



PROYEK AKHIR

**EFEK HIBRIDISASI SERAT TERHADAP KUAT LENTUR
BALOK BETON *HIBRID FIBER REINFORCED SELF-
COMPACTING CONCRETE (HYFRSCC)***



Disusun Oleh :

NAMA : Dian mustofa

NIM : 07510134038

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2011

LEMBAR PENGESAHAN
PROTEK AKHIR
EFEK HIBRIDISASI SERAT TERHADAP KUAT LENTUR
BALOK BETON *HYBRID FIBER REINFORCED SELF-*
COMPACTING CONCRETE (HYFRSCC)

Dipersiapkan Dan Disusun oleh :

NAMA : DIAN MUSTOFA

NIM : 07510134038

Telah Dipertahankan Didepan Panitia Penguji Proyek Akhir Jurusan Pendidikan

Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta

Pada Tanggal 28 Desember 2010

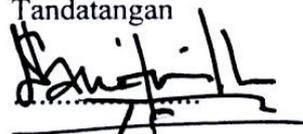
Dan telah memenuhi syarat guna memperoleh Gelar Ahli Madya

Susunan Panitia Penguji :

Jabatan

Nama Lengkap

Tandatangan

- | | | |
|------------------------|------------------------|---|
| 1. Ketua/ Pembimbing I | : Slamet Widodo, M.T |  |
| 2. Penguji Utama I | : Agus Santoso, M.Pd |  |
| 3. Penguji Utama II | : Drs. Abdurohman, S.T |  |

Yogyakarta, Desember 2010

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan




Warden Suyanto, Ed. D

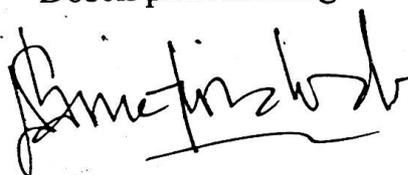
NIP. 19540810 197803 1 001

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul "*Efek Hibridisasi Serat Terhadap Kuat Tekan Lentur Self- Compacting Concrete (SCC)*" ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 27 November 2010

Dosen pembimbing



Slamet Widodo, S.T., M. T.
NIP. 19761103 200003 1 001

Surat Pernyataan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya di suatu Perguruan Tinggi lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, November 2010
Yang menyatakan,

Dian Mustofa
NIM. 07510131015

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“sesungguhnya allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaannya yang ada pada diri mereka sendiri”. (Ar Ra’d ayat 11 jus 13)

“Kita tidak lemah, sekali lagi kita tidak lemah.

Kalau kita lemah maka sebenarnya yang lemah adalah hati kita.

Jaga hatimu, jaga jiwamu, jaga rohmu.

Selama hatimu kuat, selama jiwamu kuat, selama rohmu kuat,

bangsa Indonesia tetap kuat”

(Bung Karno)

PERSEMBAHAN

- ❖ Karya kecilku ini kupersembahkan pada:
 - ☺ Ibuku tercinta, darah, daging, air mata, air susu, dan keringat serta doanya mengalir ditubuhku.
 - ☺ Ayahku, sumber inspirasiku.
 - ☺ Adikku fatma dewi, yang selalu kusayangi dan jadi motivasiku.
 - ☺ Teman-teman yang membuat hidupku lebih berwarna dan berarti.

EFEK HIBRIDISASI SERAT TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON *HIBRID FIBER REINFORCED SELF- COMPACTING CONCRETE (HYFRSCC)*

Oleh : Dian Mustofa
NIM.07510134038
ABSTRAK

Proyek Akhir ini bertujuan untuk mengetahui efek penambahan serat mikro *polypropylene (PP)* dan serat makro baja (*steel fiber/SF*) terhadap kualitas kuat lentur beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)*.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen serat ditambahkan ke dalam campuran adukan beton *Self-Compacting Concrete (SCC)* dengan komposisi serat : 0 kg/m³ (SF) : 1 kg/m³ (PP), 15 kg/m³ (SF) : 1 kg/m³ (PP), 20 kg/m³ (SF) : 1 kg/m³ (PP), 25 kg/m³ (SF) : 1 kg/m³ (PP), 30 kg/m³ (SF) : 1 kg/m³ (PP). Pengujian kuat lentur dilakukan setelah beton berumur 28 hari dengan metode pembebanan 4 titik (*four points load*). Setiap variasi campuran serat digunakan 3 buah benda uji berukuran 9 x 10 x 53,5 cm.

Hasil pengujian menunjukkan penambahan serat campuran dapat menghambat laju retak yang di akibatkan oleh beban kerja. Hasil uji awal lentur beton rata-rata *HyRFSCC* dengan campuran 1 kg/m³ PP : 0 kg/m³ SF = 3,425462 MPa, campuran 1 kg/m³ PP : 15 kg/m³ SF = 3,786999 MPa, 1 kg/m³ PP : 20 kg/m³ SF = 3,986297 MPa, campuran 1 kg/m³ PP : 25 kg/m³ SF = 3,812560 MPa, 1 kg/m³ PP : 30 kg/m³ SF = 3,702514 MPa. Pengaruh penggunaan serat kawat (*steel fiber*) pada beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)* dengan serat campuran dapat meningkatkan beban maksimum. Kuat lentur optimum diperoleh pada campuran 1 kg/m³ PP : 20 kg/m³ SF dengan kuat lentur rata-rata sebesar 3.986297 MPa.

Kata kunci : *Self-compacting concrete (SCC)*, serat kawat (*steel fiber/SF*), Serat *polypropylene (PP)*, kuat tekan lentur

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan Proyek Akhir yang berjudul "Efek Kuat Hibridasi Serat Terhadap Kuat Tekan Lentur *Self-Compacting Concrete (SCC)*".

Dalam penulisan proyek akhir ini penulis banyak mendapatkan banyak masukan yang berguna sehingga laporan proyek akhir ini dapat terselesaikan. Dengan terselesaikannya laporan ini penyusun juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Slamet Widodo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
2. Bapak Ir. Bambang Sugestiyadi, M.T. selaku Penasehat Akademik.
3. Bapak Agus Santoso, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan.
4. Bapak Dr. Wardan Suyanto Ed. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Sudarman, S.Pd. selaku Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Dan Perencanaan..
6. Seluruh anggota keluarga, Bapak, Bunda, dan Adikku yang aku cintai ; terima kasih atas segala dukungannya baik berupa doa, semangat, maupun materil selama ini yang telah kau berikan.
7. Temen-teman seperjuangan yang tak hentinya memberi semangat (Zainal, Heru, Rendra, Yudha, Budi, Eko, Bangun, Sigit, Royanti, Mareta , dan semuanya yang tidak bisa saya sebutkan.

8. Teman-teman civil '07 dan teman satu kelasku yang telah membuat hidup terasa ramai, penuh dengan seyuman, saling memaafkan, aku sangat bahagia saat menjalani kuliah bersama kalian.

Pada akhir penulisan Proyek Akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik sehingga laporan proyek akhir dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan proyek akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan warga masyarakat pada umumnya

Wassalamu`alaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, Oktober 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusam Masalah.....	5
E. Tujuan Masalah.....	6
F. Manfaat	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Beton Dan Penyusunan	8
1. Agregat	9

2. Semen Portland	16
3. Air	24
4. Bahan Tambah	24
B. Sifat-sifat Beton	27
1. Sifat-sifat Beton Segar	27
2. Sifat-sifat Beton Setelah Mengeras	29
C. Tinjauan Pustaka.....	30
1. Beton berserat.....	30
2. Self- Compacting concrete.....	39
D. Kerangka Pikir	41

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode.....	42
B. Variabel Penelitian.....	42
1. Variabel Bebas	42
2. Variabel Terikat	43
3. Variabel Pengendali	43
C. Material	44
D. Peralatan.....	45
E. Proses Penelitian	46
1. Pengujian Sifat Beton Segar	49
2. Pengujian Kuat Lentur	51
F. Analisa Data	52

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Hasil Pengujian	54
1. Pengujian Bahan.....	54
2. Hasil Rancangan Beton.....	57
3. Hasil Pengujian Workability Dan Kuat Lentur Beton.....	57
4. Hasil Kuat Lentur Beton.....	60

5. Kuat Lentur	62
B. Pembahasan.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	65
B. Saran.....	65
C. Keterbatasan.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batas-batas gradasi agregat halus	13
Tabel 2. Batas-batas gradasi agregat kasar	15
Tabel 3. Persyaratan kekasaran agregat beton	16
Tabel 4. Komposisi penyusun semen menurut ASTM C 180-84	19
Tabel 5. Syarat kimia jenis IP-U dan IP-K (SNI 15-2094-2004)	20
Tabel 6. Syarat fisika jenis IP-U dan IP-K (SNI 15-2049-2004).....	20
Tabel 7. Syarat kimia jenis P-U dan P-K (SNI-15-2049-2004).....	21
Tabel 8. Syarat fisika jenis P-U dan P-K (SNI 15-2049-2004)	21
Tabel 9. Syarat fisika jenis IP-U dan IP-K (SNI 15-7064-2004).....	22
Tabel 10. Syarat kimia utama (SNI 15-2049-2004).....	23
Tabel 10. Tipikal sifat-sifat macam serat.....	31
Tabel 11. Tipikal sifat-sifat berbagai matrik.....	32
Tabel 12. Hasil pengujian pasir	55
Tabel 13. Hasil pengujian keriki.....	55
Tabel 14. Jumlah keburuhan bahan HyRFSCC setiap 1kg/m^3	57
Tabel 15. Hasil pengujian Slump flow	58
Tabel 16. Kuat lentur beton HyRFSCC dengan campuran 0kg/m^3 serat kawat	60
Tabel 17. Kuat lentur beton HyRFSCC dengan campuran 15kg/m^3 serat kawat	60
Tabel 18. Kuat lentur beton HyRFSCC dengan campuran 20kg/m^3 serat kawat	60
Tabel 19. Kuat lentur belah beton HyRFSCC dengan campuran 25kg/m^3 serat kawat	61
Tabel 20. Kuat lentur belah beton HyRFSCC dengan campuran 30kg/m^3 serat kawat	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengaruh Penambahan Serat dan Ukuran Benda Uji Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal (a) dan Beton Ringan (b);.....	36
Gambar 2. Pengaruh Penambahan Serat dan Ukuran Benda Uji Terhadap Kuat Tarik Lentur Beton Normal (a) dan Beton Ringan (b).....	37
Gambar 3. Toughness Index Beton Normal Berserat (a) dan Beton Ringan Berserat (b).....	37
Gambar 4. . Prinsip Dasar Proses Produksi <i>Self-Compacting Concrete</i>	40
Gambar 5. Hubungan variabel	43
Gambar 6. Diagram alur penelitian	48
Gambar 7. <i>Slump flow test</i>	49
Gambar 8. Pengujian kuat lentur.....	51
Gambar 9. Metode pengujian kuat lentur.....	52
Gambar 10. Hasil grafik pengujian slump slow.....	58
Gambar 11. Hasil pengujian slump slow	59
Gambar 12. Hubungan kuat lentur dengan proporsi serat kawat/m ³	61
Gambar 13. Pengerjaan pengujian dan hasil pengujian kuat lentur	62
Gambar 14. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton HyRFSCC	64

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton sebagai material dalam konstruksi bangunan modern semakin bertambah seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi beton pada saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat, itu terbukti dengan berbagai macam beton, mulai dari beton mutu tinggi sampai dengan beton ringan, tidak hanya beton yang tanpa bahan tambah sampai dengan beton dengan berbagai bahan tambah, sehingga didapatkan mutu beton yang lebih baik. Bahan beton pada umumnya yang digunakan sampai saat ini adalah semen, pasir, kerikil atau batu pecah.

Beton juga merupakan bahan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Beton sangat diminati karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Kelebihan beton yang lain adalah, ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar lokal yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat lentur dengan baik, tahan aus, rapat air, awet dan mudah perawatannya, maka beton sangat populer dipakai baik untuk struktur – struktur besar maupun kecil. Untuk itu bahan konstruksi ini dianggap sangat penting untuk terus

dikembangkan. Salah satu usaha pengembangannya ialah dengan cara memperbaiki sifat dari kelemahan beton

Perkembangan teknologi pada saat ini semakin dituntut adanya alternatif yang terlahir dari beberapa penelitian yang intinya adalah dapat menciptakan suatu penemuan terbaru atau paling tidak dapat mengembangkan penelitian yang pernah dilakukan orang lain, sehingga diharapkan dapat menghasilkan produk teknologi beton yang semakin bermutu dan efisien. Para peneliti dari Negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Inggris telah melakukan beberapa eksperimen dengan menambahkan bahan tambah yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada adukan beton. Salah satu alternatif bahan tambah yang digunakan yang bersifat fisikal adalah serat baja (*steel fibers*). Ide dasarnya yaitu menulangi (memberi tulangan pada beton) dengan serat baja yang disebarkan secara merata (*uniform*) kedalam adukan beton dengan orientasi random. Sehingga beton tidak mengalami retakan-retakan yang terlalu dini akibat pembebanan maupun panas hidrasi (Soroushian dan Bayasi, 1987).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam *Fiber reintoreed self-compacting concrete (FRSCC)* pada beton fiber ini adalah, (1) Tidak terjadinya korosi pada mikro serat non metal dan makro galvanized atau Serat (*fibres*), (2) Sifat kohesi yang tinggi dari serat baja ini juga dapat mengakibatkan terjadinya *balling effect*, yaitu *fiber* menggumpal seperti bola dan tidak menyebar secara merata pada saat pencampuran, sehingga perlu diusahakan cara penyebaran serat baja secara merata pada adukan,

(3) Masalah *workability*, yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, (4) *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecakan yang memadai.

Pemakaian makro serat baja sebagai bahan campuran pada adukan beton untuk struktur bangunan belum banyak dikenal dan masih jarang digunakan di Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena serat baja yang dimaksud sulit didapatkan karena keberadaannya harus mendatangkan dulu dari luar negeri, sehingga kurang ekonomis. Untuk mengatasi masalah tersebut beberapa peneliti dahulu telah mencoba menggunakan bahan-bahan lokal yang tersedia dipasaran dengan harga yang lebih murah, yaitu , serat kawat galvanized merupakan material terpilih karena disamping mempunyai faktor-faktor prinsip penguat beton, serat, makro baja juga mudah diperoleh.

Aplikasi konstruksi dengan menggunakan *Hybrid Fiber Reinforced Self Compacting Concrete (HyFRSCC)* antara lain di mungkinkan pada Spillway dan Runway :

1. Spillway atau bendungan adalah sebuah tehnik untuk mengendalikan / mengontrol ketinggian air pada sebuah dam pada bendungan.
2. Runway adalah jalur perkerasan yang dipergunakan oleh pesawat terbang untuk mendarat (landing) atau lepas landas.

3. Perbaiki struktur sehingga dalam *Hybrid Fiber Reinforced Self Compacting Concrete (HyFRSCC)* cocok digunakan pada bangunan struktur.

Ditinjau dari kekuatan lentur beton :

1. Serat mikro untuk menghambat microcracks.
2. Serat makro aluanizet untuk menghambat microcracks, ditinjau dari kekuatan lentur beton agar lebih awet, tahan beban kejut dan beban dinamis.

Dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh penambahan serat mikro polypropylene dan serat makro yang diharapkan dapat menghambat microcracks terhadap kuat lentur beton.

B. Identifikasi Masalah

Masalah-masalah yang muncul dalam pengembangan *Hybrid Fiber Reinforced Self Compacting Concrete (HyFRSCC)*

1. Bagaimana komposisi masalah material / bahan penyusun agar masih memenuhi persyaratan *Self Compacting Concret*
2. Bagaimana efek serat campuran terhadap sifat sifat mekanis beton (kuat tekan, kuat belah dan lentur)
3. Serat mikro polypropylene (PP) dan serat makro baja (SF) terhadap kuat lentur
4. Bagaimana efek serat campuran terhadap durabilitas beton

5. Bagaimana keuntungan yang di peroleh dari penggunaan *self compacting concrete (SCC)*

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada Proyek Akhir ini hanya dibatasi mengenai karakteristik beton. Hal tersebut dikarenakan Proyek Akhir ini akan menganalisis tentang efek penambahan serat mikro polypropylene (PP) dan serat makro baja (SF) terhadap kuat lentur beton jenis *Hybrid Fiber Reinforced Self Compacting Concrete (HyFRSCC)*

Batasan batasan masalah meliputi :

1. Pengujian yang akan di lakukan adalah pengujian kuat lentur beton
2. Serat mikro polypropylene (PP) ukuran $8\mu\text{m}$
3. Serat steel fiber (SF) ukuran $D = 0,7 \text{ mm}$ dan $P = 2,5 \text{ cm}$
4. Mix Design mengacu metode volume absolute
5. Serat mikro polypropylene (PP) ditetapkan 1 kg/m^3 karena merupakan kadar penambahan serat polypropylene (PP) yang optimum (Y Ding, 2006).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efek penambahan variasi campuran serat mikro polypropylene (PP) dan makro serat baja terhadap kuat lentur beton ?
2. Bagaimana komposisi optimum serat mikro polypropylene (PP) dan serat makro baja atau *steel fibers (SF)*?

E. Tujuan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui efek penambahan variasi campuran mikro serat polypropylene dan makro serat baja terhadap kuat lentur beton optimum.
2. Komposisi campuran optimum serat mikro polypropylene (PP) dan serat makro baja atau *steel fibers (SF)* yang optimum untuk beton *Hybrid Fiber Reinforced Self Compacting Concrete (HyFRSCC)*

F. Manfaat

Manfaat yang diharapkan untuk dapat diperoleh melalui penelitian ini adalah :

1. Manfaat teoritis :

Mengembangkan area riset dan materi ajar yang mutakhir dalam bidang Bahan dan Pengujian (Teknologi Beton), Cacat dan Kegagalan Konstruksi, Struktur Beton, maupun Beton Prategang dan Pracetak.

2. Manfaat praktis:

Memberikan kontribusi yang nyata untuk industri jasa konstruksi dalam pengembangan material untuk tujuan konstruksi baru maupun perbaikan dan perkuatan struktur beton yang optimum.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton Dan Penyusunnya

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain – lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain), dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu (Wuryati S.& Candra R, 2001:III).

Pada campuran beton tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga – rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori–pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran–butiran agregat saling terekat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Membuat beton sebenarnya tidaklah sederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana sering terlihat pada pembuatan bangunan sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan

yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula.

Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimulyo 1996 : 2)

1. Agregat

Agregat ialah butiran-butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton.

Cara memembedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirannya. Agregat yang paling mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4-5 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butir-butirannya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butir-butirannya kurang dari lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kerikak, batu pecah, atau seplit, adapun agregat halus disebut pasir, baik

berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirannya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay*.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok yaitu :

- a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm
- b. Kerikil untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm
- c. Pasir untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik, Agregat harus pula memiliki kestabilan kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca.

Ditinjau dari besar butirannya dibagi menjadi 2 yaitu :

a) Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat lolos saringannya 4,75 mm, untuk beton dapat berupa pasir alami., hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton. Kegunannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan.

Pasir alam terbentuk dari pecahan batu karena beberapa sebab. Pasir dapat diperoleh dari dalam tanah, pada dasar sungai, atau tepi laut. Oleh karena itu pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam :

(1). Pasir sungai.

Pasir jenis ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir –butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirannya kecil maka baik dipakai untuk memplester tembok. Juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain

(2). Pasir galian.

Pasir dalam golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci.

(3). Pasir laut.

Pasir laut ialah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Oleh karena itu maka sebaiknya pasir laut jangan dipakai.

Kualitas pasir yang digunakan untuk campuran adukan beton harus memenuhi syarat-syarat yang ditentukan dalam PBI-1971/NI-2, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a) Pasir harus terdiri dari butir-butir yang bersih dari bahan-bahan organik, lumpur, dan bahan kimia lainnya.
- b) Harus terdiri dari butiran yang tajam, keras dan bersifat kekal, artinya tidak dapat dihancurkan dengan jari dan pengaruh cuaca. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (berdasarkan berat kering).
- c) Tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
- d) Pasir laut tidak boleh digunakan dalam sebuah konstruksi karena mengandung kadar garam terlalu tinggi.
- e) Harus terdiri dari butiran yang bervariasi dan bila diayak dengan ayakan 150 maka harus memenuhi syarat :
 - Sisa butiran di atas ayakan 4 mm, minimal 2% dari berat,
 - Sisa butiran di atas ayakan 1 mm, minimal 10% dari berat.
 - Sisa butiran di atas ayakan 0,25 mm, berkisar antara 80% - 90% dari berat.

Menurut *British Standard* 882:1973 (Gambhir, 1986), distribusi ukuran butiran agregat halus dibagi menjadi empat daerah atau zone yaitu: zone I (kasar), zone II (agak kasar), zone III (agak halus) dan zone IV (halus) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dan distribusi agregat kasar yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas-Batas Gradasi Agregat Halus (Gambhir, 1986)

Ukuran Saringan (BS)	Persentase Berat yang Lolos Saringan			
	Gradasi Zone I	Gradasi Zone II	Gradasi Zone III	Gradasi Zone IV
10,00 mm	100	100	100	100
5,00 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60 mm	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30 mm	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15 mm	0-10	0-10	0-10	0-15

b) Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan di ayakan 4,75 mm. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual atau mesin. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal. Semua pemakaian agregat kasar berupa batu pecah (split) dan kerikil harus

memenuhi standard dan spesifikasi yang ditentukan dalam PBI- 1971/NI-2 atau PUBI-1970/ NI-3.

Standar dan spesifikasi tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- (1) Tidak mengandung butiran pipih lebih dari 20 % dari berat agregat total.
- (2) Batu pecah dan kerikil tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (berdasar berat kering).
- (3) Warnanya harus hitam mengkilap keabu-abuan.
- (4) Batu pecah dan kerikil harus terdiri dari butir-butir keras, tidak berpori dan tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- (5) Batu pecah dan kerikil tidak mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, bebas dari tanah liat (tidak bercampur dengan kotoran-kotoran lain).
- (6) Harus terdiri dari butiran yang bervariasi besarnya dan bila diayak harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - Untuk kerikil, harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 7,6 mm dan tertinggal di atas ayakan berlubang persegi 5 mm
 - Untuk batu pecah, harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 7,6 mm dan tertinggal di atas ayakan berlubang persegi 2 mm

Tabel 2. Batas-Batas Gradasi Agregat Kasar (Gambhir, 1986)

Ukuran Saringan (BS)	Persentase Berat yang Lolos Saringan	
	5 mm sampai 40 mm	5 mm sampai 20 mm
37,5 mm	90-100	100
20,0 mm	35-70	90-100
10,0 mm	10-40	50-85
5,0 mm	0-5	0-10

- Ukuran agregat dalam prakteknya secara umum digolongkan ke dalam 3 kelompok yaitu :
 - a. Batu, jika ukuran butiran lebih dari 40 mm.
 - b. Kerikil, jika ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
 - c. Pasir, jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Butiran yang lebih kecil dari 0,15 mm dinamakan “silt” atau tanah (Tjokrodinuljo, 1996).

Agregat kasar menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia perlu diuji ketahanannya terhadap keausan (dengan mesin *Los Angeles*). Persyaratan mengenai ketahanan agregat kasar beton terhadap keausan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persyaratan Kekerasan Agregat Kasar Beton (Tjokrodimuljo, 1996)

Kekuatan Beton	Maksimum bagian yang hancur dengan Mesin Los Angeles, Lolos Ayakan 1,7 mm (%)
Kelas I (sampai 10 MPa)	50
Kelas II (10MPa-20MPa)	40
Kelas III (di atas 20 MPa)	27

2. Semen Portland

Semen Portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif.

1. Semen diperoleh dengan membakar karbonat atau batu gamping dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Bahan tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1400° C-1500° C dan menjadi klinker. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO₄) kira-kira 2–4

% persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Jenis-jenis Semen

Ditinjau dari segi penggunaannya, menurut *American Society of Material* (ASTM dalam Teknologo Beton, Wuryati S dan Candra Rahmadiyanto, 2001 : 8), semen portland dapat dibedakan menjadi :

- a. Jenis I : Semen portland jenis umum (Normal Portland Cement), yaitu jenis semen portland untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus. Misalnya untuk pembuatan trotoar, urung-urung, pasangan bata dan lain sebagainya.
- b. Jenis II : Semen jenis umum dengan perubahan-perubahan (Modified Portland Cement). Semen ini memiliki panas hidrasi yang lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Jenis ini digunakan untuk bangunan-bangunan tebal seperti pilar dengan ukuran besar, tumpuan dan dinding tahan tanah tebal, dll. Panas hidrasi yang agak rendah dapat mengurangi terjadinya retak-retak pengerasan. Jenis ini juga dapat digunakan untuk bangunan drainase di tempat yang memiliki konsentrasi sulfat agak tinggi.
- c. Jenis III : Semen portland dengan kekuatan awal tinggi (High-early-strength-portland-cement). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan

bangunan beton yang perlu segera digunakan atau yang acuannya perlu segera dilepas.

- d. Jenis IV : Semen Portland dengan panas hidrasi yang rendah (Low-Heat Portland-Cement). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi yang serendah-rendahnya. Kekuatannya tumbuh lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitas besar.
- e. Jenis V : Semen portland tahan sulfat (Sulfate-resisting portland cement). Jenis ini merupakan jenis khusus yang ditujukan untuk penggunaan pada bangunan-bangunan yang kena sulfat, seperti ditanah atau di air yang tinggi kadar alkalinya. Proses pengerasan semen ini lebih lambat dari semen biasa.

Tabel 4. Komposisi Penyusun Semen Menurut ASTM C 180-84

Semen	Persentase Komponen Penyusun							
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CaO Bebas	MgO	Hilang Pijar
Jenis I	59	15	12	8	2,9	0,8	2,4	1,2
Jenis II	46	29	6 (≤ 8)	12	2,8	0,6	3,0	1,0
Jenis III	60	12	12 (≤ 15)	8	3,9	1,3	2,6	1,9
Jenis IV	30 (≤ 35)	46 (≥ 40)	5 (≤ 7)	13	2,9	0,3	2,7	1,0
Jenis V	43	36	4 (≤ 5)	12	2,7	0,4	1,6	1,0

Syarat syarat Standar Nasional Indonesia pada Semen Portland

1. Semen portland pozolan(PPC)

Suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen portland pozolan, Persyaratan

kimia dan fisika semen portland pozolan jenis IP-U dan IP-K harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tabel 5. Syarat kimia (jenis IP-U dan IP-K)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			IP-U	IP-K
1	MgO	%	maks. 6,00	maks. 6,00
2	SO ₃	%	maks. 4,00	maks. 4,00
3	hilang Pijar	%	maks. 5,00	maks. 5,00

SNI 15-0302-2004

Tabel 6. Syarat fisika (jenis IP-U dan IP-K)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			IP-U	IP-K
1	Kehalusan dengan alat blaine	m ² /kg	min 280	min 280
2	Waktu pengiklatan dengan jarum vikat : - pengiklatan awal - pengiklatan akhir	menit jam	min 45 maks.7	min 45 maks.7
3	Kekekalan dengan autoclave - pemuaiian - penyusutan	% %	maks. 0,80 maks. 0,20	maks. 0,80 maks. 0,20
4	Kuat tekan - umur 3 hari - umur 7 hari - umur 28 hari	kg/cm ² kg/cm ² kg/cm ²	min. 125 min. 200 min. 250	min. 110 min. 165 min. 205
5	Panas hidrasi - umur 7 hari - umur 28 hari	kal/g kal/g	- -	maks. 70 maks. 80
6	Kandungan udara dari mortar	% volume	maks. 12	maks. 12

SNI 15-0302-2004

Tabel 7. Syarat kimia (jenis P-U dan P-K)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			IP-U	IP-K
1	MgO	%	maks. 6,00	maks. 6,00
2	SO ₃	%	maks. 4,00	maks. 4,00
3	hilang Pijar	%	maks. 5,00	maks. 5,00

SNI 15-0302-2004

Tabel 8. Syarat fisika (jenis P-U dan P-K)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			IP-U	IP-K
1	Kehalusan dengan alat blaine	m ² /kg	min 280	min 280
2	Waktu pengiklatan dengan jarum vikat : – pengiklatan awal – pengiklatan akhir	menit jam	min 45 maks.7	min 45 maks.7
3	Kekekalan dengan autoclave – pemuai – penyusutan	% %	maks. 0,80 maks. 0,20	maks. 0,80 maks. 0,20
4	Kuat tekan – umur 3 hari – umur 7 hari – umur 28 hari	kg/cm ² kg/cm ² kg/cm ²	- min. 115 min. 215	- min. 90 min. 175
5	Panas hidrasi – umur 7 hari – umur 28 hari	kal/g kal/g	- -	maks. 60 maks. 70
6	Kandungan udara dari mortar	% volume	maks. 12	maks. 12

SNI 15-0302-2004

2. Semen Portland Komposit (*Portland composite cement*)

Bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit

Syarat fisika seperti tertera pada Tabel 9 berikut:

No.	U r a i a n	Satuan	Persyaratan
1	Kehalusan dengan alat blaine	m ² /kg	min. 280
2	Kekekalan bentuk dengan autoclave: - pemuaian - penyusutan	menit menit	min. 45 maks. 375
3	Kuat tekan: - umur 3 hari - umur 7 hari - umur 28 hari	kg/cm ² kg/cm ² kg/cm ²	min. 125 min. 200 min. 250
4	Pengikatan semu: - penetrasi akhir	%	min. 50
5	Kandungan udara dalam mortar	% volume	maks.12

SNI 15-7064-2004

3. Semen portland / Ordinary Portland Cement (*OPC*)

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain, Persyaratan kimia semen portland harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

Tabel 10 Syarat kimia utama

No	Uraian	Jenis semen portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO ₂ , minimum	-	20,0 b,c)	-	-	-
2	Al ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0 b,c)	-	6,5	-
4	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5	SO ₃ , maksimum - Jika C ₃ A ≤ 8,0 - Jika C ₃ A > 8,0	3,0 3,5	3,0 b)	3,5 4,5	2,3 b)	2,3 b)
6	Hilang pijar maksimum	5,0	3,0	3,0	2,0	3,0
7	Bagian tak larut, maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C ₃ S, maksimum a)	-	-	-	35 b)	-
9	C ₂ A, maksimum a)	-	-	-	40 b)	-
10	C ₂ A, maksimum a)	-	8,0	15	7 b)	5 b)
11	C ₃ AF + 2 C ₃ A atau a) C ₃ AF + C ₃ F, maksimum	-	-	-	-	25 b)

SNI 15-2049-2004

3. Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata. Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a) Air harus bersih
- b) Tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- c) Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dsb) lebih dari 15 gram/liter.
- d) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter
- e) Tidak mengandung senyawa sulfat 1 gram/liter.

4. Bahan Tambah

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya memepercepat pengerasan, menambah encer adukan,

menambah kuat tekan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pegerasan, dan sebagainya.

Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relative sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang berakibat memperpuruk sifat beton (tjokrodimulyo, 1996). Bahan tambah menurut maksud penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu *admixture* dan *additives*.

a. *Admixture* adalah bahan/material selain air, semen dan agregat yang ditambahkan kedalam beton atau mortar sebelum atau selama pengadukan. *Admixture* digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton.

Secara umum ada dua jenis bahan tambah yaitu bahan tambah yang berupa mineral (*additive*) dan bahan tambah kimiawi (*chimical admixture*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan pada saat pengadukan atau pada saat pengecoran. Sedangkan bahan tambah *additive* ditambahkan pada saat pengadukan. Bahan tambah *admixture* biasanya dimaksudkan untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan atau untuk meningkatkan kinerja beton pada saat pelaksanaan. Untuk bahan tambah *additive* lebih banyak bersifat penyemenan sehingga digunakan dengan tujuan perbaikan kinerja kekuatannya.

b. Pozolan (pozzolan) merupakan bahan tambah yang berasal dari alam atau batuan yang sebagian besar terdiri dari unsure-unsur silikat dan aluminat yang reaktif. Pozolan sendiri tidak mempunyai sifat semen.

Tetapi dalam keadaan halus bereaksi dengan kapur bebas dan air menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air. Pozolan dapat ditambahkan pada campuran adukan beton atau mortar (sampai batas tertentu dapat menggantikan semen), untuk memperbaiki kelecakan (*workability*), membuat beton menjadi lebih kedap air (mengurangi permeabilitas) dan menambah ketahanan beton atau mortar terhadap serangan bahan kimia yang bersifat agresif. Penambahan pozolan juga dapat meningkatkan kuat tekan beton karena adanya reaksi pengikatan kapur bebas (Ca(OH)_2) oleh silikat atau aluminat menjadi *tobermorit* ($3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Pozolan yang saat ini telah banyak diteliti dan digunakan antara lain *silica fume*, *fly ash*, tras alam dan abu sekam padi (*Rice Husk Ash*).

- c. Serat (*fibre*) merupakan bahan tambah yang berupa asbestos, gelas/kaca, plastic, baja atau serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk). Penambahan serat ini dimaksudkan untuk meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, meningkatkan daktilitas dan ketahanan beton terhadap beban kejut (*impact load*) sehingga dapat meningkatkan keawetan/durabilitas beton, misalnya pada perkerasan jalan raya atau lapangan udara, *spillway* serta pada bagian struktur beton yang tipis untuk mencegah timbulnya keretakan.

B. Sifat-sifat Beton

1. Sifat – Sifat Beton Segar

a. Mudah dikerjakan (*wokability*)

Pada sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk di aduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar. Umsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain :

- 1) Jumlah air yang dipakai dalam campuran beton. Makin banyak air yang dipakai makin mudah beton segar dikerjakan.
- 2) Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan beton, karena diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai fas yang tetap.
- 3) Gradasi campuran pasir dan kerikil. Apabila mengikuti gradasi campuran yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
- 4) Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
- 5) Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pengerjaan.
- 6) Cara pemadatan adukan beton. Bila dilakukan dengan alat getar, maka diperlukan tingkat kelecakan (*keenceran*) yang berbeda.

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan (keenceran) adukan beton. Makin cair adukan makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan beton biasanya dilakukan dengan percobaan *slump*. Makin besar nilai *slump* berarti adukan beton semakin encer dan ini berarti semakin mudah dikerjakan. Pada umumnya nilai *slump* berkisar antara 5 dan 12,5 cm.

b. Pemisahan Kerikil (*segregation*)

Pemisahan Kerikil cenderung butir-butir kerikil memisahkan diri dari campuran adukan beton disebut *segregation*. Campuran beton yang kelebihan air dapat menyebabkan segregasi, dimana terjadi pengendapan partikel yang berat ke dasar beton segar dan partikel-partikel yang lebih ringan akan menuju ke permukaan beton segar. Hal-hal tersebut akan mengakibatkan beberapa keadaan pada beton yaitu terdapat lubang-lubang udara, beton menjadi tidak homogen dan permeabilitas serta keawetan berkurang.

c. Pemisahan Air (*bleeding*)

Kecenderungan campuran untuk naik ke atas (memisahkan diri) pada beton segar yang baru saja dipadatkan disebut *bleeding*. Hal ini disebabkan ketidakmampuan bahan solid dalam campuran untuk menahan seluruh air campuran ketika bahan itu bergerak ke bawah. Air naik ke atas sambil membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada akhirnya setelah beton mengeras akan tampak sebagai selaput. Lapisan ini dikenal sebagai *laitance*. *Bleeding* biasanya terjadi pada

campuran beton basah (kelebihan air) atau campuran adukan beton dengan nilai *slump* tinggi.

2. Sifat-sifat Beton Setelah Mengeras

Beton keras dapat dikategorikan berkualitas baik jika mempunyai sifat-sifat kuat, awet, kedap air dan memiliki kemungkinan perubahan dimensi yang kecil.

a. Kuat lentur beton

Kuat lentu beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang sifat-sifat mekanis yang lain pada beton tersebut. Secara umum kekuatan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu : pasta semen, rongga, agregat, dan interface antar pasta semen dengan agregat. Dalam pelaksanaannya faktor-faktor yang memepengaruhi kekuatan beton adalah nilai factor air semen, derajat kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan kualitas agregat yang meliputi gradasi, teksture permukaan, bentuk, kekuatan, kekauan serta ukuran maksimum agregat.

Pengujian kuat lentur beton dilakukan, menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran tinggi 10 cm ,lebar 9 cm ,dan panjang 53.5 cm. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi : kondisi ujung benda uji, ukuran benda uji, rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat, rasio panjang terhadap diameter benda uji, kondisi kelembaban dan suhu

benda uji, arah pembebanan terhadap pengecoran, laju penambahan beban pada *compression testing machine* serta bentuk geometri benda uji.

C. Tinjauan Pustaka

1. Beton Berserat

Beton bertulang berserat (*fibre reinforced concrete*) didefinisikan sebagai bahan beton yang dibuat dari bahan campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan sejumlah serat (*fibre*) yang tersebar secara acak dalam matriks campuran beton segar (Hannant, 1978).

a. Jenis-Jenis Serat (ACI 544.1R-96) :

- 1) Serat-serat logam, seperti serat baja karbon atau serat baja tahan karat
- 2) Serat-serat sintetis (acrylic, aramid, nylon, polyester, polypropylene, carbon)
- 3) Serat-serat gelas (*glass fibre*)
- 4) Serat-serat alami (serat ijuk, bambu, rami, ampas kayu, jerami, sisal, sabut kelapa)

Dalam penelitian ini digunakan serat polypropylene karena mudah diperoleh, murah, awet dan tidak bersifat reaktif terhadap semen.

b. Perilaku Beton Berserat

Perilaku beton berserat ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain sifat fisik matrik dan serat dan perlekatan antara serat dan matriknya.

1) Sifat-sifat fisik serat dan matrix

Hannant menyatakan bahwa faktor utama yang menentukan kemampuan bahan serat adalah sifat fisik serat dan matrik seperti yang diberikan pada Tabel 11 dan 12 dan kekuatan lekatan diantara keduanya. Tampak dari kedua tabel tersebut bahwa tegangan rata-rata serat adalah dua sampai tiga kali lebih besar dari tegangan runtuh matrix, hal ini akan menyebabkan beton retak sebelum kuat tarik maksimum serat tercapai.

Tabel 11. Tipikal sifat-sifat berbagai macam serat (Hannant,1978)

Tipe Serat	Kuat Tarik (MPa)	Young modulus, MPa	Perpanjangan batas,%	Spesific Gravity
<i>Acrylic</i>	207-414	2.07	25-45	1.1
<i>Asbestos</i>	552-966	82.8-138	0.6	3.2
<i>Cotton</i>	414-690	4.83	3.10	1.5
<i>Glass</i>	1035-3795	69	1.5-3.5	2.5
<i>Nylon (Ht)*</i>	759-828	4.14	16-20	1.1
<i>Polyester (Ht)*</i>	724.5-862.5	8.28	11-13	1.4
<i>Polyethylene</i>	690	0.138-0.414	10	0.95
<i>Polypropylene</i>	552-759	3.45	25	0.90
<i>Rayon (Ht)*</i>	414-621	6.9	10-25	1.5
<i>ROCK wool</i>	483-759	69-117.3	0.6	2.7
<i>Steel</i>	276-2760	200.1	0.5-35	7.8

Ket (Ht)*: High tenacity

Tabel 12. Tipikal sifat-sifat berbagai matrik

Matrik	Kepadatan (kg/m³)	Young modulus (GPa)	Kuat Tarik (MPa)	Regangan Putus x 10⁻⁶
Semen PC Normal	2.000-3.000	10-25	3-6	100-500
Pasta semen alumina kadar tinggi	2.100-2.300	10-25	3-7	100-500
Mortar OPC	2.200-2.300	25-35	2-4	50-150
Beton OPC	2.200-2.450	30-40	1-4	50-150

2) Pengaruh Panjang dan Diameter Serat.

Serat panjang dan tipis dengan rasio $l/d > 100$ mempunyai lekatan dengan beton yang lebih besar dibandingkan dengan serat yang pendek dengan rasio $l/d < 50$. hal ini berdasarkan penelitian oleh Hannant D.J, sedangkan hasil percobaan untuk $l/d < 50$ menunjukkan hasil yang mudah untuk dicabut dari beton.

Pengaruh perbandingan panjang dan diameter serat (aspek ratio) akan mempengaruhi lekatan antara serat dengan matrik. Pengaruh panjang dan diameter serat akan lebih dominan terhadap lentur bila dibandingkan dengan volume serat.

3) Ukuran maksimum matrik

Ukuran maksimum matrik akan mempengaruhi distribusi dan kuantitas serat yang dapat masuk ke dalam komposit. Hannant D.J memberikan rata-rata ukuran agregat partikel ± 10 -

30 mikron, sedangkan ukuran agregat maksimum agregat untuk adukan 5 mm. Agregat dalam komposit tidak boleh lebih besar dari 20 mm dan disarankan lebih kecil dari 10 mm, yang bertujuan agar serat dapat tersebar dengan merata. Untuk menghindarkan terjadinya rongga, pada benda uji disarankan untuk memakai bahan pengisi (agregat campuran) paling sedikit 50 % dari volume beton.

4) Perilaku sifat mekanik beton berserat

Parameter yang diperoleh dari pengujian kuat lentur terhadap beton berserat antara lain : modulus elastisitas, kuat lentur beban hancur maksimum. Dari hasil pencatatan defleksi diperoleh nilai regangan yang terjadi pada saat beban maksimum dan perilaku kurva beban (P) dengan defleksi (δ) atau perilaku kurva tegangan-regangan. Perubahan modulus elastisitas akibat penambahan serat sangat kecil. Penambahan serat pada beton normal dapat meningkatkan tegangan pada beban puncak. Beton berserat menyerap energi yang lebih besar daripada beton normal sebelum hancur (*failure*). Peningkatan terhadap daktilitas dengan penambahan serat pada beton normal tergantung pada beberapa faktor seperti : geometri serat, volume fraksi serat dan komposisi bahan penyusun matrik sendiri. Peningkatan volume serat dapat meningkatkan kapasitas peningkatan energi. Peningkatan penyerapan energi ini terjadi

hanya pada batasan 0 – 0,7 % volume fraksi, apabila kandungan serat dinaikkan lagi sehingga fraksinya menjadi lebih besar dari 0,7 %, maka kenaikan energi yang terjadi tidak terlalu besar. Beton bermutu tinggi lebih getas (*brittle*) dibandingkan dengan beton normal, dan dengan penambahan serat dihasilkan beton yang lebih daktail.

Hannant (1978:6) memberikan persamaan hubungan antara volume fraksi dengan perbandingan serat dalam matriks sebagai berikut:

$$W'f = \frac{\text{Weight of fibre}}{\text{Wight of matrix}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$W'f = \frac{V_f D_f}{V_m D_m} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$W'f$ = presentase berat serat terhadap matrik beton, %

V_f = presentase volume fraksi serat terhadap matrik beton, %

V_m = presentase matriks beton, %

D_f = density dari serat, kg/m³

D_m = density dari matrik beton, kg/m³

5) Mekanisme kontribusi serat terhadap beban lentur

Dalam aplikasinya, beton berserat lebih banyak digunakan sebagai elemen penahan beban lentur optimum dibandingkan penahan akibat beban lainnya. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan kuat lentur optimum lebih tinggi dari pada kuat

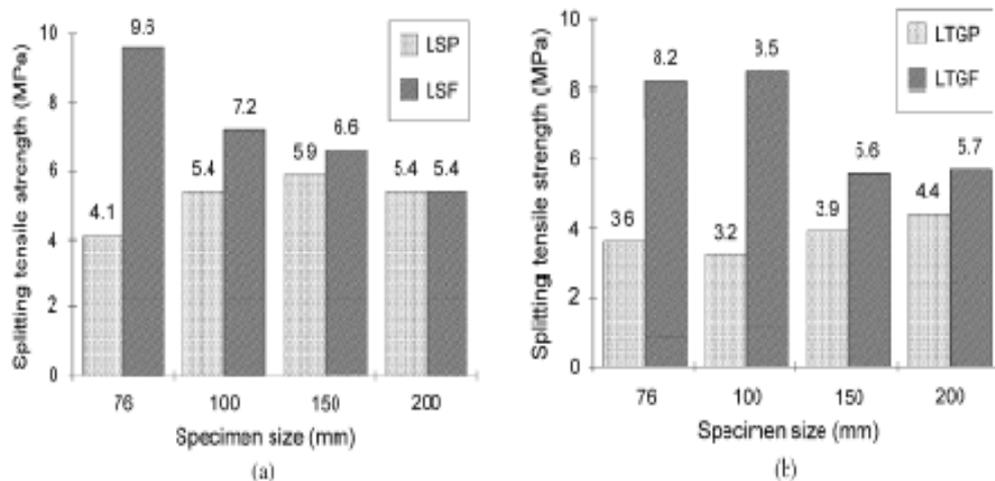
tekan atau kuat tarik belah. Peningkatan kuat lentur sangat dipengaruhi oleh faktor volume fraksi dan aspek rasio serat. Dengan terjadinya peningkatan nilai volume fraksi maka kuat lentur akan meningkat, demikian pula dengan aspek rasio yang tinggi juga meningkatkan kuat lentur optimum.

6) Daktilitas (*flexural toughness*)

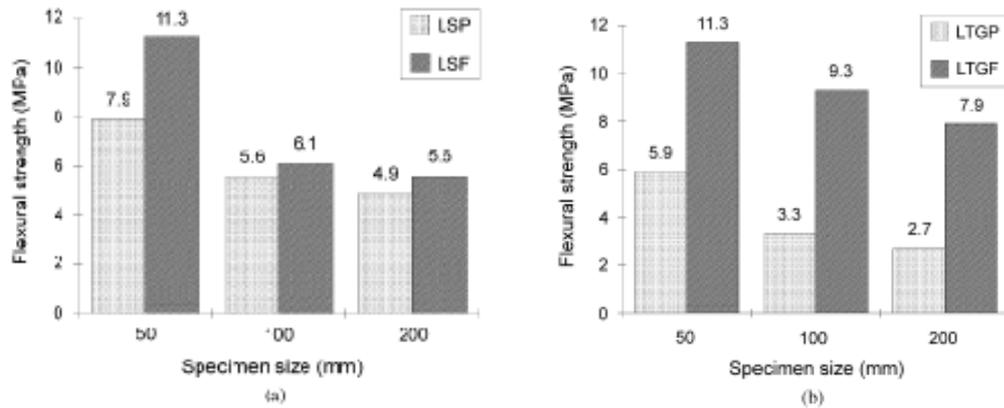
Salah satu alasan penambahan serat pada beton adalah untuk menaikkan kapasitas penyerapan energi dari matrik campuran, yang berarti meningkatkan daktilitas beton. Penambahan daktilitas juga berarti penambahan perilaku beton terhadap lelah (*fatigue*) dan kejutan (*impact*).

Menurut Balendran dan kawan-kawan (2002), penambahan serat baja jenis *shortcut* mampu meningkatkan kuat tarik belah beton ringan sampai 165% bahkan dapat melampaui kuat tarik belah beton normal dengan bahan tambah serat baja yang sama. Penambahan serat baja tersebut juga dapat meningkatkan kuat tarik lentur beton ringan sampai dengan 91%. Peningkatan ini juga mampu melampaui peningkatan kuat tarik lentur akibat penambahan serat baja ke dalam beton normal. *Toughness index* lentur beton ringan berserat baja juga mampu melampaui *toughness index* beton normal dengan serat baja.

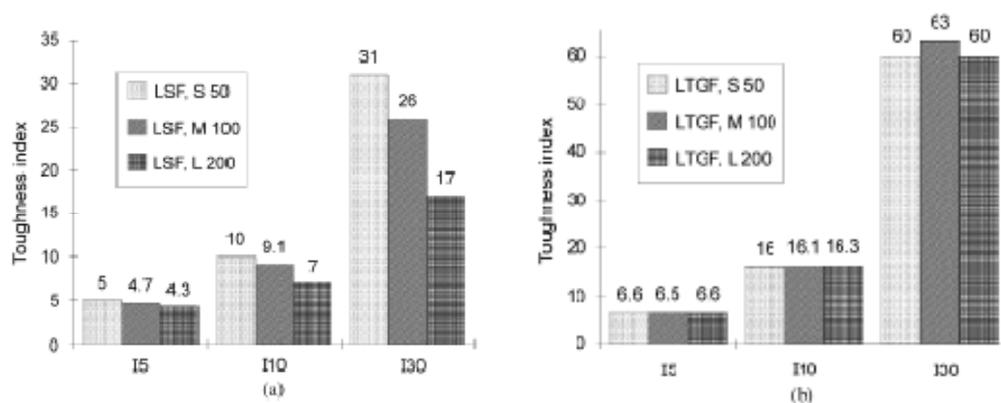
Keuntungan lain yang diperoleh adalah besarnya dimensi benda uji pada beton ringan tidak memberikan pengaruh terlalu besar terhadap hasil pengujian *toughness index*. Hal ini berbeda dengan hasil pengujian pada beton normal, yang menunjukkan perbedaan indeks yang signifikan dengan ukuran benda uji yang lebih besar. Hasil ini mengindikasikan bahwa untuk kasus beton normal, efektifitas penggunaan serat akan berkurang seiring dengan bertambahnya dimensi balok yang digunakan. Sedangkan untuk beton ringan, efektifitas penambahan serat tidak terlalu sensitif terhadap ukuran balok yang digunakan.



Gambar 1. Pengaruh Penambahan Serat dan Ukuran Benda Uji Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal (a) dan Beton Ringan (b); (Balendran dkk, 2002)



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Serat dan Ukuran Benda Uji Terhadap Kuat Tarik Lentur Beton Normal (a) dan Beton Ringan (b); (Balendran dkk, 2002)



Gambar 3. Toughness Index Beton Normal Berserat (a) dan Beton Ringan Berserat (b); (Balendran dkk, 2002)

2. *Self-Compacting Concrete*

Self-Compacting Concrete (SCC) didefinisikan sebagai suatu jenis beton yang dapat mengalir dan mengkonsolidasikan bawah beratnya sendiri. Sepenuhnya mengisi bekisting bahkan di hadapan penguatan padat, mempertahankan homogenitas dan tanpa perlu untuk pemadatan tambahan. Serupa dengan bahan dasar semen jenis lain, SCC juga memiliki karakteristik yang rapuh. Mirip dengan jenis bahan semen, CSC

juga memiliki karakteristik yang lemah. Masalah ini dapat ditemukan dengan menambahkan serat pada campuran beton.

Tidak seperti dampaknya pada beton bertulang, kehadiran serat dalam campuran beton dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan dalam kelangsungan hidup beton. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh penambahan serat polypropylene pada empat karakteristik kunci dari SCC segar, mengevaluasi dampak dari serat polypropylene pada kuat tekan, pemisahan dan mempengaruhi stabilitas SCC mengeras. Dalam penelitian ini, telah disusun campuran beton yang mengandung 0, 0,05, 0,10 dan fraksi volume 0,15% dari serat polypropylene.

Sifat-sifat segar dievaluasi berdasarkan kemampuan mereka melewati:

- a. Fluiditas.
- b. Viskositas.
- c. Resistensi segregasi menggunakan J-cincin.
- d. Uji aliran slump saringan resistensi segregasi.

Setelah pemeraman 28 hari, pengujian kuat tekan, tarik Divisi Brasil dan dampak kekuatan drop-berat dibuat menurut ASTM C-39. ASTM C-496 dan rekomendasi dari Komite ACI 544.

Serat polypropylene dapat mengurangi kemampuan untuk *flowability* dan *passing ability* tapi rasio viskositas meningkat dan ketahanan segregasi SCC. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa serat polypropylene

deformabilitas SCC mengurangi segar (Selamet widodo, 2010, *Media tehnik sipi* , diterima dalam proses penerbitan), Setelah 28 hari dari penyembuhan, bukti juga menunjukkan sampel yang spesifik serat polypropylene untuk meningkatkan kekuatan tekan, kuat lentur dan ketahanan dampak SCC mengeras. Berdasarkan hasil evaluasi di SCC, segar dan keras itu dapat disimpulkan bahwa serat polypropylene ditambahkan dalam SCC diizinkan untuk diaduk hingga 0,10% dengan volume beton (Selamet widodo, 2010, *Media tehnik sipi* , diterima dalam proses penerbitan).

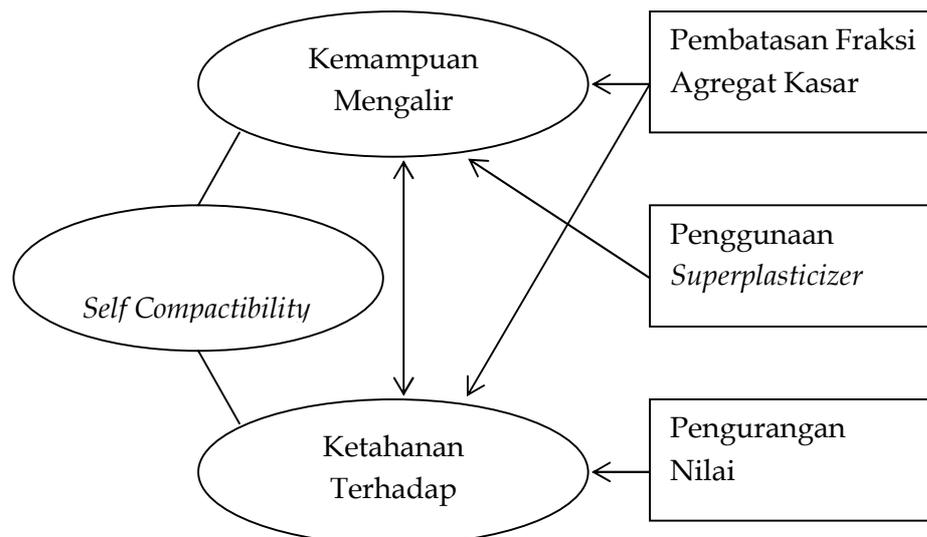
Prototype dari *self compacting concrete* mulai dikembangkan di Jepang pada akhir dekade 1980-an dengan tujuan mendapatkan struktur beton yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi untuk daerah rawan gempa. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan hasil yang memuaskan, sehingga saat ini *self compacting concrete* telah digunakan secara luas di berbagai negara dengan aplikasi yang disesuaikan dengan kondisi serta konfigurasi struktur beton yang dibutuhkan.

Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *self compacting concrete* antara lain :

- a. Mengurangi lamanya konstruksi dan besarnya upah pekerja.
- b. Pemasakan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kepadatan optimum dapat dieliminir.
- c. Mengurangi kebisingan yang dapat mengganggu lingkungan sekitarnya.

- d. Meningkatkan kepadatan elemen struktur beton pada bagian yang sulit dijangkau dengan alat pemadat, seperti vibrator.
- e. Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan.

High range water reducer diperlukan untuk menghasilkan *self compacting concrete* dengan *workability* dan *flowability* yang tinggi. Untuk meningkatkan homogenitas dan viskositas beton segar yang dibutuhkan dalam pelaksanaan *underwater concreting*, perlu ditambahkan *filler* yang berupa *fly ash*, *silica fume* ataupun *limestone* (Persson, 2000). *Self Compacting Concrete* mensyaratkan kemampuan mengalir yang cukup baik pada beton segar tanpa terjadi segregasi, sehingga viskositas beton juga harus diperhatikan untuk mencegah terjadinya segregasi (Okamura dan Ozawa, 1994). Hubungan antara penggunaan *superplasticizer* dan sifat beton segar pada proses produksi *self-compacting concrete* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip Dasar Proses Produksi *Self-Compacting Concrete*

(Dehn dkk, 2000)

D. Kerangka Pikir

Sifat yang cukup penting menentukan pada karakteristik lentur beton adalah kuat tarik lentur beton. Salah satu usaha pengembangannya ialah dengan cara memperbaiki sifat dari kelemahan beton. Untuk mengatasi masalah tersebut Self-Compacting Concrete (SCC) dengan campuran serat kawat galvanized dan serat polypropylene dipilih agar diperoleh beton yang dapat mengalir dengan berat sendiri, dan mampu memberikan kuat lentur yang lebih tinggi. hal ini diharapkan dapat di capai karena polypropylene menghambat microcrecks dan serat baja (SF) menghambat microcrecks sehingga kekuatan lentur beton meningkat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta Sesuai dengan tujuan, maka penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Dalam pengujian bahan, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, serta pengujian terhadap benda uji yang meliputi pengujian kuat lentur.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi, yang menjadi sebab perubahan timbulnya varian terikat. Variabel bebas dalam hal ini adalah variasi serat kawat galvanis dan serat polypropylene.

Variabel penelitian ini adalah menggunakan serat kawat galvanis dengan serat polypropylene. Dengan jumlah perbandingan sebagai berikut :

- a. 1 kg/m³ serat polypropylene : 0 kg/m³ serat kawat
- b. 1 kg/m³ serat polypropylene : 15 kg/m³ serat kawat
- c. 1 kg/m³ serat polypropylene : 20 kg/m³ serat kawat
- d. 1 kg/m³ serat polypropylene : 25 kg/m³ serat kawat
- e. 1 kg/m³ serat polypropylene : 30 kg/m³ serat kawat

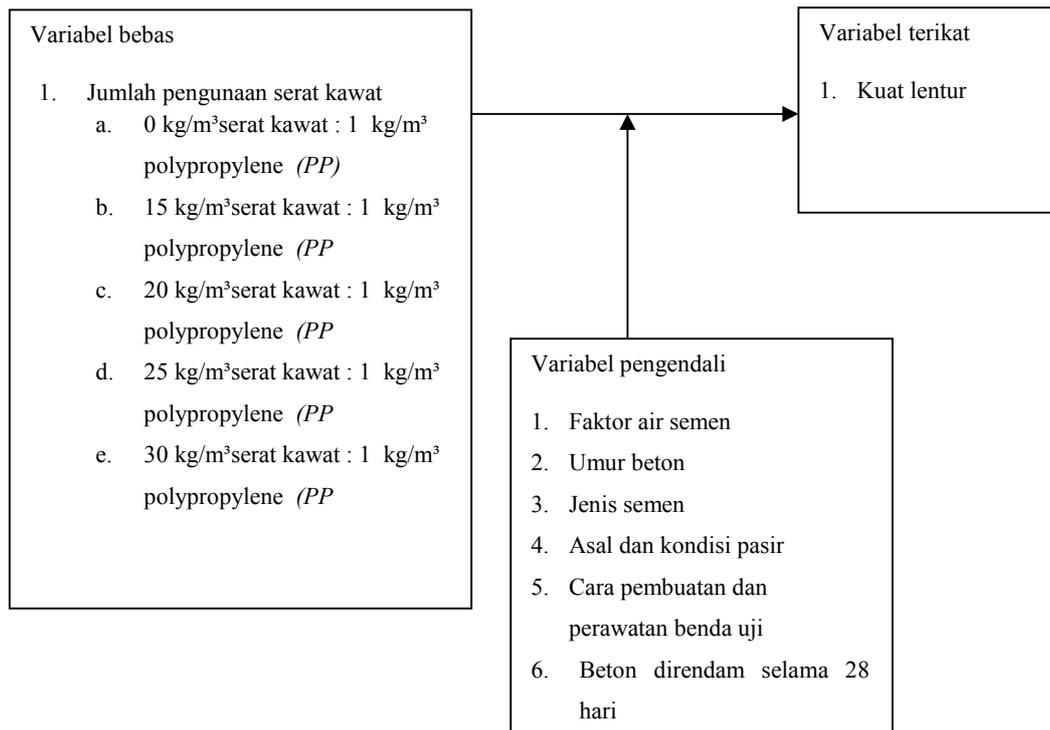
2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi, yang menjadi akibat

karena adanya variable bebas. Variabel terikat dalam hal ini adalah nilai flow dan kuat lentur beton optimum.

3. Variabel pengendali

Variabel pengendali adalah variabel yang dikendalikan/dibuat konstan. Beberapa kemungkinan yang dapat mempengaruhi kuat lentur beton dalam penelitian ini akan dikendalikan dengan berbagai perlakuan. Faktor-faktor tersebut adalah Faktor air semen, umur beton, jenis semen, asal dan kondisi agregat dimensi, serat kawat galvanis, dimensi serat polypropylene, cara pembuatan benda uji dan perawatannya.



Gambar 5. Hubungan Variabel

C. Material

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam eksperimen ini terdiri dari sebagai berikut :

1. Semen Portland cement (PPC) dengan merk Gresik 40 kg.butiran halus dan tidak terdapat penggumpalan.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang diambil dari Sungai Krasak Yogyakarta. Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos saringan 4,75 mm.
3. Agregat kasar yang digunakan untuk membuat *Self compacting concrete (SCC)* dengan ukuran 5 mm-10 mm yang berasal dari sungai Krasak.
4. Air diperoleh dari Laboratorium Bahan Bangunan FT UNY
5. Serat polypropylene monofilament dengan diameter 18 μ m dan panjang 12 mm.
6. Serat kawat galvanis dengan diameter 0,7 mm dan panjangnya 25 mm.
7. Pozolan jenis Silica Fume dengan merk *Sika Fume*
Sika Fume sifatnya higroskopis,apabila kelebihan air akan diserap oleh *sika fume*.
8. *Superplasticizer* jenis *polycarboxylate* dengan merk *Sika Viscocrete*.
Sika Viscocrete berfungsi untuk membuat beton lebih encer tanpa menambah factor air semen.
9. Retarder
Plastimen dan Viscocrete berfungsi untuk meningkatkan kekuatan beton.
10. *Air Entraining Agent*

Air Entraining Agent merk sika Acr berfungsi membuat beton *Self compacting concrete (SCC)* lebih viscous dan homogen.

D. Peralatan

Peralatan penelitian yang di perlukan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Ayakan pasir dengan ukuran lubang 1,2 mm

Ayakan pasir digunakan untuk mengayak pasir yang akan digunakan untuk membuat beton.

2. Ayakan kerikil dengan ukuran lubang 10 mm

Ayakan kerikil digunakan untuk mengayak kerikil yang akan digunakan untuk membuat beton.

3. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.

4. Gelas ukur dan piknometer

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air dan *admixture* yang digunakan dalam pengadukan beton.

5. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air dan berat jenis.

6. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji.

7. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai slump.

8. Mesin aduk beton

Mesin aduk beton digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton.

9. Kerucut Abrams

Kerucut abrams digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton dan tinggi slump.

10. Slump Flow Test

Slump-flow test dapat dipakai untuk menentukan “*filling ability*” baik di laboratorium maupun di lapangan dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi workabilitas beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan rata-rata dua diameter yaitu utama. Nilai slump flow ideal berkisar antara 50 cm – 70 cm.

11. Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah bentuk balok dengan ukuran tinggi 10 cm, lebar , 9 cm, dan panjang 53.5 cm

12. Mesin Uji Lentur

Mesin uji lentur digunakan untuk menguji kuat lentur optimum terhadap benda uji beton.

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini yaitu menggunakan balok untuk uji kuat lentur optimum dengan cetakan balok dengan ukuran tinggi 10 cm ,lebar 9 cm ,dan panjang 53.5 cm masing masing untuk setiap perlakuan perawatan berjumlah 3 buah jadi jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 15 benda uji yang akan diambil

data nilai kuat lentur optimum dengan Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah optimum dalam penambahan serat mikro polypropylene dan serat makro baja atau galvanis terhadap kuat lentur optimum beton balok.

Pada penambahan serat mikro polypropylene akan dilakukan dengan volume sebesar 1 kg/m^3 . dan volume serat makro baja galvanis sebesar 0kg/m^3 , 15kg/m^3 , 20kg/m^3 , 25kg/m^3 , 30kg/m^3 yang telah ditentukan terlebih dahulu.. Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengujian *slump-flow test*, kuat lentur optimum balok pada umur 28 hari. Setiap varian terdiri dari 3 benda uji beton untuk 1 data pengujian.

Penelitian ini dilakukan dalam 4 (empat) tahapan yaitu :

Tahap I : Pemeriksaan sifat bahan agregat kasar dan agregat halus.

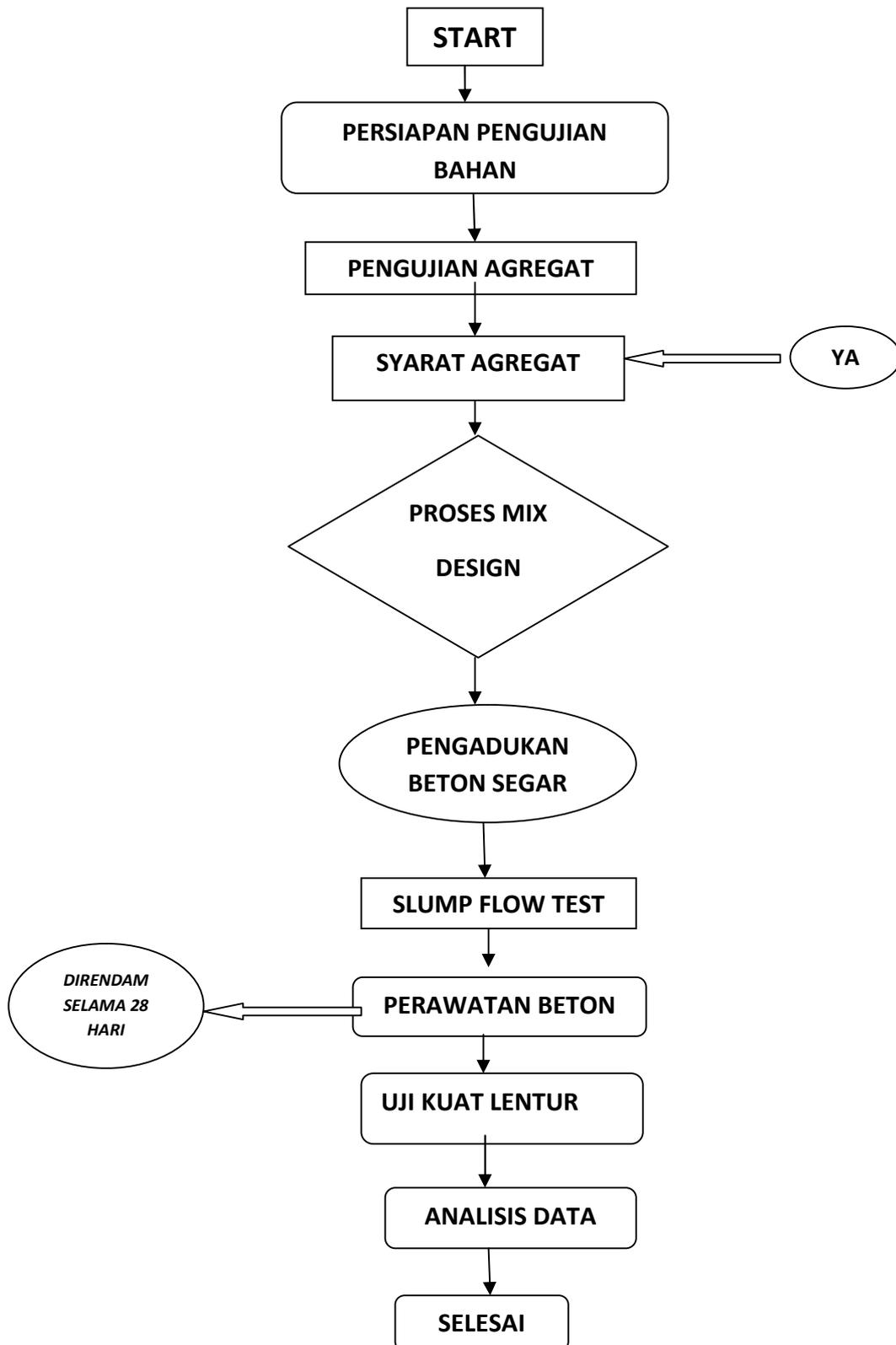
Tahap II : Perhitungan rencana campuran (*mix design*).

Tahap III : Pembuatan benda uji (*slump-flow test*).

Tahap IV : kuat lentur optimum beton pada umur 28 hari.

Tahap VI : Analisis dan interpretasi data hasil penelitian dengan metode deskriptif kuantitatif.

Diagram Alur Penelitian :

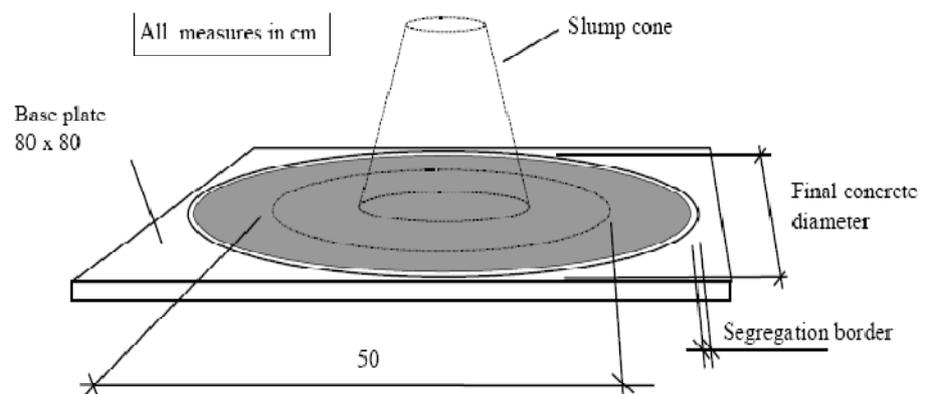


Gambar 6. Diagram alur penelitian

Langkah-langkah eksperimen untuk mendapatkan data uji dapat dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Pengujian Sifat Beton Segar

Pengujian Sifat Beton Segar sebagai *Flowability* dengan cara pengujian *slump-flow Test* Pengujian ini digunakan untuk menilai aliran bebas arah horizontal tanpa adanya penghalang. Pertama kali pengujian ini dikembangkan di Jepang untuk menilai beton di bawah air. Metode yang digunakan berdasarkan pada metode test untuk menentukan nilai slump. Diameter lingkaran adukan beton menunjukkan nilai *filling ability*. Prosedur test ini sederhana tetapi cepat, dan memerlukan dua orang untuk mengukur waktu T500. Untuk mendapatkan nilai yang baik dari diperlukan alas yang cukup luas dan datar. Dalam pengujian ini perlu diperhatikan homogenitas dari beton tersebut yang dapat dilihat dengan kondisi beton yang tidak terjadi segregasi, *bleeding*, dan agregat tersebar secara merata.



Gambar 7. *Slump flow test*

a. Persiapan Pengujian

Persiapan Pengujian Pada tahap ini, dilakukan persiapan instrumen dan alat penelitian yang berupa :

- 1) Kerucut Abrams (Abrams' *cone*) atau *Slump cone*
- 2) Alas yang kedap, berukuran 800x800 mm, yang telah ditandai di tengah-tengah dan berupa lingkaran berdiameter 500 mm.
- 3) Penggaris/meteran
- 4) Stopwatch
- 5) Sekop/cetok

b. Pelaksanaan Pengujian

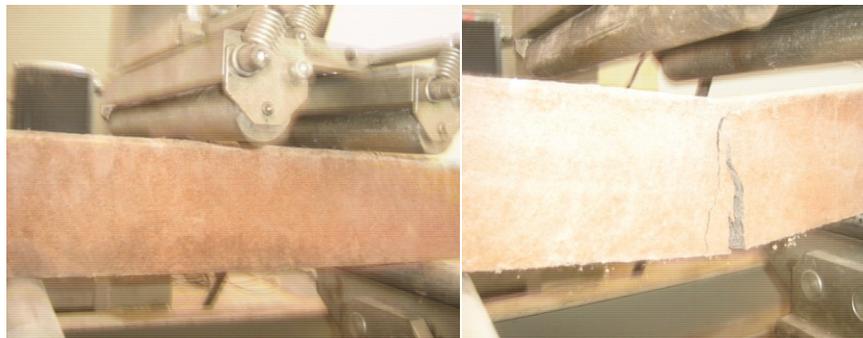
- 1) Pelaksanaan pengujian menyiapkan kira-kira 3 adukan balok beton untuk melakukan pengujian ini.
- 2) Membasahi alas dan bagian dalam slump cone.
- 3) Meletakkan alas di tempat yang stabil dan letakkan slump cone di tengah-tengah alas kemudian tekan dengan kuat.
- 4) Mengisi cone dengan adukan beton, tanpa pemadatan hingga penuh.
- 5) Membuang kelebihan yang ada di luar alas cone.
- 6) Mengangkat secara vertikal dan biarkan beton mengalirbebas, kemudian secara bersamaan, stopwatch dimulai dan catat saat adukan beton mencapai diameter 500 mm sebagai waktu T_{500} (sec)

- 7) Mengukur diameter akhir dari beton yang tersebar dalam duaarah yang saling tegak lurus kemudian dirata-rata sebagai nilai *slumpflow* (mm)
- c. Interpretasi Hasil

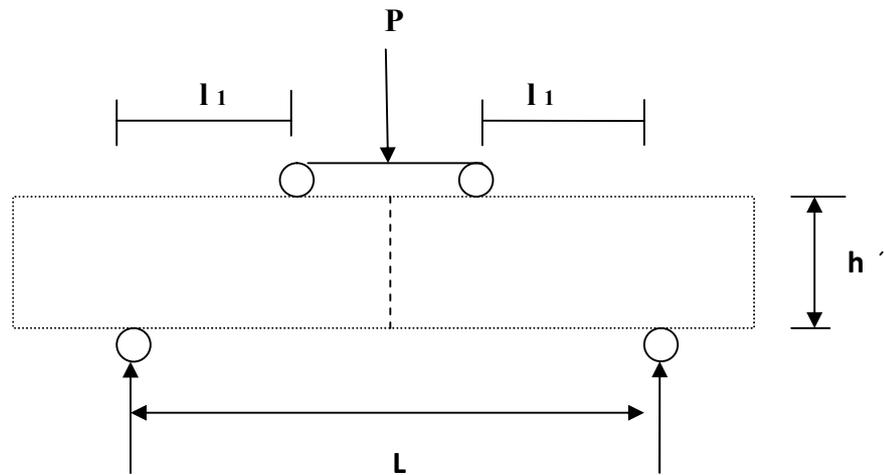
Nilai slump yang tinggi, semakin besar kemampuan untuk mengisi begesting akibat berat sendiri. Untuk SCC diperlukan nilai minimal 650 ± 50 mm.

2. Pengujian Kuat lentur

Cara pengujian yang digunakan adalah metode empat titik pembebanan yang mengacu pada standar SNI 03-4431-1997, besaran tegangan tarik (*modulus of rupture*) yang terjadi pada benda uji dihitung dengan persamaan 4



Gambar 8. Pengujian kuat lentur



Gambar 9. Metode pengujian kuat lentur

Metode pengujian kuat lentur metode four points loading

$$\sigma = \frac{M \cdot Y}{I}$$

Dimana; σ = Tegangan rata-rata

P = Beban Maksimum (KN)

L = Panjang Benda Uji

b = Lebar Penampang Benda Uji (mm)

h = Tinggi Penampang Benda Uji (mm)

Benda uji yang digunakan berupa balok dengan ukuran tinggi 10 cm, lebar , 9 cm, dan panjang 53.5 cm .

3. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi :

- a. Sifat beton segar (*slump-flow Test*)
- b. Kuat lentur beton

Kemudian data tersebut dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik dan tabel untuk mengetahui kuat lentur rata-rata beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)*

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta menghasilkan data-data yang tersusun mulai dari pengujian bahan hingga pengujian akhir. Selanjutnya data-data hasil pengujian tersebut akan ditindak lanjuti dengan analisis (matematis).

Adapun hasil pengujian experimental terhadap sifat mekanik beton yang meliputi pengujian bahan dan pengujian beton segar , seperti yang disajikan dibawah ini :

1. Pengujian Bahan

a. Semen

Semen yang digunakan pada pengujian kali ini yaitu menggunakan semen portland merk gresik kemasan 40kg, pengujian yang dilakukan terhadap semen dengan cara visual dengan pengamatan secara langsung terhadap kantong semen. Dari pengujian secara visual tersebut menghasilkan bahwa semen layak untuk dipergunakan dengan acuan kantong semen masih dalam keadaan baik atau tidak bocor dan tidak terjadi pengerasan didalam kantong semen tersebut.

b. Agregat Halus

Pengujian agregat halus pada penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, kadar zat organik, kadar air alami, kadar air SSD, analisa ayak, berat jenis SSD, bobot isi Hasil pengujian agregat halus tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini .

Tabel 12. Hasil Pengujian Pasir

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar air pasir alami	4,04%
2	Kadar air pasir SSD	2,40%
3	Berat jenis pasir SSD	2,778 gr/ml
4	Bobot isi pasir	1,494 Kg/lt
5	Kadar lumpur *)	2,27%

*) Sebelum dilakukan pencucian

c. Agregat kasar

Pengujian agregat kasar pada penelitian ini meliputi pengujian berat jenis SSD, berat jenis alami, kadar air alami, kadar air SSD, analisa ayak . Hasil pengujian agregat kasar tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 13. Hasil Pengujian Kerikil

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar air kerikil alami	3,56%
2	Kadar air kerikil SSD	1,66%
3	Berat jenis kerikil	2,572
4	Kadar lumpur	2,27%

d. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bersih yang diperoleh dari Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Secara fisik warnanya bening dan bersih tampak tidak menunjukkan adanya kandungan lumpur atau kotoran, sehingga dapat langsung digunakan untuk bahan penyusun beton. Secara fisik air tersebut juga telah memenuhi persyaratan karena telah digunakan sehari-hari untuk kepentingan laboratorium.

e. Serat kawat

Penelitian terhadap serat kawat (*Steel Fiber/SF*) tidak di ujikan secara kimiawi maupun fisik. Serat kawat (*Steel Fiber/SF*) yang dipergunakan memiliki diameter 0,7 mm, panjang 2,5 cm. Dalam penelitian ini serat kawat (*Steel Fiber/SF*) terhadap berfungsi sebagai peningkatan ketahanan terhadap inisiasi *macrocracks* dan meningkatkan kuat tarik beton. Pemakaian serat kawat dalam pengujian ini dipakai lima variasi yaitu 0 kg/m³, 15 kg/m³, 20 kg/m³, 25 kg/m³, 30 kg/m³.

f. Serat *polypropylene*

Pada pengujian terhadap serat *polypropylene* (*PP*) tidak di ujikan secara kimiawi maupun fisik. Serat *polypropylene* (*PP*) yang dipergunakan memiliki diameter 8 µm, panjang 12 mm. Dalam pengujian ini serat *polypropylene* (*PP*) diharapkan berfungsi untuk meningkatkan ketahanan

terhadap inisiasi *microcracks* dan meningkatkan kuat tarik beton. Pemakaian serat serat *polypropylene* (PP) dalam pengujian ini dipakai satu variasi yaitu 1 kg/m³.

2. Hasil Rancangan Beton

Pada beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)* direncanakan mempunyai kekuatan 35 MPa. Bahan penyusun beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)* terdiri dari semen, pasir, kerikil, air, *silica fume*, *superplasticizer*, *retarder*, *sika AER*, serat *polypropylene*, dan serat kawat (*steel fiber*). Rancangan *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)* selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran sedangkan kebutuhan bahan setiap 1 m³nya seperti terlihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 14. Jumlah kebutuhan bahan HyFRSCC setiap 1 m³

No	Jenis Bahan	Volume
1	Semen	490,114 kg
2	Pasir	950 kg
3	Kerikil	575 kg
4	Air	227 kg
5	Silica fume	25,795 kg
6	Superplasticizer	131 ml
7	Sika AER	307 ml
8	Retarder	1455 ml
9	Serat kawat	30 kg
10	Serat polypropylene	1 kg

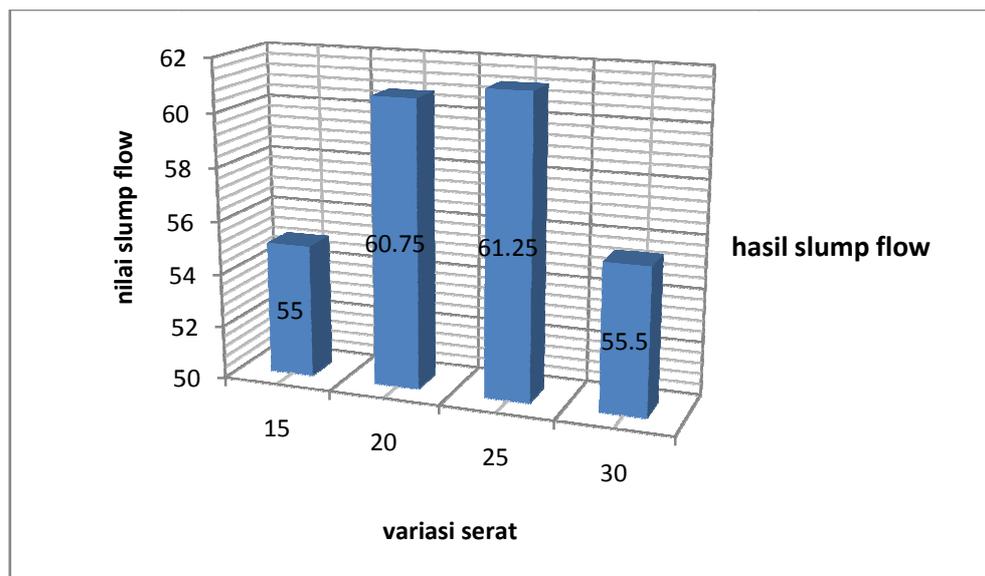
3. Hasil Pengujian Workability Dan Kuat Lentur Beton

1. Workability (*keleccakan adukan*)

Hasil pengujian slump flow masing-masing benda uji dapat dilihat seperti pada tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 15. Hasil Pengujian Slump flow

No	Variasi serat	Nilai flow
1	15 kg	55
2	20 kg	60.75
3	25 kg	61.25
4	30 kg	55.5



Gambar 10. Hasil grafik pengujian slump flow



Gambar 11. Hasil pengujian slump flow

Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin banyak jumlah serat kawat (*steel fiber*) yang dicampurkan dalam adukan beton, maka nilai *workability* akan semakin menurun. Dalam pengadukan beton *HyFRSCC* ini ditambahkan admixture *superplasticizer* jenis *polycarboxylate* dengan merk *viscocrete*, maka nilai slump dan tingkat keenceran beton *HyFRSCC* berbeda-beda dan pencampuran serat kawat (*steel fiber*) seakan-akan tidak mempengaruhi nilai *workability* semua variasi masih dalam batas slump flow yang dipersyaratkan sehingga masih tergolong *Self-Compacting Concrete*

4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Berikut ini hasil pengujian kuat lentur beton dengan berbagai macam komposisi HyFRSCC, hasil pengujian beban maksimum selengkapnya dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 16. Tabel kuat lentur beton HyFRSCC dengan campuran 0 kg/m³ serat kawat

No	slump	Barat benda uji(kg)	B (mm)	H (mm)	L (mm)	Y (mm)	P (KN)	M (KN)	Tegangan (Mpa)
1	-	11.890	90	100	535	117.5	12.27	720862	4.80575
2	-	11.145	90	110	535	117.5	8.00	470000	2.589532
3	-	11.845	90	105	535	117.5	8.11	476462	3.881104
Tegangan rata- rata									3.425462

Tabel 7. Tabel kuat lentur beton HyFRSCC dengan campuran 15 kg/m³ serat kawat

No	slump	Barat benda uji(kg)	B (mm)	H (mm)	L (mm)	Y (mm)	P (KN)	M (KN)	Tegangan (Mpa)
1	59	11.765	90	105	535	117.5	10.36	608650	3.680423
2	59	11.025	90	10	535	117.5	9.25	543437.5	3.622917
3	59	11.295	90	105	535	117.5	10.66	626275	3.786999
Tegangan rata- rata									3.69678

Tabel 18. Tabel kuat lentur beton HyFRSCC dengan campuran 20 kg/m³ serat kawat

No	slump	Barat benda uji(kg)	B (mm)	H (mm)	L (mm)	Y (mm)	P (KN)	M (KN)	Tegangan (Mpa)
1	60,75	11.765	90	101	535	117.5	12.24	733200	4.791687
2	60,75	11.025	90	10	535	117.5	10.23	601012.5	3.270816
3	60,75	11.295	90	105	535	117.5	10.76	632150	3.896388
Tegangan rata- rata									3.986297

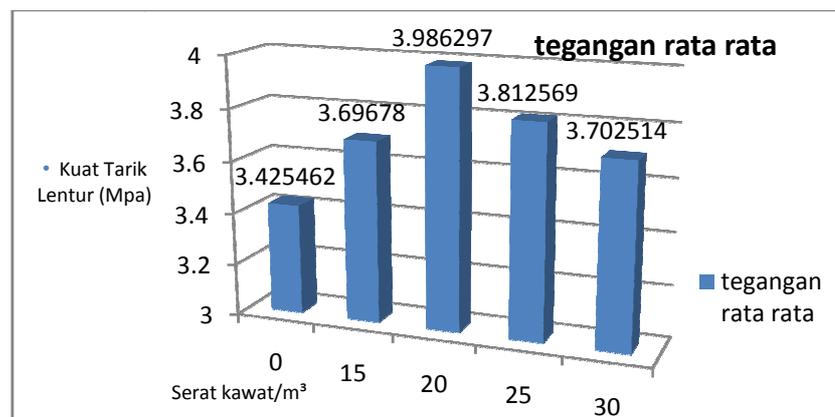
Tabel 19. Tabel kuat lentur beton HyFRSCC dengan campuran 25 kg/m³ serat kawat

No	slump	Barat benda uji(kg)	B (mm)	H (mm)	L (mm)	Y (mm)	P (KN)	M (KN)	Tegangan (Mpa)
1	61,25	11.290	90	101	535	117.5	11.67	685612.5	4.480688
2	61,25	11.985	100	10	535	117.5	10.49	616287.5	3.353946
3	61,25	11.150	90	105	535	117.5	9.95	584562.5	3.603073
Tegangan rata-rata									3.812560

Tabel 20. Tabel kuat lentur beton HyFRSCC dengan campuran 30 kg/m³ serat kawat

No	slump	Barat benda uji(kg)	B (mm)	H (mm)	L (mm)	Y (mm)	P (KN)	M (KN)	Tegangan (Mpa)
1	55,5	11.265	90	110	535	117.5	11.97	70337.5	3.874587
2	55,5	11.190	90	105	535	117.5	8.91	523462.5	3.165306
3	55,5	11.620	90	105	535	117.5	11.45	672687.5	3.067649
Tegangan rata-rata									3.702514

Analisis kuat lentur beton dilakukan dengan penggambaran grafik hubungan antara kuat lentur dengan proporsi campuran serat.



Gambar 12. Nilai grafik hubungan kuat lentur dengan proporsi serat kawat/m³

5. Kuat Lentur

Pada pengujian kuat lentur beton dilaksanakan setelah beton mencapai umur 28 hari, Sesuai dengan ketentuan SNI : 03-1974-1990, Hasil pengujian kuat lentur beton dari berbagai variasi campuran tersebut bervariasi pula nilai kuat bebannya (P). Dari hasil pengujian kuat lentur dengan menggunakan mesin Controls yang dilakukan di laboratorium bahan Universitas Gajah Mada dihasilkan nilai rata-rata tertinggi beton HyFRSCC dengan campuran 20 kg/m³ serat kawat dari pengujian tersebut adalah 3.986297 Mpa . Dari hasil eksperimen pencampuran beton HyFRSCC dengan campuran 20 kg/m serat kawat sangat efisien dikarenakan serat pada campuran beton sangat berpengaruh dengan kekuatan lentur tersebut.



Gambar 13. Pengerjaan pengujian dan hasil pengujian kuat lentur

B. Pembahasan

Berdasarkan data di atas dapat di lihat bahwa beton HyFRSCC memiliki kuat lentur yang lebih besar dari pada kuat lentur balok pada umumnya, beton HyFRSCC dapat menghambat laju retak yang di akibatkan oleh beban kerja. Pada campuran beton HyFRSCC dengan campuran 20

kg/m³ serat kawat menghasilkan kuat lentur maksimum tertinggi di bandingkan kuat lentur maksimum rata-rata campuran beton HyFRSCC 15 kg/m³, 25 kg/m³, 30 kg/m³. Beton yang di hasilkan pada pengujian beton dengan campuran 20 kg/m³ memiliki nilai tertinggi tegangan rata-rata sebesar 3.986297 Mpa..

Beton HyFRSCC ini juga memperkuat asumsi analisis bahwa *Hybrid Fiber Reinforced* dapat meningkatkan ketahanan beton dalam menahan gaya tarik akibat kuat lentur beton dan diharapkan beban maksimum yang dapat ditanggung oleh balok beton HyFRSCC akan meningkat

Dalam pencampuran serat *polypropylene* pada campuran beton yang berfungsi untuk menahan microcracks pada beton. Microcracks merupakan retak-retak berukuran sangat kecil yang pasti akan berbentuk dalam proses pengeringan beton yang dalam penelitian dapat diatasi dengan serat mikro yang dalam penelitian ini dapat digunakan serat *polypropylene*.

Serat kawat (*steel fiber*) merupakan salah satu jenis macro-fiber yang diharapkan dapat menghambat laju retak ketika beban kerja mulai di tanggung oleh elemen struktur, dengan campuran serat kawat keberadaan steel fiber akan memberikan kontribusi dalam meningkatkan kuat lentur beton secara maksimum. Dalam kondisi ini diharapkan serat dapat memberikan bridging effect yang mampu menahan gaya tarik. Hal ini dapat dilihat pada specimen pengujian yang tidak terbelah, terputus pasca pengujian seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 14. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton HyFRSCC

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Besarnya uji kuat lentur beton rata-rata HyFRSCC dengan campuran 0 kg/m³ serat kawat : 3,425462 MPa, campuran 15 kg/m³ serat kawat : 3,786999 MPa, campuran 20 kg/m³ serat kawat : 3,986297 MPa, campuran 25 kg/m³ serat kawat : 3,812560 MPa, campuran 30 kg/m³ serat kawat : 3,702514 MPa.
2. Pengaruh penggunaan serat kawat (*steel fiber*) pada beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)* dengan serat campuran dapat meningkatkan beban maksimum . Kuat lentur optimum diperoleh pada campuran 20 kg/m³ steel fiber (*SF*) : 1 kg/m³ polypropylene (*PP*) dengan kuat lentur rata-rata serat kawat sebesar 3.986297 MPa.

B. Saran

1. Pencampuran serat pada beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)* harus benar-benar tercampur dengan baik agar serat dapat berfungsi menahan gaya dan retak beton
2. Dalam menuangkan superplastisizer dalam mixer supaya selalu memperhatikan tingkat kelacakan beton.
3. Dari hasil penelitian serat yang harus ditambahkan pada beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete* adalah dengan campuran 20 kg/m³ serat kawat : Serat polypropylene 1 kg/m³

C. Keterbatasan

Dalam penelitian ini terdapat keterbatasan masalah, diantaranya adalah:

1. Keterbatasan mesin pengaduk (molen), sehingga membuat homogenitas adukan beton tidak terjaga.
2. Jumlah sampel yang relative sedikit, sehingga membuat keterbatasan data.
3. Krikil kandungan lumpur maksimal 1 % menurut peraturan PBI-1971/NI-2 tapi di penelitian ini kandungan lumpur sebesar 2,27 %

DAFTAR PUSTAKA

- Aggrawal. (2008). *Self-Compacting Concrete-Procedure For Mix Design*. Departement Of Civil Engineering, National Of Technology (Deemed University), Kurukshetra (Hayana), India.
- Dehn, F., Holschemacher, K., and Weiße, D., (2000), "Self-Compacting Concrete (SCC) Time Development of the Material Properties and the Bond Behaviour", *LACER*, No. 5, pp. 115-124.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Bandung : Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan.
- Domone P, Chai H and Jin J. *Optimum Mix Proportioning Of Self Compacting Concrete*. Proceedings Of International Conference On Innovation In Concrete Structure : Design And Contruction, Dundee, September 1999. Thomas Telford: London Pp277-285.
- Hannant, D.J. (1986). *Fibre Cements And fibre Concretes*. Deprtemant of civil engineering university of surrey.
- Kardiyono Tjokrodimulyo. (1996). *Teknologo Beton*. Yogyakarta
- Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Murdock, L.J. (1999). *Bahan Dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nan Su, (2001). *A Simple Mix Design Method For Self Compacting Concrete*, Departement Of Contruction Engineering National Yunlin University Of Science And Technology, Touliu Yunlin 640, Taiwan.
- Okumura H., Ozawa K., *Mix Design For Self-Compacting Concrete*, Concrete Library Of Japanese Society Of Civil Engineers, June 25, 1995.
- Okumura H., Ouchi. (2002). *Self Compacting Concrete*, Japan Concrete Institute.
- Paul Nugroho dan Antono. (2007). *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta : Andi Offset.
- SK SNI T 1990-03. (1990). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan.
- SK SNI 15-2049 (2004). *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.

SK SNI 15-0302 (2004). *Semen Portland Pozolan*. Badan Standarisasi Nasional.

SK SNI 15-7064 (2004). *Semen Portland Komposit*. Badan Standarisasi Nasional.

Yohanes L,dkk. (2006). *Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polymeric Terhadap Karakteristik Beton Normal*. Bandung. Universitas Katolik Parahyangan.

Slamet Widodo. (2010). *Experimental Study on Some Mechanical Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Self Compacting Concrete*. Media teknik sipil. Dalam proses penerbitan.

PBI NI-2 (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia



PENGUJIAN BOBOT ISI PASIR PADAT

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Tabung silinder
b) Cetok
c) Timbangan

Table hasil penelitian :

No	Berat silinder kosong (kg)	Berat silinder + pasir (kg)	Vol. silinder (lt)	Berat pasir (kg)	Bobot isi = $\frac{\text{Berat pasir}}{\text{vol. silinder}}$ (kg/lt)	Bobot isi rata-rata (kg/lt)
1	10,88	35,40	14,74	24,52	1,663	1,727
2	10,88	36,86	14,74	25,98	1,792	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BOBOT ISI KERIKIL PADAT 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Tabung silinder
b) Cetok
c) Timbangan

Table hasil penelitian :

No	Berat silinder kosong (kg)	Berat silinder + pasir (kg)	Vol. silinder (lt)	Berat pasir (kg)	Bobot isi = $\frac{\text{Berat pasir}}{\text{vol. silinder}}$ (kg/lt)	Bobot isi rata-rata (kg/lt)
1	10,88	30,72	14,74	19,82	1,345	1,354
2	10,88	30,96	14,74	20,08	1,362	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BOBOT ISI KERIKIL PADAT 0,5-10 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Tabung silinder
b) Cetok
c) Timbangan

Table hasil penelitian :

No	Berat silinder kosong (kg)	Berat silinder + pasir (kg)	Vol. silinder (lt)	Berat pasir (kg)	Bobot isi = $\frac{\text{Berat pasir}}{\text{vol. silinder}}$ (kg/lt)	Bobot isi rata-rata (kg/lt)
1	10,88	29,38	14,74	18,5	1,255	1,252
2	10,88	29,30	14,74	18,42	1,249	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BOBOT ISI KERIKIL GEMBUR 0,5-10 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Tabung silinder
b) Cetok
c) Timbangan

Table hasil penelitian :

No	Berat silinder kosong (kg)	Berat silinder + pasir (kg)	Vol. silinder (lt)	Berat pasir (kg)	Bobot isi = $\frac{\text{Berat pasir}}{\text{vol. silinder}}$ (kg/lt)	Bobot isi rata-rata (kg/lt)
1	10,88	29,30	14,74	18,42	1,249	1,26
2	10,88	29,38	14,74	18,74	1,271	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BOBOT ISI KERIKIL GEMBUR 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Tabung silinder
b) Cetok
c) Timbangan

Table hasil penelitian :

No	Berat silinder kosong (kg)	Berat silinder + pasir (kg)	Vol. silinder (lt)	Berat pasir (kg)	Bobot isi = $\frac{\text{Berat pasir}}{\text{vol. silinder}}$ (kg/lt)	Bobot isi rata-rata (kg/lt)
1	10,88	30,72	14,74	19,84	1,345	1,348
2	10,88	30,80	14,74	19,92	1,351	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS PASIR SSD

Tanggal penelitian : 21 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	100	150	186	2,778	2,778
2	100	150	186	2,778	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS PASIR ALAMI

Tanggal penelitian : 21 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	100	150	188	2,632	2,632
2	100	150	188	2,632	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS KERIKIL SSD 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	102,41	150	189	2,626	2,602
2	103,11	150	190	2,578	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS KERIKIL SSD 0,5-10 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	100,91	150	190	2,523	2,562
2	101,41	150	189	2,600	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS KERIKIL ALAMI 0,5-10 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	100	150	188	2,632	2,566
2	101,42	150	190	2,5	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS KERIKIL ALAMI 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	102,81	150	192	2,448	2,507
2	102,61	150	190	2,565	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



HASIL PENGUJIAN ANALISA AYAK PASIR

Tanggal penelitian : 21 April 2010

Bahan : Pasir kering

Alat : a) Alat ayakan

b) Cawan / tempat pasir

c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Persen tertinggal (%)	Persen tertinggal kumulatif (%)	Persen tembus kumulatif (%)
1	9,5	82,21	8,24	8,24	91,76
2	4,75	45,11	4,52	12,76	87,24
3	2,36	106,99	10,73	23,49	76,51
4	1,18	170,71	17,11	40,6	59,4
5	0,06	226,31	22,69	63,29	36,71
6	0,30	142,5	14,29	77,58	22,42
7	0,15	183,1	18,36	95,94	4,06
8	< 0,15	40,6	4,07	-	0
		997,53	100	321,9	

Angka kehalusan butir : $\frac{321,9}{100} = 3,219$

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

HASIL PENGUJIAN ANALISA AYAK KERIKIL

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil kering
Alat : a) Alat ayakan
b) Cawan / tempat kerikil
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Persen Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Tembus Kumulatif (%)
1	50	-	-	-	100
2	37,5	-	-	-	100
3	25	10,8	0,27	0,27	99,73
4	14	1377	34,46	34,73	65,27
5	9,5	2231	55,83	90,56	9,44
6	4,75	142	3,55	94,11	5,89
7	2,36	38,9	0,97	96,08	4,92
8	1,18	20,11	0,50	95,58	4,42
9	0,60	27,4	0,69	96,27	3,72
10	0,30	34,3	0,86	97,13	2,87
11	0,15	71,2	1,78	98,91	1,09
12	< 0,15	43,51	1,09	-	-
		3996,21	100	702,64	

Angka kehalusan butir : $\frac{702,64}{100} = 7,0264$

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

HASIL PENGUJIAN ANALISA AYAK KERIKIL 10 mm – 20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil kering
Alat : a) Alat ayakan
b) Cawan / tempat kerikil
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Persen Tertinggal Komulatif (%)	Persen Tertinggal Komulatif (%)	Persen Tembus Komulatif (%)
1	50	-	-	-	100
2	37,5	-	-	-	100
3	25	-	-	-	100
4	14	1825	45,91	45,91	54,09
5	9,5	1900	47,80	93,71	6,29
6	4,75	172,3	4,33	98,04	1,96
7	2,36	41	1,03	99,07	0,93
8	1,18	5,49	0,14	99,21	0,79
9	0,60	1,62	0,04	99,25	0,75
10	0,30	1,2	0,03	99,28	0,72
11	0,15	7,24	0,18	99,46	0,54
12	< 0,15	20,9	0,53	-	-
		3974,75	99,99	733,33	

$$\text{Angka kehalusan butir} : \frac{733,33}{100} = 7,3333$$

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR AIR PASIR SSD

Tanggal penelitian : 21 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Oven
b) Cawan / tempat pasir
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	100	97,41	2,659	2,397
2	100	97,91	2,135	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR AIR KERIKIL SSD 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Oven
b) Cawan / tempat kerikil
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	200,10	196,37	1,899	2,147
2	201,02	196,31	2,399	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR AIR KERIKIL SSD 0,5-10 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010

Bahan : Kerikil dari krasak

Alat : a) Oven

b) Cawan / tempat krikil

c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	200,01	197,71	1,163	1,662
2	200	195,77	2,161	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR LUMPUR KERIKIL ALAMI 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Oven
b) Cawan / tempat kerikil
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	201,12	196,61	2,294	2,636
2	200,20	194,41	2,978	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR LUMPUR KERIKIL ALAMI 0,5-10 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Oven
b) Cawan / tempat kerikil
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	200,21	193,81	3,297	3,561
2	200,91	193,5	3,824	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BOBOT ISI PASIR GEMBUR

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Tabung silinder
b) Cetok
c) Timbangan

Table hasil penelitian :

No	Berat silinder kosong (kg)	Berat silinder + pasir (kg)	Vol. silinder (lt)	Berat pasir (kg)	Bobot isi (kg/lt)	Bobot isi rata-rata (kg/lt)
1	10,88	29,560	14,74	18,68	1,267	1,276
2	10,88	29,82	14,74	18,94	1,284	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR AIR PASIR ALAMI

Tanggal penelitian : 21 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Oven
b) Cawan / tempat pasir
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	100	96,21	3,939	4,042
2	100	96,02	4,145	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

*Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta- 55281
Telp. 586168 (psw.276,289,296) 540715, 586734 (Dekan), Fax (0271)586734*

No : Yogyakarta, Juni 2010
Lap :
Hal : Permohonan ijin Penggunaan
Lab. Bahan Bangunan

Kepada : Yth. Kepala Lab. Bahan Bangunan
Teknik Sipil UNY

Dengan hormat disampaikan permohonan ijin dalam penggunaan Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Untuk melakukan penelitian dan pengambilan data, sebagai syarat Tugas Akhir dengan mahasiswa sebagai berikut :

No	Nama	No. Mahasiswa	Pembimbing TA	Jurusan
1	Dian mustofa	07510131038	Slamet Widodo, ST,MT	Teknik Sipil

Atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pemohon

Dosen Pembimbing TA

Dian mustofa
NIM.07510131038

Slamet Widodo, ST,MT
NIP. 19761103 2000031 001



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
 TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
 Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
 Telepon 586168 Pesawat 286.

HASIL PERHITUNGAN MIX DESIGN SCC

– Reference :

1. Okamura & Ouchi (1995)
2. Domone (1999)
3. Aggarwal (2008)
4. Nan Su (2002)

– Notasi :

1. CA : Coarse Agregate
2. Fa : Fines Agregate
3. Sp : Superplasticier (Polycarboxylate ether)
4. Rt : retardrer (Plastiment VZ)
5. AEA : Air Entraining Agent (Sika Aer)
6. AV : Air Voids

1. Kebutuhan CA 37%-50% dari total Volume Beton

$$= 0,45 \times (1 - \frac{0,02}{AV}) \times \frac{1304}{\text{Bobot isi CA}}$$

$$= 575,064 \text{ kg} \approx 575 \text{ kg}$$

2. Volume Kerikil (Volume Solid)

$$= \frac{\text{Berat CA}}{BJ \text{ CA}} = \frac{575}{2602} = 0,221 \text{ m}^3$$

3. Volume mortar = $0,98 - 0,221 = 0,759 \text{ m}^3$

4. Volume Pasir = 40% - 47,5%
 $= 0,45 \times 0,759 = 0,342 \text{ m}^3$

5. Berat Pasir = $0,342 \times 2778 = 950 \text{ kg}$

6. Volume pasta semen = $0,98 - 0,221 - 0,342$
 $= 0,417 \text{ m}^3$

7. Kebutuhan Air

$$0,67.W_{FA} + 0,33.W_{CA} = 0,67.225 + 0,33.250 = 233,25 \text{ kg (SNI)}$$

$$\text{Vol Powder} = 0,417 - 0,233 = 0,184 \text{ lt}$$

$$V_w/V_p = 0,233/0,184 = 1,267 \text{ lt (TIDAK OK)!}$$

$$\text{Syarat } 1,18 \leq \frac{V_w}{V_p} \leq 1,215 \text{ (Aggarwal 2008)}$$

$$\text{Coba Vol Air} = 220 \text{ lt (TIDAK OK)}$$

$$\text{Coba lagi} = 227 \text{ lt}$$

$$V_w = 0,227 \text{ kg}$$

$$V_p = 0,417 - 0,227 = 0,19 \text{ kg}$$

$$\text{Control } 1,18 \leq \frac{V_w}{V_p} \leq 1,215 \text{ (aggarwal dkk, 2008)}$$

$$1,18 \leq \frac{227}{0,19} \leq 1,215$$

$$1,18 \leq 1,195 \leq 1,215 \rightarrow \text{OK!}$$

8. Berat Binder :

$$f_{cr} = 35 \text{ Mpa} \rightarrow W/b = 0,44 \text{ (Nan Su, 2002)}$$

$$W_{binder} = 227/0,44 = 515,91 \text{ kg}$$

$$W_{semen} = 0,95 \times 515,91 = 490,114 \text{ kg}$$

$$W_{sf} = 0,05 \times 515,91 = 25,795 \text{ kg}$$

➤ Kebutuhan material 1 m³ plain SCC

- Kerikil = 575 kg
- Pasir = 950 kg
- Air = 227 kg
- Semen = 490,114 kg
- Silica Fume = 25,795 kg
- Viscocrete = 0,88% x 515,91 = 4,540 kg
= 4,54/1,06 = 4283 ml

Cek kebutuhan per 100 kg cement ($0,5\text{lt} < 0,831 < 1$) OK

- Plastiment = $0,33\% \times 515,91 = 1,703 \text{ kg}$
 $= \frac{1703}{1,17} = 1,455 \text{ lt} \approx 1455 \text{ ml}$
- Sika Aer = $0,06\% \times 515,91 = 0,309 \text{ kg}$
 $= \frac{0,309}{1,01} = 307 \text{ ml}$

Cek kebutuhan pr 100 kg cement ($0,03 < 0,07 < 0,11$)

➤ Check Domone Criteron (1999)

- $\frac{W}{p}$ by weight = $\frac{227}{515,91} = 0,44$
 $= 0,28 < 0,155 < 0,17 \rightarrow \text{OK!}$
- $\frac{W}{(p+fa)}$ by weight = $\frac{227}{515,91+950} = 0,155$
 $0,12 < 0,155 < 0,17 \rightarrow \text{OK!}$
- Paste Volume = $0,417$
 $0,38 < 0,417 < 0,42 \rightarrow \text{OK!}$
- $\frac{Vfa}{Vm} = \frac{0,342}{0,759} = 0,451$
 Untuk $\frac{W}{p} = 0,44$
 Masuk kriteria
 $0,4 < \frac{W}{p} < 0,5$ maka $\frac{Vfa}{Vm} > 0,45$
 $0,451 > 0,45 \rightarrow \text{OK!}$

Kebutuhan Bahan Plain SCC

➤ Untuk adukan 5 silinder + 35%

- Kerikil = 20,576 kg
- Pasir = 33,986 kg
- Air = 8,122 kg
- Semen = 17,54 kg
- Silika Fume = 0,924 kg
- Viscocrete = 153ml
- Plastimen = 51 ml
- Sika Aer = 11 ml

- **Serat kawat $0 \text{ kg/m}^3 = 0 \text{ kg}$ untuk 5 silinder**
- Serat polypropylene $1 \text{ kg/m}^3 = 0,0357 \text{ kg}$ untuk 5 silinder
- Kerikil = 20,576 kg
- Pasir = $33,986 \text{ kg} - 0 - 0,0357 \text{ kg} = 33,950 \text{ kg}$
- Air = 8,122 lt
- Semen = 17,54 kg
- Silika Fume = 0,924 kg
- Viscocrete = 153 ml
- Plastimen = 51 ml
- Sika Aer = 11 ml

- **Serat kawat $15 \text{ kg/m}^3 = 0,535 \text{ kg}$ untuk 5 silinder**
- Serat polypropylene $1 \text{ kg/m}^3 = 0,0357 \text{ kg}$
- Kerikil = 20,576 kg
- Pasir = $33,986 - 0,535 - 0,0357 = 33,415 \text{ kg}$
- Air = 8,122 lt
- Semen = 17,54 kg
- Silika Fume = 0,924 kg
- Viscocrete = 153 ml
- Plastimen = 51 ml
- Sika Aer = 11 ml

✚ Serat kawat $20 \text{ kg/m}^3 = 0,715 \text{ kg}$ untuk 5 silinder

✚ Serat polypropylene $1 \text{ kg/m}^3 = 0,0357 \text{ kg}$ untuk 5 silinder

✚ Kerikil = 20,576 kg

✚ Pasir = $33,986 \text{ kg} - 0,715 - 0,0357 = 33,235 \text{ kg}$

✚ Air = 8,122 lt

✚ Semen = 17,54 kg

✚ Silika Fume = 0,924 kg

✚ Viscocrete = 153,27 ml

✚ Plastimen = 51 ml

✚ Sika Aer = 11 ml

✓ Serat kawat $25 \text{ kg/m}^3 = 0,893 \text{ kg}$ untuk 5 silinder

✓ Serat polypropylene $1 \text{ kg/m}^3 = 0,0357 \text{ kg}$ untuk 5 silinder

✓ Kerikil = 20,576 kg

✓ Pasir = $33,986 \text{ kg} - 0,893 - 0,0357 = 33,057 \text{ kg}$

✓ Air = 8,122 lt

✓ Semen = 17,54 kg

✓ Silika Fume = 0,924 kg

✓ Viscocrete = 153 ml

✓ Plastimen = 51 ml

✓ Sika Aer = 11 ml

• Serat kawat $30 \text{ kg/m}^3 = 1,073 \text{ kg}$ untuk 5 silinder

- Serat polypropylene $1 \text{ kg/m}^3 = 0,0375 \text{ kg}$ untuk 5 silinder
- Kerikil = 20,576 kg
- Pasir = $33,986 - 1,073 - 0,0375 = 32,875 \text{ kg}$
- Air = 8,122 lt
- Semen = 17,54 kg
- Silika Fume = 0,924 kg
- Viscocrete = 153 ml
- Plastimen = 51 ml
- Sika Aer = 11 ml



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN BERAT JENIS KERIKIL SSD 10-20 mm

Tanggal penelitian : 25 April 2010
Bahan : Kerikil dari krasak
Alat : a) Cawan / tempat kerikil
b) lap/kain
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat awal (gram)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Berat jenis = $\frac{\text{berat awal}}{v_2 - v_1}$ (gram)	Berat jenis rata-rata
1	102,41	150	189	2,626	2,602
2	103,11	150	190	2,578	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telepon (0274)586168, 554692

PENGUJIAN KADAR LUMPUR PASIR ALAMI

Tanggal penelitian : 21 April 2010
Bahan : Pasir dari krasak
Alat : a) Oven
b) Cawan / tempat pasir
c) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Table hasil penelitian :

No	Berat Awal A (gram)	Berat oven B (gram)	Kadar Air = $\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	Rata-rata (%)
1	100	97,75	2,31	2,275
2	100	97,81	2,275	

Yogyakarta, 2 Oktober 2010

Mengetahui
Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan
Universitas Negeri Yogyakarta

Penguji

Sudarman, SPd
NIP.19610214 199103 1 001

Dian mustofa
NIM.07510131038



Foto 1. Pemotongan Serat kawat (*steel fiber/SF*)



Foto 2. Hasil pemotongan Serat kawat (*steel fiber/SF*)



Foto 3. Hasil SSD krikil



Foto 4. Mengayak pasir



Foto 5. Cetakan



Foto 6. Serat kawat (*steel fiber/SF*) dan serat *polypropylene (PP)*



Foto 7. Persiapan bahan



Foto 8. Proses pencampuran beton (*steel fiber/SF*) dan serat *polypropylene (PP)*.



Foto 9. Proses Pengadukan beton.



Foto 10. Pengujian slump.



Foto 11. Diameter pengujian slump.



Foto 12. Mencetak campuran beton *Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (HyFRSCC)*



Foto 13. Pemasangan pengujian beton.



Foto 14. Persiapan pengujian beton.



Foto 15. Mengukur persiapan pengujian kuat lentur.



Foto 16. Proses mesin controls untuk mengetahui hasil kuat lentur P.



Foto 17. Hasil pengujian kuat tentur.



Foto 19. Hasil setelah pengujian kuat lentur.