

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON PASCA
BAKAR ANTARA BETON NORMAL DAN BETON
DENGAN BAHAN ADDITIF**



Disusun oleh :

NURHADI

20030110053

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2010

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON PASCA BAKAR
ANTARA BETON NORMAL DAN BETON DENGAN BAHAN
ADDITIF

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana
Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh :

NURHADI

2003 011 0053

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh :

1. Ir.As'at Pujiyanto, MT.
Dosen Pembimbing I

Tanggal :

2. Edi Hartono, ST.MT.
Dosen Pembimbing II

Tanggal :

3. Ir. H. Sentot Hardwiono, MT.
Dosen Penguji

Tanggal :

HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka jika kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(Q.S. Alam Nasyrak ayat 6-7)

“Orang yang kita anggap paling lemah sebenarnya dialah yang paling kuat dan

orang yang kita anggap paling kuat sebenarnya dialah yang paling lemah”

(Ir. As'at Pujiyanto, MT)

“Jalanilah hidup dengan penuh rasa syukur dan keikhlasan”

(CluesLight)

“Devil will appear in your soul when you having maddnes so keep away from your maddnes and said Astagfirullah when he come”

(CluesLight)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini ku persembahkan untuk :

🕌 **Allah SWT Sang Maha Pencipta**

Atas ketentuan hidup dan kebebasan memilih yang diberikan kepada hamba-Mu ini, aku akan selalu berusaha untuk mencari hakikat-Mu.

🕌 **Ibuku Sri Ekowati**

Yang telah mengandung dan melahirkan ku ke dunia ini untuk bersujud dan mencari ridho-Nya. Kasih sayangmu takkan pernah aku lupakan walaupun hanya sepintas mata.

🕌 **Ibuku Sri Wahyuningasih**

Wanita tangguh yang selalu ikhlas memberikan do'a, support dan kasih sayangnya kepada anak-anaknya tanpa pamrih, insyaallah anakmu ini akan berusaha menjadi Kebanggaan Keluarga.

🕌 **Bapaku Muchrodi**

Atas dedikasi dan kerja kerasnya untuk keluarga, Yang selalu mengajarku berprinsip dan beragama serta kasih sayangnya yang takkan pernah dapat ku balas.

🕌 **Wahyu Hidayat, Nurul Hidayah, Nisfatin Mahardini, Nurrohmat Sapto Aji**

Saudara-saudariku tercinta atas do'a, pengertian dan dukungan selama ini

🕌 **All Staff CV. FANELISA JAYA MANDIRI**

Mas Chandra, Mas Syarif, Mas Hendy, Mas dani, Mas Didi Terima kasih Atas bimbingan dan pembelajarannya

🕌 **Untuk semua sahabatku**

Afa, Ipunk, Depi hairanz, Fhata, Eky, Ayi, Buyung, Isty, Lusy, dan semua sahabatku yang selalu hadir disaat aku membutuhkan kalian yang tidak mungkin ku tulis semua disini trima kasih atas kebersamaannya, suatu anugrah bagiku bisa mengenal kalian...

"Kalian adalah orang-orang yang terbaik yang pernah

Allah berikan kepada ku"

Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, mungkin itu kata yang paling indah atas rahmat dan karunia yang selalu diberikan oleh Allah SWT. Terkadang hambatan-hambatan terus datang silih berganti, namun rahmat dan karunia juga terus datang sehingga semua kendala terlewati. Dan tentunya tanpa rahmat dan karunia itu, penyusunan tugas akhir ini sudah pasti tidak akan pernah terselesaikan. Sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, Nabi bagi seluruh alam, yang membawa pesan pencerahan kepada umat manusia.

Kekuatan beton tidak hanya dilihat dari kekuatannya menopang beban, akan tetapi ketahanannya terhadap keadaan, terutama keadaan pada suhu tinggi seperti kebakaran juga patut dipertimbangkan. Dari penelitian sebelumnya beton dengan bahan tambah *Silicafume* 10% dan *Superplasticizer* 2 % sudah terbukti sangat menguntungkan, selain mempermudah pada saat pengerjaan juga dapat menambah kekuatan pada beton tersebut. Akan tetapi timbul pertanyaan, bagaimana perubahan kekuatannya jika setelah beton additif tersebut terkena suhu tinggi (kebakaran), maka penyusun merasa perlu untuk meneliti perbandingan antara beton additif (menggunakan bahan tambah *Silicafume* 10% dan *Superplasticizer* 2 %) dengan pembanding beton normal (tanpa campuran).

Sebuah karya sebenarnya sulit dikatakan sebagai usaha satu orang tanpa bantuan orang lain, demikian juga tugas akhir ini. Tugas akhir ini tidak akan mungkin selesai tanpa ada dorongan yang terus menerus, bantuan, saran dan kritik membangun dari banyak pihak yang selama ini telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan segalanya kepada penyusun untuk dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.

Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada sejumlah nama. Kepada Bapak Heri Zulfiar, ST.MT., Selaku Ketua

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Ayahanda Ir. As'at Pujiyanto, MT selaku pembimbing pertama penyusun. Tanpa bimbingan dan kesempatan untuk mengikuti penelitiannya, tentunya tugas akhir ini merupakan kesulitan yang besar bagi penyusun. Dan disanalah penyusun mendapat bimbingan yang mendalam, bernuansa filosofis dan humoris serta kekeluargaan. Sehingga kebebasan sebagai seorang mahasiswa, penyusun rasakan dibawah bimbingan beliau. Selanjutnya untuk Bapak Edi Hartono, ST, MT. Selaku pembimbing kedua, yang telah dengan jeli dan teliti memberikan masukan yang berharga untuk tugas akhir ini.

Proses pembuatan tugas akhir ini memakan waktu yang begitu terasa panjang. Selama itu bergulat dengan kegelisahan, kejenuhan, kehampaan, muak, jengkel, serta harapan yang dipaksakan. Namun semua itu nampak menjadi begitu indah ketika semua telah bermetamorfosis. Hingga diakhir semuanya, sebuah nafas lega dihirup dalam, untuk mengusir semua rasa yang ada. Tapi tetap, kerja ini belum sempurna, masih banyak yang harus dilakukan dan diperbaiki. Dan belum saatnya dilipat dan dimasukkan kedalam laci meja.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2009

Nurhadi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Keaslian Penelitian	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengaruh Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton	5
2.1.1. Umum	5
2.1.2. <i>Silicafume</i>	5
2.1.3. Superplasticizer	7
2.2. Panas	8
2.2.1. Perpindahan Panas (Heat) dan Perlakuan panas (<i>Treatment</i>)	8
2.2.2. Sumber Panas dan Mekanisme kebakaran	9
2.3. Pengaruh Perrubahan Suhu Terhadap Sifat-sifat Beton	11
2.3.1. Tinjauan Fisik	11
2.3.2. Tinjauan Kimia	15

BAB III. LANDASAN TEORI

3.1. Beton	17
3.1.1. Pengertian Beton	17
3.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton	18
3.1.3. Sifat Beton	18
3.1.3.1. Sifat Beton Segar (<i>Fresh Concrete</i>)	18
3.1.3.2. Sifat Beton Keras (<i>Hardened Concrete</i>).....	21
3.2. Bahan Penyusun Beton	26
3.2.1. Semen Portland	26
3.2.1.1. Umum	26
3.2.1.2. Sifat-sifat Semen Portland	27
3.2.2. Agregat	31
3.2.2.1. Umum	31
3.2.2.2. Agregat Halus	33
3.2.2.3. Agregat Kasar	35
3.2.3. Air	37
3.2.4. Bahan Tambah	38
3.2.4.1. Bahan Tambah Kimia (<i>Chemical additif</i>).....	38
3.2.4.2. Pozolan (<i>Pozzolan</i>)	40
3.2.4.3. Serat (<i>Fibre</i>)	40

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Umum	41
4.2. Bahan Penelitian	41
4.3. Alat-alat Penelitian	41
4.4. Bagan Penelitian	42
4.5. Pelaksanaan Penelitian	42
4.5.1. Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Kasar, Halus dan <i>Silicafume</i>	44
4.5.2. Perancangan Campuran Bahan Susun Beton (<i>Mix Design</i>)	51
4.5.3. Pengadukan Beton	55

4.5.4. Pengujian Slump	55
4.5.5. Pembuatan Benda Uji	56
4.5.6. Perawatan Benda Uji	57
4.5.7. Pembakaran Benda Uji	57
4.5.8. Pengujian Benda Uji	60

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun	61
5.1.1. Hasil Pemeriksaan agregat Halus (pasir)	61
5.1.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Split)	62
5.1.3. Hasil Pemeriksaan <i>Silicafume</i>	63
5.2. Perencanaan Kebutuhan Bahan Susun (<i>Mix Design</i>)	63
5.3. Hasil Uji <i>Slump</i> Beton	67
5.4. Hasil Pembakaran dan Uji Tekan Beton	68
5.4.1. Perubahan Kimiawi Fisik dan Kimiawi Beton	68
5.4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	74

BAB VI. PENUTUP

6.1. Kesimpulan	78
6.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Data Teknis <i>Silicafume</i>	5
Tabel 2.2.	Komposisi Kimia dan Fisika <i>Silicafume</i>	6
Tabel 2.3.	Variasi <i>Silicafume</i> Terhadap Kuat Tekan Beton dengan <i>Superplasticizer</i> 2 %	7
Tabel 2.4.	Data teknis <i>Superplasticizer</i>	7
Tabel 2.5.	Variasi <i>Superplasticizer</i> Terhadap f_c' dengan <i>Silicafume</i> 10 %	8
Tabel 2.6.	Penurunan Kinerja Beton untuk Berbagai Temperatur.....	13
Tabel 2.7.	Pengaruh Suhu terhadap Perubahan warna Beton Normal	13
Tabel 2.8.	Beton Normal Pasca Bakar pada berbagai Variasi Suhu	14
Tabel 2.9.	Beton Aditif Pasca Bakar Pada berbagai Variasi Suhu.....	14
Tabel 2.10.	Kuat Tekan Sisa Beton Normal pada berbagai Variasi Suhu ...	14
Tabel 2.11.	Kuat Tekan Sisa Beton Normal pada Berbagai Suhu	15
Tabel 2.12.	Hubungan Nilai Fas Pembakaran.....	16
Tabel 3.1.	Nilai Slump Untuk Berbagai Pekerjaan Beton.....	19
Tabel 3.2.	Rasio Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur	22
Tabel 3.3.	Komposisi Limit Semen Portland	28
Tabel 3.4.	Batas-batas Gradasi Agregat Halus	35
Tabel 3.5.	Persyaratan Kekerasan Agregat Kasar Beton	36
Tabel 3.6.	Batas-batas Gradasi Agregat Kasar	37
Tabel 4.1.	Perbandingan Berat Agregat/Semen yang diperlukan untuk memberikan Empat Tingkat Kemudahan Pengerjaan dengan perbandingan Air/Semen berlainan dengan memakai Semen Portland Biasa	54
Tabel 4.2.	Jadwal dan Waktu Pelaksanaan Pembakaran Benda Uji	59
Tabel 5.1.	Data Gradasi Agregat.....	64
Tabel 5.2.	Kebutuhan Campuran Bahan Susun Beton Additif	66
Tabel 5.3.	Kebutuhan Campuran Bahan Susun Beton Normal	67
Tabel 5.4.	Hasil Uji Slump Beton Segar	67

Tabel 5.5.	Kondisi Fisik Beton Pasca Bakar	69
Tabel 5.6.	Kondisi Kimiawi Beton Pasca Bakar	70
Tabel 5.7.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Additif	74
Tabel 5.8.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	75
Tabel 5.9.	Prosentase Kekuatan Beton	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Temperatur	16
Gambar 3.1.	Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS (W/C)	22
Gambar 3.2.	Pengaruh Fas Terhadap Laju Kenaikan Kuat Tekan Beton	23
Gambar 4.1.	Bagan Alir Penelitian	43
Gambar 4.2.	Hubungan antara Perbandingan Air/Semen dan Angka Referensi	53
Gambar 4.3.	Hubungan Antara Kuat Tekan dan Angka Referensi	54
Gambar 4.4.	Mesin Pengaduk atau Molen	55
Gambar 4.5.	Pengujian Slump	56
Gambar 4.6.	Benda Uji	56
Gambar 4.7.	Perendaman Benda Uji	57
Gambar 4.8.	Tungku Pembakaran	58
Gambar 4.9.	Sensor Panas Kawat Baja	58
Gambar 4.10.	Alat Uji Tekan Beton	60
Gambar 5.1.	Hasil Pengujian Gradasi Pasir	61
Gambar 5.2.	Perbandingan Grafis Dengan Metode Grafis	65
Gambar 5.3.	Hasil Uji Slump Beton Segar	68
Gambar 5.4.	Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu 300°C	70
Gambar 5.5.	Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu 300°C	71
Gambar 5.6.	Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu 600°C	71
Gambar 5.7.	Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu 600°C	72
Gambar 5.8.	Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu 900°C	72
Gambar 5.9.	Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu 900°C	73
Gambar 5.10.	Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu Lebih dari 1000°C	73
Gambar 5.11.	Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu Lebih dari 1000°C	73
Gambar 5.12.	Hubungan Variasi Suhu Pembakaran Dengan Kuat Tekan Beton Rata-rata	76
Gambar 5.13.	Perbandingan Penurunan Kuat Tekan Beton	77

DAFTAR LAMPIRAN

HASIL PEMERIKSAAN BAHAN

A.	Pemeriksaan Agregat Halus	1
	1. Pemeriksaan Gradasi Pasir	1
	2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir	1
	3. Pemeriksaan Kadar lumpur Pasir	2
	4. Pemeriksaan Kadar Air Pasir	2
	5. Pemeriksaan Berat Satuan Pasir	2
B.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	3
	1. Pemeriksaan Gradasi Split	3
	2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Split	3
	3. Pemeriksaan Keausan Split	3
	4. Pemeriksaan Kadar Lumpur Split	4
	5. Pemeriksaan Kadar Air Split	4
	6. Pemeriksaan Berat Satuan Split	4
C.	Pemeriksaan <i>Silicafume</i>	5
	1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Kadar Air <i>Silicafume</i>	5
	2. Pemeriksaan Kehalusan <i>Butir Silicafume</i>	5

DOKUMENTASI

A.	Foto	
	1. Tungku Pembakaran	6
	2. Termokopel	6
	3. Lapisan <i>Ceramik Fiber</i>	7
	4. Batu Api	7
	5. Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu 300°C	8
	6. Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu 300°C	8
	7. Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu 600°C	9
	8. Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu 600°C	9
	9. Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu 900°C	10
	10. Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu 900°C	10

11. Hasil Pembakaran Beton Additif Pada Suhu Lebih dari 1000°C	11
12. Hasil Pembakaran Beton Normal Pada Suhu lebih dari 1000°C	11
13. Alat Uji Tekan Beton	12
14. Alat Pengukur Kekuatan Beton	12
B. Dokumen	
1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Additif	13
2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	14
3. Surat Pengantar Penelitian	15
4. Lembar Monitoring	24

INTISARI

Penggunaan Silicafume 10% bertujuan untuk mengurangi tingkat porositas beton sehingga menghasilkan beton yang padat dengan kerapatan dan kekedapan yang cukup tinggi sedangkan penggunaan bahan Superplasticizer 2% bertujuan untuk meningkatkan nilai slump agar mempermudah pengerjaan. Walaupun demikian Penambahan Silicafume dan Superplasticizer juga memiliki kelemahan terhadap pengaruh suhu tinggi seperti dalam peristiwa kebakaran yang lazim dan sering terjadi menimpa suatu bangunan di Indonesia, padahal mayoritas bangunan tersebut menggunakan material beton. Akibat kebakaran tersebut tentunya akan menimbulkan efek kerusakan pada struktur bangunan. Penggunaan Silicafume akan mempengaruhi penguraian $C_3S_2H_3$ menjadi $Ca(OH)_2$ yang lebih banyak, $Ca(OH)_2$ merupakan bagian lemah dari beton. Hal ini menyebabkan penurunan prosentase yang lebih drastis dibandingkan dengan beton normal setelah mengalami pembakaran pada suhu tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan kuat tekan beton normal dan beton dengan bahan additif yang dibakar pada suhu, waktu dan prosedur yang sama, selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan prosentase penurunan kuat tekan antara beton normal dan beton additif pasca bakar.

Pada penelitian ini digunakan beton additif dengan campuran Silicafume 10% dan Superplasticizer 2% sebanyak 15 buah sampel berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Setiap variasi suhu menggunakan 3 buah sampel yang dibakar pada variasi suhu pembakaran $300^{\circ}C$, $600^{\circ}C$, $900^{\circ}C$ dan lebih dari $1000^{\circ}C$, selain itu juga dibuat benda uji beton additif dalam kondisi normal (tidak dibakar) yang akan digunakan untuk mengontrol perubahan kuat tekan beton pasca bakar pada setiap variasi suhu pembakaran yang berbeda. Sebagai pembanding beton normal dengan jumlah, ukuran, variasi suhu dan prosedur pembakaran yang sama.

Hasil Penelitian menunjukkan prosentase kekuatan sisa beton additif untuk variasi suhu $300^{\circ}C$, $600^{\circ}C$, $900^{\circ}C$ dan lebih dari $1000^{\circ}C$ berturut-turut adalah sebesar 88,89%, 65,45%, 22,51% dan 12,00%, sedangkan kekuatan sisa beton normal berturut-turut 95,07%, 75,91%, 28,01% dan 17,37% sehingga menghasilkan perbedaan yang cukup signifikan. Beton Normal lebih tahan terhadap suhu tinggi. Perbedaan antara beton additif dan normal untuk $300^{\circ}C$, $600^{\circ}C$, $900^{\circ}C$ dan lebih dari $1000^{\circ}C$ berturut-turut 6,17%, 10,46%, 5,51% dan 5,36%.