



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
INTISARI.....	xvi
<b>BAB I            PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	1
C. Manfaat Penelitian.....	2
D. Tujuan Penelitian.....	2
E. Batasan Penelitian.....	3
F. Keaslian Penelitian.....	3
<b>BAB II            TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka.....	4
B. Landasan Teori.....	7
1. Kuat Tarik Beton.....	7
2. Sifat Beton pada Temperatur Tinggi.....	8
3. Sifat Baja pada Temperatur Tinggi.....	16



<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
A.	Bahan.....	28
B.	Alat.....	29
C.	Jumlah dan Ukuran Benda Uji.....	35
D.	Pelaksanaan Penelitian.....	36
E.	Analisis Data.....	46
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A.	Bahan	
1.	Agregat Halus.....	49
2.	Agregat Kasar.....	50
3.	Uji Tarik Baja.....	52
B.	Lama Pembakaran.....	53
C.	Beton	
1.	Kuat Tekan Beton.....	54
2.	Modulus Elastisitas Beton.....	55
3.	Retak Beton.....	56
4.	Distribusi Temperatur dari Exposed Surface ke Lapisan Bagian Dalam Beton .....	60
5.	Tegangan Tarik Awal.....	61
6.	Lebar Retak dan Pertambahan Baja Tulangan.....	64
7.	Temperatur Permukaan Beton.....	66
8.	Temperatur Permukaan Baja .....	68
9.	Keruntuhan Baja Tulangan.....	72
10.	Perancangan Balok Beton Bertulang.....	76
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A.	Kesimpulan.....	86
B.	Saran.....	88
	DAFTAR PUSTAKA.....	89
	LAMPIRAN.....	91



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1. Suhu di dalam beton selama pembakaran.....	6
Tabel 2.2. Lebar retak yang disyaratkan.....	14
Tabel 2.3. Faktor reduksi untuk hubungan tegangan regangan baja pada berbagai temperatur.....	19
Tabel 3.1. Jumlah benda uji.....	36
Tabel 3.2. Kebutuhan bahan penyusun beton.....	38
Tabel 4.1. Hasil pengujian tarik baja tulangan.....	52
Tabel 4.2. Hasil pengujian kuat tekan beton.....	54
Tabel 4.3. Hasil perhitungan modulus elastisitas dinamik, modulus elastisitas statik menurut British Code dan SNI '92.....	55
Tabel 4.4. Lebar retak beton pada setiap benda uji.....	57
Tabel 4.5. Beban retak teoritis dan hasil pengujian laboratorium.....	62
Tabel 4.6. Hubungan lebar retak beton dan penambahan panjang baja.....	64
Tabel 4.7. Benda uji dan penambahan panjang baja pada saat putus.....	70
Tabel 4.8. Persentase kenaikan perpanjangan baja tulangan.....	71
Tabel 4.9. Efek rata-rata temperatur pada kekuatan leleh baja.....	73
Tabel 4.10. Tegangan tarik hasil pengujian dengan tegangan sisa baja menurut Salmon dan Jhonson .....	76
Tabel 4.11. Nilai standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan.....	83



## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1. Pengaruh temperatur pada kuat tekan beton.....	9
Gambar 2.2. Kuat tekan beton pada temperatur tinggi.....	10
Gambar 2.3. Pengaruh suhu pada modulus elastisitas beton.....	11
Gambar 2.4. Hubungan tegangan regangan untuk beton (tanpa beban awal)..	12
Gambar 2.5. Konduktivitas panas dengan fungsi waktu.....	15
Gambar 2.6. Panas jenis beton silika.....	16
Gambar 2.7. Efek rata-rata temperatur pada kekuatan leleh baja.....	17
Gambar 2.8. Efek rata-rata temperatur pada kekuatan tarik baja.....	17
Gambar 2.9. Efek tipikal temperatur pada modulus elastisitas baja.....	18
Gambar 2.10. Rasio MOE vs kuat leleh baja.....	18
Gambar 2.11. Faktor reduksi untuk hubungan tegangan regangan baja.....	19
Gambar 2.12. Kurva tegangan regangan baja berbagai suhu.....	20
Gambar 2.13. Kekuatan sisa baja tulangan.....	21
Gambar 2.14. Kurva tegangan regangan untuk baja <i>hot rolled</i> pada berbagai tingkat temperatur.....	21
Gambar 2.15. Regangan rangkai pada baja tarik.....	24
Gambar 2.16. Perpanjangan baja sebagai fungsi temperatur.....	25
Gambar 2.17. Konduktivitas panas baja vs temperatur.....	26
Gambar 2.18. Panas jenis baja vs temperatur.....	27
Gambar 3.1. <i>Concrete mixer</i> .....	30
Gambar 3.2. Mesin uji tarik baja.....	31
Gambar 3.3. <i>Kaliper</i> .....	31
Gambar 3.4. Mesin uji desak beton.....	32
Gambar 3.5. <i>Data logger</i> .....	33
Gambar 3.6. <i>Hidraulic jack</i> .....	33
Gambar 3.7. Alat uji modulus elastisitas dinamik beton ( <i>E-Meter</i> ).....	34
Gambar 3.8. Pemanas.....	34



Gambar 3.9.	LVDT.....	35
Gambar 3.10.	Model benda uji .....	36
Gambar 3.11.	Pengujian nilai slump.....	40
Gambar 3.12.	Pengecoran benda uji.....	41
Gambar 3.13.	Pengujian tarik untuk $P_{retak}$ ( $P_{cr}$ ) eksperimen.....	45
Gambar 3.14.	Pengujian tarik benda uji.....	45
Gambar 3.15.	Setting up LVDT.....	45
Gambar 3.16.	Pengukuran lebar retak pasca pengujian tarik.....	46
Gambar 4.1.	Hubungan lama pembakaran dengan temperatur.....	53
Gambar 4.2.	Hubungan umur beton dan modulus elastisitas beton.....	56
Gambar 4.3.	Hubungan temperatur permukaan beton dan lebar retak.....	59
Gambar 4.4.	Benda uji pasca pengujian.....	59
Gambar 4.5.	Kurva distribusi temperatur hasil pengujian benda uji.....	60
Gambar 4.6.	Pengaruh tegangan awal baja.....	63
Gambar 4.7.	Hubungan temperatur permukaan beton pertambahan panjang baja .....	66
Gambar 4.8.	Hubungan temperatur permukaan beton dan regangan baja.....	66
Gambar 4.9.	Hubungan pertambahan panjang baja dan temperatur permukaan beton .....	67
Gambar 4.10.	Hubungan regangan baja dan temperatur permukaan beton .....	67
Gambar 4.11.	Hubungan pertambahan panjang baja dan temperatur permukaan baja (BMS).....	68
Gambar 4.12.	Hubungan regangan baja dan temperatur permukaan baja (BMS).....	68
Gambar 4.13.	Hubungan pertambahan panjang baja dan temperatur baja (BMT).....	69
Gambar 4.14.	Hubungan regangan baja dan temperatur baja (BMT).....	69
Gambar 4.15.	Hubungan waktu dan pertambahan panjang baja (BMS).....	73
Gambar 4.16.	Hubungan waktu dan regangan baja (BMS).....	74
Gambar 4.17.	Hubungan waktu dan pertambahan panjang baja (BMT).....	74



Gambar 4.18.	Hubungan waktu dan regangan baja (BMT).....	75
Gambar 4.19.	Benda uji mengalami keruntuhan (putus).....	75
Gambar 4.20.	Flow chart perencanaan tampang balok.....	77
Gambar 4.21.	Flow chart perencanaan tampang balok yang tidak retak .....	80
Gambar 4.22.	Rasio tinggi tampang balok pada berbagai tingkat Kombinasi beban mati.....	82
Gambar 4.23.	Rasio tinggi tampang balok pada berbagai tingkat Kombinasi beban mati dengan variasi nilai standar deviasi ( $S_d=2,8$ ).....	83
Gambar 4.24.	Rasio tinggi tampang balok pada berbagai tingkat Kombinasi beban mati dengan variasi nilai standar deviasi ( $S_d=3,5$ ).....	84
Gambar 4.25.	Rasio tinggi tampang balok pada berbagai tingkat Kombinasi beban mati dengan variasi nilai standar deviasi ( $S_d=4,2$ ).....	84
Gambar 4.26.	Rasio tinggi tampang balok pada berbagai tingkat Kombinasi beban mati dengan variasi nilai standar deviasi ( $S_d=5,6$ ).....	85
Gambar 4.27.	Rasio tinggi tampang balok pada berbagai tingkat Kombinasi beban mati dengan variasi nilai standar deviasi ( $S_d=7,0$ ).....	85



## DAFTAR LAMPIRAN

### **Lampiran A**

Lampiran A Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan Agregat Kasar

### **Lampiran B**

Lampiran B Perancangan Adukan Beton

### **Lampiran C**

Lampiran C Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

### **Lampiran D**

Lampiran D 1 Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Beton  
(Mutu 22,5 MPa) Umur 7 Hari

Lampiran D 2 Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Beton  
(Mutu 40 MPa) Umur 7 Hari

Lampiran D 3 Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Beton  
(Mutu 22,5 MPa) Umur 28 Hari

Lampiran D 4 Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Beton  
(Mutu 40 MPa) Umur 28 Hari

Lampiran D 5 Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Beton  
(Mutu 22,5 MPa) Umur 60 Hari

Lampiran D 6 Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Beton  
(Mutu 40 MPa) Umur 60 Hari

Lampiran D 7-a Kuat Desak Beton Untuk Berbagai Umur

Lampiran D 7-b Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Dinamik

Lampiran D 8 Hasil Perhitungan  $P_{retak}$  teoritis ( $P_{cr}$  teoritis)

### **Lampiran E**

Lampiran E 1 Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMS 100

Lampiran E 2 Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMS 80

Lampiran E 3 Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMS 60

Lampiran E 4 Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMS 40



Lampiran E 5	Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMT 100
Lampiran E 6	Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMT 80
Lampiran E 7	Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMT 60
Lampiran E 8	Data Hasil Pengujian Tarik Benda Uji BMT 40
Lampiran E 9	Lebar Retak, Temperatur Permukaan Beton dan Baja
<b><u>Lampiran F</u></b>	
Lampiran F 1	Prosedur Perhitungan Nilai Faktor Reduksi Kekuatan Baru
Lampiran F 2	Hasil Perhitungan Kemampuan Tampang Dalam Pengendalian Retak Berdasarkan Mutu Pelaksanaan di Lapangan
<b><u>Lampiran G</u></b>	
Lampiran G	Pola Retak Benda Uji Pasca Pemanasan
<b><u>Lampiran H</u></b>	
Lampiran H	Perhitungan Suhu Teoritis



## DAFTAR NOTASI

$A$	=	luas
$A_s$	=	luas tulangan tarik
$b$	=	lebar balok
$c$	=	jarak serat tekan terluar ke garis netral
$c_c$	=	panas jenis
$d$	=	tinggi efektif balok
$d'$	=	jarak dari serat terluar desak ke pusat tulangan desak
$E_c$	=	modulus elastisitas statik beton
$E_d$	=	modulus elastisitas dinamik Beton
$E_s$	=	modulus elastisitas baja
$f_c$	=	kuat tekan beton
$f_{cr}$	=	kuat tekan beton rata-rata
$f_r$	=	modulus retak beton
$f_y$	=	tegangan leleh baja
$h$	=	tinggi balok
$I$	=	momen inersia
$L$	=	panjang benda uji
$M$	=	momen
$M_n$	=	momen nominal
$M_u$	=	momen terfaktor
$N$	=	frekuensi dasar longitudinal
$N_D$	=	gaya desak
$N_T$	=	gaya tarik
$P$	=	beban
$T$	=	temperatur
$W$	=	berat benda uji
$\varepsilon_y$	=	modulus elastis baja
$\rho$	=	rasio penulangan
$\beta$	=	konstanta kelas kuat beton
$\sigma$	=	tegangan lentur
$\lambda_c$	=	konduktifitas panas pada beton
$\lambda_s$	=	konduktifitas panas pada baja
$\Delta l$	=	pertambahan panjang baja akibat temperatur ruang
$\varepsilon_{\sigma}(T)$	=	regangan akibat tegangan regangan
$\varepsilon_{th}(T)$	=	regangan akibat panas
$\varepsilon_{cr}(\sigma, T, t)$	=	regangan akibat rangkakan
$\phi$	=	faktor reduksi kekuatan lentur
$\delta$	=	pertambahan panjang