

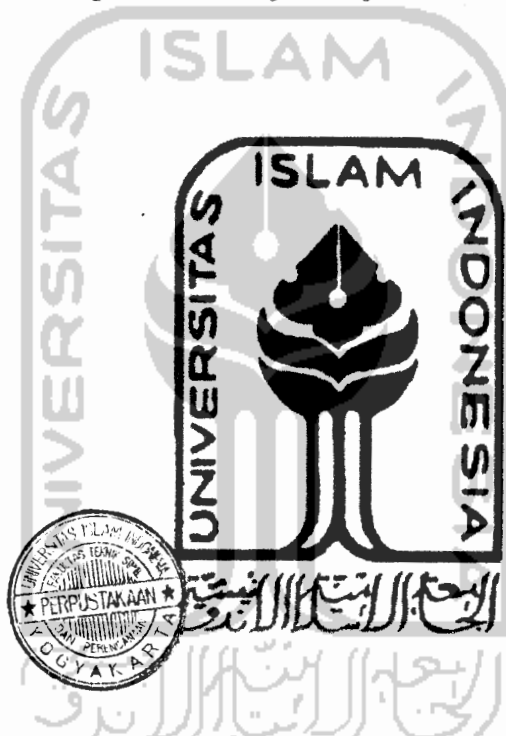
PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELE

TGL. TERIMA : 26-12-2007
NO. JUDUL : 2725
NO. INV. : 512 0002725001
NO. INDUK : 002725

TUGAS AKHIR

**KINERJA CEMENT TREATED BASE (CTB) DENGAN
BAHAN SUBTITUSI AGREGAT KASAR LIMBAH
HASIL PENGOLAHAN BAJA PT. KRAKATAU STEEL
(SLAG)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



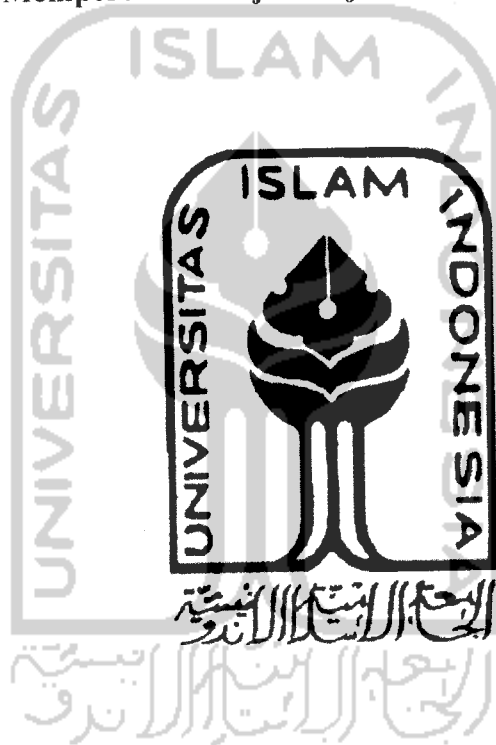
**DWI ENDAH ARYANINGRUM
03511023**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR
KINERJA CEMENT TREATED BASE (CTB) DENGAN
BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR LIMBAH
HASIL PENGOLAHAN BAJA PT. KRAKATAU STEEL
(SLAG)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun oleh :

DWI ENDAH ARYANINGRUM
03511023

Disetujui :

Dosen Pembimbing

A. Kadir Aboc, Ir. MS. H.

Tanggal : 20/09 - 2007

PERSEMBAHAN

*Hidupku,,
Hidup adalah perjuangan,,
Hidup adalah pengorbanan,,
Hidup adalah sesuatu yang harus di syukuri,,*

*Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk orang-orang yang selalu menyayangiku dan, mengasihiku,,
"My lovely Mom and Dad,,"
Bapak,, Ibu,, kupersembahkan ini semua untuk mu,,
Terima kasih atas semua yang telah bapak ibu lakukan untuk aR,,
Hanya ini yang bisa aR berikan untuk bapak dan ibu,,
Semoga ini bisa menjadi hadiah spesial yang akan membawa kebahagiaan untuk kalian berdua,,
"My sister, my brothers and my little angle,,,"
Kalian adalah orang-orang yang selalu mengisi hari-hariku,,
"Someone who always beside me,,,"
Dirimu mengajarku banyak arti hidup, hidup untuk berbagi, hidup untuk menyayangi, hidup untuk mengasih, hidup untuk memahami, hidup untuk bersabar, hidup untuk berjuang, hidup untuk berkorban, hidup untuk survive, hidup untuk menolong dan masih banyak lagi,,
kesedihan, tangisan, kekecewaan, kemarahan, senyuman, tawa, canda, kebahagiaan dan kebersamaan,, Thank you for everything,,*

*The last,,
Persembahanku untuk semua,,
Thanks God and God bless you,,*

By : Dwi Endah Aryaningrum

PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillahill'alamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya, kesempatan, dan kemudahan dalam menjalankan amanah sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, inspirasi akhlak dan pribadi mulia.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam mencapai jenjang pendidikan Strata Satu (S1) di Universitas Islam Indonesia. Adapun judul yang saya angkat adalah "Kinerja Cement Treated Base (CTB) dengan Bahan Substitusi Agregat Kasar Limbah Hasil Pengolahan Baja PT. Krakatau Steel (*Slag*).

Dalam proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini saya banyak mendapat bantuan baik materil maupun spiritual dari berbagai pihak, oleh sebab itu pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Yth. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, DR. Ir. H. Ruzardi, MS.
2. Yth. Ketua dan Sekretrais Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII, Ir. H. Faisol AM., MS dan Ir. H. Suharyatmo, MT.
3. Yth. Bapak A. Kadir Aboe, Ir. MS. H., terima kasih atas bimbingan, nasehat, dan dukungan yang telah diberikan kepada saya selama penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih juga untuk "tango"nya ya,Pak., ☺
4. Bapak dan Ibu tersayang, terimakasih atas kasih sayang, semangat, dukungan, bimbingan, nasehat dan doanya selama ini, sampai aR bisa mencapai gelar "Sarjana".
5. Mama nunik, Papa Ishar & De'ayu, terima kasih atas kasih sayang, perhatian dan pengertian yang teramat sangat,, Mama Nunik,maaf ya ga' pernah ku temani dirumah,, De'ayu,*You're my Little angle*.,

6. De' Lutfan,, Penyemangat kecilku, terima kasih ya.,
7. Mas Bony, Makasih udah mau bantu selama ade' kuliah sampai ade' nyelesin Tugas Akhir. Makasih buat semangat, perhatian, pengertian dan kasih sayangnya.,
8. Nia & QQ, *my best friends i ever had*., makasih udah jadi temen terdekat dan terbaikku., ingat selalu saat kita bersama ya.,
9. Dian Kusuma Fitriyani, teman seperjuanganku., semangat. Yan!
10. Tante Nunung Martina, terima kasih atas ide dan bantuannya.
11. Pak Daru dan Pak Warno selaku petugas Lab. BKT UII, terima kasih atas bantuannya selama proses pembuatan sampel hingga pengujian.
12. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil UII angkatan 2003 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu per satu, terima kasih ya., semoga kita semua sukses di kemudian hari, amiiin.
13. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan sampai dengan selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, Agustus 2007

Penyusun,

Dwi Endah Aryaningrum

ABSTRAK

Cement Treated Base (CTB) adalah bahan untuk lapis pondasi pada perkerasan lentur. CTB memanfaatkan semen portland sebagai bahan pengikatnya. CTB sendiri adalah suatu campuran beton dengan nilai slump sama dengan nol atau dapat dikatakan sebagai beton semi kering. Hanya saja CTB mempunyai kuat tekan yang terbatas. Maka sehubungan dengan hal tersebut, akan dicoba suatu pengembangan CTB dengan bahan substitusi agregat kasar dari limbah hasil pengolahan baja (slag) dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekannya. Pengujian CTB dengan bahan substitusi agregat kasar slag dilakukan pada umur 28 hari dengan variasi substitusi slag 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% pada kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa prosentase kadar optimum substitusi slag adalah 50% karena kuat tekan CTB mencapai maksimum pada kadar substitusi 50%. Prosentase peningkatannya untuk kuat tekan rencana 30 MPa sebesar 27,2% dan 40 MPa sebesar 21,65%. Pada kadar substitusi 75% dan 100% kuat tekannya mengalami penurunan, tetapi penurunannya tidak kurang dari kuat tekan rencananya.

Kata kunci : kadar substitusi slag, kuat tekan CTB

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Notasi	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Ichsan Fahmi R. dan Kiki Kurniawan A., 2004 Politeknik Negeri Jakarta	5
2.3 Muhammad Sadat, 2005, UII, Yogyakarta	6
2.4 Harry Patmadjaja dkk, 2001, Universitas Kristen Petra	7
2.5 Eka Sasmita Mulia ST., 2005, UI, Jakarta	7
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Umum	8
3.2 Material Penyusun CTB	8

3.2.1	Semen	8
3.2.2	Agregat	12
3.2.3	Limbah Baja (<i>Slag</i>)	16
3.2.4	Air	21
3.3	Perencanaan Campuran CTB	22
BAB IV	METODE PENELITIAN	25
4.1	Pendahuluan	25
4.2	Tahap-tahap Pengujian CTB dengan Bahan Substitusi Agregat Kasar Limbah Hasil Pengolahan Baja (<i>Slag</i>)	25
4.2.1	Persiapan Bahan	25
4.2.2	Pelaksanaan Pengujian Agregat	26
4.2.2.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar dan <i>Slag</i>	27
4.2.2.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	27
4.2.2.3	Pengujian Kandungan Lumpur Dalam Pasir	29
4.2.2.4	Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test) Kerikil dan <i>Slag</i>	29
4.2.2.5	Pengujian Analisa Saringan pada Agregat Halus dan Agregat Kasar (Kerikil dan <i>Slag</i>) ...	30
4.2.3	Perencanaan Mix Design	31
4.2.4	Pembuatan, Perawatan dan Pengujian Sampel	31
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	33
5.1	Hasil Pengujian Agregat	33
5.1.1	Hasil Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)	33
5.1.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar (<i>Slag</i>)	33
5.1.3	Hasil Pengujian Agregat Halus (Kerikil)	33

5.2 Hasil Pengujian Proktor 34

5.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan 36

BAB VI SIMPULAN 41

6.1 Kesimpulan 41

6.2 Saran 42

Daftar Pustakaxiv



DAFTAR NOTASI

- γ = Berat volume contoh basah
 W_1 = Berat cetakan
 W_2 = Berat cetakan + contoh basah
 V = Volume cetakan
 γ_d = Kepadatan
 w = Kadar air



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sifat Fisik <i>Slag</i>	17
Tabel 3.2	Unsur Kimia pada <i>Slag</i>	18
Tabel 3.3	Hasil Proses Pabrikasi & Aplikasi Produk <i>Slag</i>	20
Tabel 5.1	Data Berat Benda Uji	37
Tabel 5.2	Hasil Uji Kuat Tekan CTB	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Gradasi Agregat untuk Campuran Beton Aspal	15
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Kadar Air dengan <i>Density</i> pada Pengujian Proktor untuk Sampel CTB	35
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Kadar Substitusi <i>Slag</i> dengan Berat CTB	37
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Kadar Substitusi <i>Slag</i> dengan Kuat Tekan CTB menggunakan Benda Uji Kubus 15x15x15 cm	38



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Pengujian Agregat
- Lampiran 2 Hasil Pengujian Proktor
- Lampiran 3 *Mix Design*
- Lampiran 4 Hasil Uji Kuat Tekan CTB
- Lampiran 5 Lembar Konsultasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu bangunan teknik sipil. Konstruksi jalan yang paling sering digunakan adalah perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perkerasan lentur menggunakan bahan dasar aspal, sedangkan perkerasan kaku menggunakan bahan dasar beton.

Perkerasan jalan dengan beton dapat didisain dan dikonstruksi dengan baik sehingga mempunyai usia konstruksi yang panjang dan biaya pemeliharaan yang rendah. Jika dibandingkan dengan perkerasan lentur, perkerasan kaku memiliki kelebihan. Perkerasan lentur atau perkerasan dengan cara macadam memang memiliki teknik yang paling murah jika dibandingkan dengan jalan beton, namun umur perkerasannya jauh lebih singkat yaitu kurang lebih antara 10 – 20 tahun. Apalagi bila perubahan cuaca begitu drastis, misalnya dari panas terik menjadi hujan deras. Pada waktu panas aspal menjadi lembek sehingga pada waktu dilalui kendaraan menjadi sangat elastis dan menghasilkan permukaan yang bergelombang. Sebaliknya pada waktu hujan, aspal menjadi kaku dan getas yang bila dilalui kendaraan beton aspal menjadi retak, pecah dan berlubang yang berakhir pada kerusakan struktur jalan lapis bawah yaitu *sub base* atau *base course*.

Sub base atau *base course* ini umumnya tersusun atas agregat kasar/kerikil alam/batu kali yang dalam pelaksanaannya dikerjakan secara tradisional yaitu dengan cara menyusun batu kali satu demi satu sesuai dengan ketebalan yang diinginkan dengan menggunakan tenaga manusia. Dimana pekerjaan tersebut sangat terpengaruh oleh perubahan cuaca, terutama bila hujan turun yang akan menyebabkan pekerjaan tersebut tertunda atau bahkan rusak akibat tanah dasar atau *sub grade* tergenang air hujan.

Untuk mengatasi kelemahan teknik macadam, dipakai teknik komposit. Pembangunan jalan dengan menggunakan perkerasan komposit (*composite*

pavement) sudah mulai banyak dilaksanakan pada pembuatan jalan baru, di antaranya digunakan CTB (*Cement Treated Base*) yang sudah dimulai di beberapa negara yang dikenal sebagai RCC (*Rolled Compact Concrete*).

CTB (*Cement Treated Base*) adalah bahan untuk lapis pondasi (*base course*) pada perkerasan lentur (perkerasan macadam). CTB memanfaatkan semen portland sebagai bahan pengikat. Walaupun cara pembuatan dan produk akhirnya berupa beton, namun CTB bukan merupakan pengembangan dari perkerasan kaku (*rigid pavement*).

CTB sendiri adalah suatu campuran beton dengan nilai slump sama dengan nol atau dapat dikatakan sebagai beton semi kering. Hanya saja CTB mempunyai kekuatan tekan (*compressive strength*) yang terbatas yaitu berkisar 50 – 100 kg/cm². Maka sehubungan dengan hal tersebut di atas akan dicoba suatu pengembangan CTB dengan bahan substitusi agregat kasar dari limbah hasil pengolahan baja (*slag*). Tujuannya untuk menaikkan kuat tekan (*compressive strength*).

Ide penggunaan limbah hasil pengolahan pabrik baja sebagai pengganti agregat kasar ini diambil karena adanya realita yang terjadi pada PT Purna Baja Heckett, anak perusahaan PT Krakatau Steel. Setiap harinya perusahaan ini mampu menghasilkan limbah pengolahan baja sebanyak ± 1 ton. Dalam satu bulan perusahaan ini mampu menghasilkan limbah sebanyak 30-31 ton, limbah yang berjumlah banyak tersebut mampu mengancam keseimbangan lingkungan sekitar. Tetapi setelah ditelaah lebih lanjut, ternyata limbah tersebut mempunyai karakteristik yang menyerupai agregat alam, sehingga dapat dijadikan sebagai pengganti agregat pada pekerjaan perkerasan jalan.

Untuk menguji seberapa baik kinerja dari CTB dengan bahan substitusi agregat kasar limbah hasil pengolahan baja dilakukan uji kuat tekan dari beberapa benda uji kubus pada umur 28 hari dengan beberapa variasi kadar *slag* yang digunakan untuk kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah :

“Bagaimanakah kinerja CTB bila menggunakan bahan substitusi agregat kasar dari limbah hasil pengolahan baja PT Krakatau Steel (Slag)?”

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui seberapa jauh pengaruh pemberian substitusi agregat kasar limbah hasil pengolahan baja (*slag*) pada CTB terhadap kuat desaknya.
2. Mengetahui persentase kadar optimum substitusi agregat kasar *slag* pada CTB yang menghasilkan kuat desak maksimum.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat diketahui kandungan limbah baja (*slag*) yang efektif sebagai bahan pengganti agregat kasar pada CTB, sehingga informasi tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan bagi yang ingin memanfaatkan limbah tersebut sebagai agregat kasar pada campuran CTB.
2. Memberikan informasi kepada pembaca pada umumnya dan masyarakat di sekitar pabrik pada khususnya mengenai penggunaan limbah baja (*slag*) sebagai salah satu alternatif pengganti agregat kasar pada campuran beton semi kering atau CTB.
3. Bagi perusahaan baja, memberikan masukan dalam hal pemanfaatan limbah hasil produksi baja agar keseimbangan lingkungan dapat tetap terjaga.

1.5 Batasan Masalah

Lingkup penelitian ini terbatas pada hal-hal sebagai berikut :

1. Pertama dibahas tentang material pembentuk beton (CTB) dan pengukuran kualitas bahan dasar beton.
2. Kemudian dibuat campuran CTB sesuai dengan mutu yang diteliti. Dalam hal ini ruang lingkup penelitian dibatasi pada :
 - a. Mutu CTB yang direncanakan dengan kuat tekan 30 MPa dan 40 MPa. Rancangan campuran CTB dibuat berdasarkan standar beton yang berlaku serta dengan metode pemadatan ringan.
 - b. CTB merupakan beton semi kering dengan nilai slump sama dengan nol.
 - c. Kadar persentase slag : 0% ; 25% ; 50% ; 75% dan 100% terhadap proporsi berat agregat kasar campuran.
 - d. Bahan dasar pembentuk CTB :

Semen Portland	: type I merk Holcim
Agregat Halus	: pasir
Agregat kasar	: batu pecah (<i>split</i>) & limbah baja (<i>slag</i>) dengan diameter butir maksimum 20 mm ³
Air pencampur	: air dari Lab. Bahan Konstruksi Teknik, UII.
 - e. Limbah baja (*slag*) yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari PT Purna Baja Hecket, anak perusahaan PT. Krakatau Steel, Cilegon.
 - f. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm.
 - g. Jumlah benda uji sebanyak 50 buah (masing-masing kelompok variasi berjumlah 5 buah).
 - h. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara menutup benda uji dengan karung basah.
 - i. Pengujian kuat desak dilakukan pada umur 28 hari.
 - j. Parameter utama yang dibahas pada penelitian ini adalah kuat desak CTB dengan berbagai variasi kandungan limbah baja (*slag*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Terdapat empat penulisan laporan penelitian yang dinilai memiliki hubungan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Dua buah penelitian merupakan Tugas Akhir yang membahas tentang limbah padat tanur tinggi (*slag*), terutama tentang pemanfaatannya sebagai bahan pengganti agregat pada campuran beton. Satu buah penelitian merupakan penelitian pendahuluan penggunaan benda uji kubus beton pada perkerasan lentur type *Cement Treated Base* (CTB). Dan satu buah penelitian lagi merupakan Tesis yang membahas tentang pengaruh pemakaian polimer terhadap kuat tekan CTB (*Cement Treated Base*) pada lapis perkerasan jalan komposit.

2.2 Ichsan Fahmi R. dan Kiki Kurniawan A., 2004, Politeknik Negeri

Jakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini membahas tentang sifat fisik dan sifat mekanis beton dengan bahan pengganti agregat kasar dari limbah industri pengolahan logam PT. Krakatau Steel. Penelitian ini meninjau penggunaan *slag* sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton dengan beton rencana K-400 (faktor air semen 0,51) dan K-800 (faktor air semen 0,3). Dari benda uji yang dibuat kemudian diteliti sifat fisik seperti *slump test*, waktu ikat awal serta berat isi dan juga sifat mekanis seperti kuat tekan dan kuat tarik belah.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa untuk sifat fisik beton dengan menggunakan *slag* sebagai pengganti agregat kasar adalah sbb :

1. nilai slump rata-rata lebih besar dari nilai slump yang direncanakan
2. nilai slump rencana 60-100, nilai slump rata-rata 177,5 (K-400) dan 232,5 (K-800).
3. Penggunaan *slag* sebagai agregat kasar pada beton tidak berpengaruh terhadap berat isi beton tersebut.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Cement Treate Base (CTB) merupakan beton semi kering dengan nilai slump sama dengan nol. Beton merupakan campuran antara semen, air, pasir dan kerikil yang mengeras menyerupai batu. Air dan semen membentuk pasta yang akan mengisi rongga diantara butir-butir pasir dan kerikil yang kemudian akan mengikat partikel-partikel agregat menjadi suatu benda yang padat. Departemen Pekerjaan Umum memberikan definisi tentang beton sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen *portland* dan air (*Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*). Beton memiliki kuat tekan yang tinggi bila dikeringkan dalam waktu yang relatif lama dan mempunyai kelemahan terhadap tarik dan biasanya hanya sanggup menahan tarikan sebesar 10% dari kuat tekannya.

3.2 Material Penyusun CTB

3.2.1 Semen

1. Semen *Portland*

Semen *portland* adalah suatu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut *ASTM C-150, 1985*, Semen *portland* di definisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Suatu semen jika ditambahkan air akan menjadi pasta semen dan jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar, jika di gabungkan lagi dengan menambahkan agregat kasar akan menjadi

campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Fungsi utama semen adalah merekatkan/mengikat butir-butir agregat agar membentuk suatu massa padat, dan juga untuk mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10% , namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Pedoman Beton 1989 (SKBI.1.4.53.2988) dalam ulasannya di halaman 1, membagi semen *portland* menjadi lima jenis, yaitu :

- a. Tipe I, semen *portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Tipe II, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- c. Tipe III, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Semen *portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat *SII 0013-81 "Mutu dan Cara Uji Semen Portland"*, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (*Pedoman Beton 1989 : 3.2-8*).

2. Sifat dan Karakteristik Semen Portland

Perbedaan semen yang satu dengan semen yang lainnya dibedakan dari susunan kimiannya maupun kehalusan butirnya. Perbandingan utama bahan-bahan penyusun semen *portland* adalah kapur (CaO) sekitar 60%-65%, Silika (SiO₂) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta alumina (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) sekitar 7%-12%.

a. Sifat Fisika Semen *Portland*

i. Kehalusan Butir (*Fineness*)

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi, sehingga lamanya waktu pengikatan (*setting time*) menjadi lama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan butir semen yang tinggipun dapat mengurangi terjadinya *bleeding*, yaitu naiknya air kepermukaan, akan tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Menurut ASTM kehalusan butir semen yang lewat ayakan no.200 minimal sebesar 78%.

ii. Kepadatan (*Density*)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM sekitar 3.15 mg/m^3 . variasi ini akan menyebabkan pengaruh terhadap proporsi campuran semen dalam campuran.

iii. Konsistensi

Konsistensi yang ada pada semen *portland* lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadinya pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Konsistensi yang terjadi tergantung dari rasio antara semen dengan air dan aspek-aspek bahan semen seperti kehalusan dan kecepatan hidrasi.

iv. Waktu Pengikatan

Waktu ikat adalah lamanya waktu yang diperlukan semen dari saat mulai bereaksi dengan air menjadi pasta semen sampai dengan pasta semen cukup kaku menahan tekanan. Waktu ikat semen dibagi menjadi dua, waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen sampai terjadinya kehilangan sifat keplastisan dan waktu ikatan akhir (*final setting time*) yaitu waktu terjadinya pasta semen sampai beton mengeras atau massa mengeras.

v. Panas Hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air. Jumlah panas yang dibentuk antara lain tergantung dari jenis semen yang dipakai dan kehalusan butir semen.

vi. Perubahan Volume (kekekalan)

Kekekalan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran dari kemampuan pengembangan dari bahan-bahan campurannya dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah mengikat.

vii. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan semen dilakukan dengan membuat uji mortar yang kemudian di tekan sampai hancur.

b. Sifat Kimia Semen *Portland*

Bahan dasar semen *portland* terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina dan oksida besi. Oksida-oksida tersebut berinteraksi satu sama lain untuk membentuk serangkaian produk yang lebih kompleks selama proses peleburan. Walaupun kompleks, namun pada dasarnya dapat disebutkan 4 senyawa yang paling penting sebagai penyusun semen *portland*, yaitu sbb :

- Trikalsium silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$
- Dikalsium silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$
- Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$
- Tetrakalsium aluminoforit (C_4AF) atau $3CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Dua unsur yang pertama (C_3S dan C_2S) biasanya merupakan 70%-80% dari semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen. Bila semen terkena air, C_3S segera mulai berhidrasi dan menghasilkan panas. Selain itu juga berpengaruh besar terhadap pengerasan semen, terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Sebaliknya C_2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur 7 hari, dan memberikan kekuatan akhir. Kedua unsur pertama ini membutuhkan air berturut-turut sekitar 21%-24% dari masing-masing beratnya untuk terjadi reaksi kimia, namun saat hidrasi C_3S membebaskan kalsium hidroksida hampir 3 kali lebih banyak dari pada yang dibebaskan oleh C_2S . Unsur C_3A berhidrasi secara *exothermic* dan bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan setelah 24 jam. C_3A bereaksi dengan air sebanyak kira-kira 40% beratnya, namun karena jumlah unsur ini hanya sedikit maka pengaruhnya pada

jumlah air hanya sedikit. Unsur yang keempat yaitu C_4AF kurang begitu besar pengaruhnya pada kekerasan semen atau beton.

3.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang digunakan pada CTB sebagai bahan pengisi dan berjumlah sekitar 60 –75 % dari total volume CTB, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu CTB. Maksud dari penggunaan agregat dalam CTB adalah memberi bentuk dan kekerasan serta mengontrol kemudahan pengerjaan.

Agregat dapat berasal dari alam ataupun dari agregat buatan. Secara umum agregat dapat dibedakan dari ukuran bentuknya, yang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar atau disebut batu pecah adalah material yang mempunyai ukuran butiran yang lebih dari 4.75 mm, didapat dari hasil disintegrasi alam atau batu pecah.

Pemilihan jenis agregat yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton tergantung kepada mutu yang hendak dicapai, tersedianya bahan dan harga serta jenis konstruksi yang dipakai.

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya antara 0.075 mm sampai dengan 4.75 mm yang diperoleh dari hasil disintegrasi batuan alam atau didapat dari pemecah batu berdiameter besar.

Persyaratan umum dalam menggunakan agregat halus sebagai campuran beton, adalah:

- a. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, bersifat kekal, dalam arti tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.

- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (terhadap berat kering)
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, tidak melebihi warna standar
- d. Agregat halus harus terdiri butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan melewati saringan 4.75 mm dan tertahan pada saringan no. 200 (0.075 mm)

Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan agregat dalam campuran beton ada lima, yaitu (*Landgren 1994 dalam Tri Mulyono 2004: hal. 76*) :

- a. Volume udara
Udara yang terdapat dalam campuran beton akan mempengaruhi proses pembuatan beton, terutama setelah terbentuknya pasta semen.
- b. Volume padat
Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari beton jadi.
- c. Berat jenis agregat
Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai kontrol.
- d. Penyerapan
Penyerapan berpengaruh pada berat jenis.
- e. Kadar air permukaan agregat
Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan air saat pencampuran.

Jenis agregat berdasarkan beratnya terbagi menjadi tiga jenis agregat, yaitu agregat normal, agregat ringan dan agregat berat. Agregat normal ini biasanya dihasilkan dari pemecahan batuan atau langsung dari sumber alam dan berat jenis rata-ratanya adalah 2,5-2,7 atau tidak boleh kurang dari 1,2. beton yang dibuat dengan agregat normal adalah beton normal dengan berat isi 2200-2500 kg/m³ (SK.SNI.T-15-1991). Agregat ringan digunakan untuk menghasilkan beton yang ringan dalam sebuah bangunan yang memperhitungkan berat dirinya. Berat isi agregat ringan ini berkisar 350-880 kg/m³ untuk agregat kasar dan 750-1200 kg/m³ untuk agregat halus dan campuran kedua agregat tersebut mempunyai berat

isi maksimum 1040 kg/m^3 . agregat berat mempunyai berat jenis lebih besar dari 2800 kg/m^3 . (Tri Mulyono 2004 : hal. 77).

Sifat fisik agregat yang perlu di uji untuk kepentingan pembuatan lapis perkerasan jalan adalah :

a. Berat jenis dan penyerapan air

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat agregat dan berat air yang volumenya sama dengan berat agregat yang diuji. Berat jenis pada agregat sangat penting, karena dalam membuat rancangan campuran umumnya menggunakan komposisi berat. Agregat yang berat jenisnya kecil, mempunyai volume yang besar, sehingga dengan berat yang sama membutuhkan bahan perekat lebih banyak.

Penyerapan air pada agregat selain mempengaruhi keawetan (*durability*) jalan, juga mempengaruhi pemakaian bahan perekat. Penyerapan air yang tinggi akan menyerap bahan perekat lebih banyak dibandingkan dengan agregat yang memiliki penyerapan air yang rendah.

b. Berat isi dan voids

Berat isi berbeda dengan berat jenis. Berat isi adalah perbandingan antara berat agregat dengan isi atau volume tempat (alat). Berat isi digunakan untuk konversi dari satuan berat ke satuan volume. Komposisi bahan dalam campuran biasanya dinyatakan dalam satuan berat. Untuk volume pekerjaan yang kecil, pemakaian satuan berat kurang praktis, umumnya di lapangan pada waktu pengadukan menggunakan perbandingan atau satuan takaran (volume). Untuk merubah dari satuan berat ke satuan volume digunakan angka konversi berat isi.

Voids adalah banyaknya rongga diantara agregat. Nilai voids pada agregat tergantung dari berat isi, gradasi, diameter, dan jenis agregat.

c. Gradasi (susunan butiran) agregat

Gradasi agregat untuk campuran beton aspal, sangat menentukan terhadap stabilitas, rongga dalam campuran, serta kemudahan dalam pelaksanaan. Untuk mengetahui susunan butiran dalam agregat tersebut baik atau buruk, dilakukan analisa saringan. Gradasi agregat untuk campuran beton aspal dapat dibedakan menjadi :

- ❖ Gradasi seragam, yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran hampir sama atau mengandung butiran halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga diantara agregat yang besar. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas yang tinggi, stabilitasnya rendah. Gambar gradasi seragam dapat dilihat pada gambar 3.1 (a).
- ❖ Gradasi rapat, yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran yang bervariasi serta dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga bergradasi baik. Dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapis perkerasan yang memiliki stabilitas yang tinggi, permeabilitas yang rendah. Gambar gradasi rapat dapat dilihat pada gambar 3.1 (b).
- ❖ Gradasi buruk, adalah agregat yang memiliki susunan butiran senjang (gap graded) yaitu kekurangan lebih dari satu diameter butiran. Gambar gradasi buruk dapat dilihat pada gambar 3.1 (c).

(a) Gradasi Seragam (b) Gradasi Rapat

(c) Gradasi Buruk

Gambar 3.1 Gradasi agregat untuk campuran beton Aspal

Agregat sebagai campuran CTB harus mempunyai ukuran yang bervariasi dengan distribusi tertentu sehingga didapatkan density yang maksimal.

3.2.3 Limbah Baja (*Slag*)

1. Latar Belakang Pemanfaatan *Slag*

Dalam perkembangan masyarakat modern seperti sekarang ini, isu global tentang pemeliharaan lingkungan menjadi hal yang perlu diperhatikan. Dunia industri yang berkembang pesat menuntut kita untuk lebih berpikir keras bagaimana menanggulangi dampak negatif yang dapat ditimbulkan akibat hal itu. Salah satu dampak buruk industri terhadap lingkungan adalah pencemaran oleh sisa pembuangannya (limbah). Karena itu kini kita lebih sering mendengar program daur ulang dari kebijakan yang diambil pemerintah.

Salah satu industri yang cukup berhasil menjalankan daur ulang ini adalah industri pengolahan baja. Ampas biji besi yang disebut *slag*, merupakan hasil sampingan dari pengolahan baja. *Slag* berbentuk batuan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengganti agregat dalam suatu konstruksi, seperti jalan, teknologi beton, stabilisasi tanah, dll.

Seiring dengan meningkatnya produksi baja, maka *slag* yang dihasilkan juga semakin bertambah. Pada tahun 2000 terhitung 3,1 juta ton *slag* dihasilkan di Australia dan Selandia Baru. Sementara *slag* yang berasal dari tanur tinggi elektrik diproduksi di Melbourne, Sidney, dan Newcastle.

Sejak terbentuknya *Australasian Slag Association* pada 1990, pemanfaatan *slag* telah mendatangkan keuntungan secara ekonomi dan yang paling penting sisa pembuangan tanur tinggi tidak mencemari tanah lebih luas lagi.

Dari 3,1 juta ton yang dihasilkan pada tahun 2000, 75% diantaranya telah berhasil dimanfaatkan untuk industri konstruksi, khususnya konstruksi jalan raya. Diluar produksinya yang menggunakan teknologi tinggi, industri-industri pengolah baja yang ada, telah mengikuti standar ISO 9000 untuk menjaga mutu mereka di pasaran.

Pada tahun 1988 otoritas jalan raya Australia melakukan percobaan *Accelerated Loading Facilities* (ALF) dengan menggunakan *slag* sebagai pengganti batuan untuk dasar jalan. Dari hasil eksperimen ini diambil kesimpulan bahwa *slag* dapat digunakan sebagai dasar jalan dengan mutu tinggi menggantikan batuan pecah.

Pada percobaan lebih lanjut, *slag* digunakan sebagai komponen agregat dalam perkerasan jalan, dan hasilnya penggunaan *slag* lebih menguntungkan dalam hal stabilisasi.

Terbatasnya industri yang menghasilkan *slag*, mengakibatkan biaya transportasi menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Bagaimanapun juga penggunaan *slag* sebagai komponen stabilisasi pada masa yang akan datang akan banyak memberikan dampak positif, baik pada industri konstruksi maupun lingkungan.

2. Klasifikasi *Slag*

Slag adalah suatu produk samping dari proses pabrikasi baja. Jenis *slag* dibedakan sebagai berikut :

1. *Blast Furnace Slag* (BFS), yaitu *slag* yang dihasilkan dari pengolahan besi , yang dimasak ditungku dengan menggunakan api.
2. *Basic Oxygen Steel Slag* (BOS *Slag*), yaitu *slag* yang dihasilkan pengolahan baja, yang dimasak ditungku dengan menggunakan api.
3. *Electric Arc Furnace Slag* (EAFS), yaitu *slag* yang dihasilkan dari pengolahan baja, yang dimasak ditungku dengan menggunakan elektroda.

Sifat fisik dan susunan senyawa kimia dari *slag* di atas dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2 dibawah ini :

Tabel 3.1 Sifat Fisik *Slag*

Sifat Fisik	BFS <i>slag</i>	BOS <i>slag</i>	EAF <i>slag</i>	Metode Pengujian
1. Agregat				
Berat jenis kering (g/m ³)	2450-2550	3300-3400	3300	ASI 141.5&6
SSD (g/cm ³)	2550-2650	3350-3450	3400	
<i>Dry strength</i> (kN)	85-100	275	250	ASI 141.22
<i>Wet strength</i> (kN)	65-90	230-300	240-300	
<i>Wet/dry strength variation</i>	10-20	5-20	5-45	

(%)	4-7	1-2 coarse	1-2 coarse	
Penyerapan (%)	37-43	2-4 fine	2-4 fine	ASI 141.5&6
<i>LA Abrasion</i>	NA	12-18	16	ASI 141.23
<i>Polished Aggregate Friction Value (PAFV)</i>		58-63	58-63	ASI 141.41/42
<i>Sodium sulfate soundness</i>		<4	<4	ASI 141.24
2. Roadbase				
<i>Maximum dry density (g/cm³) (20mm GMB Standard Compaction)</i>	2050-2150	2300-2400	2300-2400	ASI 141.5.1.1
<i>Optimum moisture content (%)</i>	8-12	8-12	8-12	ASI 289.2.1.1

Tabel 3.2 Unsur Kimia Pada Slag

Unsur Oksida	Rumus	BSF slag (%)	BOS slag (%)	EAF slag (%)
Kalsium oksida	CaO	42	40	35
% kapur bebas	-	0	0-2	0-1
Silica oksida	SiO ₂	35	12	14
Besi oksida	Fe ₂ O ₃	0,7	20	29
Magnesium oksida	MgO	6,5	9	7,7
Mangan oksida	MnO	0,45	5	5,7
Aluminium oksida	Al ₂ O ₃	14	3	5,5
Titanium oksida	TiO ₂	1	1	0,5
Potassium oksida	K ₂ O	0,3	0,02	0,1
Chromium oksida	Cr ₂ O ₃	<0,005	0,1	0,3
Vanadium oksida	V ₂ O ₅	<0,05	1,4	1
Belerang	S	0,6	0,07	0,1

3. Proses Pengolahan *Slag*

Langkah pertama dalam produksi baja adalah mengolah besi. Selanjutnya biji besi, oksida besi, tanah kerikil dan oksida alumina, bersama-sama dengan bahan bakar yang terdiri dari kokas, gas alam, oksigen dan batu bara bubuk serta batu gamping dimasukkan ke dalam tungku pemanas yang besar untuk diolah. Reaksi kimia yang terjadi menghasilkan dua jenis produk, yaitu logam cair dan *slag* cair. *Slag* cair yang mempunyai bobot isi lebih rendah tidak menyatu dengan logam cair. *Slag* cair mengapung di atas logam cair. *Slag* yang dihasilkan pada pengolahan ini berkisar antara 250-300 kg untuk setiap 1000 kg besi yang diolah. Setelah itu masing-masing cairan dipisahkan dengan dialirkan melalui tempat yang berbeda. *Slag* cair kemudian didinginkan dengan cara disiram dengan air pendingin. *Slag* yang telah keras dan membantu dibawa ke tempat penghancuran untuk kemudian disaring dan di pisahkan berdasarkan ukuran butirannya. Untuk memperoleh *slag* berbentuk halus dilakukan penyiraman dengan tekanan tinggi pada fase pendinginan. *Slag* halus ini biasa disebut *Granulated Blast Furnance Slag (GBFS)*.

Besi terlalu banyak mengandung karbon, sehingga terlalu rapuh untuk digunakan dalam berbagai aplikasi. Karena itu perlu direduksi karbonnya dan menghasilkan baja. Metode pereduksian karbon yang paling umum adalah proses Basic Oxygen Steel (BOS). Selain itu dapat dilakukan juga proses *Electric Arc Furnace (EAF)*.

Pada proses BOS, sebuah puncak tanur besar biasanya digunakan untuk menampung besi cair, bijih besi dan kapur. Oksigen bertekanan tinggi dialirkan ke dalam tanur, kemudian reaksi kimia berlangsung. Pada tahap akhir pereaksian, baja dan *slag* masing-masing dialirkan ke tempat yang berbeda.

Pada proses EAF, baja bekas ditambahkan pada mangkuk pemasak. Mangkuk ini mempunyai katup untuk memasukkan karbon elektroda. Suatu busur diletakkan antara baja bekas dan elektroda dan panas yang dihasilkan mencairkan baja bekas secara terus menerus. Baja dan besi dipisahkan dengan cara yang sama.

Slag yang dihasilkan kemudian ditempatkan khusus untuk kemudian didinginkan dan dipisahkan berdasarkan gradasinya. *Slag* yang dihasilkan pada proses BOS & EAF berjumlah 120-150kg untuk 1000 kg baja yang diproduksi.

Slag yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis BOS *slag*, karena PT Purna Baja Hekett tempat pengambilan material *slag* untuk penelitian ini banyak memproduksi *slag* jenis BOS *slag*.

Hasil proses pengolahan dan aplikasi dari *slag* dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Hasil Proses Pabrikasi & Aplikasi Produk *Slag*

Jenis <i>slag</i>	Tata nama umum	Proses pabrikasi	Aplikasi
<i>BSF</i>	Batuan <i>slag/slag</i> beku	<i>Slag</i> pecah dan tersaring yang telah didinginkan secara perlahan. Juga ada yang tidak dihancurkan.	<i>Base</i> , <i>Sub-base</i> , Agregat beton, Bahan pengisi.
	<i>Slag</i> halus/pasir <i>slag</i>	Penyiraman <i>slag</i> cair dengan tekanan tinggi dan volume besar.	<i>Sub-base</i> , Stabilisasi tanah, Pmbuatan semen, Pembuatan kaca, DPT,
	Butiran <i>slag</i>	Penghalusan <i>slag</i> menjadi sehalus semen.	Pengganti semen, Stabilisasi tanah,
	<i>Slag pelletized</i>	Pendinginan <i>slag</i> pada meja khusus dan drum berputar, yang melemparkan	Pmbuatan semen, Agregat ringan untuk teknologi beton masonry.
	<i>Slag</i> ringan	butiran ke udara. Kontrol	Agregat ringan

		pendinginan <i>slag</i> pada lapisan tipis didalam lubang kecil untuk kemudian dihancurkan dan disaring.	untuk produksi masonry dan beton struktur. Agregat pengisi.
<i>BOS slag</i>	<i>BOS slag</i>	Penghancuran dan pengayakan <i>slag</i> setelah dikeringkan dengan air dan udara	Agregat pengisi, Agregat untuk aspal, <i>Base, sub-base</i> , Subsoils untuk drainase, Debu ledak,
<i>EAF slag</i>	<i>EAF slag</i>	Penghancuran dan pengayakan <i>slag</i> setelah dikeringkan dengan air dan udara.	Agregat pengisi, Agregat untuk aspal, <i>Base, sub-base</i> , Subsoils untuk drainase, Debu ledak,

3.2.4 Air

Air dipergunakan pada pembuatan beton agar terjadi proses kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila di pakai dalam campuran beton akan menyebabkan penurunan kualitas beton yang dihasilkan dan juga akan mengubah sifat-sifat beton yang dibuat.

Karena karakter pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang di tinjau, tetapi hanya perbandingan antara air dengan semen saja atau biasa di sebut faktor air semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi seluruhnya tidak akan tercapai, yang pada akhirnya akan mempengaruhi kekuatan mutu beton yang tidak akan tercapai. Untuk itu air yang di pakai jika tidak memenuhi syarat mutu, umumnya kekuatan pada umur 7 hari atau 28 hari, jika di bandingkan dengan kekuatan mutu beton yang menggunakan air standar/suling tidak kurang dari 90%. (PB 1989:9)

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya di pakai air tawar yang dapat di minum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton praktek dan beton yang di dalamnya akan tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung sejumlah ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2).

3.3 Perencanaan Campuran CTB

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi syarat, menghasilkan campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari bahan yang tersedia.

Perencanaan campuran CTB hampir sama dengan perencanaan untuk beton, dengan memperhatikan kemudahan dalam pekerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan tahan terhadap zat kimia yang merusak beton.

Metode perencanaan campuran yang dipergunakan adalah Metode DOE (*Departement of Environmental*), (SK SNI T-15-1990-03). Cara DOE ini adalah merupakan cara yang paling sering digunakan di Indonesia. Beton terdiri dari campuran air, semen, pasir, dan bahan kerikil/batu pecah. Baik buruknya hasil campuran tergantung dari mutu bahan beton dan proporsi dari masing-masing bahan tersebut.

Syarat perancangan dengan metode ini adalah sebagai berikut :

1. Kuat tekan rencana (MPa)

Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata yang memenuhi syarat berdasarkan deviasi standar hasil uji tekan yang lalu umur 28 hari, untuk kondisi dan jenis konstruksi yang sama. Persyaratan kuat tekan di dasarkan atas hasil uji kuat tekan silinder. Jika menggunakan kuat tekan dengan hasil uji kubus bersisi 150 mm maka hasilnya harus dikonversi.

Data kuat tekan sebagai dasar perancangan, dapat menggunakan hasil uji kurang dari 28 hari berdasarkan data rekaman yang lalu untuk kondisi pekerjaan yang sama dengan karakteristik lingkungan dan kondisi yang sama, jika menggunakan hal ini maka dalam perancangan harus disebutkan dalam gambar atau dalam uraian lainnya, hasilnya dilakukan konversi untuk umur 28 hari.

2. Pemilihan proporsi campuran

Rencana kekuatan beton di dasarkan atas hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen. Pemilihan proporsi campuran beton harus memenuhi syarat atau ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Untuk beton dengan kuat tekan f'_c lebih dari 20 MPa proporsi campuran percobaan harus di dasarkan atas campuran berat.
- b. Untuk beton dengan kuat tekan f'_c hingga 20 MPa proporsi campuran percobaan boleh di dasarkan atas campuran volume. Penakaran volume harus didasarkan pada proporsi campuran dalam berat yang di konversikan ke dalam volume berdasarkan berat satuan volume dari masing-masing bahan.
- c. Khusus untuk beton yang mempunyai kekuatan rencana sebesar 10 MPa, bila pertimbangan praktis dan kondisi setempat tidak memungkinkan pelaksanaan beton dengan mengikuti prosedur perancangan proporsi campuran, dapat menggunakan perbandingan 1PC:2 agregat halus:3 agregat kasar, dengan nilai slump tidak boleh melebihi 100 mm. Jika beton tersebut digunakan untuk struktur yang kedap air dapat menggunakan perbandingan 1PC:1,5 agregat halus:2,5 agregat kasar.

Dalam penggunaan metode DOE ini memiliki kekurangan, yaitu :

- a. Jenis agregat hanya ditetapkan dari batu pecah dan alami saja nampaknya sulit, karena kadang kala walaupun alami tapi bentuk permukaannya tidak bulat atau halus. Hal ini akan berpengaruh terhadap jumlah air, untuk itu perlu dilakukan koreksi.
- b. Diagram proporsi agregat halus terhadap agregat total sulit mendapatkan hasil yang tepat. Hal ini selain karena diagram itu merupakan daerah, juga karena gradasi agregat halus yang tersedia kadang-kadang tidak berimpit dengan salah satu kurva dari 4 kurva gradasi yang tersedia.
- c. Diagram hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton tidak sama untuk berbagai jenis agregat yang dipakai untuk beton, sehingga sebaiknya dipakai diagram yang sesuai untuk tiap agregat yang dipakai.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pendahuluan

Penelitian ini merupakan penelitian tentang kemungkinan pemakaian limbah hasil pengolahan baja (*slag*) sebagai bahan substitusi agregat kasar pada CTB sebagai lapis perkerasan jalan lapis bawah. Pada penelitian terdahulu telah banyak yang menggunakan *slag* sebagai pengganti agregat pada beton normal, baik agregat kasar maupun agregat halus, dan juga sebagai filler. Tapi sampai saat ini belum ada penelitian tentang pemakaian *slag* sebagai bahan substitusi agregat kasar pada CTB pada lapis perkerasan jalan lapis bawah. Untuk itu dalam penelitian ini dicoba menggunakan *slag* sebagai bahan substitusi agregat kasar pada CTB.

Pengujian sifat fisik dari CTB dengan bahan substitusi agregat kasar limbah hasil pengolahan baja (*slag*) mengikuti standar pengujian dari beton yang ada, maka dalam penelitian ini ditetapkan :

1. Pengujian dan pemeriksaan bahan : agregat kasar dan agregat halus
2. Perencanaan gradasi agregat campuran
3. Mix design
4. Pembuatan benda uji
5. Perawatan dan pengujian kuat tekan

4.2 Tahap-tahap Pengujian CTB dengan bahan substitusi agregat kasar limbah hasil pengolahan baja (*slag*)

4.2.1 Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu. Bahan-bahan penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Semen, menggunakan semen type I merek Holcim.

2. Agregat halus, menggunakan pasir alam yang berasal dari lereng Gunung Merapi, Kaliurang.
3. Agregat kasar, dengan ukuran yang lolos saringan 20mm dan tertahan di saringan 4,8mm. Dua macam agregat kasar yang digunakan :
 - a) Batu pecah (split) yang berasal dari Clereng
 - b) *Slag* (limbah hasil pengolahan baja). *Slag* ini berasal dari lokasi pembuangan limbah PT. Purna Baja Heckett yang berlokasi di Jln.N2, Cigading, Cilegon, Banten.
4. Air, berasal dari Laboratorium BKT UII.

Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis agregat. Metoda pengujian mengacu pada standar yang berlaku di Indonesia seperti SII atau SK-SNI atau standard asing seperti ASTM. Pengujian tersebut meliputi :

1. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
2. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus
3. Kandungan lumpur dalam pasir
4. Keausan agregat (*abrasi test*)
5. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar
6. Pengujian Metode Proktor untuk mendapatkan *density* (γ_d) agregat kasar atau halus sehingga akan didapatkan suatu nilai yang optimum, *maximum dry density* (mdd).

4.2.2 Pelaksanaan Pengujian Agregat

Pengujian terhadap agregat kasar dan halus dilakukan sesuai dengan standar yang berlaku, seperti ASTM, SII, SK-SNI atau standar lainnya. Sedangkan pengujian pada sampel CTB dengan bahan substitusi agregat kasar *slag* dilakukan sesuai dengan standar pengujian beton , meliputi uji fisik dan mekanik. Adapun prosedur pengujiannya dijelaskan sebagai berikut :

4.2.2.1 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan slag.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air pada agregat, berat jenis mempengaruhi terhadap klasifikasi dan mutu agregat.

Proses pengujian :

Agregat kasar yang akan diuji terlebih dahulu direndam dalam air pada suhu 25°C selama 24 jam sampai jenuh. Setelah itu di lap permukaannya dengan kain sampai mencapai kondisi ssd (*saturated surface dry*) atau kondisi jenuh kering permukaan. Agregat ditimbang dalam keadaan ssd (misal A gram), Segera setelah itu agregat ditimbang dalam air, catat beratnya.(B gram). Kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C, sampai beratnya tetap, Catat beratnya.(C gram)

Berat jenis dan penyerapan air dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis} &= \frac{C}{A - B} \\ \text{Berat jenis ssd} &= \frac{A}{A - B} \\ \text{Berat jenis semu} &= \frac{C}{C - B} \\ \text{Penyerapan air} &= \frac{A - C}{C} \times 100 \% \end{aligned}$$

Di mana A = Berat agregat dalam keadaan SSD
 B = Berat agregat dalam air
 C = Berat agregat dalam keadaan kering oven

4.2.2.2 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air pada agregat, berat jenis mempengaruhi terhadap klasifikasi dan mutu agregat.

Proses pengujian :

Agregat halus (pasir) yang akan diuji terlebih dahulu direndam dalam air pada suhu 25°C selama 24 jam sampai jenuh. Setelah itu panaskan secara bertahap dengan bantuan sinar matahari, hair dryer, atau lampu sorot. Selama dipanaskan

harus dibolak balik agar keringnya merata, panaskan sampai mencapai ssd. Untuk mengetahui bahwa pasir telah mencapai ssd, di tes dengan alat kerucut terpancung. Pasir dimasukkan ke dalam kerucut terpancung dari bagian atas, kemudian dipadatkan dengan alat pemadat sebanyak 25 kali. setiap pemadatan alat pemadat dijatuhkan secara bebas dengan jarak 5 mm (0.2 in) dari permukaan atas pasisir. Angkat kerucut terpancung tadi, lihat bentuk runtuhannya, jika bentuknya tetap, berarti pasir masih basah, jika runtuh seluruhnya pasir terlalu kering. Kondisi ssd tercapai jika pada saat kerucut di angkat, pasir tersebut tingginya tetap, tapi lerengnya runtuh.

Jika sudah ssd ambil pasir tersebut kurang lebih 500 gram (A gram), lalu masukkan ke dalam picnometer dengan kapasitas 1000 ml, isi ruang kosong dengan air sampai pada batas tertentu (jika ada udara yang terperangkap dalam pasir terlebih dahulu dikeluarkan) lalu ditimbang (B gram). Keluarkan abu batu dan airnya dari picnometer, lalu masukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai beratnya tetap, timbang beratnya (C gram).

Picnometer yang telah kosong diisi dengan air saja, sampai pada batas tertentu, lalu timbang (D gram)

Berat jenis dan penyerapan air dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis} = \frac{C}{A + D - B}$$

$$\text{Berat jenis ssd} = \frac{A}{A + D - B}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C + D - B}$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A - C}{C} \times 100 \%$$

- Di mana
- A = Berat pasir dalam keadaan SSD
 - B = Berat pasir + Picnometer + air
 - C = Berat pasir dalam keadaan kering oven
 - D = Berat picnometer + air

4.2.2.3 Pengujian kandungan lumpur dalam pasir.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah kandungan lumpur yang terdapat dalam pasir. Kandungan lumpur yang disyaratkan untuk agregat halus maksimal 5 %.

Proses pengujian :

Agregat halus (pasir) yang akan diuji terlebih dahulu di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya 2000 gram (A gram). Letakkan pasir diatas saringan no. 200 kemudian siram (cuci) dengan air hingga air buangnya jernih. Setelah itu masukkan pasir kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai beratnya tetap, timbang beratnya (B gram).

Kandungan lumpur dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Di mana A = Berat pasir kering oven sebelum dicuci

 B = Berat pasir kering oven setelah dicuci

4.2.2.4 Pengujian keausan agregat (abrasi test) Split dan slag.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan Mesin Los Angeles. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no 12 terhadap berat semula dalam persen.

Proses pengujian :

1. benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam Mesin Los Angeles
 - a. Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") panjang dalam 50 cm (20"). Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

- b. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (17/8") dan berat masing-masing antara 390-445 gram. Jumlah bola baja dalam pengujian ini adalah 11 buah.
2. Putar mesin dengan kecepatan 30-33 rpm, sebanyak 500 putaran.
3. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no.12. butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

Keausan agregat dapat dihitung sebagai berikut :

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

Dimana :

- a = berat benda uji semula (gram)
- b = berat benda uji tertahan saringan no.12 (gram)

4.2.2.5 Pengujian analisa saringan pada agregat halus dan agregat kasar (split dan slag).

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui susunan butiran di dalam agregat. Susunan butiran dalam agregat sangat mempengaruhi rongga dan stabilitas dari campuran. Karena kedua hal tersebut diatas, maka sebelum agregat digunakan sebagai bahan campuran terlebih dahulu harus dilakukan analisa saringan. Jika dari hasil analisa saringan ternyata gradasinya tidak memenuhi syarat, dapat dilakukan penggabungan dengan agregat lain.

Proses pengujian :

Masukkan agregat ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai beratnya tetap, kemudian timbang agregat sesuai dengan kebutuhan analisa saringan. Siapkan saringan, susun sesuai dengan lubang saringan yang disyaratkan. Letakkan saringan dengan diameter lubang paling besar dibagian atas, pada bagian paling bawah susunan saringan letakkan pan, yaitu saringan tanpa lubang, agar agregat tidak lolos ke bawah. Bawa susunan saringan tersebut

ke atas alat penggetar saringan (sieve shaker). Masukkan agregat yang telah kering mutlak dari bagian atas saringan, kemudian tutup bagian atasnya. Lakukan penggetaran selama 10 sampai 15 menit. Akibat penggetaran agregat akan berjatuhannya lolos ke dalam lubang saringan. Setelah itu timbang agregat yang tertahan di atas masing-masing saringan. Lakukan analisa, dengan menghitung persen tertahan pada masing-masing saringan serta persen lolos kumulatifnya.

4.2.3 Perencanaan Mix Design

Perencanaan campuran (mix design) dimaksudkan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi syarat, menghasilkan campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari bahan yang tersedia. Perencanaan campuran CTB hampir sama dengan perencanaan untuk beton.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk menghitung perencanaan campuran adalah Metode DOE (SK SNI T-15-1990-03).

4.2.4 Pembuatan, Perawatan dan Pengujian Sampel

Bahan-bahan CTB yang telah disiapkan untuk pengujian, dilakukan penimbangan sesuai komposisi campuran masing-masing. Kemudian bahan-bahan tersebut dimasukkan kedalam mesin pengaduk (mixer).

Untuk mendapatkan kuat tekan dari campuran CTB dengan substitusi agregat kasar *slag*, maka dibuat benda uji dalam cetakan berbentuk kubus. Benda uji untuk kuat tekan dibuat dalam 3 lapis pemadatan, dengan jumlah tumbukan masing-masing lapisan sebanyak 56 tumbukan dan dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30 cm. Alat penumbuk tangan terbuat dari logam yang mempunyai permukaan tumbuk rata, ukuran 14,8 x 14,8 cm dilengkapi oleh selubung yang bisa mengatur tinggi jatuh secara bebas. Selubung tersebut cukup longgar sehingga batang penumbuk dapat jatuh bebas tidak terganggu. Setelah seluruh adukan CTB dipadatkan dalam kubus beton, maka permukaan dari benda uji diratakan dengan sebuah sendok spesi

hingga seluruh permukaan menjadi rata. Seluruh benda uji yang dibuat diberi kode nama benda uji, kekuatan rencana, tanggal pembuatan dan kode campuran.

Pada pembuatan campuran benda uji, dilakukan dalam beberapa komposisi. Komposisi berurutan sebagai berikut :

1. Komposisi 1 : CTB dengan substitusi slag sebanyak 0 % (dari berat agregat kasar)
2. Komposisi 2 : CTB dengan substitusi slag sebanyak 25 % (dari berat agregat kasar)
3. Komposisi 3 : CTB dengan substitusi slag sebanyak 50 % (dari berat agregat kasar)
4. Komposisi 4 : CTB dengan substitusi slag sebanyak 75 % (dari berat agregat kasar)
5. Komposisi 5 : CTB dengan substitusi slag sebanyak 100% (dari berat agregat kasar)

Setelah berumur 28 hari, maka dilakukan pengujian benda uji. Pengujian meliputi pengukuran berat dan kuat tekan. Sebelum itu benda uji pada umur 1 hari dibuka dari cetakan dan dilakukan perawatan (*curing*) di udara terbuka dengan diberikan penutup karung goni basah. Dalam penelitian ini, akan dicari kadar slag optimum sebagai bahan substitusi agregat kasar pada CTB terhadap kuat tekannya.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dan kuat tekan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

5.1.1 Hasil pengujian Agregat Kasar (Split)

Setelah dilakukan pengujian terhadap agregat kasar (split) diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut :

1. Berat jenis (SSD) = 2,65
2. Penyerapan air = 2,35 %
3. Keausan agregat = 29,43 %
4. Modulus Halus Butir = 7,15

5.1.2 Hasil pengujian Agregat Kasar (Slag)

Setelah dilakukan pengujian terhadap agregat kasar (*slag*) diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut :

1. Berat jenis (SSD) = 3,7
2. Penyerapan air = 1,05 %
3. Keausan agregat = 5,90 %
4. Modulus Halus Butir = 7,74

5.1.3 Hasil pengujian Agregat Halus (Pasir)

Data hasil pengujian agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut :

1. Berat jenis (SSD) = 2,5
2. Penyerapan air = 7,3 %
3. Kadar lumpur = 0,6 %
4. Modulus Halus Butir = 3,15

5.2 Hasil pengujian Proktor

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan dengan cara memadatkan campuran beton kedalam cetakan berbentuk kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm menggunakan penumbuk. Alat penumbuk yang digunakan adalah alat penumbuk tangan dengan berat 2,5 kg dan memiliki tinggi jatuh 30 cm. Alat ini terbuat dari logam yang mempunyai permukaan tumbuk rata, ukuran 14,8cm x 14,8cm dilengkapi dengan selubung yang bisa mengatur tinggi jatuh secara bebas. Selubung tersebut cukup longgar sehingga batang penumbuk dapat jatuh bebas tidak terganggu. Pemadatan dilakukan dalam tiga lapis, setiap lapis dipadatkan dengan 56 kali tumbukan. Kegunaan pengujian ini adalah untuk mencari nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum dari suatu sampel beton.

Prosedur pengujian proktor ini adalah sebagai berikut :

1. Siapkan cetakan dan timbang beratnya.
2. siapkan campuran CTB dengan penambahan variasi kadar air yang berbeda-beda.
3. Masukkan campuran CTB kedalam cetakan dalam 3 tahap. Pertama masukkan sebanyak 1/3 bagian dari cetakan, kemudian tumbuk hingga 56 kali tumbukan. Kemudian masukkan yang kedua sebanyak 2/3 bagian dari cetakan dan ditumbuk hingga 56 kali tumbukan. dan yang terakhir penuh isi cetakan dan tumbuk juga dengan 56 kali tumbukan
4. Setelah adukan CTB dipadatkan dalam kubus, maka permukaannya diratakan dengan sebuah sendok spesi hingga seluruh permukaan menjadi rata.
5. Campuran CTB yang sudah dipadatkan kemudian ditimbang bersama dengan cetaknya.
6. Ambil sedikit sampel campuran CTB dari sisa campuran untuk dilakukan pengujian kadar airnya.
7. Lakukan pengujian yang sama untuk variasi kadar air yang lain.

Analisis Hasil Pengujian :

1. menghitung berat volume contoh basah

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Dimana :

γ = Berat volume tanah basah

W_1 = Berat cetakan

W_2 = Berat cetakan + contoh basah

V = Volume cetakan

2. Menghitung kadar air dari sampel yang digunakan
3. Menghitung kepadatan

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w}$$

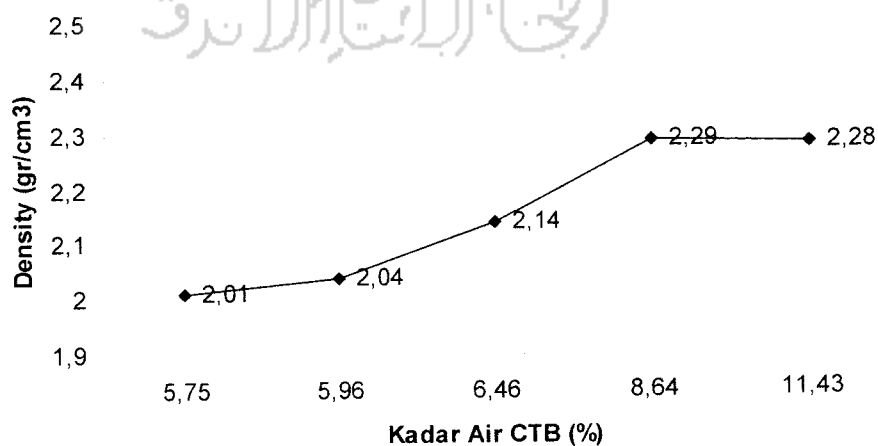
Dimana :

γ_d = Kepadatan

w = Kadar air

4. Membuat kurva hubungan antara kadar air dan kepadatan.

Kurva hubungan antara kadar air CTB dan kepadatan dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Kadar Air dengan *Density* pada Pengujian Proktor untuk Sampel CTB

Dari data hasil pengujian, dapat dilihat pada gambar 5.1, didapat hubungan antara kadar air dan density dari CTB adalah sebagai berikut :

1. Kadar air optimum = 8,64 %
2. Maksimum density = 2,29 gr/cm³

Pembahasan :

Dari grafik 5.1 diatas dapat dilihat hubungan antara kadar air dengan kepadatan pada pengujian proktor untuk sampel CTB. Kepadatan merupakan perbandingan antara berat sampel CTB pada suatu cetakan dalam keadaan basah terhadap volume cetakannya. Untuk persentase kadar air yang digunakan adalah terhadap berat campuran CTB dalam keadaan kering. Hasil dari pengujian proktor ini didapatkan persentase kadar air optimum sebesar 8,64% yang menghasilkan kepadatan maksimum sebesar 2,29 gr/cm³. Pada kadar air optimum ini air yang tersedia dapat menutup rongga antar agregat secara sempurna, artinya air yang bercampur dengan semen dapat menutup rongga antar agregat secara penuh. Pada kadar air kurang dari 8,64% belum dicapai kepadatan maksimum karena air yang tersedia belum mampu menutup rongga antar agregat secara sempurna, sehingga rongga antar agregat tersebut terisi oleh udara. Sedangkan pada kadar air lebih dari 8,64% pada gambar 5.1 dapat terlihat grafiknya kembali turun. Hal ini disebabkan karena air yang terdapat pada campuran CTB sudah melebihi kebutuhan air sebagai pengisi rongga antar agregat. Air adalah zat yang memiliki volume, sehingga jika jumlahnya melebihi kebutuhan air sebagai pengisi rongga antar agregat, maka air akan keluar dari rongga antar agregat dan membentuk volume diantara agregat, sehingga agregatnya menjadi tidak bersinggungan.

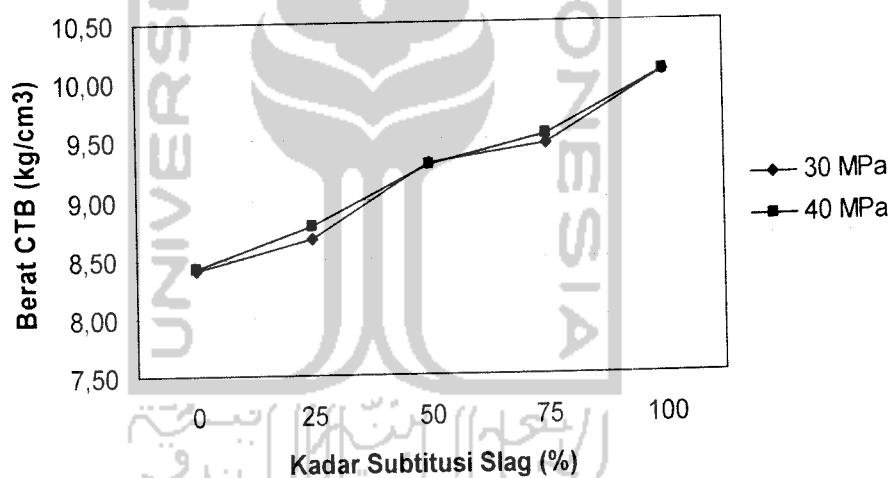
5.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Dari hasil Pengujian Proctor kemudian direncanakan campuran CTB. Campuran CTB ini dibuat dalam 5 (lima) komposisi, dengan variasi substitusi *slag* 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Benda uji dibuat dan setelah berumur 28 hari dilakukan pengujian kuat tekan mulai dari komposisi 1 (satu) hingga komposisi 5

(lima). Sebelum di uji kuat tekan, benda uji terlebih dahulu ditimbang beratnya. Data hasil penimbangan berat benda uji seperti tabel 5.1 dan gambar 5.2

Tabel 5.1 Data Berat Benda Uji

Kadar Substitusi <i>Slag</i>	Berat benda uji pada sampel 30 MPa	Berat benda uji pada sampel 40 MPa
0 %	8,40 kg	8,41 kg
25 %	8,66 kg	8,78 kg
50 %	9,30 kg	9,29 kg
75 %	9,46 kg	9,54 kg
100 %	10,06 kg	10,06 kg

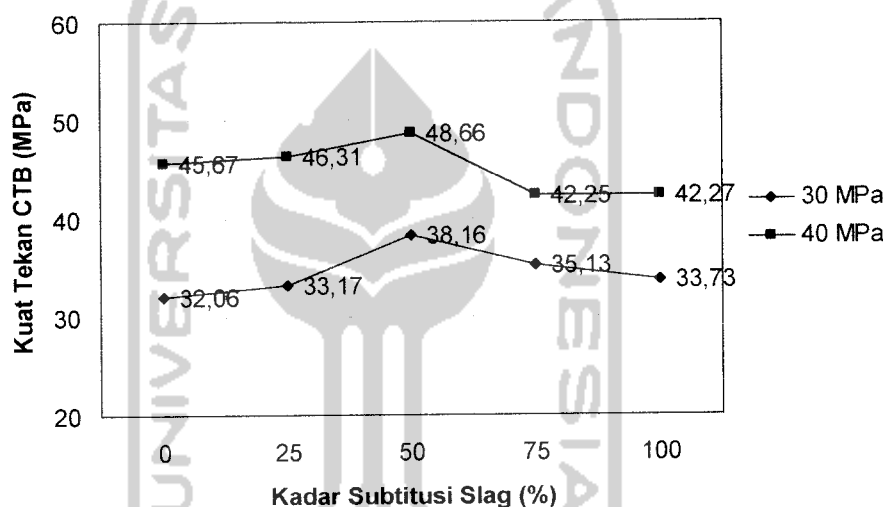


Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kadar Substitusi *Slag* dengan Berat CTB

Setelah ditimbang beratnya, kemudian dilakukan pengukuran ulang terhadap dimensi dari benda uji. Setelah itu barulah siap diuji kuat tekannya. Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan oleh beton. Kekuatan tekan merupakan kemampuan beton dalam menerima gaya tekan per satuan luas. Hasil dari uji kuat tekan terhadap 5 (lima) komposisi campuran dapat dilihat pada tabel 5.2 dan gambar 5.3

Tabel 5.2 Hasil Uji Kuat Tekan CTB

Kadar Subtitusi <i>Slag</i>	Kuat tekan pada sampel 30 MPa	Kuat tekan pada sampel 40 MPa
0 %	32,06	45,67
25 %	33,17	46,31
50 %	38,16	48,66
75 %	35,13	42,25
100 %	33,73	42,27



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Kadar Subtitusi *Slag* dengan Kuat Tekan CTB menggunakan benda uji kubus 15x15x15 cm

Pembahasan :

Dari hasil pengujian agregat kasar dapat diketahui bahwa berat jenis *slag* lebih besar dari berat jenis split. Berdasarkan dari berat jenisnya tersebut, split dapat digolongkan sebagai agregat normal, karena berat jenisnya antara 2,5-2,7 kg/m³. Sedangkan *slag* digolongkan sebagai agregat berat, karena berat jenisnya lebih besar dari 2,8 kg/m³. Dari gambar 5.2 grafik hubungan kadar substitusi *slag* dengan berat CTB, dapat dilihat hasil dari penimbangan berat benda uji CTB dengan kadar substitusi *slag* yang bervariasi mulai dari 0% hingga 100%.

Penimbangan berat CTB ini dilakukan pada sampel dalam keadaan kering. Grafik yang dihasilkan terus mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar substitusi *slag*. Ini berarti semakin banyak kadar substitusi *slag* yang terkandung dalam CTB, maka beratnya juga akan semakin bertambah.

CTB dengan kadar substitusi *slag* yang semakin banyak akan meningkatkan beratnya. Dengan bertambah beratnya, maka dimungkinkan juga akan meningkatkan kuat tekannya. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan CTB dengan berbagai variasi substitusi *slag*, diperoleh bahwa semakin bertambah kadar substitusi *slag* tidak terus meningkatkan kuat tekannya. Pada kadar substitusi 0%, 25% dan 50% kekuatan tekannya meningkat. Puncaknya pada kadar substitusi 50%, terjadi peningkatan kuat tekan CTB yang maksimum, untuk kuat tekan rencana 30 MPa peningkatannya sebesar 27,2% dan 40 MPa sebesar 21,65%. Kemudian pada substitusi 75% dan 100% kuat tekan CTB kembali menurun, tetapi penurunannya tidak kurang dari kuat tekan yang direncanakan.

Penurunan kuat tekan CTB pada substitusi *slag* 75% dan 100% dapat terjadi dimungkinkan karena ukuran agregat *slag* yang digunakan sebagai substitusi tidak sama dengan ukuran agregat split. Pada CTB, agregat split yang digunakan mempunyai ukuran 20mm dan 10mm. Sedangkan untuk agregat *slag* yang digunakan sebagai substitusi hanya memiliki ukuran lolos saringan 20mm, tetapi tidak ada spesifikasi gradasinya. Pada CTB dengan kadar substitusi *slag* 75% proporsi *slag*nya lebih banyak dibandingkan dengan split dan pada kadar substitusi *slag* 100% semua agregat kasarnya digantikan oleh *slag*. Karena sebagian besar proporsi agregat kasarnya digantikan oleh *slag* dan ukuran *slag*nya lebih kecil dari ukuran split sehingga gradasi agregat kasarnya menjadi tidak sesuai dengan perencanaan CTB pada mulanya. Dengan banyaknya ukuran *slag* yang kecil maka luas permukaan agregatnya akan semakin banyak. Dengan semakin banyaknya luas permukaan agregat, maka pasta semen yang dibutuhkan untuk mengikat butiran antar agregat juga akan semakin banyak. Pada penelitian ini, jumlah pasta semen yang digunakan sebagai pengikat antar butir agregat proporsinya sama dari komposisi 1 hingga komposisi 5. oleh karena itu pada CTB dengan kadar substitusi *slag* 75% dan 100% yang memiliki luas permukaan agregat yang banyak

mengalami pengikatan butir agregat yang kurang baik, karena pasta semen yang tersedia tidak dapat mencukupi sebagai pengikat butir antar agregat dalam CTB.

Dari gambar 5.2 grafik hubungan kadar substitusi *slag* dengan berat CTB dapat dilihat selisih berat CTB untuk kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa sangat sedikit. Tetapi jika kita melihat gambar 5.3 grafik hubungan kadar substitusi *slag* dengan kuat tekan CTB menggunakan benda uji kubus 15x15x15 cm, selisih kuat tekan CTB untuk kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa cukup banyak. Untuk CTB dengan kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa memiliki berat yang hampir sama dalam keadaan kering, tetapi kuat tekannya memiliki selisih yang cukup banyak. Hal ini disebabkan karena proporsi campuran yang berbeda. Untuk CTB dengan kuat tekan 40 MPa memiliki Faktor Air Semen sebesar 0,33 sedangkan CTB dengan kuat tekan 30 MPa sebesar 0,42. Semakin kecil nilai FAS, maka kebutuhan semennya akan semakin banyak. Sifat semen ini adalah mengikat butir-butir antar agregat, sehingga semakin banyak semen yang digunakan maka rekatan antar agregatnya akan semakin baik dan beton yang dihasilkan mutunya akan semakin tinggi.

CTB merupakan beton mutu rendah dengan kekuatan yang terbatas, antara 50-100 kg/cm². Dalam penelitian ini dicoba CTB dengan kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa, hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa pada beton mutu tinggi kenaikan persentase kuat tekannya akan lebih sulit. Sebaliknya pada beton mutu rendah, persentase kenaikan kuat tekannya akan lebih mudah. Hasil dari pengujian pada kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa dengan kadar substitusi *slag* 50% diperoleh kuat tekan yang maksimum, peningkatannya berturut-turut sebesar 27,2% dan 21,65%. Hal ini dapat dikondisikan sama pada CTB dengan kuat tekan rencana 10 MPa. Dari asumsi diatas juga dapat dimungkinkan bahwa pada kuat tekan rencana 10 MPa dengan kadar substitusi *slag* 50% persentase kenaikannya akan lebih besar dibandingkan dengan CTB dengan kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa.

BAB VI SIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian terhadap Kinerja CTB dengan bahan substitusi agregat kasar limbah hasil pengolahan baja PT. Krakatau Steel (*Slag*) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini *slag* dapat digunakan sebagai bahan substitusi agregat kasar pada CTB dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekannya sampai kadar substitusi slag 50%.
2. Hasil dari pengujian proktor adalah didapatkannya kepadatan maksimum dengan kadar air sebesar 8,64% yang menghasilkan kepadatan sebesar 2,29 gram/cm³.
3. Kuat tekan CTB dengan menggunakan bahan substitusi agregat kasar dari limbah hasil pengolahan baja (*slag*) akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar substitusi *slag*.
4. Semakin banyak kadar substitusi *slag* juga akan menyebabkan CTB menjadi lebih berat, karena *slag* tergolong agregat berat dengan berat jenis lebih dari 2,8 kg/m³.
5. Prosentase kadar optimum substitusi *slag* adalah 50% karena kuat tekan CTB mencapai maksimum pada kadar substitusi *slag* 50%. Presentase peningkatannya untuk kuat tekan rencana 30 MPa sebesar 27,2% dan 40 MPa sebesar 21,65%. Pada kadar substitusi 75% dan 100% kuat tekannya mengalami penurunan, tetapi penurunannya tidak kurang dari kuat tekan rencananya.
6. Penurunan kuat tekan CTB pada kadar substitusi *slag* 75% dan 100% dimungkinkan disebabkan karena gradasi agregat slag yang digunakan tidak sesuai dengan gradasi agregat split.
7. peningkatan kuat tekan maksimum pada CTB dengan kadar substitusi *slag* 50% untuk kuat tekan rencana 30 MPa dan 40 MPa dapat dikondisikan sama pada

CTB dengan kuat tekan rencana 10 MPa. Dimungkinkan persentase peningkatan kuat tekannya akan lebih besar.

6.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, untuk perkerasan dengan CTB dapat disarankan :

1. Pemanfaatan *slag* sebagai agregat dapat dilakukan mulai sekarang, selain dapat bermanfaat pada industri konstruksi, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri baja tersebut.
2. Keadaan agregat yang akan dipergunakan harus benar-benar diperhatikan, diusahakan kadar air agregat yang akan digunakan diuji terlebih dahulu.
3. Penyimpanan bahan-bahan yang akan digunakan juga harus diperhatikan, khususnya agregat yang akan digunakan. Agregat yang sudah diuji kadar airnya sebaiknya disimpan dalam *polibag* dan diletakkan di dalam ruangan. Tujuannya agar kadar air yang terkandung dalam agregat tidak berubah karena proses penguapan atau terkena air hujan.
4. Pemadatan CTB di lapangan harus benar-benar diperhatikan hingga mencapai kepadatan yang diinginkan.
5. Pada saat penggunaan bahan substitusi agregat kasar *slag* harus diperhatikan mengenai penyerapan air agregat. Penyerapan air *slag* tidak sama dengan penyerapan air kerikil, sehingga perlu dilakukan koreksi.
6. Pada saat penggunaan bahan substitusi agregat kasar *slag*, gradasinya juga harus tetap diperhatikan agar tidak mempengaruhi kuat tekannya.
7. Untuk pengujian proktor, sebaiknya dicari nilai kadar air optimum yang lebih teliti lagi sehingga didapat kepadatan yang maksimum.
8. Untuk penelitian CTB lebih lanjut dapat digunakan kadar substitusi dengan *range* yang lebih kecil atau lebih detail.
9. Beton yang digunakan sebagai struktur jalan sebaiknya diuji keausannya. Pengujian keausan ini tidak hanya untuk agregatnya saja, tetapi juga untuk beton yang sudah jadi. Pengujian ini yang membedakan antara beton untuk struktur jalan dan beton untuk struktur gedung.



DAFTAR PUSTAKA

Murdock L. J., Brook K. M., Hendarko Stephanus. Ir, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta, 1986.

Mulyono Tri. Ir, *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2003.

Hendarsin L. Shirley, *Penuntun Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2000.

Manu Iqbal Agus. Ir. Dipl. Heng. MIHT, *Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*, Departemen PU, Jakarta, 1995.

Tjokrodimuljo Kardiyono. Ir. ME., *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta, 1992.

Fahmi R. Ihsan, Kurniawan A. Kiki, *Sifat Fisik dan Sifat Mekanis Beton dengan Bahan Pengganti Agregat Kasar dari Limbah Industri Pengolahan Logam PT Krakatau Steel*, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta, 2004.

Sadat Muhammad, *Pengaruh Limbah Nikel (Slag) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Desak Beton*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2005.

Patmadjaja Harry, dkk, *Penelitian Pendahuluan Penggunaan Benda Uji Kubus Beton Pada Perkerasan Lentur Type Cement Treated Base (CTB)*, Universitas Kristen Petra, 2001.

Sasmita Eka. ST, *Pengaruh Pemakaian Polimer Pada Kapasitas Kuat Tekan Cement Treated Base Pada Lapis Perkerasan Jalan Komposit*, Universitas Indonesia, Jakarta, 2005.



LAMPIRAN 1





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Pengirim :

Di terima tanggal :

Pasir asal : Kaliurang (MeKapi)

Keperluan : Penelitian

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	466	.....	.....
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1137	.....	.....
Berat piknometer berisi air, gram (B)	937	.....	.....
Berat jenis curah, gram/cm ³ (1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,33	.....	.....
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³ (2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,5	.....	.....
Berat jenis semu (3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,2	.....	.....
Penyerapan air (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100 \%$	7,3	.....	.....

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Kesimpulan :

Yogyakarta, 12 APRIL 2007

Di syahkan

Danug
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Dikerjakan oleh :

Dwi Endah A.
 DWI ENDAH A.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR GENTENG KERIKIL

Pengirim :

Di terima tanggal :

Pasir asal : Clereng, kulan Prago

Keperluan : Penelitian

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4885	.....	.....
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3117	.....	.....
Berat jenis curah, (1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,6	.....	.....
Berat jenis jenuh kering muka, (2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,65	.....	.....
Berat jenis semu (3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,76	.....	.....
Penyerapan air (4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100 \%$	2,35	.....	.....

Kesimpulan :

Yogyakarta, 12 APRIL 2007

Di syahkan

Seni
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Dikerjakan oleh :

Lucm
 DWI ENDAH A.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR GENTENG SLAC

Pengirim :
Di terima tanggal :
Pasir asal : PT. Purna Baya Heckett, Cilegon
Keperluan : Penelitian

Table with 4 columns: Uraian, Contoh 1, Contoh 2, Rata-rata. Rows include: Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk) 4948; Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj) 5000; Berat kerikil dalam air, gram (Ba) 3662; Berat jenis curah (1) Bk / (Bj - Ba) 3.6; Berat jenis jenuh kering muka (2) Bj / (Bj - Ba) 3.7; Berat jenis semu (3) Bk / (Bk - Ba) 3.8; Penyerapan air (4) (Bj - Bk) / Bk x 100 % 1.05

Kesimpulan :

Yogyakarta, 16 APRIL 2007

Di syahkan [Signature] LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Dikerjakan oleh: [Signature] DWI ENDAH A.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200 (UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)

Pengirim :
Di terima tanggal :
Agregat asal : Kaliurang (Merapi)
Keperluan : Penelitian

Ukuran butir maksimum	Berat minimum	Keterangan
Sampai 4.80 mm	500 gram	Pasir
9.60 mm	1000 gram	Kerikil
19.20 mm	1500 gram	Kerikil
38.00 mm	2500 gram	Kerikil

	Sampel 1	Sampel 2	Rata rata
Berat agregat kering oven (W_1), gram	497		
Berat ag. kering oven setelah di cuci (W_2), gram	500		
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100 \%$	0,6%		

Menurut Persyaratan umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI 1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0.075 mm) :

- Untuk pasir maksimum 5 % (lima persen)
- Untuk kerikil maksimum 1 % (satu persen)

Yogyakarta, 16 April 2007

Di syahkan
LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Dikerjakan oleh
SALIM A.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) /ANALISA SARINGAN

AGREGAT HALUS

Nama sample: _____ Peneliti : 1 DWI ENDAH A. C8511023

Asal : Kaliurang (Merapi) 2 _____

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	118	5,9	5,9	94,1
2.40	142	7,1	13	87
1.20	458	22,9	35,9	64,1
0.60	712	35,6	71,5	28,5
0.30	320	16	87,5	12,5
0.15	145	7,25	94,75	5,25
Sisa	45	2,25	-	0
Jumlah	2000	-	314,55 *	-

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{314,55}{100} = 3,15$$

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.80	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.40	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1.20	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0.60	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0.30	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
 Daerah II : Pasir agak kasar
 Daerah III : Pasir agak halus
 Daerah IV : Pasir halus

Yogyakarta, 16 APRIL 2007

Dikerjakan oleh :

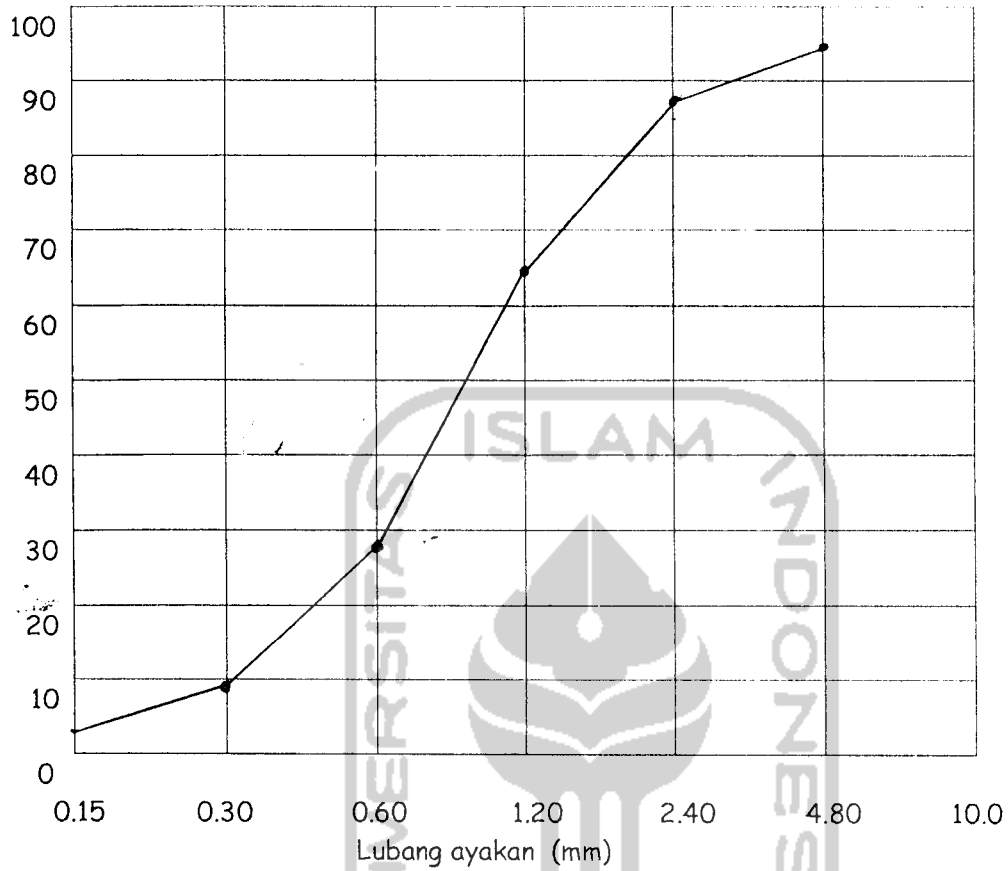
Di syahkan

[Signature]
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

[Signature]
 DWI ENDAH A.

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 1 (satu) Jenis pasir : pasir

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Di syahkan

LABORATORIUM
BIMBINGAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Yogyakarta, 16 April 2007

Dikerjakan oleh :

DWI ENDAH A.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Nama sample: Kerikil Peneliti : 1 DWI ENDAH A. 03511023
Asal : CleReng, Kulon Progo 2 _____

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	246	4,92	4,92	95,08
10.00	2652	53,04	57,96	42,04
4.80	1709	34,18	92,14	7,86
2.40	0	0	92,14	7,86
1.20	0	0	92,14	7,86
0.60	0	0	92,14	7,86
0.30	0	0	92,14	7,86
0.15	0	0	92,14	7,86
Sisa	393	7,86	100	0
Jumlah	5000	100	715,72 *	-

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{715,72}{100} = 7,15$$

GRADASI KERIKIL

Lubang saringan (mm)	Persen butir yang lewat saringanm besar butir maksimum:
40 mm	20 mm
40	100
20	95 - 100
10	30 - 70
4.8	10 - 35
	0 - 10

Yogyakarta, 11 April 2007

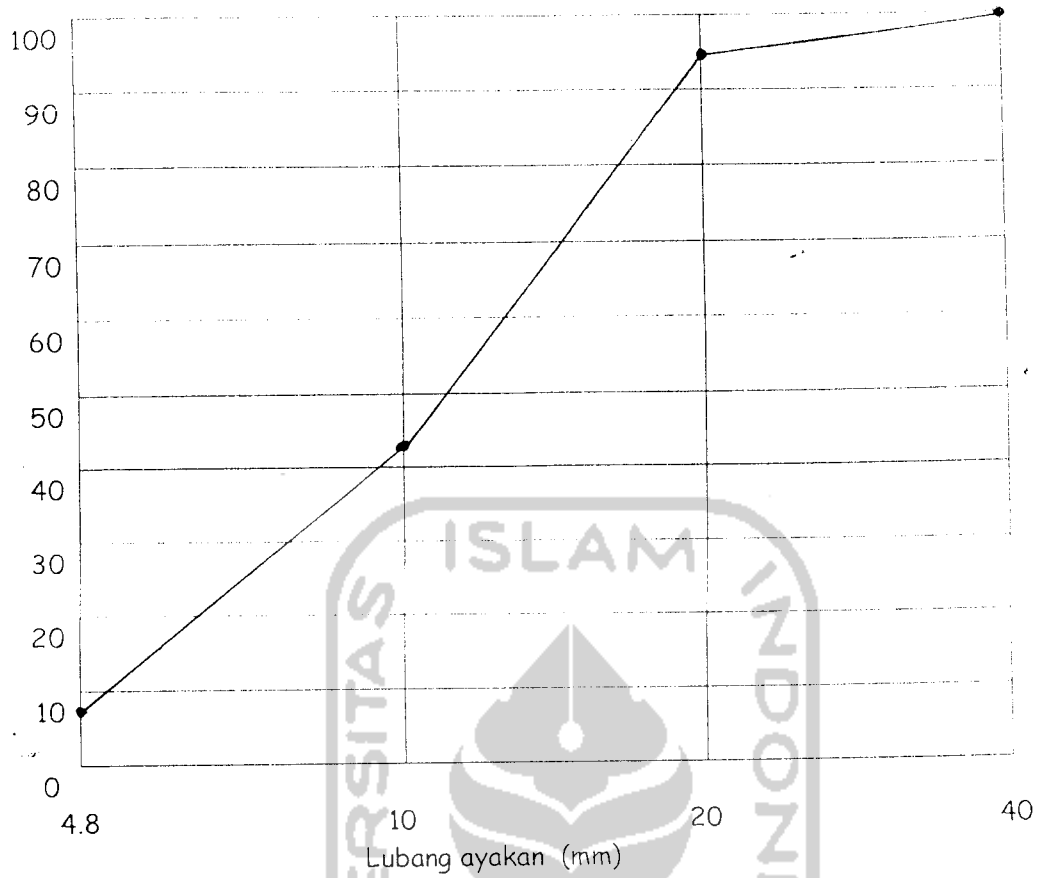
Dikerjakan oleh :

Di syahkan

[Signature]
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI YERBAH
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL

[Signature]
 DWI ENDAH A.

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



Disahkan

dane
LABORATORIUM
BINA KONSTRUKSI TUMBUH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Yogyakarta, 30 April 2007

Dikerjakan oleh :

Endah A
ENDAH A



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Nama sample: Slag Peneliti : 1 DWI ENDAH A. 03511023

Asal : PT. Purna Baja Heckett, Cilegon 2 _____

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	106	2,12	2,12	97,88
10.00	4289	85,76	87,88	12,12
4.80	479	9,58	97,46	2,54
2.40	0	0	97,46	2,54
1.20	0	0	97,46	2,54
0.60	0	0	97,46	2,54
0.30	0	0	97,46	2,54
0.15	0	0	97,46	2,54
Sisa	127	2,54	100	0
Jumlah	5000		774,76	-

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{774,76}{100} = 7,74$$

GRADASI KERIKIL

Lubang saringan (mm)	Persen butir yang lewat saringanm besar butir maksimum:
40	20 mm
20	100
10	95 - 100
4.8	25 - 55
	0 - 10

Yogyakarta, 16 APRIL 2007.

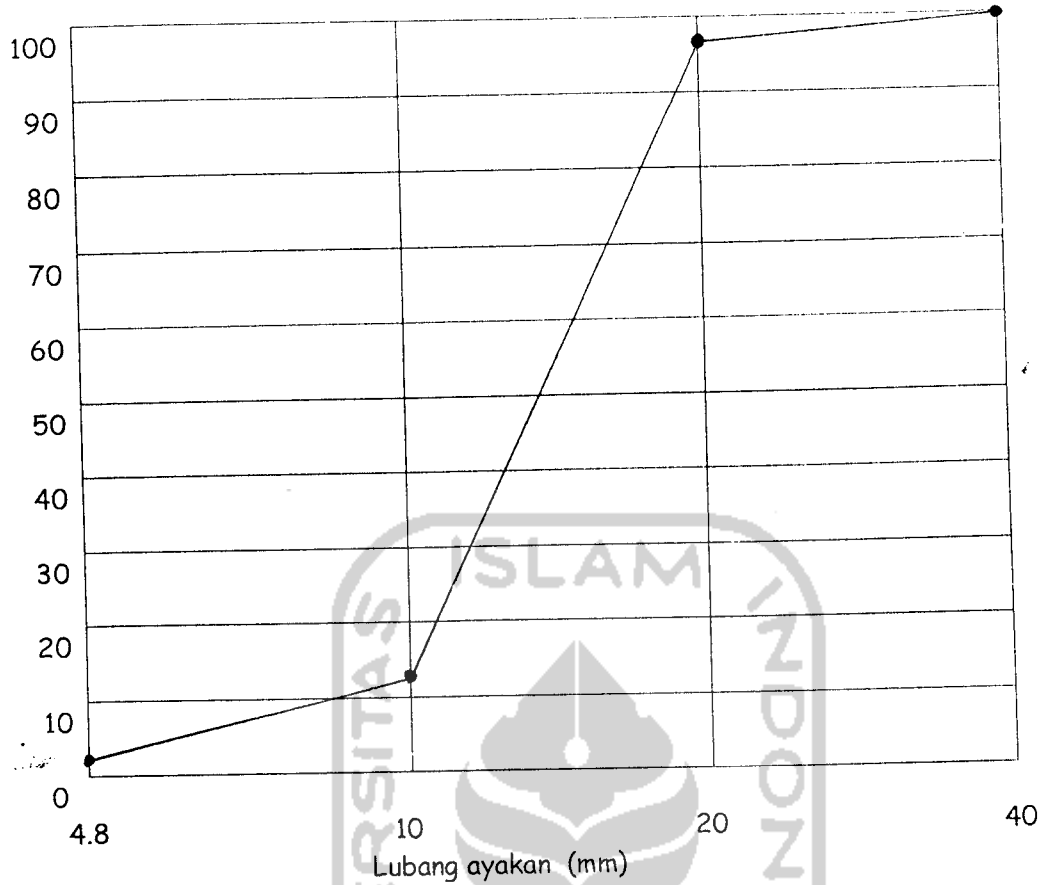
Di syahkan

Dikerjakan oleh :

den
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Den
 DWI ENDAH A.

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



Di syahkan

Danes
LABORATORIUM
INSTRUMENTASI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK III

Yogyakarta, 16 April 2006

Dikerjakan oleh :

Riem
DWI ENDAH A.



جامعة الإسلام في اندونيسيا

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T 96 - 77

Di test tanggal : 8 Mei 2007

Dikerjakan Oleh : 1.Sukamto HM.

Jenis Sample : B Slag PT. Purna Baja Heeckett,

2. Pranoto

Contoh dari : Cilegon, Prop. Banten

Diperiksa

Berlian K, ST, M.Eng

No	JENIS GRADASI		B
	SARINGAN		BENDA UJI
	LOLOS	TERTAHAN	I
1	72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")	
2	63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	
3	50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")	
4	37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")	
5	25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	
6	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500 gram
7	12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500 gram
8	09.5 mm (3/8")	06.3 mm (1/4")	
9	06.3 mm (1/4")	04.75 mm (4")	
10	04.75 mm (No.4)	02.36 mm (No.8)	
11	JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		4705 gram
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		5.9 %

Yogyakarta, 9 Mei 2007

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST. M.Eng



جامعة الإسلام في اندونيسيا

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T 96 - 77

Di test tanggal : 8 Mei 2007

Dikerjakan Oleh : 1.Sukamto HM.

Jenis Sample : B Agregat kasar

2. Pranoto

Contoh dari : Clereng, Kab. Kulon Progo, DIY

Diperiksa

Berlian K, ST, M.Eng

No	JENIS GRADASI		B
	SARINGAN		BENDA UJI
	LOLOS	TERTAHAN	I
1	72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")	
2	63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	
3	50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")	
4	37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")	
5	25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	
6	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500 gram
7	12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500 gram
8	09.5 mm (3/8")	06.3 mm (1/4")	
9	06.3 mm (1/4")	04.75 mm (4")	
10	04.75 mm (No.4)	02.36 mm (No.8)	
11	JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3528.3 gram
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		29.434 %

Yogyakarta, 9 Mei 2007

Kepala Lab. Jalan Raya


Berlian Kushari, ST. M.Eng

LAMPIRAN 2



PENGUJIAN PROKTOR

Tabel Data Kadar Air

1	Berat contoh + wadah	465	462	528	618	665
2	Berat wadah	79	71	83	65	80
3	Berat contoh basah (1-2)	386	391	445	553	585
4	Berat contoh kering + wadah	444	440	501	574	605
5	Berat contoh kering (4-2)	365	369	418	509	525
6	Kadar air (3-5)	21	22	27	44	60
7	Kadar air %	5,75	5,96	6,46	8,64	11,43

Tabel Data Metode Proktor

No	% penambahan air	4%	5%	6%	7%	10%
1	Berat mold + contoh basah	13545	13165	13500	14170	14365
2	Berat mold	6348	5835	5792	5794	5790
3	Brt contoh contoh basah (1-2)	7197	7333	7708	8384	8575
4	Volume mold	3375	3375	3375	3375	3375
5	Berat isi contoh basah (3/4)	2,13	2,17	2,28	2,48	2,54
6	Kadar air	5,75	5,96	6,46	8,64	11,43
7	Density (γ_d) = $\frac{5}{100+6} \times 100$	2,01	2,04	2,14	2,29	2,28

Dari data hasil pengujian diatas, maka dapat dibuat hubungan antara kadar air dan density dari CTB sehingga didapat :

- Kadar air optimum = 8,64 %
- Maksimum density = 2,29 gr/cm³

dar

Ku

De

Nil

Ku

Ty

Ag

Ag

Fa

Nil

Uk

Ka

Jur

Gra

% a

% a

BJ

BJ

BJ

Ber

Ber

keb

keb

keb

keb

keb

nda

rat 1

air

sem

pas

keri

rat 5

air

sem

pasi

kerik

LAMPIRAN 3



MIX DESIGN

Kadar slag 0 %

1	Kuat tekan yang disyaratkan		30	40	MPa
2	Deviasi standar (s)	Pengendalian mutu cukup	5,6	5,6	MPa
3	Nilai Margin (m)	$1,64 * s$	9,18	9,18	MPa
4	Kuat tekan yang direncanakan	$(1 + 3)$	39,18	49,18	MPa
5	Type semen	ditentukan	I	I	
6	Agregat Kasar	ditentukan	kerikil	kerikil	
7	Agregat Halus	ditentukan	pasir	pasir	
8	Faktor Air Semen (FAS)	grafik			
9	Nilai slump	ditentukan	0	0	
10	Ukuran agregat Maksimum	ditentukan	20	20	mm
11	Kadar air bebas (kebutuhan air)	$2/3 W_h + 1/3 W_k$	157	157	Liter
12	Jumlah semen	$(11/8)$	374	476	kg/m^3
13	Gradasi agregat halus	Hasil pengujian MHB	daerah 2	daerah 2	
14	% agregat halus	grafik			g/cm^3
15	% agregat kasar	$(100\% - 14)$	66	68	g/cm^3
16	BJ agregat halus	Hasil pengujian	2,5	2,5	g/cm^3
17	BJ agregat kasar	Hasil pengujian	2,65	2,65	g/cm^3
18	BJ slag	Hasil pengujian	3,7	3,7	g/cm^3
19	Berat Jenis (BJ) agregat campuran	$(14*16) + (15*17)$	2,60	2,60	g/cm^3
20	Berat Jenis (BJ) beton	grafik			kg/m^3
21	kebutuhan pasir & kerikil	$(20 - 11 - 12)$	1869	1772	kg/m^3
22	kebutuhan pasir	$(14*21)$	635	567	kg/m^3
23	kebutuhan kerikil	$(21 - 22)$	1234	1205	kg/m^3

Benda uji kubus (15x15x15) → Volume = $15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 = 0,003375 \text{ m}^3$

Berat 1 benda uji		30	40	MPa
1	air	0,82	0,82	Liter
2	semen	1,6	2,0	kg
3	pasir	2,7	2,4	kg
4	kerikil	5,2	5,1	kg

Berat 5 benda uji		30	40	MPa
1	air	4,09	4,10	Liter
2	semen	7,9	10,0	kg
3	pasir	13,4	12,0	kg
4	kerikil	26,0	25,4	kg

MIX DESIGN

Kadar slag 25 %

1	Kuat tekan yang disyaratkan		30	40	MPa
2	Deviasi standar (s)	Pengendalian mutu cukup	5,6	5,6	MPa
3	Nilai Margin (m)	$1,64 * s$	9,18	9,18	MPa
4	Kuat tekan yang direncanakan	(1 + 3)	39,18	49,18	MPa
5	Type semen	ditentukan	I	I	
6	Agregat Kasar	ditentukan	kerikil/slag	kerikil/slag	
7	Agregat Halus	ditentukan	pasir	pasir	
8	Faktor Air Semen (FAS)	grafik			
9	Nilai slump	ditentukan	0	0	
10	Ukuran agregat Maksimum	ditentukan	20	20	mm
11	Kadar air bebas (kebutuhan air)	$2/3 W_h + 1/3 W_k$	157	157	Liter
12	Jumlah semen	(11/8)	374	476	kg/m ³
13	Gradasi agregat halus	Hasil pengujian MHB	daerah 2	daerah 2	
14	% agregat halus	grafik			g/cm ³
15	% agregat kasar	(100% - 14)	66	68	g/cm ³
16	BJ agregat halus	Hasil pengujian	2,5	2,5	g/cm ³
17	BJ agregat kasar	Hasil pengujian	2,65	2,65	g/cm ³
18	BJ slag	Hasil pengujian	3,7	3,7	g/cm ³
19	Berat Jenis (BJ) agregat campuran	$(14*16)+(0,75*15*17)+(0,25*15*18)$	2,77	2,78	g/cm ³
20	Berat Jenis (BJ) beton	grafik			kg/m ³
21	kebutuhan pasir, kerikil & slag	(20 - 11 - 12)	2004	1905	kg/m ³
22	kebutuhan pasir	(14*21)	681	610	kg/m ³
23	kebutuhan kerikil & slag	(21 - 22)	1323	1295	kg/m ³
24	kebutuhan slag	(25%*23)	331	324	kg/m ³
25	kebutuhan kerikil	(23-24)	992	971	kg/m ³

Benda uji kubus (15x15x15) → Volume = $15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 = 0,003375 \text{ m}^3$

Berat 1 benda uji		30	40	MPa
1	air	0,87	0,87	Liter
2	semen	1,6	2,0	kg
3	pasir	2,9	2,6	kg
4	kerikil	4,2	4,1	kg
5	slag	1,4	1,4	kg

Berat 5 benda uji		30	40	MPa
1	air	4,33	4,34	Liter
2	semen	7,9	10,0	kg
3	pasir	14,4	12,9	kg
4	kerikil	20,9	20,5	kg
5	slag	7,0	6,8	kg

MIX DESIGN

Kadar slag 50 %

1	Kuat tekan yang disyaratkan		30	40	MPa
2	Deviasi standar (s)	Pengendalian mutu cukup	5,6	5,6	MPa
3	Nilai Margin (m)	$1,64 * s$	9,18	9,18	MPa
4	Kuat tekan yang direncanakan	$(1 + 3)$	39,18	49,18	MPa
5	Type semen	ditentukan	I	I	
6	Agregat Kasar	ditentukan	kerikil	kerikil	
7	Agregat Halus	ditentukan	pasir	pasir	
8	Faktor Air Semen (FAS)	grafik			
9	Nilai slump	ditentukan	0	0	
10	Ukuran agregat Maksimum	ditentukan	20	20	mm
11	Kadar air bebas (kebutuhan air)	$2/3 W_h + 1/3 W_k$	157	157	Liter
12	Jumlah semen	$(11/8)$	374	476	kg/m ³
13	Gradasi agregat halus	Hasil pengujian MHB	daerah 2	daerah 2	
14	% agregat halus	grafik			g/cm ³
15	% agregat kasar	$(100\% - 14)$	66	68	g/cm ³
16	BJ agregat halus	Hasil pengujian	2,5	2,5	g/cm ³
17	BJ agregat kasar	Hasil pengujian	2,65	2,65	g/cm ³
18	BJ slag	Hasil pengujian	3,7	3,7	g/cm ³
19	Berat Jenis (BJ) agregat campuran	$(14*16)+(0,5*15*17)+(0,5*15*18)$	2,95	2,96	g/cm ³
20	Berat Jenis (BJ) beton	grafik			kg/m ³
21	kebutuhan pasir, kerikil & slag	$(20 - 11 - 12)$	2151	2052	kg/m ³
22	kebutuhan pasir	$(14*21)$	731	657	kg/m ³
23	kebutuhan kerikil & slag	$(21 - 22)$	1420	1395	kg/m ³
24	kebutuhan slag	$(50\%*23)$	710	698	kg/m ³
25	kebutuhan kerikil	$(23-24)$	710	697	kg/m ³

Benda uji kubus (15x15x15) → Volume = $15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 = 0,003375 \text{ m}^3$

Berat 1 benda uji		30	40	MPa
1	air	0,92	0,92	Liter
2	semen	1,6	2,0	kg
3	pasir	3,1	2,8	kg
4	kerikil	3,0	2,9	kg
5	slag	3,0	2,9	kg

Berat 5 benda uji		30	40	MPa
1	air	4,60	4,61	Liter
2	semen	7,9	10,0	kg
3	pasir	15,4	13,9	kg
4	kerikil	15,0	14,7	kg
5	slag	15,0	14,7	kg

MIX DESIGN

Kadar slag 75 %

		30	40	MPa
1	Kuat tekan yang disyaratkan			MPa
2	Deviasi standar (s)	5,6	5,6	MPa
3	Nilai Margin (m)	9,18	9,18	MPa
4	Kuat tekan yang direncanakan	39,18	49,18	MPa
5	Type semen	(1 + 3)		
6	Agregat Kasar	ditentukan	kerikil	
7	Agregat Halus	ditentukan	pasir	
8	Faktor Air Semen (FAS)	grafik		
9	Nilai slump	ditentukan	0	0
10	Ukuran agregat Maksimum	ditentukan	20	20
11	Kadar air bebas (kebutuhan air)	$2/3 W_h + 1/3 W_k$	157	157
12	Jumlah semen	(11/8)	374	476
13	Gradasi agregat halus	Hasil pengujian MHB	daerah 2	daerah 2
14	% agregat halus	grafik		g/cm ³
15	% agregat kasar	(100% - 14)	66	68
16	BJ agregat halus	Hasil pengujian	2,5	2,5
17	BJ agregat kasar	Hasil pengujian	2,65	2,65
18	BJ slag	Hasil pengujian	3,7	3,7
19	Berat Jenis (BJ) agregat campuran	$(14*16)+(0,25*15*17)+(0,75*15*18)$	3,12	3,14
20	Berat Jenis (BJ) beton	grafik		kg/m ³
21	kebutuhan pasir, kerikil & slag	(20 - 11 - 12)	2159	2062
22	kebutuhan pasir	(14*21)	734	660
23	kebutuhan kerikil & slag	(21 - 22)	1425	1402
24	kebutuhan slag	(75%*23)	1069	1052
25	kebutuhan kerikil	(23-24)	356	350

Benda uji kubus (15x15x15) → Volume = $15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 = 0,003375 \text{ m}^3$

Berat 1 benda uji		30	40	MPa
1	air	0,92	0,93	Liter
2	semen	1,6	2,0	kg
3	pasir	3,1	2,8	kg
4	kerikil	1,5	1,5	kg
5	slag	4,5	4,4	kg

Berat 5 benda uji		30	40	MPa
1	air	4,62	4,63	Liter
2	semen	7,9	10,0	kg
3	pasir	15,5	13,9	kg
4	kerikil	7,5	7,4	kg
5	slag	22,5	22,2	kg

MIX DESIGN

Kadar slag 100 %

1	Kuat tekan yang disyaratkan		30	40	MPa
2	Deviasi standar (s)	Pengendalian mutu cukup	5,6	5,6	MPa
3	Nilai Margin (m)	$1,64 * s$	9,18	9,18	MPa
4	Kuat tekan yang direncanakan	$(1 + 3)$	39,18	49,18	MPa
5	Type semen	ditentukan	I	I	
6	Agregat Kasar	ditentukan	kerikil	kerikil	
7	Agregat Halus	ditentukan	pasir	pasir	
8	Faktor Air Semen (FAS)	grafik			
9	Nilai slump	ditentukan	0	0	
10	Ukuran agregat Maksimum	ditentukan	20	20	mm
11	Kadar air bebas (kebutuhan air)	$2/3 W_h + 1/3 W_k$	57	157	Liter
12	Jumlah semen	$(11/8)$	374	476	kg/m^3
13	Gradasi agregat halus	Hasil pengujian MHB	daerah 2	daerah 2	
14	% agregat halus	grafik			g/cm^3
15	% agregat kasar	$(100\% - 14)$	66	68	g/cm^3
16	BJ agregat halus	Hasil pengujian	2,5	2,5	g/cm^3
17	BJ agregat kasar	Hasil pengujian	2,65	2,65	g/cm^3
18	BJ slag	Hasil pengujian	3,7	3,7	g/cm^3
19	Berat Jenis (BJ) agregat campuran	$(14*16) + (15*18)$	3,29	3,32	g/cm^3
20	Berat Jenis (BJ) beton	grafik			kg/m^3
21	kebutuhan pasir & slag	$(20 - 11 - 12)$	2179	2080	kg/m^3
22	kebutuhan pasir	$(14*21)$	741	666	kg/m^3
23	kebutuhan slag	$(21 - 22)$	1438	1414	kg/m^3

Benda uji kubus (15x15x15) → Volume = $15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 = 0,003375 \text{ m}^3$

Berat 1 benda uji		30	40	MPa
1	air	0,93	0,93	Liter
2	semen	1,6	2,0	kg
3	pasir	3,1	2,8	kg
4	kerikil	6,1	6,0	kg

Berat 5 benda uji		30	40	MPa
1	air	4,65	4,66	Liter
2	semen	7,9	10,0	kg
3	pasir	15,6	14,0	kg
4	slag	30,3	29,8	kg

LAMPIRAN 4



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS UMUR 28 HARI

Kadar Substitusi Slag 0 %

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	f'cr (Mpa)	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
07-Jun-07	09-Jul-07	30	1	15,23	15,05	15,35	8,45	229,21	0,0024	749,30	32,05
			2	15,28	15,15	15,40	8,40	231,49	0,0024	621,60	26,33
			3	15,33	15,30	15,34	8,30	234,55	0,0023	766,30	32,03
			4	15,20	15,10	15,40	8,60	229,52	0,0024	898,80	38,39
			5	15,24	14,96	15,42	8,25	227,99	0,0023	733,00	31,52
			Rata-rata								
				15,26	15,11	15,38	8,40	230,55	0,0024	753,80	32,06
07-Jun-07	09-Jul-07	40	1	15,27	14,93	15,10	8,45	227,98	0,0025	987,80	42,48
			2	15,16	15,22	15,12	8,25	230,74	0,0024	1057,00	44,91
			3	15,30	15,21	15,20	8,50	232,71	0,0024	1254,00	52,83
			4	15,30	15,17	15,33	8,50	232,10	0,0024	1113,00	47,01
			5	15,18	15,26	15,08	8,35	231,65	0,0024	971,10	41,10
			Rata-rata								
				15,24	15,16	15,17	8,41	231,04	0,00	1076,58	45,67

Kadar Substitusi Slag 25 %

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	f'cr (Mpa)	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
11-Jun-07	10-Jul-07	30	1	15,10	15,33	14,95	8,70	231,48	0,0025	822,30	34,83
			2	15,37	15,05	15,38	8,75	231,32	0,0025	791,80	33,56
			3	15,08	15,06	15,30	8,45	227,10	0,0024	839,90	36,26
			4	15,06	15,00	15,34	8,70	225,90	0,0025	756,60	32,84
			5	15,22	15,13	15,14	8,70	230,28	0,0025	666,00	28,35
			Rata-rata								
				15,17	15,11	15,22	8,66	229,22	0,0025	775,32	33,17
11-Jun-07	10-Jul-07	40	1	15,06	15,16	14,90	8,70	228,31	0,0026	1269,00	54,49
			2	15,27	15,03	15,30	8,90	229,51	0,0025	1066,00	45,54
			3	15,16	15,07	15,18	8,75	228,46	0,0025	982,30	42,15
			4	15,15	15,08	15,28	8,80	228,46	0,0025	1054,00	45,23
			5	15,33	14,99	15,22	8,75	229,80	0,0025	1035,00	44,16
			Rata-rata								
				15,19	15,07	15,18	8,78	228,91	0,00	1081,26	46,31

HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS UMUR 28 HARI

Kadar Substitusi Slag 50 %

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	f'cr (Mpa)	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
13-Jun-07	12-Jul-07	30	1	15,20	15,37	15,30	9,40	233,62	0,0026	933,50	39,17
			2	15,30	15,10	15,10	9,30	231,03	0,0027	970,20	41,17
			3	15,06	15,20	15,09	9,30	228,91	0,0027	807,70	34,59
			4	15,28	15,30	15,19	9,30	233,78	0,0026	741,10	31,08
			5	15,05	15,15	15,10	9,20	228,01	0,0027	1042,00	44,80
			Rata-rata		15,18	15,22	9,30	231,07	0,0027	898,90	38,16
13-Jun-07	12-Jul-07	40	1	15,18	15,18	15,06	9,30	230,43	0,0027	1234,00	52,50
			2	15,34	15,05	15,11	9,40	230,87	0,0027	1202,00	51,04
			3	14,98	15,10	15,00	9,15	226,20	0,0027	1050,00	45,51
			4	15,10	15,12	15,02	9,25	228,31	0,0027	1187,00	50,97
			5	15,10	15,22	15,24	9,35	229,82	0,0027	1015,00	43,30
			Rata-rata		15,14	15,13	9,29	229,13	0,0027	1137,60	48,66

Kadar Substitusi Slag 75 %

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	f'cr (Mpa)	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
15-Jun-07	13-Jul-07	30	1	15,30	15,00	14,96	9,70	229,50	0,0028	954,10	40,76
			2	15,18	14,96	15,20	9,30	227,09	0,0027	840,00	36,26
			3	15,05	15,12	15,09	9,40	227,56	0,0027	523,50	22,55
			4	15,24	15,24	15,05	9,60	232,26	0,0027	931,70	39,33
			5	15,10	14,98	15,16	9,30	226,20	0,0027	847,30	36,72
			Rata-rata		15,17	15,06	9,46	228,52	0,0027	819,32	35,13
15-Jun-07	13-Jul-07	40	1	15,33	15,14	15,24	9,60	232,10	0,0027	816,30	34,48
			2	15,19	15,10	15,20	9,50	229,37	0,0027	1069,00	45,69
			3	15,30	15,05	15,26	9,50	230,27	0,0027	946,30	40,29
			4	15,15	15,15	14,98	9,50	229,52	0,0028	1239,00	52,92
			5	15,30	15,14	15,30	9,60	231,64	0,0027	894,20	37,85
			Rata-rata		15,25	15,12	9,54	230,58	0,0027	992,96	42,25

HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS UMUR 28 HARI

Kadar Substitusi Slag 100 %											
tanggal pembuatan	tanggal pengujian	f'cr (Mpa)	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
19-Jun-07	17-Jul-07	30	1	15,27	15,04	1,00	10,00	229,66	0,0435	952,30	40,65
			2	15,24	15,14	15,16	10,10	230,73	0,0029	778,60	33,08
			3	15,14	15,30	15,23	10,20	231,64	0,0029	834,70	35,33
			4	15,17	15,05	15,36	10,10	228,31	0,0029	662,10	28,43
			5	15,36	15,07	15,29	9,90	231,48	0,0028	735,10	31,13
				15,24	15,12	12,41	10,06	230,36	0,0110	792,56	33,73
			Rata-rata								
19-Jun-07	17-Jul-07	40	1	15,17	15,30	15,22	9,90	232,10	0,0028	857,90	36,24
			2	15,27	15,00	15,29	10,20	229,05	0,0029	1200,00	51,36
			3	15,00	15,25	15,16	10,10	228,75	0,0029	1160,00	49,72
			4	15,28	15,17	15,14	10,10	231,80	0,0029	936,40	39,61
			5	15,20	15,24	15,17	10,00	231,65	0,0028	813,60	34,43
				15,18	15,19	15,20	10,06	230,67	0,0029	993,58	42,27
			Rata-rata								

LAMPIRAN 5





UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
DWI ENDAH ARYANINGRUM	03511023	TEKNIK SIPIL

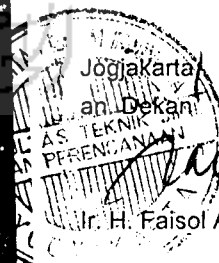
PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MĒI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■				
5	Konsultasi Penyusunan TA			■	■	■	
6	Sidang-Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.

JUDUL TUGAS AKHIR

Kinerja Semen Treaped Base Dengan Substitusi Agregat Kasar Limbah Pengolahan Baja PT Krakatau Steel (Flag)



3/30/2007

Catatan:

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

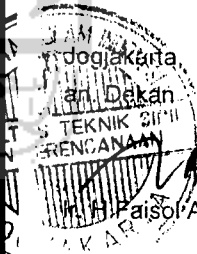
PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
DWI ENDAH ARYANINGRUM	03511023	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Kinerja Semen Treaped Base Dengan Subtitusi Agregat Kasar Limbah Pengolahan Baja PT Krakatau Steel (Flag)


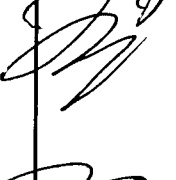
Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.



3/30/2007

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	22/04-07	- Seminar	
2	29/07-07	- Pembacaan Hasil & Pembahasan	
3	27/07-07	- Sidang	