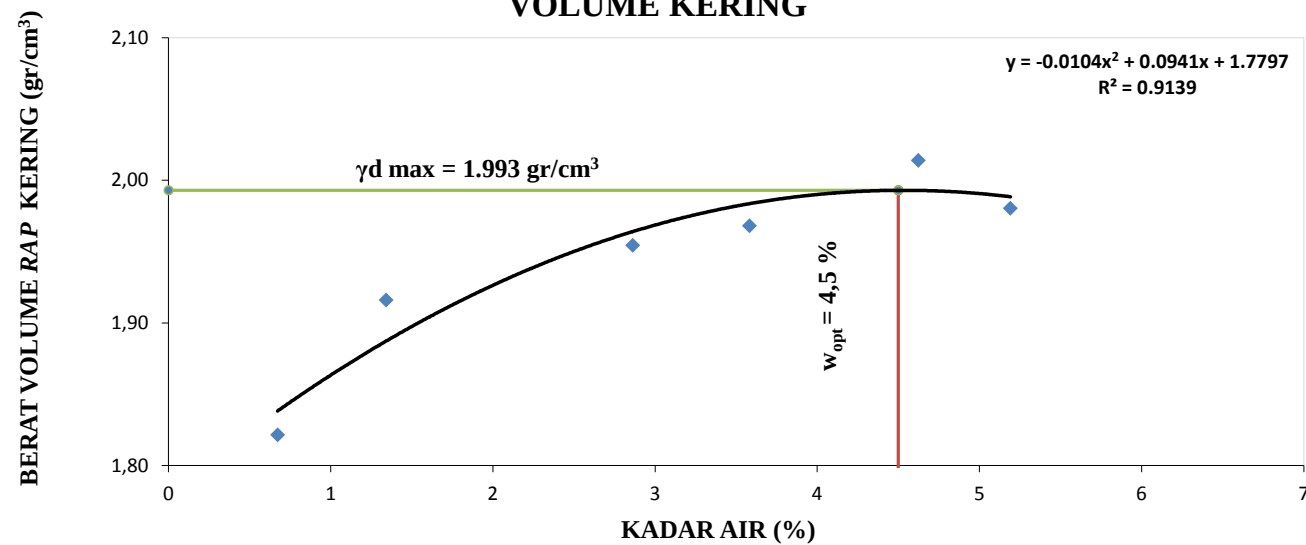
BERAT ISI

Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	18365	18600	18740	18800	18950	19050
Berat cetakan	gr	14470	14470	14470	14470	14470	14470
Berat <i>RAP</i> basah	gr	3895	4130	4270	4330	4480	4580
Volume cetakan	cc	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Berat Volume basah	gr / cc	1,83	1,94	2,01	2,04	2,11	2,16
Berat Volume kering	gr / cc	1,82	1,92	1,95	1,97	2,02	2,05

KADAR AIR

<i>RAP</i> basah + cawan	gr	18,28	20,27	30,12	24,51	19,77	16,35	14,05	18,95	24,25	32,43	21,25	24,81
<i>RAP</i> kering + cawan	gr	18,22	20,19	29,84	24,3	19,49	16,13	13,84	18,68	23,59	31,4	20,67	23,99
Berat air	gr	0,06	0,08	0,28	0,21	0,28	0,22	0,21	0,27	0,66	1,03	0,58	0,82
Berat cawan	gr	8,93	8,74	8,8	8,76	8,77	9,06	9,02	9,06	9,19	9,31	8,84	9,02
Berat <i>RAP</i> kering	gr	9,29	11,45	21,04	15,54	10,72	7,07	4,82	9,62	14,4	22,09	11,83	14,97
Kadar air	%	0,65	0,70	1,33	1,35	2,61	3,11	4,36	2,81	4,58	4,66	4,90	5,48
Rata-rata	%	0,67		1,34		2,86		3,58		4,62		5,19	

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING



Lampiran IV.6. Pemeriksaan Pemadatan *RAP* Rekayasa+kapur 0%



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Standar Proctor *RAP* Rekayasa Dengan Bahan tambah Kapur 0 %

Berat <i>RAP</i> Basah	gr	3000
Kadar Air Mula-mula	%	
Penambahan Air	%	
Penambahan Air	cc	225

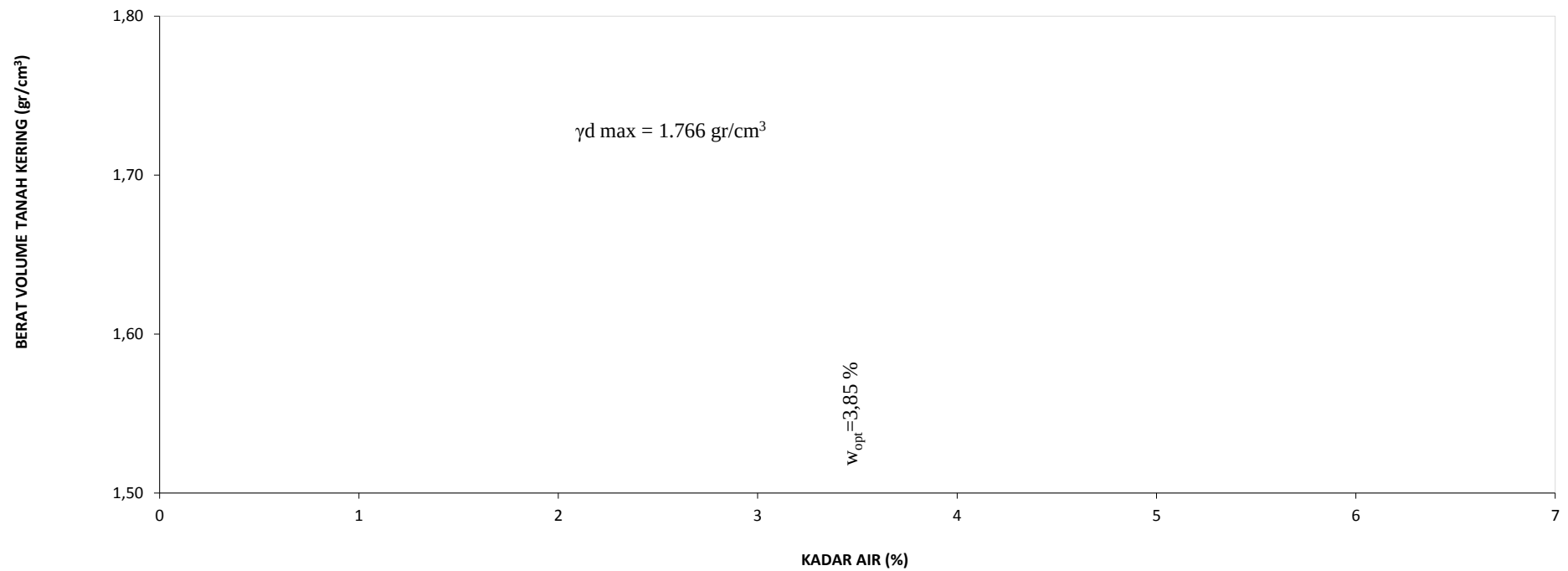
BERAT ISI

Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	4635
Berat cetakan	gr	2975
Berat <i>RAP</i> basah	gr	1660
Volume cetakan	cc	945
Berat Volume basah	gr / cc	1,76
Berat Volume kering	gr / cc	1,68

KADAR AIR

<i>RAP</i> basah + cawan	gr	18,21	16,65
<i>RAP</i> kering + cawan	gr	17,78	16,3
Berat air	gr	0,43	0,35
Berat cawan	gr	9,06	8,79
Berat <i>RAP</i> kering	gr	8,72	7,51
Kadar air	%	4,93	4,66
Rata-rata	%	4,80	

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan Modified Proctor RAP Asli dengan Bahan tambah Kapur 0 %

Berat RAP Basah	gr	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kadar Air Mula-mula	%						
Penambahan Air	%						
Penambahan Air	cc	0	50	100	150	200	250

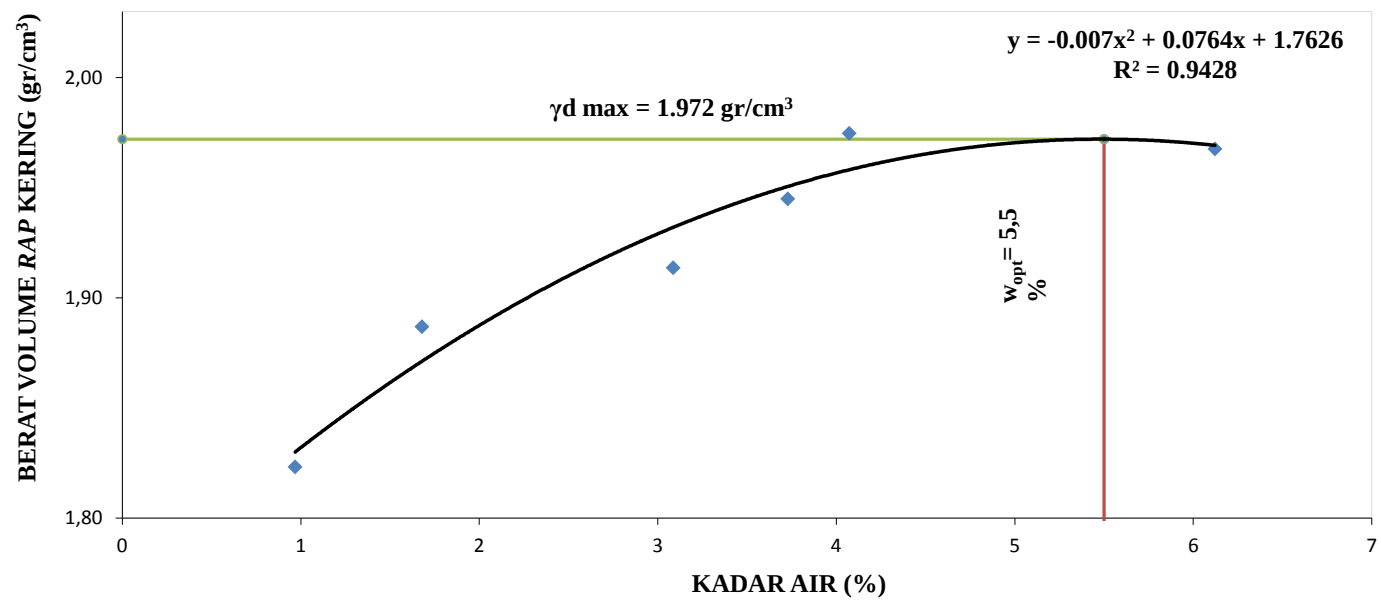
BERAT ISI

Berat RAP + cetakan	gr	18835	19000	19115	19210	19290	19360
Berat cetakan	gr	14925	14925	14925	14925	14925	14925
Berat RAP basah	gr	3910	4075	4190	4285	4365	4435
Volume cetakan	cc	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Berat Volume basah	gr / cc	1,84	1,92	1,97	2,02	2,06	2,09
Berat Volume kering	gr / cc	1,82	1,89	1,91	1,94	1,97	1,97

KADAR AIR

RAP basah + cawan	gr	15,27	17,37	16,07	18,58	15,36	15,84	15,32	16,73	21,98	17,61	17,09	17,36
RAP kering + cawan	gr	15,2	17,3	15,96	18,42	15,19	15,62	15,08	16,47	21,61	17,15	16,59	16,91
Berat air	gr	0,07	0,07	0,11	0,16	0,17	0,22	0,24	0,26	0,37	0,46	0,5	0,45
Berat cawan	gr	8,88	8,84	9,29	9,05	9,02	9,18	9,07	8,96	9,15	8,26	9,12	8,8
Berat RAP kering	gr	6,32	8,46	6,67	9,37	6,17	6,44	6,01	7,51	12,46	8,89	7,47	8,11
Kadar air	%	1,11	0,83	1,65	1,71	2,76	3,42	3,99	3,46	2,97	5,17	6,69	5,55
Rata-rata	%	0,97		1,68		3,09		3,73		4,07		6,12	

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DENGAN BERAT VOLUME KERING





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium Tanpa bahan Tambah

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	gr	10670	10730
Berat cetakan	gr	7000	7000
Berat tanah basah	gr	3670	3730
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,73	1,76
Berat volume kering	gr / cm ³	1,72	1,73

Kadar Air

		Sebelum	Sesudah
Berat Tanah basah + cawan	gr	21,32	22,23
Berat Tanah kering + cawan	gr	21,22	22,03
Berat cawan	gr	8,53	8,99
Berat air	gr	0,1	0,2
Tanah kering	gr	12,69	13,04
Kadar Air	%	0,79	1,53

Pengembangan

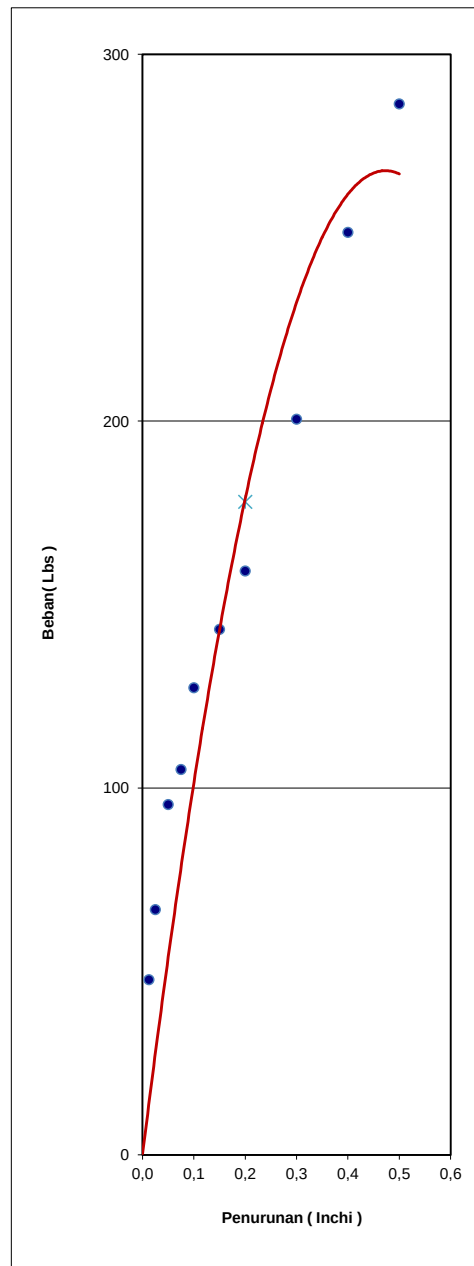
Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	2,1	2,1	2,5
Perubahan	0	2,1	0	0,4

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,5	0	47,75	0
0,5	0,025	2,1	0	66,84	0
1	0,05	3	0	95,49	0
1,5	0,075	3,3	0	105,04	0
2	0,1	4	0	127,32	0
3	0,15	4,5	0	143,24	0
4	0,2	5	0	159,15	0
6	0,3	6,3	0	200,53	0
8	0,4	7,9	0	251,46	0
10	0,5	9	0	286,47	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	3,50	3,96



Pemeriksaan *C B R Soaked* Laboratorium Tanpa bahan Tambah

Jumlah Pukulan **30 X**

		Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	gr	10980	11010
Berat cetakan	gr	6805	6805
Berat tanah basah	gr	4175	4205
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,97	1,98
Berat volume kering	gr / cm ³	1,85	1,85

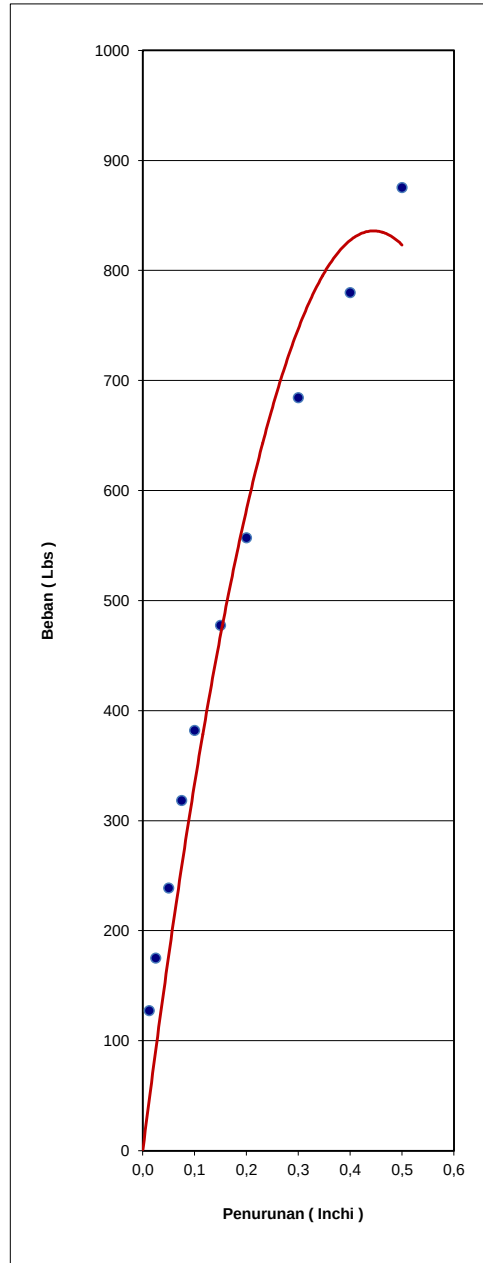
Kadar Air		Sebelum	Sesudah
Tanah basah + cawan	gr	17,29	19,09
Tanah kering + cawan	gr	16,79	18,44
Krus	gr	8,99	8,98
Air	gr	0,5	0,65
Tanah kering	gr	7,8	9,46
Kadar Air	%	6,41	6,87

Pengembangan

Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	2	2,2	3
Perubahan	0	2	0,2	0,8

Penetrasi		Kalibrasi		31,83	
Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	4	0	127,32	0
0,5	0,025	5,5	0	175,07	0
1	0,05	7,5	0	238,73	0
1,5	0,075	10	0	318,30	0
2	0,1	12	0	381,96	0
3	0,15	15	0	477,45	0
4	0,2	17,5	0	557,03	0
6	0,3	21,5	0	684,35	0
8	0,4	24,5	0	779,84	0
10	0,5	27,5	0	875,33	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	10,60	12,73



Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium Tanpa bahan Tambah

Jumlah Pukulan 65 X

		Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	gr	11370	11420
Berat cetakan	gr	6805	6805
Berat tanah basah	gr	4565	4615
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	2,15	2,17
Berat volume kering	gr / cm ³	2,00	2,01

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
Tanah basah + cawan	gr	16,62	18,88
Tanah kering + cawan	gr	16,08	18,13
Krus	gr	8,95	8,99
Air	gr	0,54	0,75
Tanah kering	gr	7,13	9,14
Kadar Air	%	7,57	8,21

Pengembangan

Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	1	1,1	1,1
Perubahan	0	1	0,1	0

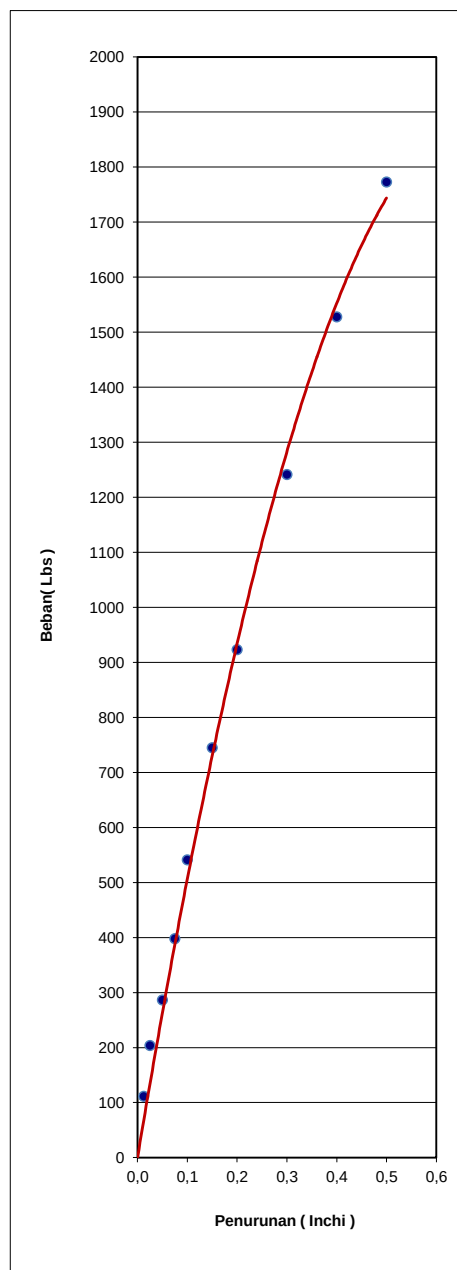
Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	3,5	0	111,41	0
0,5	0,025	6,4	0	203,71	0
1	0,05	9	0	286,47	0
1,5	0,075	12,5	0	397,88	0
2	0,1	17	0	541,11	0
3	0,15	23,4	0	744,82	0
4	0,2	29	0	923,07	0
6	0,3	39	0	1241,37	0
8	0,4	48	0	1527,84	0
10	0,5	55,7	0	1772,93	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	15,93	20,44





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan CBR Soaked Laboratorium dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Jumlah Pukulan **10 X**

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	10240	10390
Berat cetakan	gr	7340	7340
Berat RAP basah	gr	2900	3050
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2181,12
Berat volume basah	gr / cm ³	1,37	1,40
Berat volume kering	gr / cm ³	1,30	1,32

		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	20,65	19,44
RAP kering + cawan	gr	20,12	18,83
Krus	gr	9,26	8,99
Air	gr	0,53	0,61
RAP kering	gr	10,86	9,84
Kadar Air	%	4,88	6,20

Pengembangan

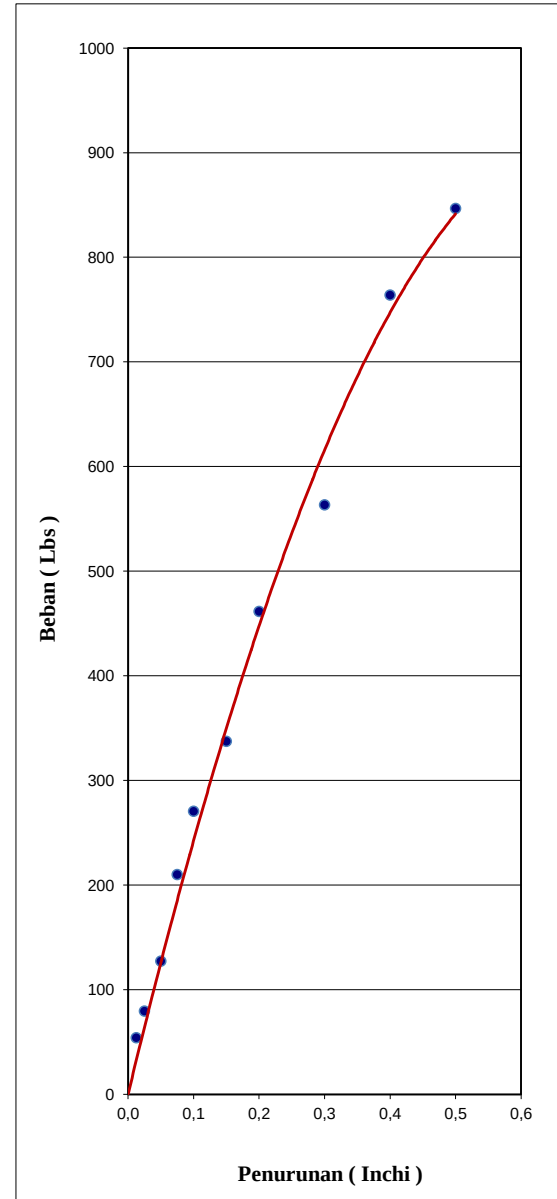
Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	12:00 AM	12:00 AM	12:00 AM	12:00 AM
Pembacaan	0	0,3	0,3	0,32
Perubahan	0	0,3	0	0,02

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,7	0	54,11	0
0,5	0,025	2,5	0	79,58	0
1	0,05	4	0	127,32	0
1,5	0,075	6,6	0	210,08	0
2	0,1	8,5	0	270,56	0
3	0,15	10,6	0	337,40	0
4	0,2	14,5	0	461,54	0
6	0,3	17,7	0	563,39	0
8	0,4	24	0	763,92	0
10	0,5	26,6	0	846,68	0

CBR	0.1"	0.2"
Atas	8,23	9,93



Pemeriksaan CBR Soaked Laboratorium dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Jumlah Pukulan **30 X**

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	10780	10870
Berat cetakan	gr	7025	7025
Berat RAP basah	gr	3755	3845
Volume cetakan	cm3	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	1,77	1,81
Berat volume kering	gr / cm3	1,66	1,68

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	20,38	20,07
RAP kering + cawan	gr	19,67	19,25
Krus	gr	9,2	9,17
Air	gr	0,71	0,82
RAP kering	gr	10,47	10,08
Kadar Air	%	6,78	8,13

Pengembangan

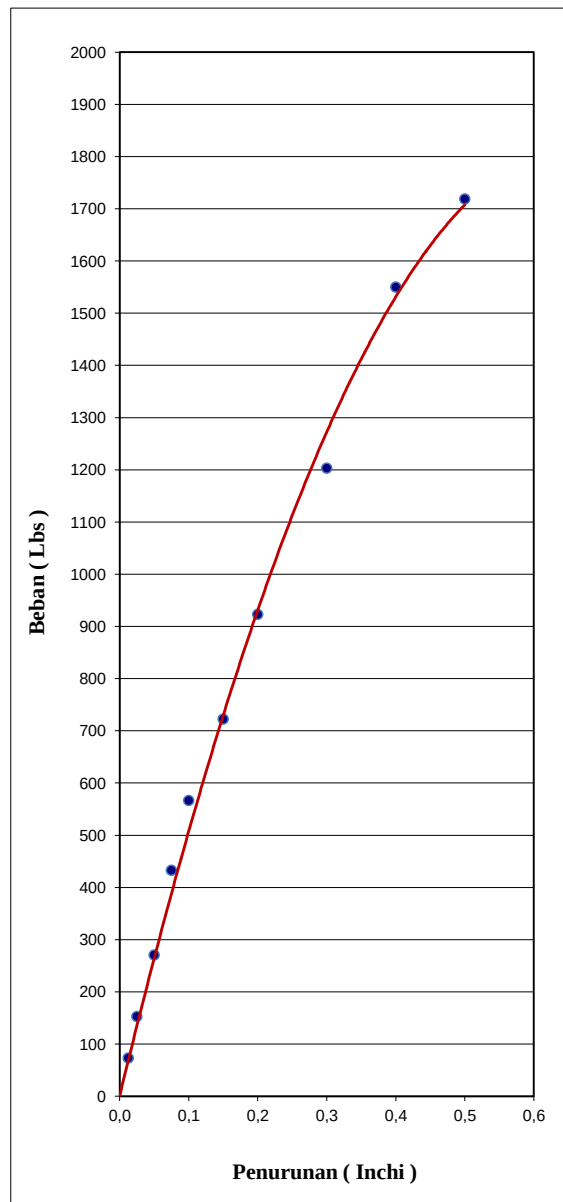
Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	1,3	1,3	1,6
Perubahan	0	1,3	0	0,3

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2,3	0	73,21	0
0,5	0,025	4,8	0	152,78	0
1	0,05	8,5	0	270,56	0
1,5	0,075	13,6	0	432,89	0
2	0,1	17,8	0	566,57	0
3	0,15	22,7	0	722,54	0
4	0,2	29	0	923,07	0
6	0,3	37,8	0	1203,17	0
8	0,4	48,7	0	1550,12	0
10	0,5	54	0	1718,82	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	17,00	20,60



Pemeriksaan *C B R Soaked* Laboratorium dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Jumlah Pukulan **65 X**

		Sebelum	Sesudah
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11310	11390
Berat cetakan	gr	7400	7400
Berat <i>RAP</i> basah	gr	3910	3990
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,84	1,88
Berat volume kering	gr / cm ³	1,76	1,78

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	31,11	29,3
RAP kering + cawan	gr	30,14	28,25
Krus	gr	9,4	9,11
Air	gr	0,97	1,05
RAP kering	gr	20,74	19,14
Kadar Air	%	4,68	5,49

Pengembangan

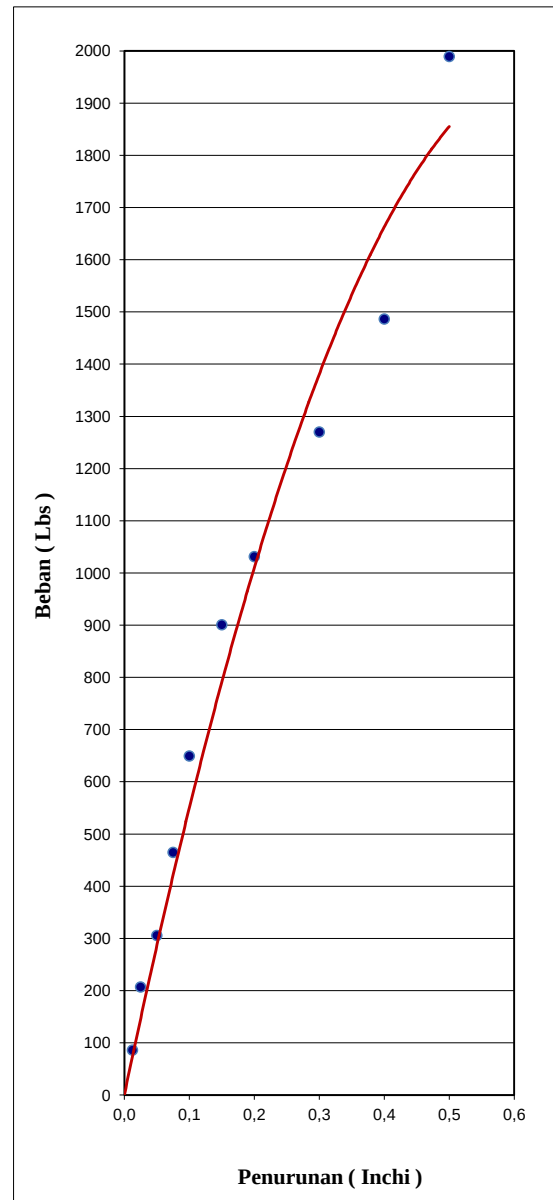
Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	1	1,1	1,3
Perubahan	0	1	0,1	0,2

Penetrasi

Kalibrasi	31,83
-----------	-------

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2,7	0	85,94	0
0,5	0,025	6,5	0	206,90	0
1	0,05	9,6	0	305,57	0
1,5	0,075	14,6	0	464,72	0
2	0,1	20,4	0	649,33	0
3	0,15	28,3	0	900,79	0
4	0,2	32,4	0	1031,29	0
6	0,3	39,9	0	1270,02	0
8	0,4	46,7	0	1486,46	0
10	0,5	62,5	0	1989,38	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	19,00	22,67





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium dengan Bahan Tambah Kapur 3%

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	10330	10490
Berat cetakan	gr	7100	7100
Berat RAP basah	gr	3230	3390
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2186,59
Berat volume basah	gr / cm ³	1,52	1,55
Berat volume kering	gr / cm ³	1,45	1,46

Kadar Air

		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	23,33	22,2
RAP kering + cawan	gr	22,67	21,5
Krus	gr	9,99	9,78
Air	gr	0,66	0,7
RAP kering	gr	12,68	11,72
Kadar Air	%	5,21	5,97

Pengembangan

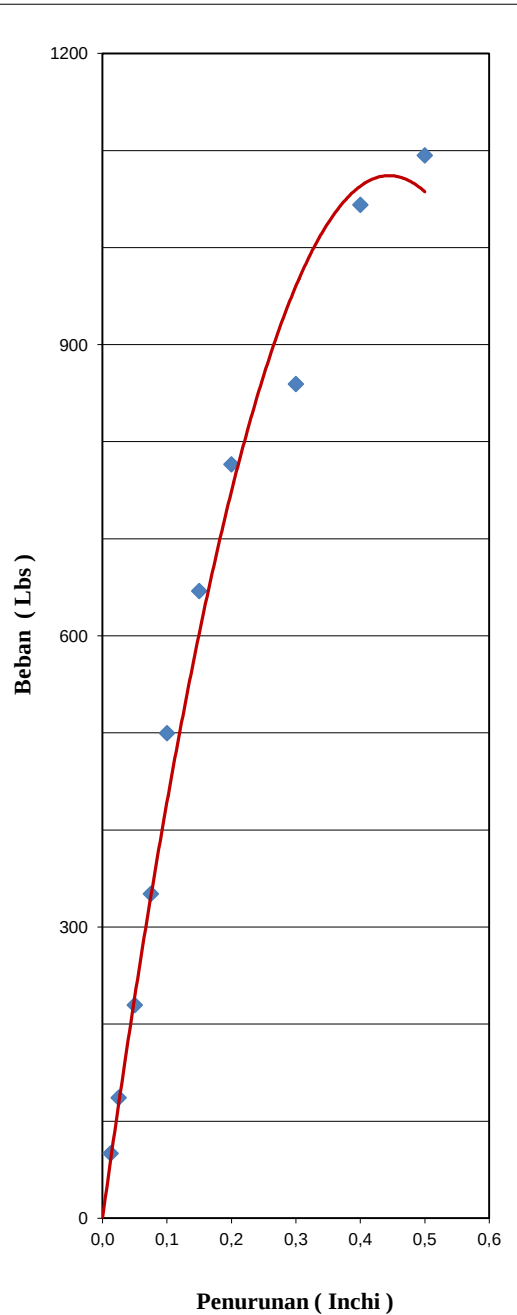
Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	12:00 AM	12:00 AM	12:00 AM	12:00 AM
Pembacaan	0	0,3	0,31	0,35
Perubahan	0	0,3	0,01	0,04

Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2,1	0	66,84	0
0,5	0,025	3,9	0	124,14	0
1	0,05	6,9	0	219,63	0
1,5	0,075	10,5	0	334,22	0
2	0,1	15,7	0	499,73	0
3	0,15	20,3	0	646,15	0
4	0,2	24,4	0	776,65	0
6	0,3	27	0	859,41	0
8	0,4	32,8	0	1044,02	0
10	0,5	34,4	0	1094,95	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	13,67	16,56

Jumlah Pukulan 30 X

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	23,33	22,2
RAP kering + cawan	gr	22,46	21,29
Krus	gr	10	8,99
Air	gr	0,87	0,91
RAP kering	gr	12,46	12,3
Kadar Air	%	6,98	7,40

Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	1,7	1,7	1,7
Perubahan	0	1,7	0	0

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	3	0	95,49	0
0,5	0,025	5,5	0	175,07	0
1	0,05	10,2	0	324,67	0
1,5	0,075	15,7	0	499,73	0
2	0,1	21,1	0	671,61	0
3	0,15	27,8	0	884,87	0
4	0,2	37,7	0	1199,99	0
6	0,3	45,6	0	1451,45	0
8	0,4	60,3	0	1919,35	0
10	0,5	70,8	0	2253,56	0

Penurunan (Inchi)	Beban (Lbs)
0.02	100
0.04	200
0.06	320
0.08	500
0.10	680
0.15	950
0.20	1200
0.30	1450
0.40	1950
0.50	2250

Pemeriksaan CBR Soaked Laboratorium dengan Bahan Tambah Kapur 3%

Jumlah Pukulan 65 X

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	11450	11590
Berat cetakan	gr	7095	7095
Berat RAP basah	gr	4355	4495
Volume cetakan	cm3	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	2,05	2,12
Berat volume kering	gr / cm3	1,92	1,96

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	30	28,5
RAP kering + cawan	gr	28,67	27,09
Krus	gr	9,29	9
Air	gr	1,33	1,41
RAP kering	gr	19,38	18,09
Kadar Air	%	6,86	7,79

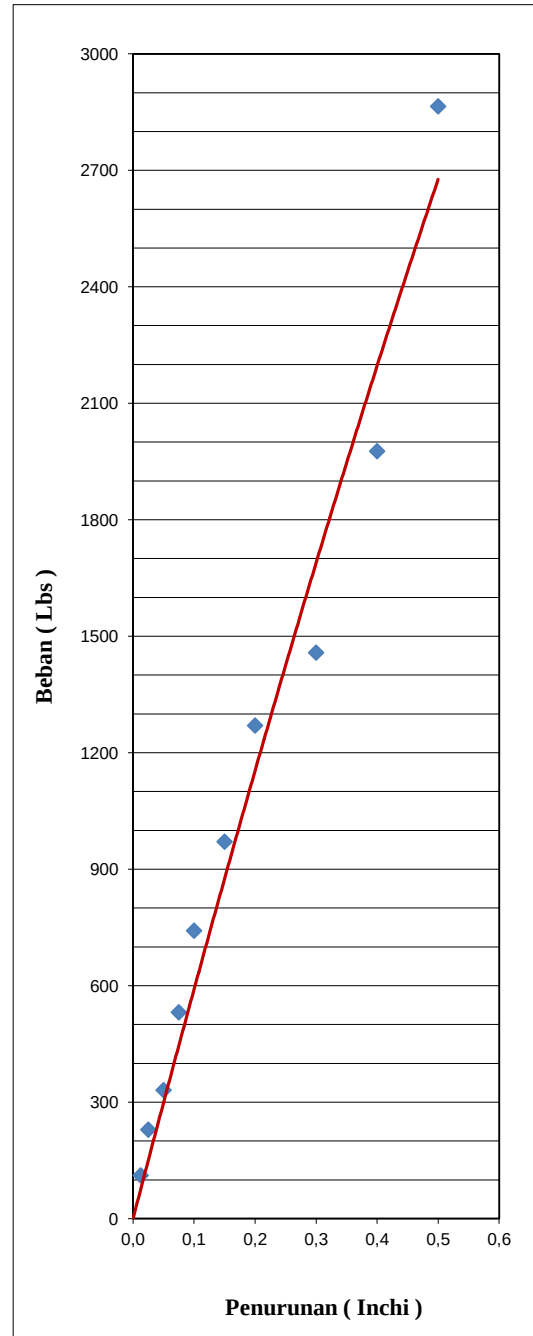
Pengembangan

Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	1,5	1,5	1,6
Perubahan	0	1,5	0	0,1

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	3,5	0	111,41	0
0,5	0,025	7,2	0	229,18	0
1	0,05	10,4	0	331,03	0
1,5	0,075	16,7	0	531,56	0
2	0,1	23,3	0	741,64	0
3	0,15	30,5	0	970,82	0
4	0,2	39,9	0	1270,02	0
6	0,3	45,8	0	1457,81	0
8	0,4	62,1	0	1976,64	0
10	0,5	90	0	2864,70	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	19,57	25,69

Nilai CBR	0.1 "	0.2 "
Atas	16,93	19,56

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium dengan bahan Tambah Kapur 4.5%

Jumlah Pukulan 30 X

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	10620	10805
Berat cetakan	gr	6415	6415
Berat RAP basah	gr	4205	4390
Volume cetakan	cm3	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	1,98	2,07
Berat volume kering	gr / cm3	1,84	1,86

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	23,51	26,5
RAP kering + cawan	gr	22,51	24,72
Krus	gr	8,98	8,99
Air	gr	1	1,78
RAP kering	gr	13,53	15,73
Kadar Air	%	7,39	11,32

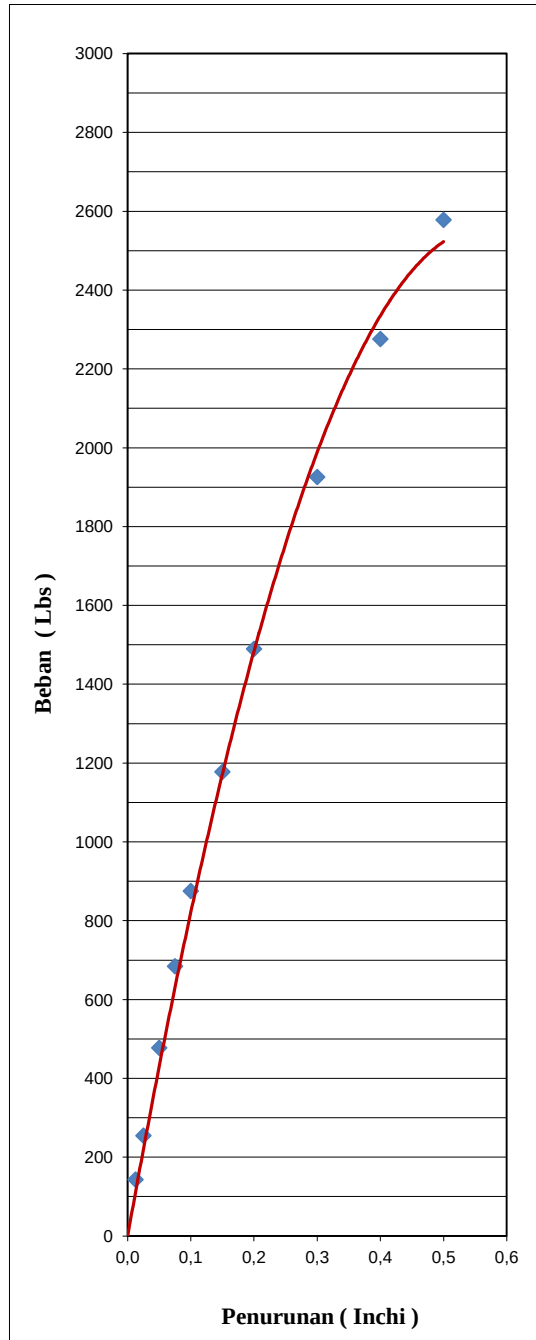
Pengembangan

Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	2	2,4	2,7
Perubahan	0	2	0,4	0,3

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	4,5	0	143,24	0
0,5	0,025	8	0	254,64	0
1	0,05	15	0	477,45	0
1,5	0,075	21,5	0	684,35	0
2	0,1	27,5	0	875,33	0
3	0,15	37	0	1177,71	0
4	0,2	46,8	0	1489,64	0
6	0,3	60,5	0	1925,72	0
8	0,4	71,5	0	2275,85	0
10	0,5	81	0	2578,23	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	26,33	32,22

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium dengan bahan Tambah Kapur 4.5%

Jumlah Pukulan **65 X**

		Sebelum	Sesudah
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11450	11590
Berat cetakan	gr	7095	7095
Berat <i>RAP</i> basah	gr	4355	4495
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	2,05	2,12
Berat volume kering	gr / cm ³	1,90	1,91

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	32,15	24,02
RAP kering + cawan	gr	30,46	22,59
Krus	gr	8,82	9,07
Air	gr	1,69	1,43
RAP kering	gr	21,64	13,52
Kadar Air	%	7,81	10,58

Pengembangan

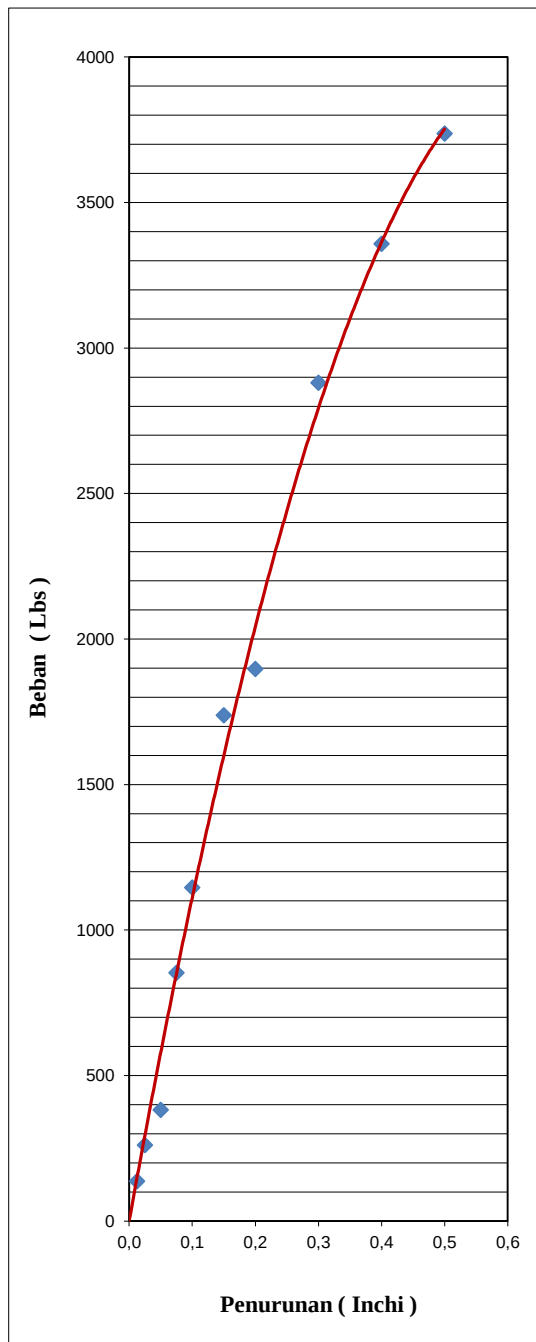
Tanggal	9-Jan-15	10-Jan-15	11-Jan-15	12-Jan-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	2	2	2,5
Perubahan	0	2	0	0,5

Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	4,3	0	136,87	0
0,5	0,025	8,2	0	261,01	0
1	0,05	12	0	381,96	0
1,5	0,075	26,8	0	853,04	0
2	0,1	36	0	1145,88	0
3	0,15	54,6	0	1737,92	0
4	0,2	59,6	0	1897,07	0
6	0,3	90,5	0	2880,62	0
8	0,4	105,5	0	3358,07	0
10	0,5	117,4	0	3736,84	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	35,33	45,11



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium RAP Asli dengan bahan Tambah Kapur 0 %

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	11040	11270
Berat cetakan	gr	6855	6855
Berat RAP basah	gr	4185	4415
Volume cetakan	cm ³	2122,78	2208,47
Berat volume basah	gr / cm ³	1,97	2,00
Berat volume kering	gr / cm ³	1,89	1,90

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	28,07	29
RAP kering + cawan	gr	27,33	28,05
Krus	gr	9,67	8,99
Air	gr	0,74	0,95
RAP kering	gr	17,66	19,06
Kadar Air	%	4,19	4,98

Pengembangan

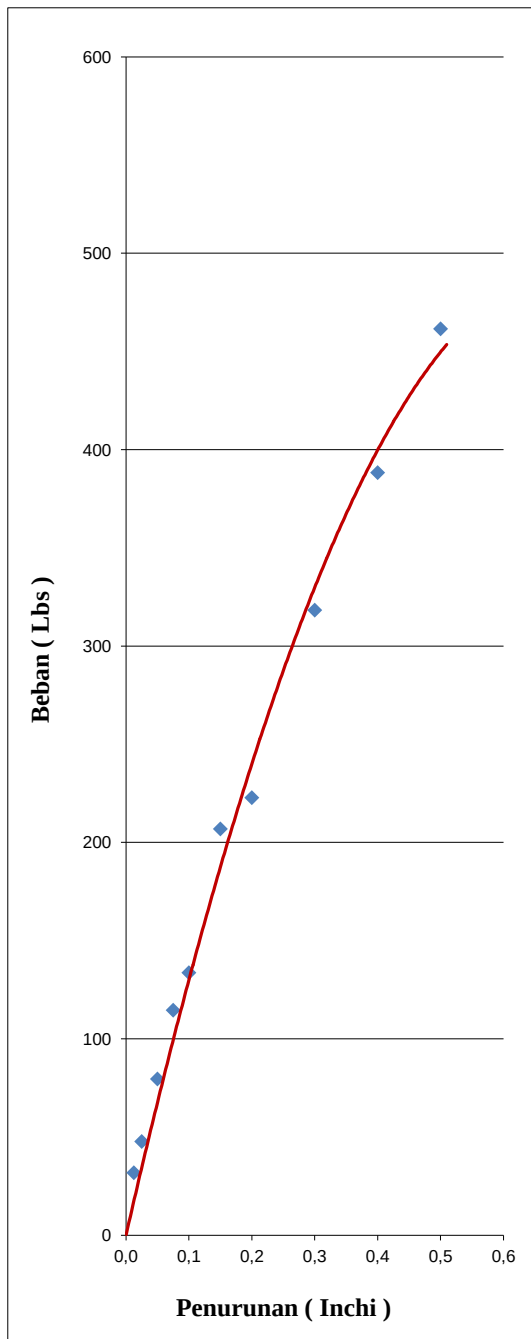
Tanggal	20-Jun-15	21-Jun-15	22-Jun-15	23-Jun-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	0,3	0,44	0,47
Perubahan	0	0,3	0,14	0,03

Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1	0	31,83	0
0,5	0,025	1,5	0	47,75	0
1	0,05	2,5	0	79,58	0
1,5	0,075	3,6	0	114,59	0
2	0,1	4,2	0	133,69	0
3	0,15	6,5	0	206,90	0
4	0,2	7	0	222,81	0
6	0,3	10	0	318,30	0
8	0,4	12,2	0	388,33	0
10	0,5	14,5	0	461,54	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	4,33	5,33

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium RAP Asli dengan bahan Tambah Kapur 0 %

Jumlah Pukulan 30 X

		Sebelum	Sesudah
Berat RAP + cetakan	gr	11210	11295
Berat cetakan	gr	6670	6670
Berat RAP basah	gr	4540	4625
Volume cetakan	cm3	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	2,14	2,18
Berat volume kering	gr / cm3	2,07	2,11

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	21,1	20,32
RAP kering + cawan	gr	20,73	19,97
Krus	gr	8,99	9,1
Air	gr	0,37	0,35
RAP kering	gr	11,74	10,87
Kadar Air	%	3,15	3,22

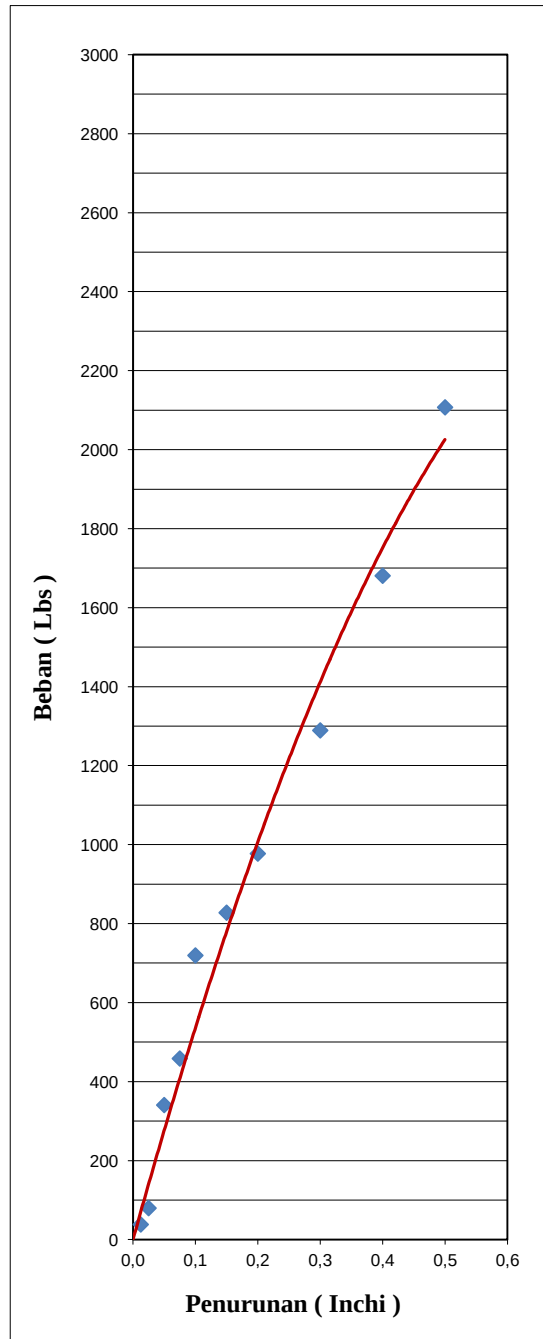
Pengembangan

Tanggal	20-Jun-15	21-Jun-15	22-Jun-15	23-Jun-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	2	2,2	2,6
Perubahan	0	2	0,2	0,4

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,2	0	38,20	0
0,5	0,025	2,5	0	79,58	0
1	0,05	10,7	0	340,58	0
1,5	0,075	14,4	0	458,35	0
2	0,1	22,6	0	719,36	0
3	0,15	26	0	827,58	0
4	0,2	30,7	0	977,18	0
6	0,3	40,5	0	1289,12	0
8	0,4	52,8	0	1680,62	0
10	0,5	66,2	0	2107,15	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	17,67	22,89

Pemeriksaan C B R Soaked Laboratorium RAP Asli dengan bahan Tambah Kapur 0 %

Jumlah Pukulan **65 X**

		Sebelum	Sesudah
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11350	11590
Berat cetakan	gr	6690	7095
Berat <i>RAP</i> basah	gr	4660	4495
Volume cetakan	cm3	2122,78	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	2,20	2,12
Berat volume kering	gr / cm3	2,14	1,91

Kadar Air		Sebelum	Sesudah
RAP basah + cawan	gr	13,93	24,02
RAP kering + cawan	gr	13,7	22,59
Krus	gr	5	9,07
Air	gr	0,23	1,43
RAP kering	gr	8,7	13,52
Kadar Air	%	2,64	10,58

Pengembangan

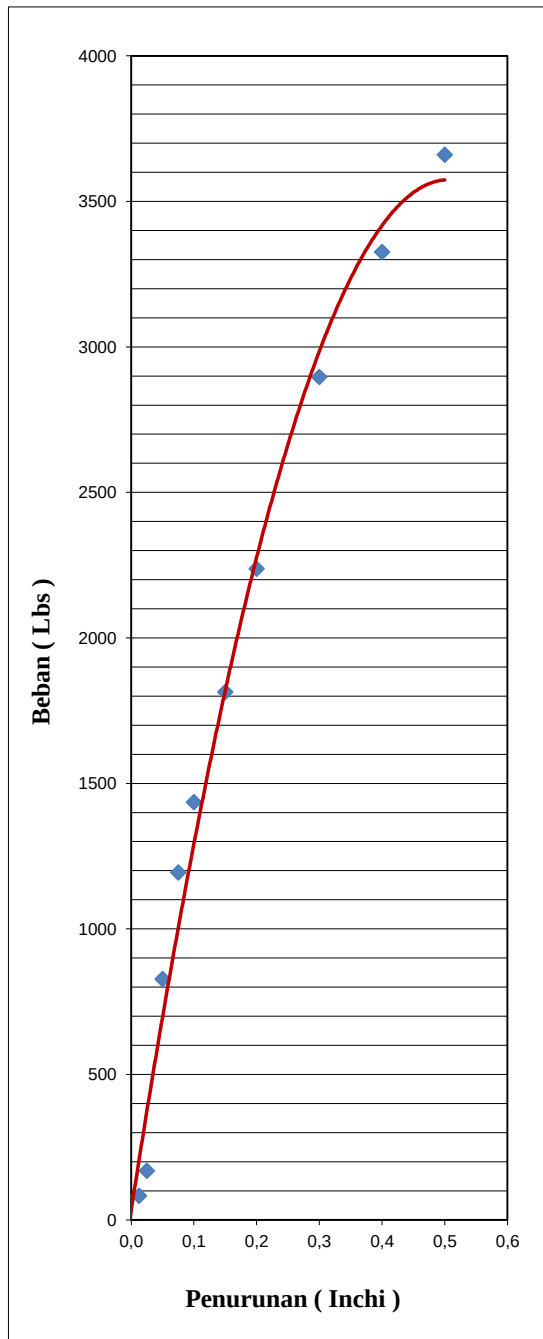
Tanggal	20-Jun-15	21-Jun-15	22-Jun-15	23-Jun-15
Jam	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Pembacaan	0	2	2	2,5
Perubahan	0	2	0	0,5

Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2,6	0	82,76	0
0,5	0,025	5,3	0	168,70	0
1	0,05	26	0	827,58	0
1,5	0,075	37,5	0	1193,63	0
2	0,1	45,1	0	1435,53	0
3	0,15	57	0	1814,31	0
4	0,2	70,3	0	2237,65	0
6	0,3	91	0	2896,53	0
8	0,4	104,5	0	3326,24	0
10	0,5	115	0	3660,45	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	43,00	50,67



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 0 %

Jumlah Pukulan 10 X

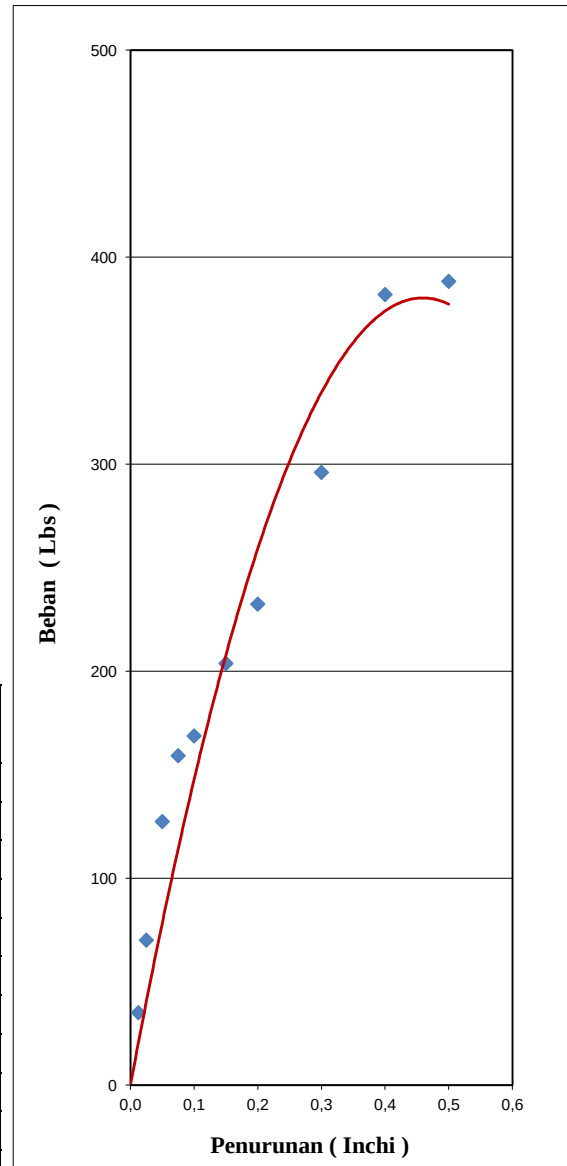
		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	10710
Berat cetakan	gr	8320
Berat RAP basah	gr	2390
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,13
Berat volume kering	gr / cm ³	1,07

Kadar Air		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	23,75
Berat RAP kering + cawan	gr	22,99
Berat cawan	gr	9,1
Berat air	gr	0,76
RAP kering	gr	13,89
Kadar Air	%	5,47

Penetrasi Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,1	0	35,01	0
0,5	0,025	2,2	0	70,03	0
1	0,05	4	0	127,32	0
1,5	0,075	5	0	159,15	0
2	0,1	5,3	0	168,70	0
3	0,15	6,4	0	203,71	0
4	0,2	7,3	0	232,36	0
6	0,3	9,3	0	296,02	0
8	0,4	12	0	381,96	0
10	0,5	12,2	0	388,33	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	4,63	5,60



Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium *RAP* Dengan Bahan Tambah Kapur 0 %

Jumlah Pukulan **30 X**

		Sebelum
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	10980
Berat cetakan	gr	8320
Berat <i>RAP</i> basah	gr	2660
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,25
Berat volume kering	gr / cm ³	1,18

Kadar Air

Kadar Air		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	17,29
Berat RAP kering + cawan	gr	16,79
Berat cawan	gr	8,99
Berat air	gr	0,5
RAP kering	gr	7,8
Kadar Air	%	6,41

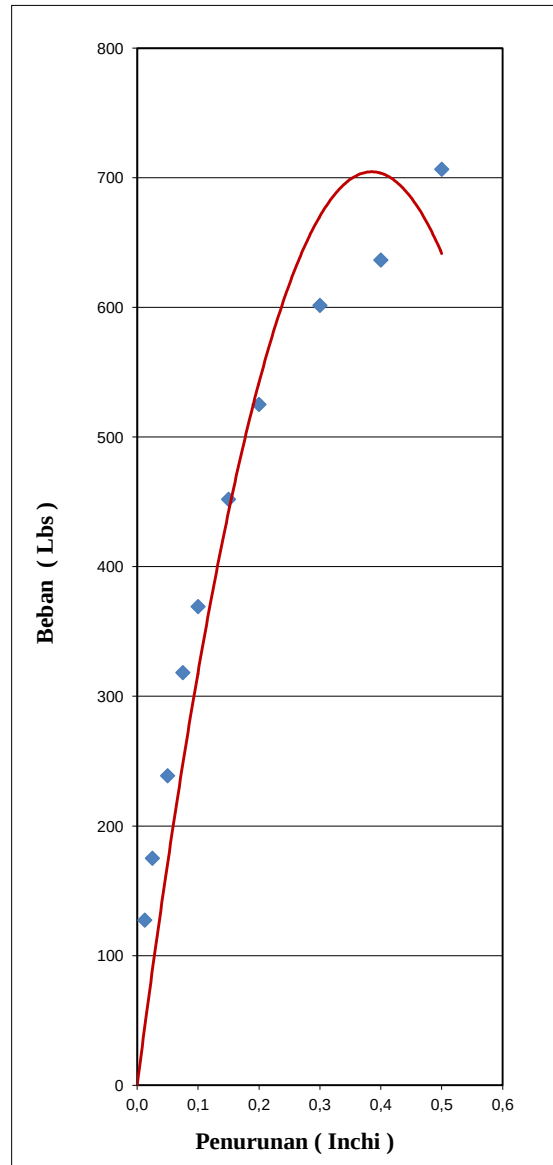
Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	4	0	127,32	0
0,5	0,025	5,5	0	175,07	0
1	0,05	7,5	0	238,73	0
1,5	0,075	10	0	318,30	0
2	0,1	11,6	0	369,23	0
3	0,15	14,2	0	451,99	0
4	0,2	16,5	0	525,20	0
6	0,3	18,9	0	601,59	0
8	0,4	20	0	636,60	0
10	0,5	22,2	0	706,63	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	10,33	12,00



Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium *RAP* Dengan Bahan Tambah Kapur 0 %

Jumlah Pukulan **65 X**

		Sebelum
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11070
Berat cetakan	gr	8320
Berat <i>RAP</i> basah	gr	2750
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,30
Berat volume kering	gr / cm ³	1,24

Kadar Air

Kadar Air		Sebelum
Berat <i>RAP</i> basah + cawan	gr	24,55
Berat <i>RAP</i> kering + cawan	gr	23,88
Berat cawan	gr	8,89
Berat air	gr	0,67
<i>RAP</i> kering	gr	14,99
Kadar Air	%	4,47

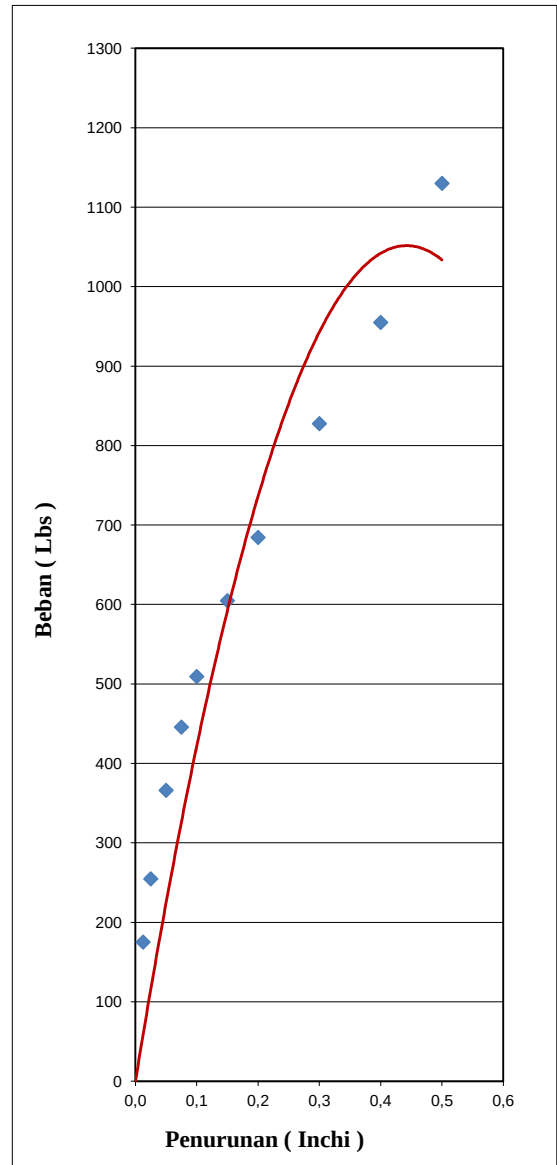
Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	5,5	0	175,07	0
0,5	0,025	8	0	254,64	0
1	0,05	11,5	0	366,05	0
1,5	0,075	14	0	445,62	0
2	0,1	16	0	509,28	0
3	0,15	19	0	604,77	0
4	0,2	21,5	0	684,35	0
6	0,3	26	0	827,58	0
8	0,4	30	0	954,90	0
10	0,5	35,5	0	1129,97	0

Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	12,90	16,00





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	10675
Berat cetakan	gr	7500
Berat RAP basah	gr	3175
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,50
Berat volume kering	gr / cm ³	1,17

Kadar Air

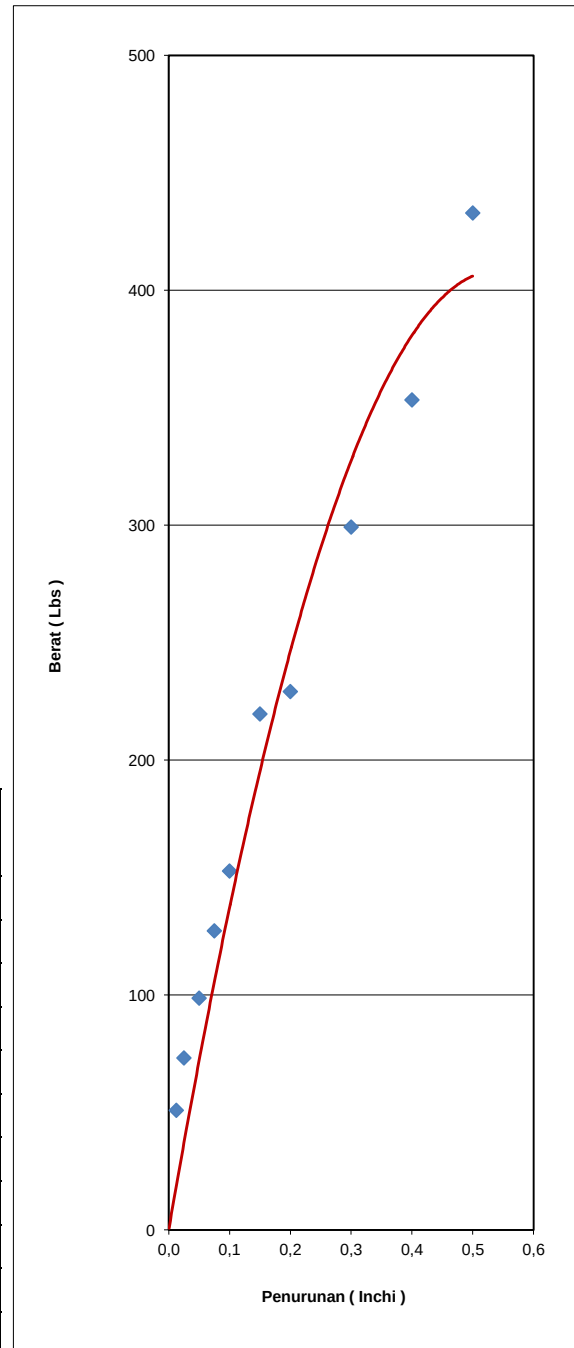
		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	35,9
Berat RAP kering + cawan	gr	30
Berat cawan	gr	8,9
Berat air	gr	5,9
RAP kering	gr	21,1
Kadar Air	%	27,96

Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,6	0	50,93	0
0,5	0,025	2,3	0	73,21	0
1	0,05	3,1	0	98,67	0
1,5	0,075	4	0	127,32	0
2	0,1	4,8	0	152,78	0
3	0,15	6,9	0	219,63	0
4	0,2	7,2	0	229,18	0
6	0,3	9,4	0	299,20	0
8	0,4	11,1	0	353,31	0
10	0,5	13,6	0	432,89	0



CBR	0.1"	0.2"
Atas	4,57	5,47

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Jumlah Pukulan **30 X**

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	10910
Berat cetakan	gr	6760
Berat RAP basah	gr	4150
Volume cetakan	cm3	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	1,95
Berat volume kering	gr / cm3	1,79

Kadar Air

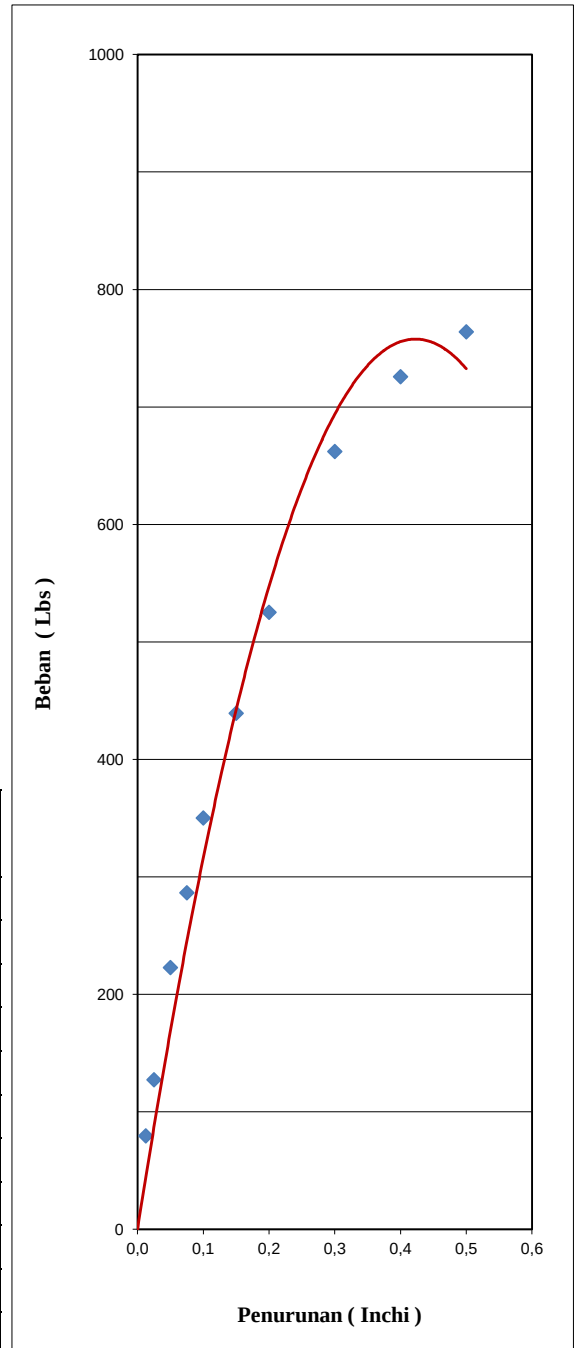
		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	27,98
Berat RAP kering + cawan	gr	26,33
Berat cawan	gr	8,81
Berat air	gr	1,65
RAP kering	gr	17,52
Kadar Air	%	9,42

Penetrasi

Kalibrasi

31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2,5	0	79,58	0
0,5	0,025	4	0	127,32	0
1	0,05	7	0	222,81	0
1,5	0,075	9	0	286,47	0
2	0,1	11	0	350,13	0
3	0,15	13,8	0	439,25	0
4	0,2	16,5	0	525,20	0
6	0,3	20,8	0	662,06	0
8	0,4	22,8	0	725,72	0
10	0,5	24	0	763,92	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	10,33	12,02

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 1.5%

Jumlah Pukulan 65 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	11195
Berat cetakan	gr	8165
Berat RAP basah	gr	3030
Volume cetakan	cm3	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	1,43
Berat volume kering	gr / cm3	1,33

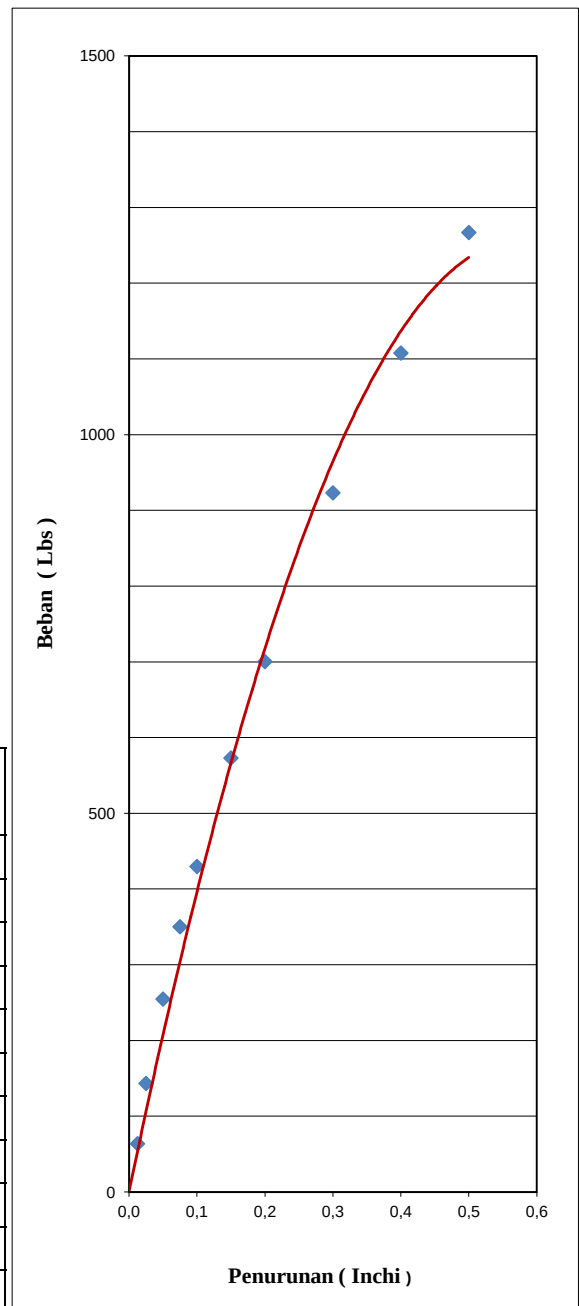
Kadar Air

		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	33,8
Berat RAP kering + cawan	gr	32,08
Berat cawan	gr	9,08
Berat air	gr	1,72
RAP kering	gr	23
Kadar Air	%	7,48

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2	0	63,66	0
0,5	0,025	4,5	0	143,24	0
1	0,05	8	0	254,64	0
1,5	0,075	11	0	350,13	0
2	0,1	13,5	0	429,71	0
3	0,15	18	0	572,94	0
4	0,2	22	0	700,26	0
6	0,3	29	0	923,07	0
8	0,4	34,8	0	1107,68	0
10	0,5	39,8	0	1266,83	0



Nilai CBR	0.1 "	0.2 "
Atas	12,97	15,89



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 3%

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	10805
Berat cetakan	gr	8730
Berat RAP basah	gr	2075
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	0,98
Berat volume kering	gr / cm ³	0,93

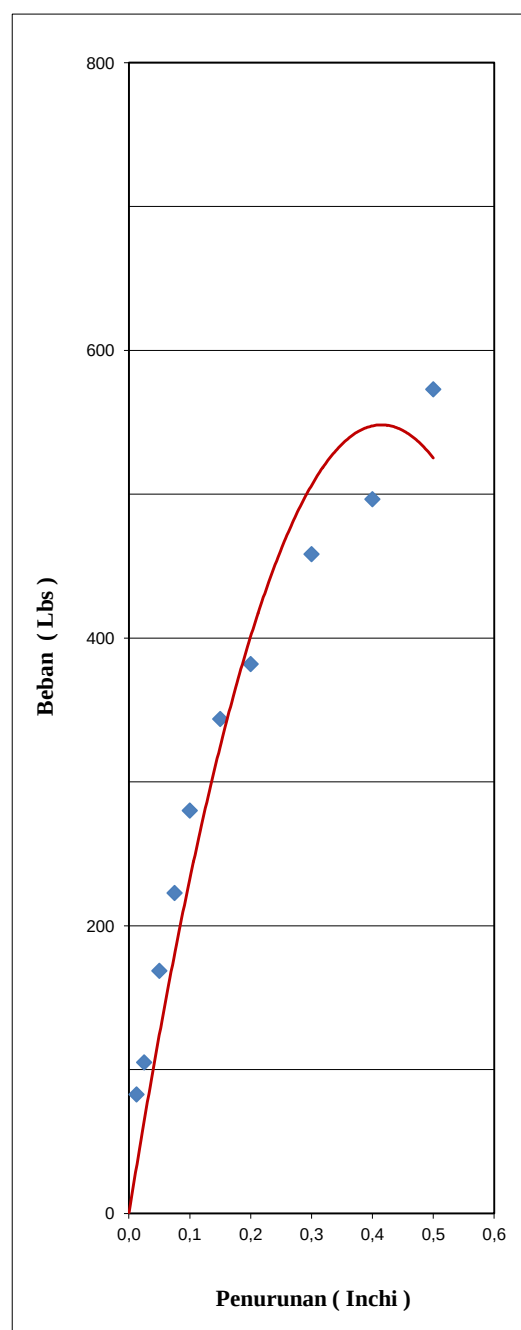
Kadar Air

		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	16,09
Berat RAP kering + cawan	gr	15,75
Berat cawan	gr	8,85
Berat air	gr	0,34
RAP kering	gr	6,9
Kadar Air	%	4,93

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	2,6	0	82,76	0
0,5	0,025	3,3	0	105,04	0
1	0,05	5,3	0	168,70	0
1,5	0,075	7	0	222,81	0
2	0,1	8,8	0	280,10	0
3	0,15	10,8	0	343,76	0
4	0,2	12	0	381,96	0
6	0,3	14,4	0	458,35	0
8	0,4	15,6	0	496,55	0
10	0,5	18	0	572,94	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	8,00	8,98

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium *RAP* Dengan Bahan Tambah Kapur 3%

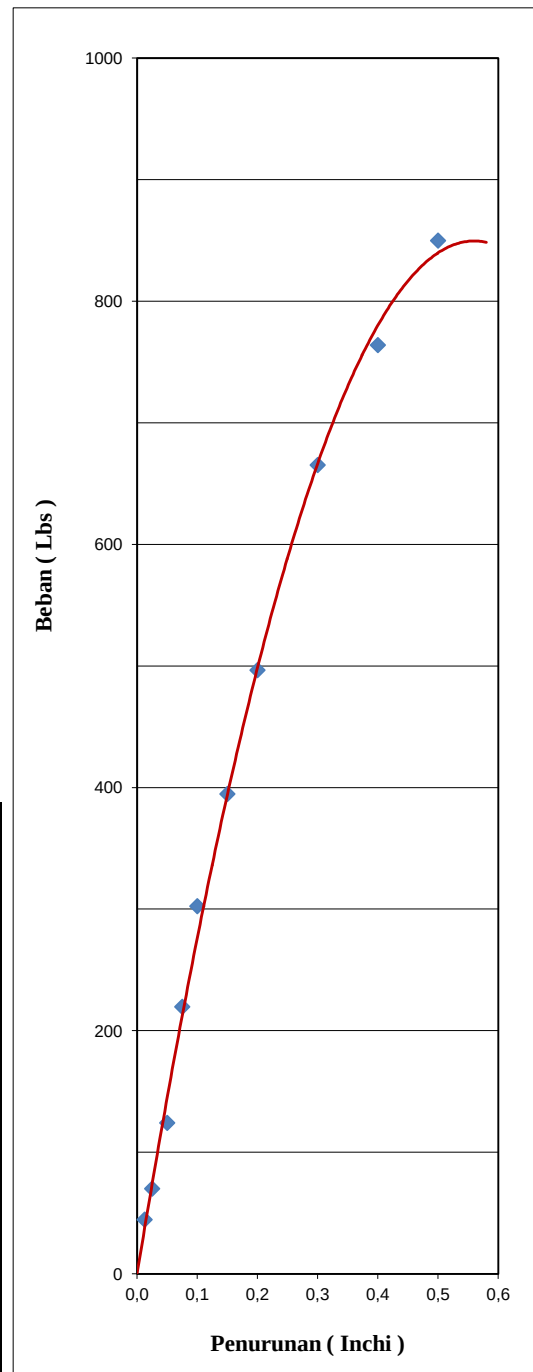
Jumlah Pukulan 30 X

		Sebelum
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11080
Berat cetakan	gr	8730
Berat <i>RAP</i> basah	gr	2350
Volume cetakan	cm3	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	1,11
Berat volume kering	gr / cm3	1,05

Kadar Air		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	21,18
Berat RAP kering + cawan	gr	20,59
Berat cawan	gr	9,04
Berat air	gr	0,59
RAP kering	gr	11,55
Kadar Air	%	5,11

Penetrasi	Kalibrasi	31,83
------------------	------------------	-------

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,4	0	44,56	0
0,5	0,025	2,2	0	70,03	0
1	0,05	3,9	0	124,14	0
1,5	0,075	6,9	0	219,63	0
2	0,1	9,5	0	302,39	0
3	0,15	12,4	0	394,69	0
4	0,2	15,6	0	496,55	0
6	0,3	20,9	0	665,25	0
8	0,4	24	0	763,92	0
10	0,5	26,7	0	849,86	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	8,80	10,82

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 3%

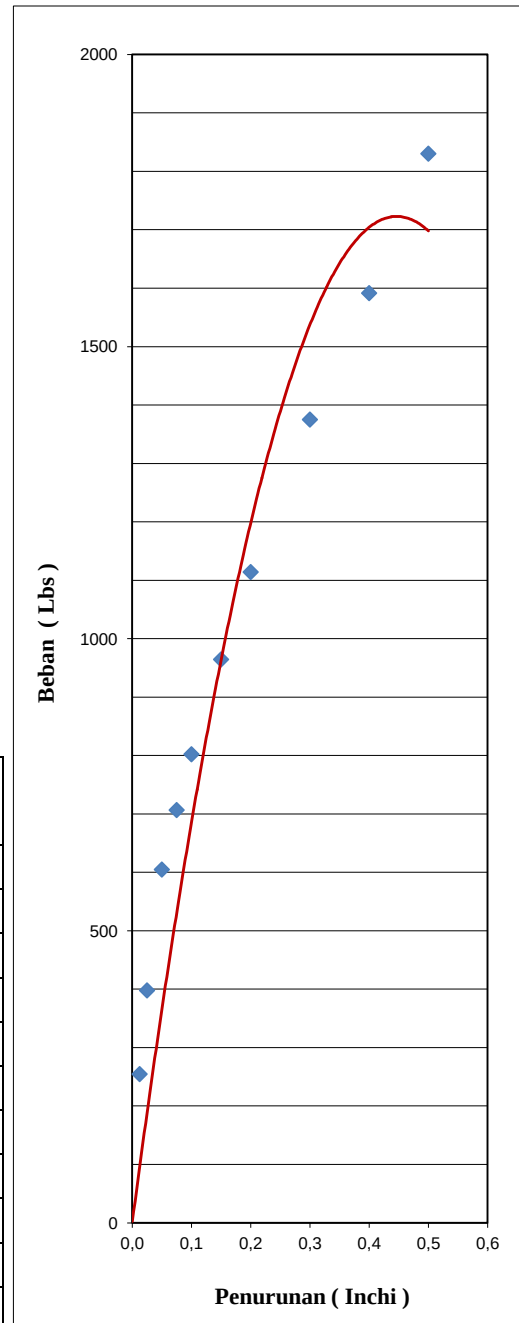
Jumlah Pukulan **65 X**

		Sebelum
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11345
Berat cetakan	gr	8730
Berat <i>RAP</i> basah	gr	2615
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,23
Berat volume kering	gr / cm ³	1,19

Kadar Air		Sebelum
Berat <i>RAP</i> basah + cawan	gr	22,04
Berat <i>RAP</i> kering + cawan	gr	21,58
Berat cawan	gr	8,81
Berat air	gr	0,46
<i>RAP</i> kering	gr	12,77
Kadar Air	%	3,60

Penetrasi	Kalibrasi	31,83
------------------	------------------	-------

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	8	0	254,64	0
0,5	0,025	12,5	0	397,88	0
1	0,05	19	0	604,77	0
1,5	0,075	22,2	0	706,63	0
2	0,1	25,2	0	802,12	0
3	0,15	30,3	0	964,45	0
4	0,2	35	0	1114,05	0
6	0,3	43,2	0	1375,06	0
8	0,4	50	0	1591,50	0
10	0,5	57,5	0	1830,23	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	23,33	26,67



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Dengan Bahan Tambah Kapur 4.5%

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	10710
Berat cetakan	gr	6805
Berat RAP basah	gr	3905
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,84
Berat volume kering	gr / cm ³	1,72

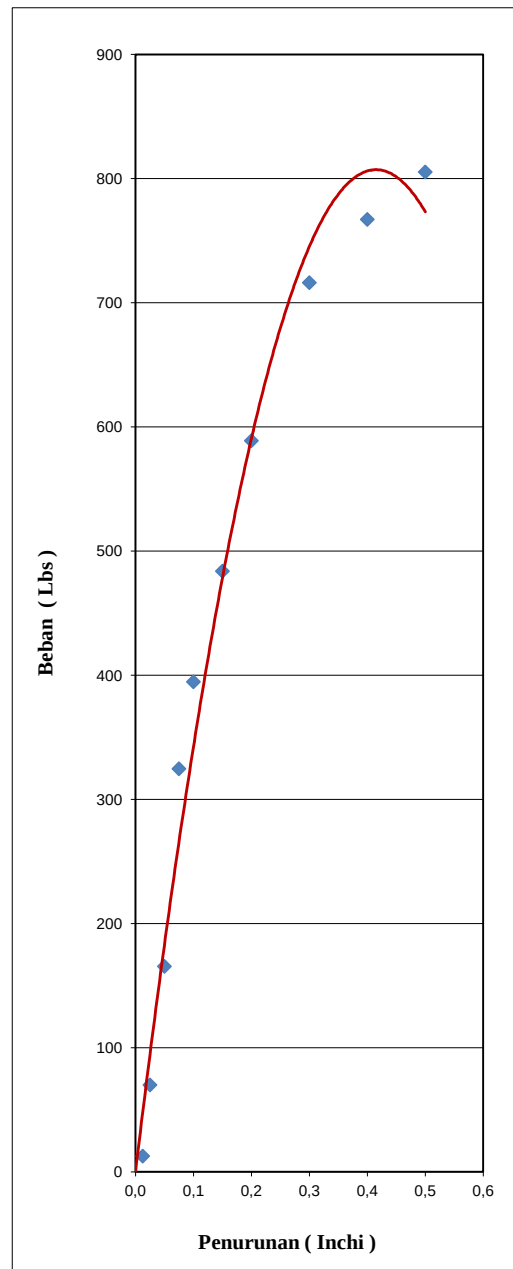
Kadar Air

		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	19,06
Berat RAP kering + cawan	gr	18,41
Berat cawan	gr	8,95
Berat air	gr	0,65
RAP kering	gr	9,46
Kadar Air	%	6,87

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	0,4	0	12,73	0
0,5	0,025	2,2	0	70,03	0
1	0,05	5,2	0	165,52	0
1,5	0,075	10,2	0	324,67	0
2	0,1	12,4	0	394,69	0
3	0,15	15,2	0	483,82	0
4	0,2	18,5	0	588,86	0
6	0,3	22,5	0	716,18	0
8	0,4	24,1	0	767,10	0
10	0,5	25,3	0	805,30	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	11,33	13,11

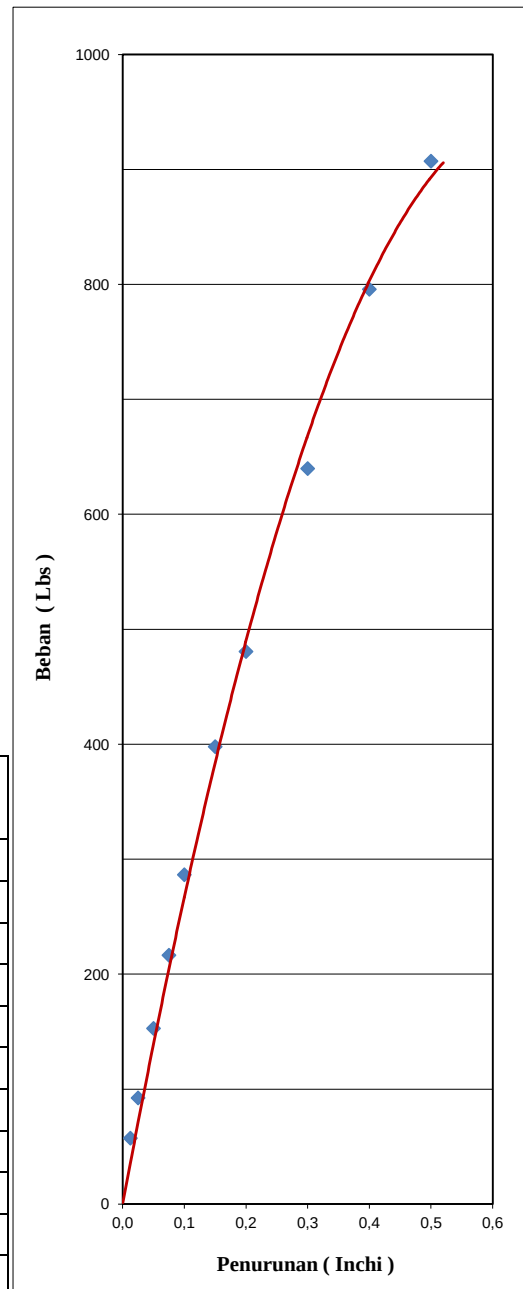
Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium *RAP* Dengan Bahan Tambah Kapur 4.5%

Jumlah Pukulan 30 X

		Sebelum
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11080
Berat cetakan	gr	6805
Berat <i>RAP</i> basah	gr	4275
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	2,01
Berat volume kering	gr / cm ³	1,92

Kadar Air		Sebelum
Berat <i>RAP</i> basah + cawan	gr	21,18
Berat <i>RAP</i> kering + cawan	gr	20,59
Berat cawan	gr	9,04
Berat air	gr	0,59
<i>RAP</i> kering	gr	11,55
Kadar Air	%	5,11

Penetrasi		Kalibrasi		31,83	
Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,8	0	57,29	0
0,5	0,025	2,9	0	92,31	0
1	0,05	4,8	0	152,78	0
1,5	0,075	6,8	0	216,44	0
2	0,1	9	0	286,47	0
3	0,15	12,5	0	397,88	0
4	0,2	15,1	0	480,63	0
6	0,3	20,1	0	639,78	0
8	0,4	25	0	795,75	0
10	0,5	28,5	0	907,16	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	8,30	10,87

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium *RAP* Dengan Bahan Tambah Kapur 4.5%

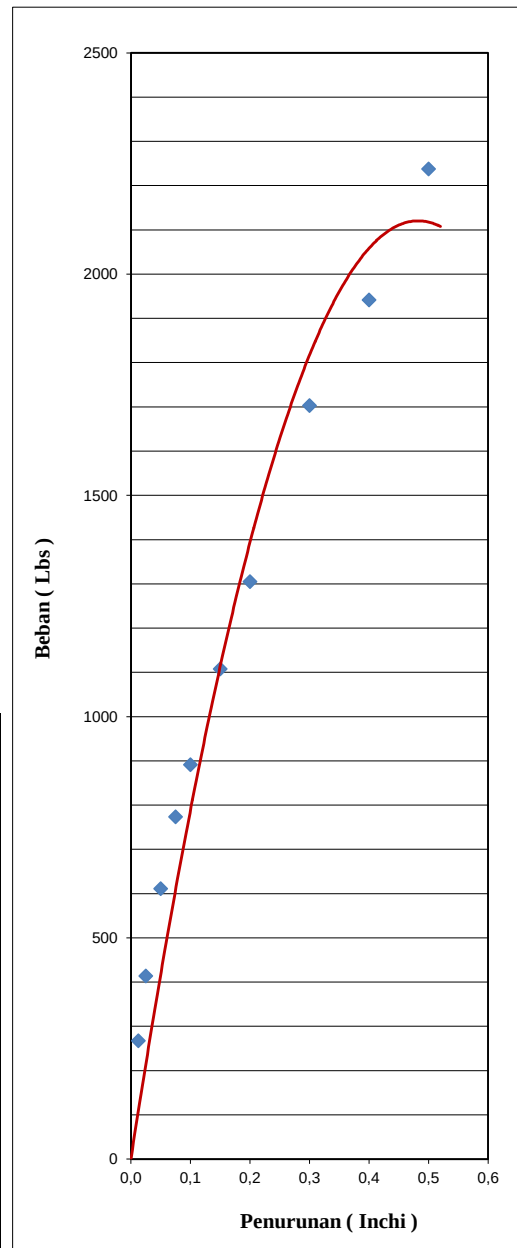
Jumlah Pukulan **65 X**

		Sebelum
Berat <i>RAP</i> + cetakan	gr	11300
Berat cetakan	gr	6805
Berat <i>RAP</i> basah	gr	4495
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	2,12
Berat volume kering	gr / cm ³	2,00

Kadar Air		Sebelum
Berat <i>RAP</i> basah + cawan	gr	20,71
Berat <i>RAP</i> kering + cawan	gr	20,08
Berat cawan	gr	9,15
Berat air	gr	0,63
<i>RAP</i> kering	gr	10,93
Kadar Air	%	5,76

Penetrasi	Kalibrasi	31,83
------------------	------------------	-------

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	8,4	0	267,37	0
0,5	0,025	13	0	413,79	0
1	0,05	19,2	0	611,14	0
1,5	0,075	24,3	0	773,47	0
2	0,1	28	0	891,24	0
3	0,15	34,8	0	1107,68	0
4	0,2	41	0	1305,03	0
6	0,3	53,5	0	1702,91	0
8	0,4	61	0	1941,63	0
10	0,5	70,3	0	2237,65	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	27,00	31,11



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, 0217-717417 psw 219

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Asli Dengan Bahan Tambah Kapur 0%

Jumlah Pukulan 10 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	11390
Berat cetakan	gr	7295
Berat RAP basah	gr	4095
Volume cetakan	cm ³	2122,78
Berat volume basah	gr / cm ³	1,93
Berat volume kering	gr / cm ³	1,80

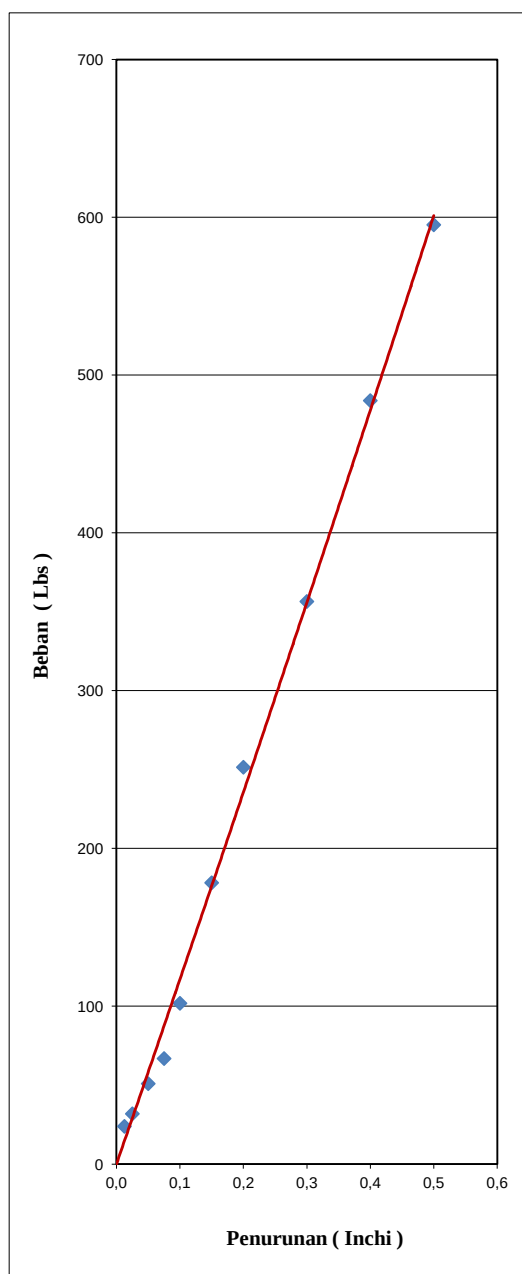
Kadar Air

		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	22,67
Berat RAP kering + cawan	gr	21,8
Berat cawan	gr	9,25
Berat air	gr	0,87
RAP kering	gr	12,55
Kadar Air	%	6,93

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	0,75	0	23,87	0
0,5	0,025	1	0	31,83	0
1	0,05	1,6	0	50,93	0
1,5	0,075	2,1	0	66,84	0
2	0,1	3,2	0	101,86	0
3	0,15	5,6	0	178,25	0
4	0,2	7,9	0	251,46	0
6	0,3	11,2	0	356,50	0
8	0,4	15,2	0	483,82	0
10	0,5	18,7	0	595,22	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	3,93	5,33

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Asli Dengan Bahan Tambah Kapur 0%

Jumlah Pukulan 30 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	11715
Berat cetakan	gr	7340
Berat RAP basah	gr	4375
Volume cetakan	cm3	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	2,06
Berat volume kering	gr / cm3	1,85

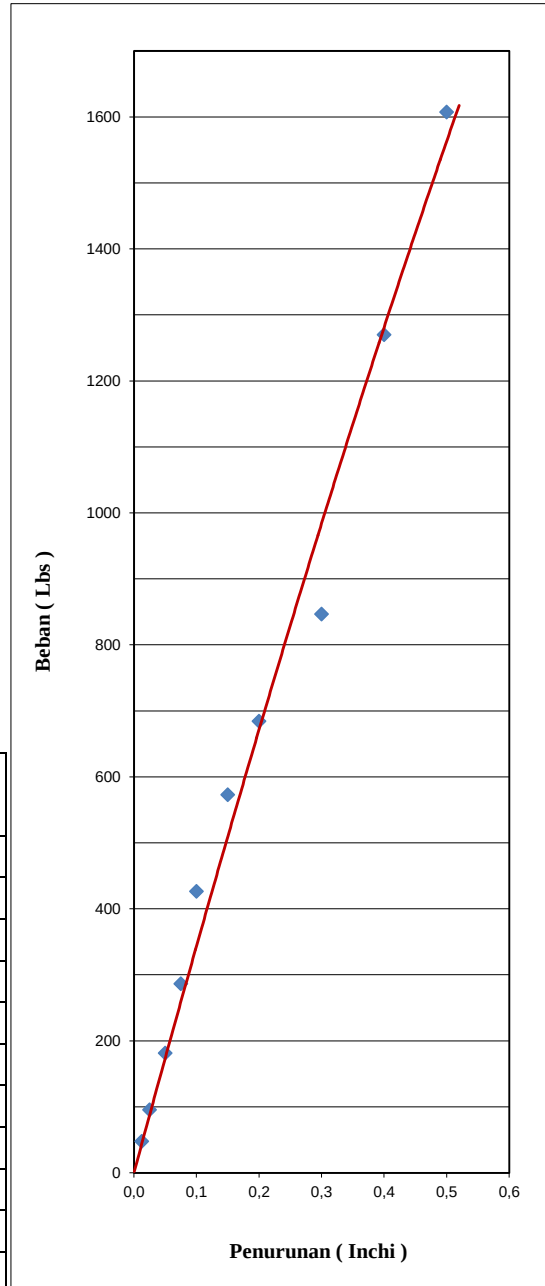
Kadar Air

		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	20,2
Berat RAP kering + cawan	gr	19,06
Berat cawan	gr	9
Berat air	gr	1,14
RAP kering	gr	10,06
Kadar Air	%	11,33

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	1,5	0	47,75	0
0,5	0,025	3	0	95,49	0
1	0,05	5,7	0	181,43	0
1,5	0,075	9	0	286,47	0
2	0,1	13,4	0	426,52	0
3	0,15	18	0	572,94	0
4	0,2	21,5	0	684,35	0
6	0,3	26,6	0	846,68	0
8	0,4	39,9	0	1270,02	0
10	0,5	50,5	0	1607,42	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	10,83	14,56

Pemeriksaan C B R Unsoaked Laboratorium RAP Asli Dengan Bahan Tambah Kapur 0%

Jumlah Pukulan 65 X

		Sebelum
Berat RAP + cetakan	gr	11640
Berat cetakan	gr	6985
Berat RAP basah	gr	4655
Volume cetakan	cm3	2122,78
Berat volume basah	gr / cm3	2,19
Berat volume kering	gr / cm3	2,14

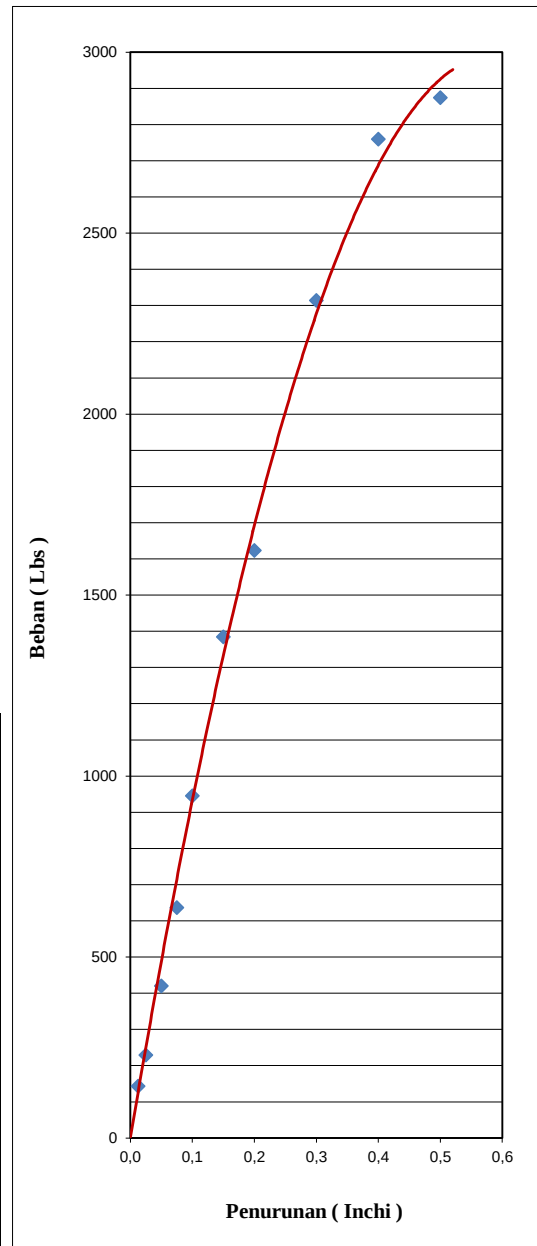
Kadar Air

		Sebelum
Berat RAP basah + cawan	gr	21,33
Berat RAP kering + cawan	gr	21,05
Berat cawan	gr	9,15
Berat air	gr	0,28
RAP kering	gr	11,9
Kadar Air	%	2,35

Penetrasi

Kalibrasi 31,83

Waktu (Menit)	Penurunan (Inchi)	Pembacaan Arloji (Divisi)		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,25	0,0125	4,5	0	143,24	0
0,5	0,025	7,2	0	229,18	0
1	0,05	13,2	0	420,16	0
1,5	0,075	20	0	636,60	0
2	0,1	29,7	0	945,35	0
3	0,15	43,5	0	1384,61	0
4	0,2	51	0	1623,33	0
6	0,3	72,7	0	2314,04	0
8	0,4	86,7	0	2759,66	0
10	0,5	90,3	0	2874,25	0



Nilai CBR	0.1"	0.2"
Atas	30,00	37,78