

**PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME 10%  
PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm<sup>2</sup>**



**LAMPIRAN TUGAS AKHIR**

*Ditulis untuk memenuhi syarat penyelesaian  
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*

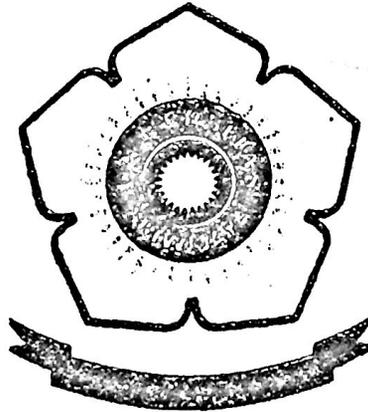
**DRD  
ASMAWI CAHYA PURBA  
0306140137**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2008**

SI  
693-507  
Put  
P  
2005



**PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME 10%  
PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm<sup>2</sup>**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan  
Gelara Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

R. 13032  
13314

**Oleh  
ARMADI CAHAYA PUTRA  
03003110137**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2005**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN**  
**TEKNIK SIPIL**

---

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA** : **ARMADI CAHAYA PUTRA**  
**NIM** : **03003110137**  
**JURUSAN** : **TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL TUGAS AKHIR** : **PENGARUH PENAMBAHAN**  
**SILICA FUME 10% PADA BETON**  
**KEKUATAN 800 KG/CM<sup>2</sup>**

**PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

**Tanggal** : .....

**Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Hanafiah, MS**  
**NIP. 131754952**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN  
TEKNIK SIPIL

---

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

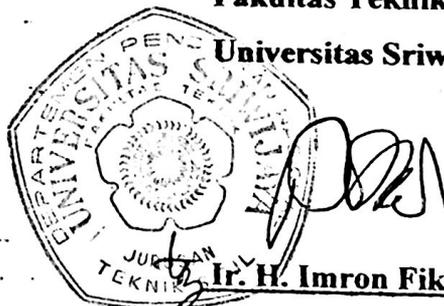
**NAMA : ARMADI CAHAYA PUTRA**  
**NIM : 03003110137**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL TUGAS AKHIR : PENGARUH PENAMBAHAN**  
***SILICA FUME 10% PADA BETON***  
**KEKUATAN 800 KG/CM<sup>2</sup>**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS**

**NIP. 131472645**

## Motto

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, sehingga mereka mengubah nasibnya sendiri. Apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tidak ada yang akan menolaknya. Dan sekali-kali tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia”*

(QS ar-Ra'd [131]: 11)

*“Allah tidak akan membebani seseorang, kecuali sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebaikan) yang dikerjakannya dan ia mendapatkan siksa dan (dari kejahatan) yang dikerjakannya”*

(QS al-Baqarah [2]:286)

Berhasil tidaknya suatu pekerjaan, itu tergantung kemauan bukan kemampuan, walau punya kemampuan tapi tanpa kemauan pekerjaan tersebut tidak akan pernah selesai.

**Skripsi ini kupersembahkan kepada :**

- **Abah dan Emak tercinta**
- **Saudara-Saudaraku serta Keponakanku tersayang**
- **Seseorang yang terkasih**
- **Sahabat-Sahabatku**
- **Almamaterku**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis sampai pada tugas akhir, yaitu penyusunan skripsi. Skripsi merupakan suatu syarat untuk menempuh ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Adapun masalah yang penulis bahas adalah tentang beton, dengan judul **“Pengaruh Penambahan *Silica Fume* 10% Pada Beton Kekuatan 800 kg/cm<sup>2</sup>”**.

Didalam penyusunan skripsi ini mendapatkan bantuan serta fasilitas dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis ingin menghaturkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS dan Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Subari Adinegara, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik
4. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. H. M. Nizom Aidi, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Ibu Ir. Tuter Lussetyawati, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
7. Bapak Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, MS, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
8. Ibu Ir. Hj. Ika Yuliantina, MS, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
9. Bapak-Bapak dan Ibu-Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang selama ini telah banyak memberikan ilmu kepada Penulis.
10. Bapak Jhon, Bapak Ir. Mirza, Ibu Ir. Oktanoviyanti beserta seluruh jajaran Staf dan Pimpinan PT. Indo Beton Palembang, yang telah banyak mensponsori dengan memberikan bantuan materi serta menyediakan fasilitas selama penyelesaian Tugas Akhir.

10. Bapak Bambang beserta seluruh jajaran Staf dan Pimpinan PT. Semen Baturaja (Persero) Palembang, yang telah banyak membantu menyediakan fasilitas dalam penyelesaian Tugas Akhir.
11. Bapak Ir. Yuhans dan Bapak Ir. Ivano Zandra beserta seluruh jajaran Staf dan Pimpinan PT. Fosroc Indonesia, Jakarta, yang telah banyak memberikan ide dan bantuan materi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Ketua Jurusan beserta Dosen-Dosen dan Staf Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, yang telah banyak membagi ilmu dan informasi selama menyelesaikan Tugas Akhir.
13. Kedua orang tuaku, Abah dan Emak tercinta, yang selalu memberikan motivasi dan iringan do'a dalam setiap langkah perjuanganku.
14. Saudara-Saudaraku tercinta, Uni Ros, Cukdo Deni, Ayuk Media, Kak Agus, Docik Syahrin, Adek Irwan serta Keponakanku tersayang, Winda, Hana dan Wita, yang menjadi sumber inspirasiku dalam meraih cita-cita.
15. Seseorang yang terkasih, yang akan selalu mendampingiku dalam mengarungi hidup.
16. Sahabat-Sahabatku senasib sepenanggungan, Rina, Dona, Shandy, Novan, Denny, Jontor, Rully, Agus, untai perjuangan bersama kalian akan selalu terkenang dan terpatri di dalam hatiku.
17. Teman-Teman Teknik Sipil Angkatan 2000 Universitas Sriwijaya yang selama ini telah banyak membantu dan memberikan dorongan dalam melewati masa-masa perkuliahan.

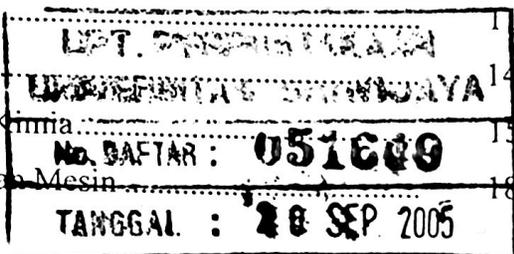
Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dalam penulisan skripsi ini, berhubung pengetahuan dan pengalaman penulis yang masih sangat hijau, untuk itu Penulis menerima saran dan kritik demi perbaikan penulisan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Palembang, Agustus 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Metodologi Penelitian .....	2
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian .....	5
2.2. Material Pembentuk Campuran Beton .....	5
2.2.1. Semen <i>Portland</i> .....	5
2.2.2. Air .....	10
2.2.3. Agregat .....	11
2.2.4. <i>Silica Fume</i> .....	14
2.2.5. Bahan Tambahan Kimia.....	15
2.3. Pengadukan Beton Dengan Mesin.....	16 A



2.4. <i>Slump</i> .....	19
2.5. <i>Capping</i> .....	19
2.6. Perawatan Beton.....	20
2.7. Kuat Tekan Beton.....	22
2.8. Modulus Elastisitas Beton.....	23
2.9. Pola Keruntuhan.....	23
2.10. Metode Pengolahan Data.....	24
BAB III' METODOLOGI PENELITIAN .....	26
3.1. Waktu dan Tempat .....	26
3.2. Bahan dan Peralatan .....	26
3.2.1. Bahan.....	26
3.2.2. Peralatan.....	27
3.3. Prosedur Penelitian.....	27
3.3.1. Perencanaan Campuran Beton .....	27
3.3.2. Pelaksanaan Penelitian .....	28
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Hasil Pengujian Komposisi Beton.....	30
4.1.1. Semen.....	30
4.1.2. Air.....	31
4.1.3 Agregat.....	31
4.2. Desain Komposisi Beton.....	34
4.2.1. Desain Komposisi Campuran Beton Normal (N) ...	34
4.2.2. Desain Komposisi Campuran Beton 10% <i>Silica Fume</i> (SF).....	35
4.3. Pengujian Waktu Ikut.....	36
4.4. Pengujian <i>Slump</i> .....	39
4.5. Kuat Tekan Beton.....	40
4.5.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	40

4.5.2. Sifat Sensitivitas Tambahan <i>Silica Fume</i> Terhadap Laju Pencapaian Kekuatan Beton Hingga Umur 56 Hari .....	43
4.5.3. Kuat Tekan Beton Versus Umur .....	44
4.6. Berat Jenis Beton.....	47
4.7. Modulus Elastisitas .....	47
4.7.1. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas.....	47
4.7.2. Modulus Elastisitas Versus Umur.....	48
BAB V PENUTUP .....	51
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel IV.1. Komposisi Kimia dan Sifat Fisika Semen Baturaja Tipe 1 ...	30
Tabel IV.2. Data Hasil Pengujian Kualitas Air .....	31
Tabel IV.3. Data Hasil Pengujian Mutu Pasir Ex. Bangka .....	31
Tabel IV.4. Data Hasil Pengujian Mutu Agregat Kasar Ex. Bintan.....	33
Tabel IV.5. Perencanaan Campuran Beton N .....	34
Tabel IV.6. Perencanaan Campuran Beton SF.....	35
Tabel IV.7. Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Pasta N .....	36
Tabel IV.8. Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Pasta SF.....	38
Tabel IV.9. Data Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	39
Tabel IV.10. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton N.....	40
Tabel IV.11. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton SF .....	41
Tabel IV.12. Fungsi Regresi Antara Kuat Tekan Rata-Rata Versus Umur beton .....	45
Tabel IV.13. Berat Jenis Rata-Rata Beton N dan SF .....	47
Tabel IV.14. Data Modulus Elastisitas Beton N .....	47
Tabel IV.15. Data Modulus Elastisitas Beton SF .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar I.1. Bagan Alir Penelitian.....	3
Gambar II.1. Pola Keruntuhan Benda Uji Silinder .....	24
Gambar IV.1. Kurva Gradasi Agregat Halus.....	32
Gambar IV.2. Kurva Gradasi Agregat Kasar.....	33
Gambar IV.3. Diagram Perbandingan Waktu Ikut .....	38
Gambar IV.4. Proses Pengujian Waktu Ikut.....	39
Gambar IV.5. Perbandingan <i>Slump</i> Beton N dan SF Pada Saat Pengujian	40
Gambar IV.6. Pola Keruntuhan Benda Uji Beton N .....	43
Gambar IV.7. Pola Keruntuhan Benda Uji Beton SF.....	43
Gambar IV.8. Kurva Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton N dan Beton SF .....	44
Gambar IV.9 Model Matematis Usulan Untuk Kuat Tekan Beton, $f_c'$ .....	46
Gambar IV.10 Modulus Elastisitas Usulan Untuk Modulus Elastisitas $E...$	49
Gambar IV.11 Tahap Pengujian Modulus Elastisitas.....	50
Gambar IV.12 Posisi Benda Uji Pada Saat Pengujian Modulus Elastisitas	50

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A : TABEL

LAMPIRAN B : GAMBAR

# PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* 10% PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Seiring pesatnya pembangunan berbagai infrastruktur di Indonesia dewasa ini, tentu harus diikuti dengan perkembangan teknologi dunia konstruksi yang dinilai menjadi salah satu faktor yang mampu menjawab dinamika kebutuhan tersebut. Tidak berlebihan bila beton dikatakan sebagai salah satu bahan pilihan utama yang paling banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Hal ini mengingat sifat beton yang mempunyai kuat tekan tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, tidak memerlukan pemeliharaan yang cukup berarti dan relatif tahan terhadap api dan cuaca. Dalam memenuhi kebutuhan ini sangat diperlukan beton kekuatan tinggi.

Banyak cara untuk mendapatkan beton kekuatan tinggi, salah satu diantaranya yaitu dengan memasukkan bahan tambahan kedalam campuran beton, dapat berupa bahan mineral atau kimia. Hal ini telah dibuktikan melalui beberapa penelitian terdahulu dengan ditemukannya *silica fume*, abu terbang (*fly ash*), dan terak (*slag*) sebagai bahan tambahan campuran beton dan kombinasinya dengan *high performance superplasticizer*, mampu mendapatkan beton kekuatan tinggi. Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan *silica fume* 10% dari berat semen dan bahan tambahan kimia tipe D (*Water reducing and retarding admixtures*) dan tipe F (*Water reducing, high range*) untuk mendapatkan beton kekuatan 800 kg/cm<sup>2</sup>.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* sangat berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton seiring dengan meningkatnya umur beton, namun belum mencapai kekuatan rencana. Akan tetapi tetap mengalami peningkatan kuat tekan terhadap beton normal, yaitu sebesar 42.61% pada umur 28 hari.

PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* 10%  
PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm<sup>2</sup>

Dengan demikian, hasil penelitian ini membuktikan bahwa *silica fume* dan *superplasticizer* dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam perencanaan beton kekuatan tinggi. Hal ini mengingat konsistensi beton yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan beton normal.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Palembang sebagai ibu kota provinsi terkaya kelima di era otonomi (Sumber : Sumatera Ekspres, 15 Juni 2005), saat ini bertekad kuat ingin mewujudkan Palembang kota metropolitan, mandiri dan berkualitas 2008. Tentunya untuk merealisasikan hal tersebut harus didukung dengan pembangunan disetiap bidang. Salah satu contohnya pembangunan infrastruktur jembatan layang (*fly over*) di ruas jalan protokol di kota Palembang yang diharapkan dapat menunjang pembangunan dibidang transportasi. Beton menjadi salah satu bahan pilihan yang paling utama untuk di gunakan dalam konstruksi jembatan layang. Hal ini karena beton mempunyai kuat tekan tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, tidak memerlukan pemeliharaan yang cukup berarti dan relatif tahan terhadap api dan cuaca. Dalam memenuhi kebutuhan ini sangat diperlukan beton kekuatan tinggi.

Untuk mendapatkan beton kekuatan tinggi maka diperlukan perencanaan berupa desain campuran beton (*mix design*). Campuran beton harus direncanakan dengan komposisi yang tepat sehingga mudah dikerjakan pada saat basah dan dapat memenuhi kekuatan beton yang telah direncanakan sebelumnya.

Banyak cara untuk mendapatkan beton kekuatan tinggi, salah satu diantaranya yaitu dengan memasukkan bahan tambahan kedalam campuran beton, dapat berupa bahan mineral atau kimia. Perkembangan teknologi bahan beton dari penelitian terdahulu seperti ditemukannya *silica fume*, abu terbang (*fly ash*), dan terak (*slag*) sebagai bahan tambahan campuran beton dan kombinasinya dengan *high performance superplasticizer*, telah menunjukkan bahwa memungkinkan untuk membuat beton dilapangan dengan nilai kuat tekan benda uji berbentuk silinder sebesar 130 MPa [1,3], yang dikenal sebagai beton kekuatan tinggi. Maka dari itu dalam penelitian ini akan digunakan bahan tambahan *silica fume* 10% dari berat semen dan bahan tambahan kimia tipe D (*Water-reducing and*

*retarding admixtures*) dan tipe F (*Water reducing, high range*) untuk mendapatkan beton kekuatan 800 kg/cm<sup>2</sup>.

## 1.2. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh dari penambahan *silica fume* pada adukan beton dengan persentase *silica fume* 10 % dari berat semen untuk mendapatkan beton kekuatan 800 kg/cm<sup>2</sup>, yang merujuk pada tabel 8 di lampiran, dari PT. Fosroc Indonesia. Selain digunakan bahan-bahan dasar untuk campuran beton, dalam penelitian ini penulis juga menggunakan *admixture type D* dan *type F* sebagai bahan tambahan kimia pada campuran beton.

## 1.3. Tujuan Penelitian

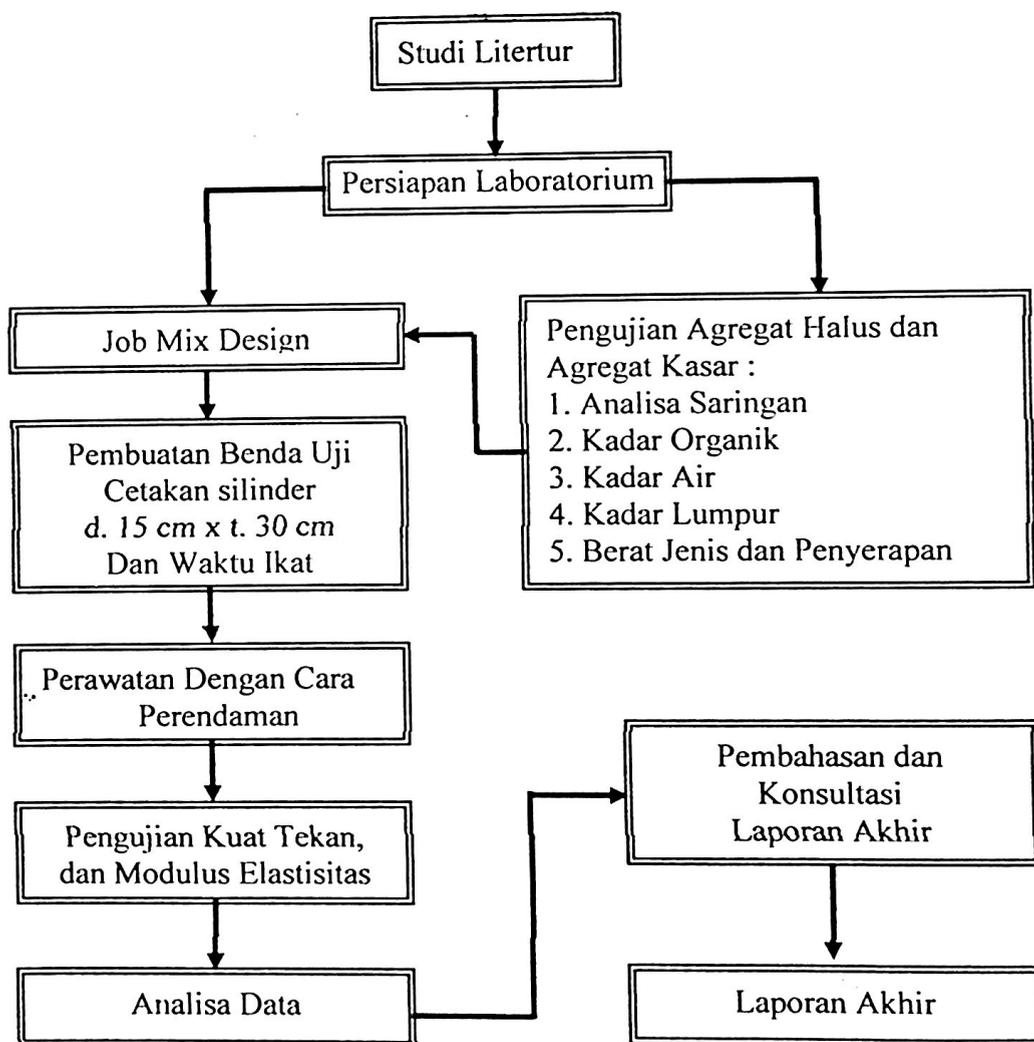
Dalam penelitian ini penulis bertujuan agar dapat mengetahui cara mendesain campuran beton yang memakai *silica fume* dan dapat mengetahui pengaruh penggunaan campuran *silica fume* pada adukan beton untuk mendapatkan beton kekuatan 800 kg/cm<sup>2</sup>.

## 1.4. Metodologi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di beberapa laboratorium, diantaranya Laboratorium Material dan Bahan Jurusan Teknik Sipil UNSRI, Laboratorium Material dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Laboratorium PT. Indo Beton, Jalan Soekarno-Hatta, Palembang, Laboratorium PT. Semen Baturaja, dan Laboratorium Material dan Bahan PU Cipta Karya Talang Buruk, Palembang.

Di Indonesia khususnya hingga saat ini belum ada penyusunan peraturan mengenai rancangan campuran beton kinerja tinggi, terutama yang memakai bahan tambahan *silica fume*. Untuk itu langkah awal yang dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Langkah berikutnya adalah melakukan persiapan material-material yang digunakan sebagai benda uji, dilanjutkan dengan analisa

pengujian bahan dasar pembentuk beton, dan diteruskan dengan pembuatan benda uji kuat tekan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta uji waktu pengikatan (*setting time*), sampai perawatan (*curing*) dengan cara perendaman air. Tahapan berikutnya adalah melakukan penelitian uji sifat-sifat atau perilaku mekanik beton kinerja tinggi seperti peningkatan kekuatan beton terhadap umur dan modulus elastisitas. Kemudian dilanjutkan dengan analisa terhadap data hasil pengujian. Tahap akhir dari penelitian ini yaitu penulisan hasil analisa. Gambar I.1 menjelaskan secara singkat tahapan penelitian



Gambar I.1 Bagan Alir Penelitian

### 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Pembahasan permasalahan dalam penelitian ini dibatasi mengenai pengaruh penambahan *silica fume* untuk mendapatkan beton kekuatan  $800 \text{ kg/cm}^2$ . Untuk menguji kekuatan tekan beton digunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. *Water cement ratio* yang digunakan adalah 0.28, dengan jumlah sampel 75 buah yang dibagi untuk berbagai umur yaitu 24 jam, 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 56 hari. Disamping itu dilakukan juga pengujian modulus elastisitas. Adapun komposisi campuran beton dengan penambahan *silica fume* yang diuji coba dengan cara perawatan dalam air adalah 10 % *silica fume* dari berat semen.

### 1.5. Sistematika Penulisan

Penulis akan memaparkan gambaran singkat tentang keterkaitan antara bab satu dengan bab-bab yang lainnya secara sistematis yaitu bab pertama secara umum membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Pada bab kedua membahas mengenai beton, material dasar campuran beton, pengadukan beton, *slump*, *capping*, perawatan beton, kuat tekan dan pola keruntuhan beton, modulus elastisitas beton, dan metode pengolahan data. Waktu dan tempat penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta prosedur penelitian disajikan pada bab ketiga. Sedangkan hasil pengujian komposisi beton, perhitungan desain campuran beton, hasil pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton, serta waktu ikat dibahas pada bab empat, dan pada bab kelima berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penulisan laporan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ACI-SP87, "*High Strength Concrete*", American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1987.
2. American Society for Testing and Material, "*Annual Book of ASTM Standards 1986*": Vol.04.02, Concrete and Mineral Aggregates, Philadelphia: ASTM 1986.
3. CEB/FIP, "Application of High Performance Concrete", Bulletin d'Information No.222, November 1994.
4. Cement & Concrete Association, "Superplasticizing Admixtures in Concrete", Report, Cement Admixtures Association and the Cement and Concrete Association, London, 1976.
5. Departemen Pekerjaan Umum. Badan dan Pengembangan PU, "Pedoman Beton 1989", SKBI.1.4.53.1989. Draft Konsensus. Jakarta: DPU, 1989.
6. Hanafiah, D.R, "Persamaan Konstitutif Beton Kinerja Tinggi dengan Abu Terbang sebagai Substitusi Parsial Semen", Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Sipil, ITB, 1996.
7. Mulyono, Tri, Ir., M.T., "Teknologi Beton", Yogyakarta, 2004.
8. Maslehudin, M., Saricimen, H., Al-Mana, A., "*Effect of Fly Ash Addition on the Corrosion Resisting Characteristics of Concrete*", *ACI Material Journal*, Vol 84, No. 1, January-February 1987, 42-50.
9. Nawy., Edward. G., "*Reinforce Concrete a Fundamental Approach*" Terjemahan, Cetakan Pertama, Bandung :PT. Eresco, 1990.
10. W, G, Ryan, Samarin, A, "*Australian Concrete Technology*" 1992.
11. Yogendran., V, et al, "*Silica Fume In High-Strength Concrete*" Technical Paper, Titel no. 84-M.15 *ACI Material Journal*. March-April, 1987.