

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN
SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT LENTUR BETON RINGAN
ALWA MUTU RENCANA $f'_c = 35$ MPa**

DASTHON VERNANDO

NRP : 9721071

NIRM : 41077011970306

Pembimbing : Ny. Winarni Hadipratomo, Ir.

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Saat ini pemakaian beton untuk bahan struktur semakin meningkat. Hal ini seiring dengan perkembangan teknologi yang turut membantu mengatasi kebutuhan akan mutu beton yang lebih baik akibat kompleksnya jenis bangunan. Penggunaan agregat ringan ALWA dan *Superplasticizer* merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan beton ringan dan kuat juga dapat membantu mempermudah pengerjaan (workability).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Superplasticizer* didalam beton ringan ALWA terhadap nilai slump beton, kuat tekan beton dan kuat lentur beton ringan tanpa tulangan (beton polos). Mutu beton yang direncanakan adalah 35 MPa. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji berbentuk balok ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm dengan kadar *Superplasticizer* 0 %, 1 %, dan 2 % dan umur perawatan benda uji pada umur 14 dan 28 hari. Metode yang digunakan untuk perencanaan campuran adalah Standar Nasional Indonesia (SNI). Perawatan benda uji dilakukan pada kondisi basah.

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa campuran beton dengan kadar *Superplasticizer* 2 % mencapai kuat tekan yang ditargetkan, $f'_c = 35$ MPa. Penambahan kadar *Superplasticizer* mengakibatkan penurunan nilai modulus elastisitas lentur rata-rata beton dan memperbesar nilai slump pada beton sehingga mempermudah dalam pengerjaan.

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	
2.1 Bahan – Bahan Penyusun Beton.....	6
2.1.1 Air.....	7
2.1.2 Semen Portland.....	8
2.1.3 Agregat Halus.....	9
2.1.4 Agregat Kasar ALWA.....	10

2.2 Superplasticizer.....	12
2.3 Kuat Tekan Beton.....	14
2.4 Kuat Lentur Beton.....	14
2.5 Modulus Elastisitas.....	15
2.6 Analisis Regresi Sederhana.....	17

BAB 3 PERSIAPAN PENELITIAN

3.1 Persiapan Peralatan.....	19
3.2 Persiapan Bahan.....	20
3.3 Pemeriksaan Agregat.....	21
3.3.1 Agregat Halus.....	21
3.3.2 Agregat Kasar.....	30
3.4 Perencanaan Campuran Beton.....	36
3.4.1 Langkah – Langkah Perencanaan.....	36
3.4.2. Perhitungan Perencanaan Campuran.....	38

BAB 4 PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji.....	49
4.2 Pengujian Beton Segar.....	50
4.3 Pengujian Beton Keras.....	51
4.3.1 Pemeriksaan Dimensi Benda Uji.....	51
4.3.2 Pemeriksaan Kuat Tekan Beton.....	52
4.3.3 Pengujian Kuat Lentur Beton.....	53

BAB 5 ANALISIS DATA HASIL PENELITIAN.

5.1 Korelasi Antara Kuat Tekan Beton dengan Umur Perawatannya.....	62
5.2 Perhitungan Kuat Tekan Karakteristik.....	69

5.3 Korelasi Antara Kuat Lentur Beton dengan Umur Perawatannya.....	72
5.4 Pengaruh Kadar <i>Superplasticizer</i> Terhadap Modulus Elastisitas Lentur.....	83
5.5 Menentukan Kadar <i>Superplasticizer</i> Optimum untuk Kuat tekan dan Kuat Lentur Beton Ringan.....	96
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	101
6.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN.....	105

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Persyaratan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Rata-Rata untuk Beton Ringan Struktural.....	11
Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Kadar Zat Organik pada Agregat Halus.....	22
Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	23
Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan <i>Silt</i> dan <i>Clay</i> Agregat Halus.....	24
Tabel 3.4 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus.....	26
Tabel 3.5 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	28
Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Absorpsi Agregat Halus.....	28
Tabel 3.7 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus.....	29
Tabel 3.8 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar ALWA.....	30
Tabel 3.9 Hasil Pemeriksaan Silt dan Clay Agregat Kasar ALWA.....	31
Tabel 3.10 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar ALWA.....	33
Tabel 3.11 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar ALWA.....	34
Tabel 3.12 Hasil Pemeriksaaan Absorpsi Agregat Kasar ALWA.....	35
Tabel 3.13 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat ALWA.....	36
Tabel 3.14 Proporsi Bahan Pembuatan Beton sebelum Dikoreksi Terhadap Kadar <i>Superplasticizer</i>	47
Tabel 3.15 Proporsi Bahan Pembuatan Beton setelah Dikoreksi Terhadap Kadar <i>Superplasticizer</i>	47

Tabel 3.16	Daftar Isian Perencanaan Campuran Beton Ringan.....	48
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Slump.....	51
Tabel 4.2	Hasil Uji Tekan Beton Ringan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	52
Tabel 4.3	Hasil Uji Tekan Beton Ringan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	53
Tabel 4.4	Hasil Uji Tekan Beton Ringan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	53
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Ringan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	57
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Ringan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	58
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Ringan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	58
Tabel 5.1	Hasil Uji Kuat Beton Ringan Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	63
Tabel 5.2	Hasil Uji Kuat Beton Ringan Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	63
Tabel 5.3	Hasil Uji Kuat Beton Ringan Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	64
Tabel 5.4	Bentuk-Bentuk Persamaan Regresi.....	64
Tabel 5.5	Analisis Regresi antara Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatannya untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %	65
Tabel 5.6	Analisis Regresi antara Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatannya untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	65

Tabel 5.7	Analisis Regresi antara Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatannya untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	66
Tabel 5.8	Analisis Regresi Kuat Tekan Beton Ringan dengan Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	66
Tabel 5.9	Persamaan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	67
Tabel 5.10	Perhitungan Kuat Tekan Karakteristik Beton Ringan untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	71
Tabel 5.11	Perhitungan Kuat Tekan Karakteristik Beton Ringan untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	71
Tabel 5.12	Perhitungan Kuat Tekan Karakteristik Beton Ringan untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	72
Tabel 5.13	Hasil Uji Kuat Lentur Beton Ringan dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	73
Tabel 5.14	Hasil Uji Kuat Lentur Beton Ringan dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	73
Tabel 5.15	Hasil Uji Kuat Lentur Beton Ringan dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	74
Tabel 5.16	Analisis Regresi antara Kuat Lentur Beton Ringan dengan Umur Perawatannya untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	74
Tabel 5.17	Analisis Regresi antara Kuat Lentur Beton Ringan dengan Umur Perawatannya untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	75

Tabel 5.18	Analisis Regresi antara Kuat Lentur Beton Ringan dengan Umur Perawatannya untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	75
Tabel 5.19	Analisi Regresi Kuat Lentur Beton Ringan dengan Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	76
Tabel 5.20	Persamaan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	76
Tabel 5.21	Data Uji dan Hasil Regresi Hiperbolik Kuat Lentur untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	78
Tabel 5.22	Data Uji dan Hasil Regresi Hiperbolik Kuat Lentur untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	79
Tabel 5.23	Data Uji dan Hasil Regresi Hiperbolik Kuat Lentur untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	79
Tabel 5.24	Persentase Peningkatan Kuat Lentur Rata-rata Akibat Penambahan Kadar <i>Superplasticizer</i>	80
Tabel 5.25	Hasil Pengukuran Lendutan Balok Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Umur 28 Hari.....	81
Tabel 5.26	Hasil Pengukuran Lendutan Balok Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Umur 28 Hari.....	81
Tabel 5.27	Hasil Pengukuran Lendutan Balok Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Umur 28 Hari.....	82
Tabel 5.28	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Benda Uji I, umur 28 Hari..	83

Tabel 5.29	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Benda Uji II, umur 28 Hari.....	83
Tabel 5.30	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Benda Uji III, umur 28 Hari.....	83
Tabel 5.31	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Benda Uji I, umur 28 Hari.....	84
Tabel 5.32	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Benda Uji I, umur 28 Hari.....	84
Tabel 5.33	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Benda Uji II, umur 28 Hari.....	84
Tabel 5.34	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Benda Uji III, umur 28 Hari.....	84
Tabel 5.35	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Benda Uji IV, umur 28 Hari.....	85

Tabel 5.36	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Benda Uji I, umur 28 Hari.....	85
Tabel 5.37	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Benda Uji II, umur 28 Hari.....	85
Tabel 5.38	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Benda Uji III, umur 28 Hari.....	85
Tabel 5.39	Analisis Regresi antara Beban Hancur dengan Lendutan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Benda Uji IV, umur 28 Hari.....	86
Tabel 5.40	Modulus Elastisitas Lentur dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % untuk Umur Beton 28 Hari.....	94
Tabel 5.41	Modulus Elastisitas Lentur dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % untuk Umur Beton 28 Hari.....	94
Tabel 5.42	Modulus Elastisitas Lentur dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % untuk Umur Beton 28 Hari.....	94
Tabel 5.43	Nilai Koefisien Elastisitas berdasarkan Percobaan.....	95
Tabel 5.44	Nilai Modulus Of Rupture pada Beton Ringan dengan berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	96
Tabel 5.45	Kuat Tekan Beton Ringan Karakteristik dengan Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	97

Tabel 5.46	Hasil Analisis Regresi Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i> dengan Kuat Tekan Beton Ringan	97
Tabel 5.47	Kuat Lentur Beton dengan Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	99
Tabel 5.48	Analisis Regresi Berbagai Kadar Superplasticizer dengan Kuat Lentur Beton.....	99

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alat Uji Kuat Lentur.....	15
Gambar 2.2 Kurva Tegangan-Regangan Beton.....	17
Gambar 3.1 Batas Gradasi Agregat Halus.....	26
Gambar 3.2 Batas Gradasi Agregat Kasar ALWA.....	33
Gambar 3.3 Grafik Hubungan Antara Deviasi Standar dengan Kuat Tekan Beton.....	39
Gambar 3.4 Grafik Hubungan Antara Kuat Hancur Agregat dengan Berat Jenis Lempung Bekah.....	41
Gambar 3.5 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Campuran Beton dengan Kuat Tekan Adukan.....	42
Gambar 3.6 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Adukan dengan Nilai Fraksi Agregat.....	43
Gambar 3.7 Grafik Hubungan Antara Berat Isi Adukan dengan Nilai Fraksi Agregat.....	44
Gambar 3.8 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Adukan yang Menggunakan Agregat Lempung Bekah dengan Susunan Campuran Adukan.....	45
Gambar 4.1 Posisi Beban yang Terbagi Dua Membentuk Daerah A-B.....	54
Gambar 4.2 Sketsa Bidang Momen dan Lintang yang Terjadi pada Balok.....	55

Gambar 4.3	Pola Retak Balok Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Umur 28 Hari.....	56
Gambar 4.4	Pola Retak Balok Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Umur 28 Hari.....	57
Gambar 4.5	Pola Retak Balok Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Umur 28 Hari.....	58
Gambar 5.1	Hubungan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	67
Gambar 5.2	Hubungan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	67
Gambar 5.3	Hubungan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatan Beton untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	68
Gambar 5.4	Hubungan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Umur Perawatan Beton untuk Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	68
Gambar 5.5	Hubungan Kuat Lentur Beton Ringan untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 %.....	76
Gambar 5.6	Hubungan Kuat Lentur Beton Ringan untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 %.....	77
Gambar 5.7	Hubungan Kuat Lentur Beton Ringan untuk Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 %.....	77
Gambar 5.8	Hubungan Kuat Lentur Beton Ringan dengan Umur Perawatan Beton untuk Berbagai Kadar <i>Superplasticizer</i>	78

Gambar 5.9	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji I.....	88
Gambar 5.10	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji II.....	89
Gambar 5.11	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji III.....	89
Gambar 5.12	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 0 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji IV.....	90
Gambar 5.13	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji I.....	90
Gambar 5.14	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji II.....	91
Gambar 5.15	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji III.....	91
Gambar 5.16	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 1 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji IV.....	92
Gambar 5.17	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji I.....	92
Gambar 5.18	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji II.....	93
Gambar 5.19	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji III.....	93

Gambar 5.20	Hubungan Lendutan dan Beban Beton dengan Kadar <i>Superplasticizer</i> 2 % pada Umur 28 Hari, Benda Uji IV.....	94
Gambar 5.21	Hubungan Kadar <i>Superplasticizer</i> Optimum dengan Kuat Tekan Beton Ringan Maksimum.....	98
Gambar 5.22	Hubungan Kadar <i>Superplasticizer</i> Optimum dengan Kuat Lentur Beton Ringan Maksimum.....	100

DAFTAR NOTASI

A	= Luas bidang tekan benda uji (mm^2)
a	= Jarak rata-rata dari retak pada beton sampai ke tumpuan terdekat
a	= Konstanta regresi
B	= Jumlah air (kg/m^3)
BI_B	= Berat isi beton ringan (kg/m^3)
BI_M	= Berat isi adukan (kg/m^3)
b	= Lebar balok (mm)
C	= Jumlah agregat halus (kg/m^3)
C_a	= Absorpsi air pada agregat halus (%)
C_k	= Kandungan air pada agregat halus (%)
C	= Konstanta regresi
D	= Jumlah air pada agregat kasar ringan (%)
D_a	= Absorpsi air pada agregat kasar ringan (%)
D_k	= Kandungan air pada agregat kasar ringan (%)
D	= Diameter (mm)
d	= Tinggi balok (mm)
δ	= Lendutan pada balok (mm)
E_c	= Modulus elastisitas (MPa)
F	= Gaya tekan yang terjadi (MPa)
FM	= Modulus kehalusan

f'_c	= Kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari (MPa)
$f'_{c,A}$	= Kuat hancur agregat (MPa)
$f'_{c,Br}$	= Kuat tekan beton ringan rata – rata yang ditargetkan (MPa)
$f'_{c,M}$	= Kuat tekan adukan (MPa)
f'_{cr}	= Kuat tekan beton umur 28 hari rata – rata (MPa)
I	= Momen inersia (mm^4)
k	= Tetapan statistik yang tergantung pada banyaknya Bagian yang cacat
L	= Jarak antara 2 titik tumpuan (mm)
M	= Momen (Nmm)
M	= Nilai tambah (MPa)
n	= Jumlah benda uji
n_f	= Nilai fraksi volume agregat kasar
P	= Beban hancur / terpusat (N)
P_a	= Berat jenis agregat kasar (gr/cm^3)
R^2	= R-square (koefisien determinasi)
s	= Standar deviasi (MPa)
$S.E.E$	= Perkiraan kesalahan standar pada model regresi
V_a	= Gaya aksial pada perletakan di titik A akibat beban (N)
V_b	= Gaya aksial pada perletakan di titik B akibat beban (N)
W	= Momen perlawanan balok (cm^3)
w_c	= Berat isi beton ringan (kg/m^3)
X	= Umur (hari)
x	= Kuat tekan beton ringan rata-rata (MPa)

x_i = Kuat tekan beton ringan masing – masing benda uji (MPa)

Y = Kuat tekan (MPa) atau kuat lentur (MPa)

Y_{28} = Kuat tekan 28 hari (MPa)

σ = Tegangan tekan (MPa) atau tegangan lentur (MPa)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Foto Alat Pengaduk Campuran beton
	dan Alat Uji Beton Segar.....106
Lampiran 2	Foto Alat Uji Lentur pada Balok.....107
Lampiran 3	Foto Alat Uji Tekan pada Silinder.....108
Lampiran 3	Brosur mengenai ALWA dan Superplasticizer.....109