

**PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN
BIAYA GEDUNG PERKANTORAN TIGA LANTAI**

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md) pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

AYUNDA NURVITANIA RAMADISA

NIM. I8517005

DEVI WULANDARI

NIM. I8517010

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2020**

**PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN
BIAYA GEDUNG PERKANTORAN TIGA LANTAI**

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md) pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

AYUNDA NURVITANIA RAMADISA

NIM. I8517005

DEVI WULANDARI

NIM. I8517010

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2020**

STRUCTURE AND BUDGET PLANING OF A THREE-STORY OFFICE BUILDING

FINAL PROJECT

Written to fulfill a requirement of obtain *Ahli Madya (A.Md)* in a Diploma Study
Program of Civil Engineering Department of Vocational School of
Sebelas Maret University Surakarta



By :

AYUNDA NURVITANIA RAMADISA

NIM. I8517005

DEVI WULANDARI

NIM. I8517010

**CIVIL ENGINEERING UNDERGRADUATE STUDY
PROGRAM CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT OF
VOCATIONAL SCHOOL SEBELAS MARET UNIVERSITY
SURAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA GEDUNG PERKANTORAN TIGA LANTAI



Disusun Oleh :

AYUNDA NURVITANIA RAMADISA

NIM. I8517005

DEVI WULANDARI

NIM. I8517010

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan tim penguji pendadaran D III
Teknik Sipil Bangunan Gedung Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret

Surakarta, 11 Agustus 2020

Dosen Pembimbing



Ir. Agus Supriyadi, M.T.

NIP. 19600322 198803 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA GEDUNG PERKANTORAN TIGA LANTAI

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

AYUNDA NURVITANIA RAMADISA

NIM. I8517005

DEVI WULANDARI

NIM. I8517010

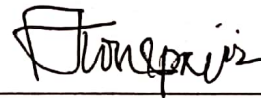
Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada

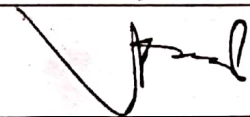
Tanggal : 19 Agustus 2020

Tim Penguji :

1. Ir. Agus Supriyadi, M.T.
NIP. 19600322 198803 1 001
2. Ir. Sunarmasto, M.T.
NIP. 19560717 198703 1 003
3. Ir. Sugiyarto, M.T.
NIP. 19551121 198702 1 002







Mengetahui,

Kepala Program Studi

D III Teknik Sipil



Slamet Jauhari Legowo, S.T., M.T.

NIP. 19670413 199702 1 001



Direktur
Drs. Santoso Tri Hananto, M.Acc., Ak.

NIP. 19690924 199402 1 001

MOTTO

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakan dengan sesungguhnya (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”

(QS. Al Insyirah : 6-8)

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.”

(Winston Churchill)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Kedua orang tua kami yang selalu senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan motivasi untuk tidak pernah menyerah dalam menyelesaikan studi kami.
3. Saudara dan keluarga kami yang tercinta.
4. Bapak dan ibu dosen yang selalu memberikan bimbingan dalam menyelesaikan studi kami.
5. Teman-teman D III Teknik Sipil Bangunan Gedung 2017 yang selalu memberikan bantuan dan semangat kepada kami dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman D III Teknik Sipil 2017.
7. Program Studi D III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian Ahli Madya pada Program Diploma III Teknik Sipil Bangunan Gedung Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Pimpinan Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
2. Bapak Ir. Agus Supriyadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Teman-teman DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung 2017 yang selalu memberi dukungan, bantuan, dan semangat.
4. Rekan-rekan DIII Teknik Sipil angkatan 2017 dan semua pihak yang telah membantu terselesainya Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penyusun harapkan dari semua pihak. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
NOTASI DAN SIMBOL.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Kriteria Perencanaan	2
1.4. Peraturan - Peraturan yang Digunakan.....	3
1.5. Gambar Rencana Bangunan	3
BAB 2 PRELIMINARY DESIGN	7
2.1. Pelat	7
2.1.1. Pelat Atap	8
2.1.2. Pelat Lantai.....	8

2.2.	Balok	8
2.2.1.	Balok Induk	8
2.2.2.	Balok Anak	9
2.3.	Sloof	10
2.4.	Kolom	10
2.5.	Pondasi	16
BAB 3	PERENCANAAN PELAT	17
3.1.	Denah Pelat	17
3.2.	Diagram Alur	19
3.3.	Data Perencanaan	20
3.4.	Perencanaan Pelat	22
3.4.1.	Pelat Atap	22
3.4.2.	Pelat Lantai	27
3.5.	Rekapitulasi Penulangan Pelat	33
BAB 4	PERENCANAAN TANGGA	34
4.1.	Dasar Perencanaan	34
4.1.1.	Gambaran Umum	34
4.1.2.	Data Perencanaan Tangga	35
4.2.	Perencanaan Pelat Tangga	36
4.2.1.	Perhitungan Tebal Pelat Tangga	36
4.2.2.	Perhitungan Pembebanan Tangga	37

4.2.3.	Penghitungan Gaya Dalam Tangga	38
4.2.4.	Penghitungan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes	39
4.2.4.1.	Perhitungan Tulangan Tumpuan	39
4.2.4.2.	Perhitungan Tulangan Lapangan	40
4.2.5.	Penghitungan Tulangan Balok Bordes	41
4.2.5.1.	Penghitungan Pembebanan Balok Bordes	42
4.2.5.2	Penghitungan Gaya Dalam Balok Bordes	43
4.2.5.3.	Penghitungan Tulangan Balok Bordes	43
4.2.6.	Penghitungan Pondasi Tangga	46
4.2.6.1.	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	46
4.2.6.2.	Penghitungan Tulangan Lentur	47
4.3.	Rekapitulasi Penulangan Perencanaan Tangga	48
BAB 5	ANALISIS GEMPA	49
5.1.	Dasar Perencanaan	49
5.2.	Kategori Desain Seismik	50
5.2.1	Respon Percepatan Periode Pendek (S_s) dan 50 Periode 1 Detik (S_1)	50
5.2.2	Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa (I_E) ...	52
5.2.3	Koefisien Situs dan Parameter Percepatan Spektral Desain	52
5.3.	Hitungan Pembebanan Struktur	54
5.3.1.	Uraian Hitungan	54
5.3.2.	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Struktur	57

5.4.	Nilai Gaya Lateral Ekuivalen	58
5.4.1.	Hitungan Periode Fundamental Struktur	58
5.4.2.	Spektrum Respon Percepatan Desain	59
5.4.3.	Koefisien Respon Seismik dan Geser Dasar Seismik	61
5.4.4.	Distribusi Vertikal Gaya Gempa	62
BAB 6	PERENCANAAN BALOK ANAK	64
6.1.	Perencanaan	64
6.2.	Pembebanan	65
6.2.1.	Denah Pembebanan Tributari Area	65
6.2.2.	Hitungan Luas Ekuivalen untuk Pelat	65
6.2.3.	Pembebanan Pelat	67
6.2.4.	Pembebanan Balok Anak	68
6.3.	Perhitungan Gaya Dalam Balok Anak	69
6.3.1.	Gaya Momen pada Balok Anak	69
6.3.2.	Gaya Geser pada Balok Anak	70
6.3.3.	Rekapitulasi Penghitungan Gaya Dalam pada Balok Anak	70
6.4.	Penghitungan Tulangan	71
6.4.1.	Tulangan Lentur	71
6.4.1.1.	Tulangan Lentur Lapangan	71
6.4.1.2.	Tulangan Lentur Tumpuan	74
6.4.2.	Tulangan Geser	77
6.4.2.1.	Tulangan Geser Lapangan dan Tumpuan	77

6.5	Rekapitulasi Penulangan Balok Anak	78
BAB 7 PERENCANAAN STRUKTUR PORTAL		79
7.1.	Pemodelan Struktur Portal.....	79
7.2.	Diagram Alur.....	80
7.3.	Perencanaan Dimensi	81
7.4.	Pembebanan.....	82
7.4.1.	Pembebanan <i>Tributary Area</i>	82
7.4.2.	Pembebanann Balok Induk.....	84
7.4.3.	Pembebanan Balok Atap	87
7.4.4.	Pembebanan Sloof	91
7.5.	Kombinasi Pembebanan	92
7.6.	Analisis Struktur.....	92
7.6.1.	Pembebanan pada Struktur Portal	92
7.6.2.	Gaya Momen pada Struktur Portal.....	94
7.6.3.	Gaya Geser pada Struktur Rangka Portal	95
7.6.4.	Gaya Aksial pada Struktur Portal	96
7.6.5.	Gaya Terbesar pada Struktur Portal	97
7.7.	Analisis Tampang.....	98
7.7.1.	Hitungan Tulangan Sloof	98
7.7.2.	Hitungan Tulangan Balok Induk	101
7.7.3.	Hitungan Tulangan Kolom.....	111
7.8.	Rekapitulasi Penulangan Struktur Portal.....	116

BAB 8 PERENCANAAN PONDASI.....	117
8.1. Dasar Perencanaan.....	117
8.1.1. Denah Pondasi	117
8.1.2. Data Perencanaan	117
8.2. Perencanaan Pondasi	118
8.2.1. Tegangan Tanah yang Timbul pada Pondasi.....	118
8.2.2. Kekuatan Geser	121
8.2.3. Kekuatan Momen Lentur.....	122
8.3. Rekapitulasi Hitungan Perencanaan Pondasi	126
BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA.....	127
9.1. Cara Hitungan.....	128
9.2. Hitungan Volume Pekerjaan	128
9.2.1. Pekerjaan Persiapan.....	128
9.2.2. Pekerjaan Tanah	129
9.2.3. Pekerjaan Pondasi.....	132
9.2.4. Pekerjaan Struktur	135
9.2.5. Pekerjaan Pasangan	141
9.2.6. Pekerjaan Lantai dan Keramik	142
9.2.7. Pekerjaan Kusen	143
9.2.8. Pekerjaan Plafond.....	144
9.2.9. Pekerjaan Pengecatan	145
9.2.10. Pekerjaan Listrik.....	146

9.2.11.	Pekerjaan Sanitasi.....	147
9.3.	Rincian Rencana Anggaran Biaya.....	148
9.4.	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	153
BAB 10 KESIMPULAN.....		154
10.1.	Perencanaan Pelat Atap.....	154
10.2.	Perencanaan Pelat Lantai.....	154
10.3.	Perencanaan Tangga.....	154
10.4.	Perencanaan Balok Anak.....	155
10.5.	Perencanaan Sloof dan Balok Induk	155
10.6.	Perencanaan Kolom.....	155
10.7.	Perencanaan Pondasi	156
10.8.	Rencana Anggaran Biaya	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Denah Lantai Satu	3
Gambar 1.2. Denah Lantai Dua.....	4
Gambar 1.3. Denah Lantai Tiga.....	4
Gambar 1.4. Tampak Depan	5
Gambar 1.5. Tampak Belakang.....	5
Gambar 1.6. Tampak Kanan	6
Gambar 1.7. Tampak Kiri	6
Gambar 2.1. Definisi Pelat Satu Ujung Menerus dan Dua Ujung Menerus	8
Gambar 2.2. <i>Tributary</i> Beban Kolom	10
Gambar 3.1. Denah Pelat Atap.....	17
Gambar 3.2. Denah Pelat Lantai	18
Gambar 3.3. Diagram Alur Hitungan Pelat.....	19
Gambar 3.4. Pelat Tipe A Skema II	22
Gambar 3.5. Perencanaan Tinggi Efektif.....	23
Gambar 3.6. Pelat Tipe B Skema II	28
Gambar 4.1. Tampak Atas Rencana Tangga.....	34
Gambar 4.2. Tebal Equivalen Pelat Tangga.....	36
Gambar 4.3. Hasil BMD Struktur Tangga di SAP 2000.....	38
Gambar 4.4. Hasil Reaksi Joint Struktur Tangga dengan SAP 2000	39

Gambar 4.5.	Rencana Balok Bordes	41
Gambar 4.6.	Diagram Momen Balok Bordes.....	42
Gambar 4.7.	Diagram Geser Balok Bordes.....	42
Gambar 5.1.	Peta Percepatan Spektrum Respons 0,2 Detik.....	50
Gambar 5.2.	Tijauan S_s Area Kota Semarang	50
Gambar 5.3.	Peta Percepatan Respons 1,0 Detik	51
Gambar 5.4.	Tijauan S_1 Area Kota Semarang.....	51
Gambar 5.5.	Kurva Respon Spektra Manual.....	60
Gambar 5.6.	Kurva Respon Spektra (Sumber: puskim.pu.go.id).....	61
Gambar 6.1.	Denah Pembebanan Tributari Area	65
Gambar 6.2.	Luas Pembebanan Balok Tipe BA1	68
Gambar 6.3.	Hasil Gaya Momen BA1 dan BA2.....	69
Gambar 6.4.	Hasil Gaya Geser BA1 dan BA2.....	70
Gambar 7.1.	Pemodelan Struktur Portal.....	79
Gambar 7.2.	Diagram Alur Perencanaan Struktur Portal.....	80
Gambar 7.3.	Area Pembebanan Balok Induk	82
Gambar 7.4.	Lebar Ekuivalen Balok Induk As H 2-3	84
Gambar 7.5.	<i>Dead Joint Reactions</i> BA1-BA2	86
Gambar 7.6.	<i>Live Joint Reactions</i> BA1-BA2.....	86
Gambar 7.7.	Area Pembebanan Balok Atap.....	87
Gambar 7.8.	Lebar Ekuivalen Balok Atap As H 2-3	88
Gambar 7.9.	<i>Dead Joint Reactions</i> BA3-BA4	89
Gambar 7.10.	<i>Live Joint Reactions</i> BA1-BA2.....	90

Gambar 7.11. Tipe Sloof	91
Gambar 7.12. Beban Mati Struktur Portal 4 A-H	92
Gambar 7.13. Beban Hidup Struktur Portal 4 A-H	93
Gambar 7.14. Beban Mati Struktur Portal F 1-8	93
Gambar 7.15. Beban Hidup Struktur Portal F 1-8.....	94
Gambar 7.16. Gaya Momen Struktur Portal 4 A-H	94
Gambar 7.17. Gaya Momen Struktur Portal F 1-8.....	95
Gambar 7.18. Gaya Geser Struktur Portal 4 A-H	95
Gambar 7.19. Gaya Geser Struktur Portal F 1-8	96
Gambar 7.20. Gaya Aksial Struktur Portal 4 A-H	96
Gambar 7.21. Gaya Aksial Struktur Portal F 1-8.....	97
Gambar 8.1. Denah Pondasi	117
Gambar 8.2. Perencanaan Pondasi Footplate Menerus	119
Gambar 8.3. Diagram Gaya Lintang dan Momen.....	120
Gambar 8.4. Penampang Kritis Geser Satu Arah.....	121
Gambar 8.5. Penampang Kritis Geser Dua Arah	121
Gambar 8.6. Penampang Kritis untuk Perencanaan Lentur	124

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Tebal Minimum Pelat Satu Arah.....	7
Tabel 2.2.	Tebal Minimum Balok Non-Prategang	8
Tabel 2.3.	Tebal Balok Induk Minimum Bangunan.....	9
Tabel 2.4.	Tebal Balok Anak Minimum Bangunan	9
Tabel 3.1.	Hitungan Momen Pelat Lantai.....	28
Tabel 3.2.	Rekapitulasi Penulangan Pelat	33
Tabel 4.1.	Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga dan Pondasi Tangga.....	48
Tabel 4.2.	Rekapitulasi Penulangan Balok Bordes	48
Tabel 5.1.	Faktor Keutamaan Gempa.....	52
Tabel 5.2.	Koefisien Situs, F_a	52
Tabel 5.3.	Koefisien Situs, F_v	53
Tabel 5.4.	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek.....	54
Tabel 5.5.	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik.....	54
Tabel 5.6.	Berat Struktur Tiap Lantai.....	57
Tabel 5.7.	Berat Struktur Tiap Lantai Dikalikan Tinggi Struktur ..	57
Tabel 5.8.	Koefisien untuk Batas Atas Perioda yang Dihitung	58
Tabel 5.9.	Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x	58
Tabel 5.10.	Nilai SDS dan SD1	61

Tabel 5.11.	Hitungan Gaya Lateral Arah Sumbu X	62
Tabel 5.12.	Hitungan Gaya Lateral Arah Sumbu Y	63
Tabel 6.1.	Hasil Penghitungan Lebar Ekuivalen Balok Anak.....	66
Tabel 6.2.	Hasil Penghitungan Pembebanan Balok Anak.....	69
Tabel 6.3.	Rekapitulasi Penghitungan Gaya Dalam Balok Anak	70
Tabel 6.4.	Hitungan Tulangan Lentur Lapangan.....	73
Tabel 6.5.	Hitungan Tulangan Lentur Tumpuan	76
Tabel 6.6.	Hitungan Tulangan Geser.....	78
Tabel 6.7.	Rekapitulasi Penulangan Balok Anak	78
Tabel 7.1.	Hitungan Lentur Ekuivalen Balok Induk	83
Tabel 7.2.	Hitungan Pembebanan Balok Induk.....	85
Tabel 7.3.	Hitungan Pembebanan Balok Atap	89
Tabel 7.4.	Gaya Dalam Maksimum pada Sloof, Balok Induk, Dan Balok Atap	97
Tabel 7.5.	Gaya Dalam Maksimum pada Kolom	98
Tabel 7.6.	Hitungan Tulangan Lentur Lapangan.....	105
Tabel 7.7.	Hitungan Tulangan Lentur Tumpuan	108
Tabel 7.8.	Hitungan Tulangan Geser.....	110
Tabel 7.9.	Hitungan Tulangan Lentur Kolom	113
Tabel 7.10.	Hitungan Tulangan Geser Kolom.....	115
Tabel 7.11.	Rekapitulasi Penulangan Sloof, Balok Induk dan Balok Atap	116

Tabel 7.12.	Rekapitulasi Penulangan Kolom	116
Tabel 8.1.	Hasil Hitungan Reaksi Joint pada Frame	118
Tabel 8.2.	Hasil Gaya Dalam Pondasi Footplate Menerus.....	120
Tabel 8.3.	Hasil Hitungan Perencanaan Pondasi	126
Tabel 9.1.	Volume Pekerjaan Beton Struktur.....	140
Tabel 9.2.	Volume Perkerjaan Pasangan	142
Tabel 9.3.	Pekerjaan Lantai dan Keramik	142
Tabel 9.4.	Volume Pekerjaan Kusen	143
Tabel 9.5.	Volume Pekerjaan Dinding Luar Weathershield.....	145
Tabel 9.6.	Volume Pekerjaan Dinding Dalam.....	146
Tabel 9.7.	Volume Pekerjaan Listrik.....	146
Tabel 9.8.	Volume Pekerjaan Sanitasi.....	147
Tabel 9.9.	Rincian Rencana Anggaran Biaya.....	148
Tabel 9.10.	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	153
Tabel 10.1.	Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga dan Pondasi Tangga	154
Tabel 10.2.	Rekapitulasi Penulangan Balok Bordes	154
Tabel 10.3.	Rekapitulasi Perencanaan Balok Anak.....	155
Tabel 10.4.	Rekapitulasi Perencanaan Sloof dan Balok	155
Tabel 10.5.	Rekapitulasi Perencanaan Kolom.....	155
Tabel 10.6.	Rekapitulasi Perencanaan Pondasi	156
Tabel 10.7.	Rekapitulasi Rencana Anggaran biaya.....	157

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A_s' = Luas tulangan tekan (mm^2)

A_s = Luas tulangan tarik (mm^2)

b = Lebar penampang (mm)

D = Diameter tulangan ulir (mm)

d = Tinggi efektif (mm)

E = Modulus elastisitas (m)

e = Eksentrisitas (m)

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

f_y = Kuat leleh (MPa)

H = Tinggi total komponen struktur (cm)

h = Lebar penampang (mm)

M = Harga momen (kgm)

M_u = Momen berfaktor (kgm)

N_u = Beban aksial berfaktor (kg)

P = Gaya aksial (kg)

q = Beban merata (kg/m)

S = Spasi dari tulangan (mm)

V = Gaya geser (kg)

V_u = Gaya geser berfaktor (kg)

W = Beban angin (kg)

ϕ = Faktor reduksi untuk beton

ρ = Ratio tulangan tarik (As/bd)

\emptyset = Diameter tulangan polos (mm)

σ = Tegangan yang terjadi (kg/cm³)

