

**KAJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BALOK
BETON MUTU TINGGI BERSERAT BENDRAT DENGAN
FLY ASH DAN BAHAN TAMBAH BESTMITTEL**

*(Analysis Of Compressive and Flexural Strength in High Strength Fiber Binding Wire
Concrete with Fly Ash and Bestmittel Additive)*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun Oleh

MARIO OTA HAMONANGAN MANIK

I 1 1 1 2 0 5 6

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2015 *copy to user*

PERSETUJUAN SKRIPSI

**KAJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BALOK
BETON MUTU TINGGI BERSERAT BENDRAT DENGAN
FLY ASH DAN BAHAN TAMBAH BESTMITTEL**

*(Analysis Of Compressive and Flexural Strength in High Strength Fiber Binding Wire
Concrete with Fly Ash and Bestmittel Additive)*



Disusun Oleh

MARIO OTA HAMONANGAN MANIK

I 1 1 1 2 0 5 6

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendaran
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Slamet Prayitno, MT.
NIP. 19531227 198601 1 001

Ir. Supardi, MT
NIP. 19550504 198003 1 003

PENGESAHAN SKRIPSI

**KAJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BALOK
BETON MUTU TINGGI BERSERAT BENDRAT DENGAN
FLY ASH DAN BAHAN TAMBAH BESTMITTEL**

*(Analysis Of Compressive and Flexural Strength in High Strength Fiber Binding Wire
Concrete with Fly Ash and Bestmittel Additive)*

Disusun Oleh:

MARIO OTA HAMONANGAN MANIK
I 1 1 1 2 0 5 6

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendaran
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Pada hari/tanggal : **Selasa/04 Agustus 2015**

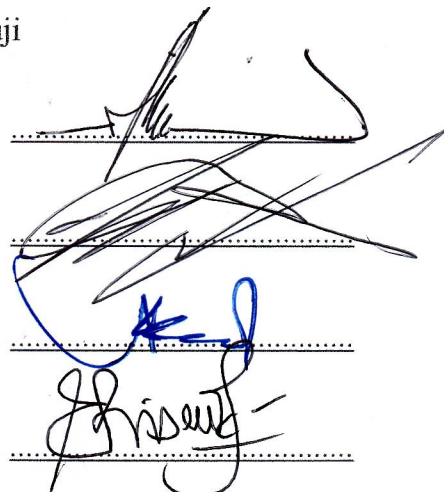
Tim Penguji

Ir. Slamet Prayitno, MT
NIP. 19531227 198601 1 001

Ir. Supardi, MT
NIP. 19550504 198003 1 003

Ir. Sugiyato, MT
NIP. 19551121 198702 1 002

Ir. Endang Rismunarsi, MT
NIP. 19570917 198601 2 001



Mengesahkan,
Kepala Program Studi Teknik Sipil



Wibowo, ST, DEA.
NIP. 1968100 7 1995 02 1 001



MOTTO

“ Takut akan TUHAN adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan”

(Amsal 1:7)

ABSTRAK

Mario Ota Hamonangan Manik, 2015. “Kajian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Balok Beton Mutu Tinggi Berserat Bendrat dengan Fly Ash dan Bahan Tambah Bestmittel”. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Salah satu struktur konstruksi yang masih banyak dipakai untuk konstruksi bangunan gedung, struktur pondasi, perkerasan jalan dan jembatan adalah beton. *High strength concrete* yaitu beton dengan kekuatan yang cukup tinggi atau diatas kekuatan standar yang dipengaruhi dari beberapa hal, seperti FAS (faktor air semen), kualitas agregat, bahan tambah dan kontrak kualitas dari pembuatan beton tersebut. Beton serat adalah beton yang tersusun dari semen hidrolis, agregat dan sejumlah kecil serat sebagai bahan tambahan yang tersebar secara merata berorientasi random dan dengan proporsi tertentu.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dan data diolah menggunakan excel. Pengujian kuat tekan dilakukan pada silinder berukuran 15 cm x 30 cm dan kuat lentur dilakukan pada balok berukuran 8 cm x 12 cm x 100 cm dengan variasi persentase serat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, dan 2% berjumlah 4 buah per persentase serat. Mutu beton yang direncanakan adalah f'_c 80 MPa. Uji Kuat tekan dan lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode rancang campur *American Concrete Institute*.

Nilai Kuat Tekan dengan penambahan serat bendrat 0 % 0,5% 1% 1,5 % dan 2% berturut turut adalah sebesar 72,75 MPa; 80,25 MPa; 86,06 MPa; 74,17 MPa; dan 72,05 MPa. Hasil momen nominal yang terjadi pada benda uji balok dengan penambahan serat bendrat 0 % 0,5 % 1 % 1,5 % dan 2 % berturut-turut adalah sebesar 0,37167 tonm; 0,41292 tonm; 0,42042 tonm; 0,40355 tonm dan 0,397929 tonm berdasarkan analisis hasil pengujian, berdasarkan analisis SNI dengan kuat tarik beton diperhitungkan (Suhendro) sebesar 0,33683 ton-m, 0,34525 ton-m, 0,39407 ton-m, 0,33901 ton-m dan 0,32914 ton-m dan berdasarkan analisis SNI dengan kuat tarik beton diabaikan sebesar 0,21135 tonm; 0,21190 tonm; 0,21226 tonm; 0,21146 tonm dan 0,21129 tonm. Pola retak lentur dan keruntuhan yang terjadi pada benda uji kuat lentur terjadi pada posisi 1/3 bentang tengah bentang sehingga dapat dikatakan keruntuhan adalah keruntuhan lentur.

Kata kunci : kuat tekan, kuat lentur, beton mutu tinggi, *American Concrete Institute* , ACI, bendrat, *fly ash*, bestmittel

PERSEMBAHAN

Tuhan Yesus Kristus juru selamat saya, puji dan syukur sehingga hamba Mu ini dapat menyelesaikan studi dengan baik, yang kelak pastinya berguna bagi sesama dan tentunya demi kemuliaan nama Mu Tuhan

Skripsi saya ini saya persembahkan untuk semua keluarga besar saya di Medan, Mamak yang saya sayangi, Kak Meta Kak Bella, Bang Lindung dan Bang Joe, dan keponakan saya Cevo dan Qyuirel, juga kepada keluarga dari Bapak, khususnya Uda Chandra dan sepupu saya Candra yang sudah membantu juga dalam perkuliahan saya dan dari keluarga Mamak, Nondong, atas bantuan doa dan support nya.

Pak Slamet Prayitno dan Pak Supardi selaku pembimbing skripsi saya yang telah meluangkan waktu, ilmu serta berkenan membimbingku dengan kesabaran hati.

Dosen Pengajar saya ucapkan terimakasih kepada semua dosen teknik sipil UNS yang secara langsung ataupun tidak, pernah membantu masa perkuliahan saya di Teknik Sipil UNS. Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan, semoga bisa bermanfaat untuk saya dan untuk orang lain.

Teman Seperjuangan Teknik Sipil Transfer Angkatan 2012 yang telah banyak memberi kenangan, pengalaman, rasa suka dan duka selama masa perkuliahan dan bermain bersama.

Naposo HKBP Solo, terimakasih untuk suka duka nya juga, bantuannya, penghiburannya selama saya melakukan perkuliahan di kota Solo, kiranya kita semakin diberkati di dalam Tuhan Yesus dan tetap semangat untuk pelayanan, dan kuliah nya Tuhan memberkati kita. Amin.

Dan juga kepada siapa saja diluar sana yang memberikan doanya, dan kepada teman-teman yang tidak dapat saya sebut satu persatu, yang di Medan dan di mana saja.

commit to user

ABSTRACT

Mario Ota Hamonangan Manik, 2015. “Analysis Of Compressive and Flexural Strength in High Strength Fiber Binding Wire Concrete with Fly Ash and Bestmittel Additive”. Final Task of Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Sebelas Maret University of Surakarta.

One of construction material that is still broadly used to build a building, structural foundations, pavement and bridge is concrete. High strength concrete is a kind of concrete which strength is higher than standard concrete. Its strength are depended from several things, such as water cement ratio, quality of aggregate, additional material and contract quality of the concrete manufacture. Fiber reinforced concrete is a type of concrete that composed of hydraulic cement, aggregate and a small amount of fiber as an additive that are spread evenly and randomly oriented with a certain proportion.

The method is experimental and the data were processed using Excel. Compression test was using cylinder with dimension 15 cm x 30 cm and flexural test was using beam with dimension 8 cm x 12 cm x 100 cm. The variations of the percentage of fiber are 0%; 0.5%; 1%; 1.5%, and 2%. There were 4 specimen used for each percentage. The concrete was expected to have quality with f'c 80 Mpa. The test of compressive strength and flexural test will be done to concrete specimen with 28 days of age with mix American Concrete Institute design method.

The Value of compressive test with the addition of fibers 0% 0.5% 1% 1.5% and 2% are 72.75 MPa; 80.25 MPa; 86.06 MPa; 74.17 MPa; and 72.05 MPa. Nominal moment that occurs on the test object beam with the addition of fibers 0% 0.5% 1% 1.5% and 2% are 0.371679 tonm; 0.412929 tonm; 0.420429 tonm; Tonm 0.403554 and 0.397929 tonm based on analysis of test results, based on analysis of SNI with the tensile strength of concrete is calculated at 0.33683 ton-m, 0.34525 ton-m, 0.39407 ton-m, 0.33901 ton-m and 0.32914 ton-m and the analysis of SNI with neglected tensile strength (Suhendro) of concrete are 0.21135tonm, 0.21190 tonm, 0.21226 tonm, 0.21146 tonm and 0.211129 tonm. Bending and cracking pattern collapse on the test specimen occurred at 1/3 of mid span; hence it can be assumed that it was bending collapse.

Keywords : *compressive strength, flexural strength, high strength concrete, american concrete institute, ACI, binding wire, fly ash, bestmittel*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, Juru Selamat penulis yang telah melimpahkan rahmat serta kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Kajian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Balok Beton Mutu Tinggi Berserat Bendrat dengan *Fly Ash* dan Bahan Tambah Bestmittel”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak maka sulit bagi penyusun untuk menuntaskan banyak kendala hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini, untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Wibowo ST, DEA., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNS
2. Ir. Slamet Prayitno, MT., selaku Dosen Pembimbing I Skripsi. Terima kasih bimbingan, serta bantuannya selama penyusunan skripsi ini sampai selesai.
3. Ir. Supardi, MT., selaku Dosen Pembimbing II Skripsi. Terima kasih atas bimbingan, serta bantuannya selama penyusunan skripsi ini sampai selesai.
4. Ir. Agus Sumarsono, MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Ir. Sugiyarto, MT. dan Ir. Endang Rismunarsi, MT., selaku Dosen Penguji sidang skripsi.
6. Para Dosen Pengajar serta Staf pengelola/laboran Laboratorium Bahan Bangunan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
7. Teman-teman mahasiswa Non Reguler Teknik Sipil Angkatan 2012. Terima kasih atas kenangan kebersamaannya di kampus selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oeh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan, khususnya bagi penulis sendiri.

Surakarta, Agustus 2015

commit to user

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.5.1. Manfaat Teoritis	4
1.5.2. Manfaat Praktis	5
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. Beton	9
2.2.2. Beton Serat	9
2.2.2.1. Definisi	9
2.2.2.2. Mekanisme Kerja Beton Serat <i>visit to user</i>	10

2.2.3.	Beton Mutu Tinggi	11
2.2.4.	Beton Metode <i>American Concrete Institute (ACI)</i>	13
2.2.5.	Bahan Penyusun Beton Berserat Mutu Tinggi	13
2.2.5.1.	Semen Portland	13
2.2.5.2.	Agregat	14
2.2.5.2.1.	Agregat Kasar	14
2.2.5.2.2.	Agregat Halus	15
2.2.5.3.	Air	17
2.2.5.4.	Bahan Tambah	17
2.2.5.4.1.	Serat Bendrat	18
2.2.5.4.2.	<i>Fly Ash</i>	18
2.2.5.4.3.	Bestmittel	19
2.2.6.	Kandungan <i>Fly Ash</i> Beton Mutu Tinggi	20
2.2.7.	Kuat Tekan (f_c)	21
2.2.8.	Kuat Tarik Belah Beton	22
2.2.9.	Kuat Lentur	22
2.2.10.	Analisis Kuat Batas Tampang Balok Beton Bertulang	24

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Tinjauan Umum	25
3.2.	Tahapan Penelitian	27
3.3.	Alat Uji	30
3.4.	Bahan Uji	37
3.5.	Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar	37
3.5.1.	Standar Pengujian Agregat Halus	37
3.5.2.	Standar Pengujian Agregat Kasar	37
3.5.3.	Pengujian Agregat Halus	38
3.5.3.1.	Pengujian Kadar Zat Organik.....	38
3.5.3.2.	Pemeriksaan Kadar Lumpur	38
3.5.3.3.	Pengujian <i>Specific Gravity</i>	39
3.5.3.4.	Pengujian Gradasi	40
3.5.4.	Pengujian Agregat Kasar	41

3.5.4.1. Pengujian Abrasi	41
3.5.4.2. Pengujian <i>Specific Gravity</i>	41
3.5.4.3. Pengujian Gradasi	42
3.5.5. Pengujian Bobot Isi	42
3.5.6. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan	43
3.6. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	43
3.7. Pembuatan Benda Uji	43
3.8. Perawatan Benda Uji	44
3.9. Uji <i>Slump</i>	44
3.10. Pengujian Kuat Tekan	46
3.11. Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton	47
3.12. Pengujian Kuat Lentur	47
3.12.1. Langkah-langkah Pengujian Kuat Lentur	49
3.12.2. Perhitungan Kuat Lentur	49
 BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pengujian Bahan Dasar	51
4.1.1. Hasil Pengujian Agregat Halus	51
4.1.1.1. Kandungan Zat Organik	51
4.1.1.2. Bobot Isi	51
4.1.1.3. Kandungan Lumpur	52
4.1.1.4. <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	52
4.1.1.5. Gradasi Agregat Halus	53
4.1.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar	55
4.1.2.1. Bobot Isi	55
4.1.2.2. <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar	55
4.1.2.3. Gradasi Agregat Kasar	56
4.2. Hasil Perhitungan Rancang Campur Metode <i>American Concrete Institute</i>	57
4.3. Hasil Pengujian <i>Slump</i>	59
4.4. Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat Jenis	59
4.5. Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan.....	60
4.6. Hasil Pengujian Dan Pembahasan Kuat Tarik Belah	64

4.7.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan Polos	66
4.8.	Hasil Pengujian Kuat Lentur dan Analisis Data	67
4.8.1.	Hasil Pengujian	67
4.8.2.	Analisis Data	69
4.8.2.1.	Momen Nominal Hasil Pengujian	69
4.8.2.2.	Momen Nominal Hasil Analisis Menurut SNI (03-2847-2002)	72
4.8.2.3.	Momen Nominal Hasil Analisis Menurut Usulan Suhendro (1991)	74
4.8.2.4.	Pembahasan	81
4.8.3.	Pola Retak Balok Beton Bertulangan Baja dengan Penambahan Serat Bendrat	83

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	84
5.2.	Saran	85

PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Mekanisme Kerja Serat Pada Pembebanan Tekan	10
Gambar 2.2. Mekanisme Kerja Serat Pada Pembebanan Tarik	11
Gambar 2.3. Perletakan dan Pembebanan Balok Uji (SNI03-4431-1997)	23
Gambar 2.4. Distribusi Regangan dan Tegangan Lentur pada Balok Beton Menurut (SNI 03-2847-2002)	24
Gambar 2.5. Distribusi Regangan dan Tegangan Lentur pada Balok Beton Fiber Penuh (Usulan Suhendro, 1991)	24
Gambar 3.1. Benda Uji Kuat Tekan (a) dan Benda Uji Kuat Lentur (b)	26
Gambar 3.2. Bagan Alir Tahap Metode Penelitian	29
Gambar 3.3. Bagan Alir Tahap Analisis Data Kuat Tekan dan Lentur	30
Gambar 3.4. Timbangan Bascule	31
Gambar 3.5. Timbangan Digital	31
Gambar 3.6. Set Ayakan dan Mesin Penggetar	31
Gambar 3.7. Oven	32
Gambar 3.8. Corong Kornik	32
Gambar 3.9. Cetakan Benda Uji Lentur dan Kuat Tekan	33
Gambar 3.10. Karung Goni	33
Gambar 3.11. <i>Compression Testing Machine</i>	33
Gambar 3.12. <i>Loading Frame</i>	34
Gambar 3.13. <i>Dial Gauge</i> Kapasitas Penurunan 50 mm	34
Gambar 3.14. <i>Hydraulic Pump</i>	35
Gambar 3.15. <i>Hydraulic Jack</i>	35
Gambar 3.16. <i>Transducer</i>	36
Gambar 3.17. <i>Load cell</i>	36
Gambar 3.18. Sketsa Pengujian <i>Slump</i>	45
Gambar 3.19. Sketsa pengujian kuat tekan beton	46
Gambar 3.20. Sketsa Pengujian Kuat Lentur Balok	48

Gambar 3.21. <i>Setting Up</i> Alat Pengujian Balok	48
Gambar 3.22. Jenis patah pada pengujian lentur (SNI 03-4431-1997)	50
Gambar 4.1 Ilustrasi Hasil Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	52
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Halus	53
Gambar 4.3 Grafik Gradasi Agregat Kasar	56
Gambar 4.4 Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan % Serat Bendrat	62
Gambar 4.5 Grafik Fungsi Polinomial Pengujian Kuat Tekan	63
Gambar 4.6 Diagram Gaya Pembebanan	69
Gambar 4.7 Distribusi Regangan dan Tegangan Lentur pada Balok Beton Menurut (SNI 03-2847-2002)	72
Gambar 4.8 Distribusi Regangan dan Tegangan Lentur Pada Balok Beton Bertulang Yang Diberi Fiber Penuh. (Usulan Suhendro, 1991)	74
Gambar 4.9 Diagram Perbandingan Momen Nominal Hasil Analisa Dengan Hasil Pengujian	78
Gambar 4.10 Grafik Fungsi Polinomial Perbandingan Momen Nominal Hasil Analisa Dengan Hasil Pengujian	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Batasan Susunan Butiran Agregat Kasar	15
Tabel 2.2. Batasan Susunan Butiran Agregat Halus	16
Tabel 2.3. Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai <i>fiber</i>	18
Tabel 3.1. Kode dan Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	26
Tabel 3.2. Kode dan Jumlah Benda Uji Kuat Lentur	26
Tabel 3.3. Pengaruh Kadar Zat Organik terhadap Presentase Penurunan Kekuatan Beton	38
Tabel 3.4. Syarat Persentase Berat Lolos Standar ASTM	40
Tabel 4.1. Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	52
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus	53
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Agregat Halus	54
Tabel 4.4. Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	55
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar	56
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Agregat Kasar	57
Tabel 4.7. Kebutuhan Bahan Campura Adukan Beton Untuk Satu Benda Uji	58
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Mutu Tinggi Metode ACI Berserat Bendrat dengan Fly Ash dan Bestmittel	60
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	61
Tabel 4.10. Perubahan Kuat Tekan	64
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	65
Tabel 4.12. Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja	67
Tabel 4.13. Hasil Pengujian Kuat Lentur	67
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Momen Nominal Hasil Pengujian	71
Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Momen Nominal Secara Analisis Menurut Menurut (SNI 03-2847-2002)	73
Tabel 4.16. Hasil Perhitungan Momen Nominal Secara Analisis Menurut Usulan Suhendro (1991)	77
Tabel 4.17. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Momen Nominal Pengujian dan Analisa	77

commit to user

Tabel 4.18. Perbandingan Perhitungan Momen Nominal Hasil Analisis Kuat Tarik Diabaikan dengan Hasil Pengujian	82
Tabel 4.19. Perbandingan Perhitungan Momen Nominal Hasil Analisis Kuat Tarik Diperhitungkan dengan Hasil Pengujian	82
Tabel 4.20. Perbandingan Perhitungan Momen Nominal Hasil Analisis Kuat Tarik Diabaikan dengan Analisis Kuat Tarik Diperhitungkan	82



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

%	= Persentase
π	= Phi (3,14285)
A	= Luas permukaan
\emptyset	= Diameter
f_c'	= Kuat tekan beton
f_y	= Tegangan leleh baja
f_{ct}	= Kuat tarik belah
kg	= Kilogram
gr	= Gram
kN	= Kilo Newton
N	= Newton
lt	= Liter
cm	= Centimeter
mm	= Milimeter
ton mm	= Ton Milimeter
MPa	= Mega Pascal
P	= Beban
L	= Bentang bebas
b	= Lebar benda uji
h	= Tebal benda uji
v	= volume
σ maks	= Kuat tarik pada batas maksimum
E_c	= Modulus elastisitas beton
E_s	= Modulus elastisitas tulangan
W_c	= Berat volume beton
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>
P_o	= Kuat beban aksial nominal
A_s	= Luas tulangan daerah tarik



d	= Selimut efektif tulangan tarik
G ₀	= Berat awal pasir awal
G ₁	= Berat pasir akhir
M _n	= Momen Nominal
PBI	= Peraturan Beton Indonesia
SNI	= Standar Nasional Indonesia
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
ACI	= <i>American Concrete Institute</i>
WF	= <i>Wide Flange</i>
OPC	= <i>Ordinary Portland Cement</i>
PPC	= <i>Portland Pozzolan Cement</i>



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	: UJI AGREGAT
LAMPIRAN B	: MIX DESIGN
LAMPIRAN C	: DATA HASIL PENGUJIAN
LAMPIRAN D	: GRAFIK LENDUTAN
LAMPIRAN E	: POLA RETAK
LAMPIRAN F	: DOKUMENTASI
LAMPIRAN G	: SURAT-SURAT

