

**PENGARUH SUHU TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
YANG MENGANDUNG 10% PASIR BESI  
PENGANTI AGREGAT HALUS**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

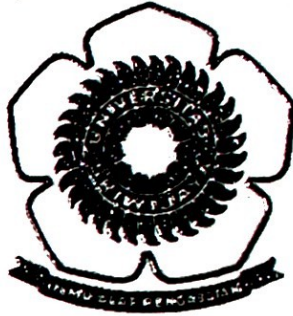
Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:  
**K.M. AMINULLAH**  
03013110025

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2008

S  
691.307  
Amin  
P  
E-080966  
2008

**PENGARUH SUHU TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
YANG MENGANDUNG 10% PASIR BESI  
PENGANTI AGREGAT HALUS**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

n. 17576/17969

Oleh:  
**K.M. AMINULLAH**  
03013110025

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

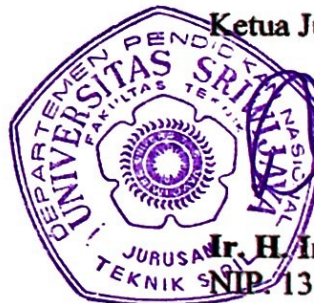
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : K.M. AMINULLAH  
NIM : 03013110025  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PENGARUH SUHU TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
YANG MENGANDUNG 10% PASIR BESI PENGGANTI  
AGREGAT HALUS

Inderalaya, <sup>31 Juli</sup> Mei 2008

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS**  
NIP. 131 472 645

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : K.M. AMINULLAH**  
**NIM : 03013110025**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PENGARUH SUHU TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
YANG MENGANDUNG 10% PASIR BESI PENGGANTI  
AGREGAT HALUS**

**Inderalaya, Mei 2008**

**Dosen Pembimbing,**

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, rounded loop on the left and several sharp, vertical and horizontal strokes on the right, extending to the right edge of the page.

**Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.Sc  
NIP. 131 863 981**

# **PENGARUH SUHU TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGANDUNG 10% PASIR BESI PENGGANTI AGREGAT HALUS**

## **ABSTRAKSI**

Dalam dunia konstruksi saat ini, para insinyur dihadapkan pada semakin banyaknya tantangan untuk menciptakan struktur yang semakin kuat. Ini dipengaruhi dengan semakin banyaknya bangunan-bangunan konstruksi yang diperlukan baik itu untuk industri ataupun untuk infrastruktur, dan juga disebabkan karena lingkungan yang semakin agresif sehingga kebutuhan akan keamanan dan struktur yang cepat, praktis, murah dan ringan semakin tak terhindarkan.

Beton merupakan salah satu bagian konstruksi yang sering dipakai dalam bidang konstruksi. Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat. Campuran bahan-bahan yang membentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan (workability), memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kekuatan beton yang lebih optimal adalah dengan cara mengganti atau menambahkan sebagian bahan yang dipakai pada campuran beton. Dalam hal ini penulis akan meneliti agregat halus yang diganti sebagian dengan pasir besi untuk mendapatkan kepadatan beton yang kuat tekannya yang lebih optimal dengan nilai K-400. Selain mengganti agregat halus dengan pasir besi, penulis juga akan meninjau kekuatan beton pada suhu tinggi sehingga beton tersebut dapat memenuhi kebutuhan kekuatan yang diinginkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk komposisi campuran beton normal dan beton dengan penambahan pasir besi, kekuatan tekan rata-ratanya meningkat sesuai dengan bertambahnya umur (hari). Kuat tekan optimum beton dengan bahan pengganti 10% pasir besi pada agregat halus dengan suhu ruang 25°C mencapai 440 kg/cm<sup>2</sup> atau 12,5% lebih tinggi dari beton normal yang hanya mencapai 391,1111 kg/cm<sup>2</sup>. Beton yang menggunakan bahan pengganti 10% pasir besi setelah pemanasan tetap mempunyai kuat tekan yang lebih besar dari beton normal yang sudah dipanaskan. Beton yang telah mengalami pemanasan kemudian diuji kuat tekannya akan mengalami retakan yang tidak teratur (berantakan) dibandingkan beton tanpa pemanasan. Penurunan kuat tekan beton baik yang normal maupun beton dengan bahan pengganti 10% pasir besi pada agregat halus akibat pemanasan mempunyai trend penurunan yang hampir sama. Penurunan kuat tekan beton yang paling besar terjadi pada sample beton dengan bahan pengganti 10% pasir besi yang mengalami pemanasan pada suhu 500°, penurunan tersebut sebesar 32,9966%. Hal ini mungkin disebabkan menurunnya daya ikat antara pasir besi dengan mortal.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa beton dengan bahan pengganti pasir besi setelah mengalami pemanasan pada suhu 400°C dan 500°C masih menghasilkan kuat tekan diatas standar tegangan yang berlaku serta masih layak untuk digunakan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yaha Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul " Pengaruh Suhu Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Mengandung 10% Pasir Besi Pengganti Agregat Halus" ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, Penulis banyak menerima saran, penjelasan dan informasi yang sangat berguna dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang sangat mendalam yang hanya bisa Penulis sampaikan terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Ketua Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil
3. Bapak Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak dan Ibu Dosen-dosen Jurusan Teknik Sipil.
5. Yuk Tini,kak Lukman, David, kak Rudy, terima kasih atas bantuannya yang tak terkira. Dan seluruh staf dan pegawai teknik, "Sukses Selalu".
6. Alm. Ayahku Tercinta terima kasih atas doa dan perhatiannya semasa hidup. Ayah kan Selalu ada Dihatiku dan kan selalu menjadi panutanku.
7. Keluargaku yang tercinta, Ibu, kakak-kakakku, dan adik-adikku yang telah memberikan doa dan bantuan, baik moral maupun materi.
8. Rekan-rekan seperjuanganku di Teknik Sipil angkatan 2001 terima kasih banyak.
9. Ian Arif, Ferdi, Irsan, Baim, Wawan, Widi, Yudi, Maskot, Hendi, Sherly, Ayuk dan semua teman yang selalu memberikan supportnya kepadaku, semoga kita semua sukses dalam hidup dan karir.
10. Andi, Awek, Eko, Bams, ReadOne, Adi, Yanto, Blewa, Tohir, Feri, Ucup<sup>2</sup>, dan semua anggota Geng Pengar terima banyak baik yang membantu serta mengacaukan jadwal, kegiatan serta laporan kuliahku.

11. Kepada Mereka yang telah menjadi inspirasiku selama ini kuucapkan terima kasih dan semoga bahagia selalu
12. Pada semua pihak yang telah membantu baik moril dan materil kuucapkan banyak terima kasih.
13. Almamaterku

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal atas ketulusan hati mereka yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

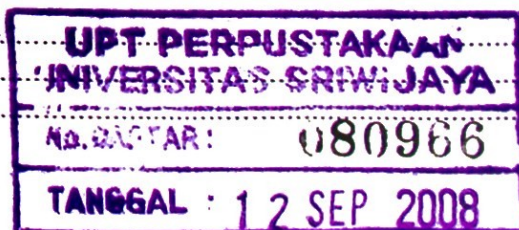
Penulisan Laporan Tugas Akhir ini telah memberikan kesempatan bagi Penulis untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama kuliah, namun penulis menyadari bahwa "*Tak Ada Gading yang Tak Retak*". Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Mei 2008

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	i
Halaman Persetujuan .....	ii
Abstraksi .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	vi
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Lampiran .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Pengertian Beton .....	4
2.2 Sifat-Sifat Beton .....	4
2.2.1 Beton Segar .....	4
2.2.2 Beton Keras .....	5
2.3 Syarat-Syarat Campuran Beton .....	7
2.4 Material Pembentuk Campuran Beton .....	8
2.4.1 Semen Portland .....	8
2.4.2 Air .....	11
2.4.3 Agregat .....	12
2.4.4 Pasir Besi .....	21
2.5 Pengecoran Beton .....	21
2.6 Perawatan Beton (Curing) .....	22
2.7 Menentukan Kuat Tekan Beton .....	22
2.8 Pengaruh Pemanasan Pada Beton .....	23
2.8.1 Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kekuatan Beton ..	24
2.8.2 Spalling .....	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 .....	28
3.3 Variasi Pengganti (Substitusi) Agregat Halus .....	28
3.4 Desain Campuran .....	29
3.5 Metode SK SNI-03-2002 .....	29
3.6 Pelaksanaan Campuran .....	38
3.7 Pengujian Slump .....	39
3.8 Pembuatan dan Persiapan Benda Uji .....	40
3.9 Pengujian Kekuatan Tekan Beton .....	41
 BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	 43
4.1 Pemeriksaan Material .....	43
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir) .....	43
4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar .....	48
4.1.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Bahan/Material .....	52
4.2 Pembuatan Desain Campuran .....	52
4.3 Data Hasil Pengujian .....	57
4.3.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Melalui Proses Pemanasan .....	57
4.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Melalui Proses Pemanasan .....	59
4.4 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Penggunaan 10% Pasir Besi Pengganti Agregat Halus .....	60
4.4.1 Kuat Tekan Beton dengan Penggunaan 10% Pasir Besi Pengganti Agregat Halus Tanpa Pemanasan .....	60
4.4.2 Kuat Tekan Beton dengan Substitusi 10% Pasir Besi Melalui Pemanasan .....	62
4.4.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton .....	64
4.5 Hubungan Sisa Kuat Tekan Beton Terhadap Beton Yang Tidak Dipanaskan .....	64
4.6 Analisa Perilaku Retakan Pada Beton .....	66
4.6.1 Perilaku Retakan Pada Beton Normal .....	66
4.6.2 Perilaku Retakan Pada Beton 10% Pasir Besi .....	67
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	 69
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.1	Sampel Penelitian .....	3
2.1	Komposisi Kimia Semen Baturaja (Pengujian Lab. Semen Baturaja) ...	10
2.2	Karakteristik Hidrasi Semen .....	11
2.3	Bentuk Tekstur dan Karakteristik Permukaan Agregat .....	16
2.4	Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur Untuk Benda Uji Kubus Yang Dirawat di Laboratorium .....	23
3.1	Analisa Komposisi Mineral Pasir Besi .....	27
3.2	Variasi Pengganti (Substitusi) Pasir Besi pada Agregat Halus .....	29
3.3	Nilai deviasi Standar Untuk Mutu Pekerjaan di Lapangan .....	32
3.4	Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0,5 dan Jenis Semen serta Agregat Kasar yang Biasa dipakai di Indonesia .....	33
3.5	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus .....	34
3.6	Perkiraan Kadar Air Bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton .....	37
4.1	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus .....	44
4.2	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus .....	44
4.3	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus .....	45
4.4	Hasil Analisa Saringan Agregat Halus .....	46
4.5	Hasil Pemeriksaan <i>Specific Gravity</i> dan Absorpsi Agregat Halus .....	47
4.6	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar .....	48
4.7	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar .....	49
4.8	Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar .....	49
4.9	Hasil Pemeriksaan <i>Spesific Gravity</i> dan Absorpsi Agregat Kasar .....	51
4.10	Data Tes laboratorium Hasil Pemeriksaan Bahan/Material .....	52
4.11	Hasil Pembuatan Desain Campuran Beton.....	55
4.12	Proporsi Campuran Sebelum Koreksi .....	55
4.13	Data Sifat Fisik Agregat .....	56
4.14	Proporsi Campuran Setelah Koreksi .....	56

4.15	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal k-400 tanpa Pemanasan Menggunakan Benda Uji Kubus ukuran 15cm x15cm x15 cm.....	57
4.16	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Substitusi 10% Pasir Besi K-400 tanpa Pemanasan Menggunakan Benda Uji Kubus ukuran 15cm x15cm x15 cm.....	58
4.17	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal k-400 dengan Pemanasan Menggunakan Benda Uji Kubus ukuran 15cm x15cm x15 cm.....	59
4.18	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Substitusi 10% Pasir Besi K-400 dengan Pemanasan Menggunakan Benda Uji Kubus ukuran 15cm x15cm x15 cm.....	60
4.19	Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Beton Tanpa Pemanasan dengan Substitusi Pasir Besi 10% .....	61
4.20	Kuat Tekan Beton Mutu k-400 Umur 28 hari Pada Temperatur Bervariasi.....	62
4.21	Persentase Sisa Kekuatan Tekan Beton dengan Pemanasan .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Tekstur Permukaan Agregat .....	16
3.1	Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (benda uji kubus)	35
3.2	Grafik Perkiraan Berat Jenis Beton Basah .....	36
3.3	Grafik Persentasi Agregat Halus .....	37
4.1	Susunan Gradasi Butiran Pasir Zone-2.....	46
4.2	Kurva Gradasi Agregat Kasar .....	50
4.3	Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Beton dengan Substitusi 10% Pasir Besi Tanpa Pemanasan .....	61
4.4	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Temperature ...	62
4.5	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Substitusi 10% Pasir Besi Terhadap Temperature .....	63
4.6	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Beton dengan Substitusi 10% Pasir Besi melalui Pemanasan .....	63
4.7	Grafik Persentase Sisa Kekuatan Tekan Beton Normal terhadap Temperature .....	65
4.8	Grafik Persentase Sisa Kekuatan Tekan Beton dengan Substitusi 10% Pasir Besi terhadap Temperature .....	65
4.9	Perilaku Retakan Pada Beton Normal Sebelum Pemanasan (Suhu Ruang) .....	66
4.10	Perilaku Retakan Pada Beton Normal Setelah Pemanasan (Suhu 400°C dan 500°C) .....	67
4.11	Perilaku Retakan Pada Beton 10% Pasir Besi Sebelum Pemanasan (Suhu Ruang) .....	67
4.12	Perilaku Retakan Pada Beton 10% Pasir Besi Setelah Pemanasan (Suhu 400°C dan 500°C) .....	68

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Berat Beton Mutu K-400
- Lampiran 2 : Foto-Foto Dokumentasi
- Lampiran 3 : Surat-Surat Pelaksanaan Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam dunia konstruksi saat ini, para insinyur dihadapkan pada semakin banyaknya tantangan untuk menciptakan struktur yang semakin kuat. Ini dipengaruhi dengan semakin banyaknya bangunan-bangunan konstruksi yang diperlukan baik itu untuk industri ataupun untuk infrastruktur, dan juga disebabkan karena lingkungan yang semakin agresif sehingga kebutuhan akan keamanan dan struktur yang cepat, praktis, murah dan ringan semakin tak terhindarkan.

Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan pada konstruksi di bidang teknik sipil yang merupakan pencampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar atau bahan semacam lainnya dengan penambahan bahan perekat semen dan air secukupnya sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia. Dalam penggunaannya, material beton sebagai bagian struktur bangunan memiliki beberapa kelebihan, antara lain : mempunyai kuat tekan tinggi, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan, tidak membutuhkan pemeliharaan yang cukup berarti dan relatif tahan terhadap api serta cuaca.

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 (workability) pada saat basah dan dapat memenuhi kekuatan beton yang telah direncanakan sebelumnya.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kekuatan beton yang lebih optimal adalah dengan cara mengganti dengan sebagian bahan agregat halus yang dipakai pada campuran beton. Dalam hal ini penulis akan meneliti agregat halus yang disubstitusi dengan pasir besi untuk mendapatkan kepadatan beton yang kuat tekannya yang lebih optimal dengan K 400. Selain mensubstitusi agregat halus dengan pasir besi, penulis juga akan meninjau kekuatan beton pada suhu tinggi sehingga beton tersebut dapat memenuhi kebutuhan kekuatan yang diinginkan.

## 1.2. Perumusan Masalah

1. Dalam hal ini masalah yang akan dibahas pengaruh kuat tekan beton akibat suhu tinggi
2. Beton dalam penelitian ini digunakan pasir besi sebagai bahan pengganti (substitusi) dari agregat halus
3. Pasir besi yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 10% sebagai bahan pengganti (substitusi) agregat halus

## 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Agar dapat membandingkan kuat tekan beton pada saat normal dan pada saat kondisi dengan suhu yang tinggi (akibat kebakaran).
2. Membandingkan kuat tekan beton terhadap komposisi pasir besi pada agregat halus
3. Agar dapat mengetahui pengaruh pasir besi agregat halus terhadap kuat tekan beton.

## 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Pembahasan penelitian ini dibatasi pada :

1. Penggunaan pasir besi sebagai bahan pengganti pada agregat halus.
2. Kuat tekan yang direncanakan K 400.
3. Komposisi pasir besi yang direncanakan sebanyak 10% sebagai substitusi agregat halus.
4. Sebagai standar pengujian adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan faktor air semen 0,5 sebagai acuan dari agregat kasar dan semen yang dipakai.
5. Kuat tekan beton yang diuji adalah beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
6. Pengujian kuat tekan beton digunakan benda uji kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
7. Variasi suhu yang direncanakan adalah 400°C dan 500°C.
8. Metode *Concrete Mix Design* yang dipakai adalah SK SNI-03-2002.

## 9. Sampel yang digunakan :

**Tabel 1.1 Sampel Penelitian**

Sampel	Tanpa Pembakaran			Durasi pembakaran 3 jam		Jumlah
				Suhu		
	7 hari	14 hari	28 hari	400°C	500°C	
Normal	3	3	3	3	3	15
Beton substitusi pasir besi 10%	3	3	3	3	3	15
TOTAL						30

**1.5. Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan laporan tugas akhir, sistematika yang disusun atas lima bab :

- BAB I      Pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan Penelitian, ruang Lingkup Penelitian, sistematika Penulisan
- BAB II      Tinjauan Pustaka, material dasar pencampuran beton
- BAB III     Metodologi Penelitian, waktu dan tempat, bahan dan peralatan, prosedur penelitian
- BAB IV     Pembahasan, analisa hasil pengujian agregat kasar dan halus, perhitungan desain campuran beton, hasil pengujian kuat tekan beton
- BAB V      Penutup yang terdiri dari Kesimpulan dan Saran.



## DAFTAR PUSTAKA

- A.M. Neville, *Properties of Concrete 3<sup>rd</sup> Edition*. Longman Scientific and Technical, New York, 1987
- Dipohusodo, Istimawan, *Struktur Beton Bertulang*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999
- Edward G. Navi, *Beton Bertulang. Suatu Pendekatan Dasar*. Penerbit PT. Eresco, Bandung, 1990
- Emilia Kardeni, *Pengaruh Steel Fiber pada Sifat Mekanis Beton dan Kapasitas Balok Beton Bertulang Pasca Kebakaran*. Diakses dari USU digital library, 2002
- Frank Harris, *Modern Construction Equipment and Methods*. Longman Scientific and Technical, New York, 1989
- Palgunadi Dany, *Pengaruh Kenaikan Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton*, Jakarta, 2002
- Sagel R, Gideon Kusuma. *Kerusakan Beton Akibat Pengaruh Fisika, Pedoman Pengerjaan Beton*, 1997
- Sepry Rantesalu, *Pengaruh Temperatur Tinggi Pasca Kebakaran Terhadap Kualitas Beton Mutu Tinggi Dengan Pasir Besi Sebagai Cementitious*. Diakses dari <http://digilib.itc.ac.id>, 2002