

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERKUATAN DAN DETAILING STRUKTUR RUKO
AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI MEZANIN DENGAN CFRP
SESUAI SNI 1726:2019 DAN SNI 8971:2021
Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)





UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :
DEDE ISKAMTO
(41117110107)

Pembimbing :

U N I Suci Putri Elza, ST, MT
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PERKUATAN DAN DETAILING STRUKTUR RUKO
AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI MEZANIN DENGAN CFRP
SESUAI SNI 1726:2019 DAN SNI 8971:2021

Disusun oleh :

Nama : Dede Iskamto
NIM : 41117110107
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** pada sidang sarjana :

Tanggal : **6 Juli 2022**

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji



Suci Putri Elza S.T., M.T.



Agyanata Tua Munthe S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Sylvia Indriany, M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dede iskamto
Nomor Induk Mahasiswa : 41117110107
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.



Jakarta, 14 Mei 2022

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSI
MERCU BUANA


DE DE ISKAMTO

ABSTRAK

Judul: Analisis Perkuatan Dan Detailing Struktur Ruko Akibat Penambahan Lantai Mezanin Dengan CFRP Sesuai Sni 1726:2019 Dan Sni 8971:2021, Nama: Dede iskamto, Nim: 41117110107, Dosen Pembimbing: Suci Putri Elza, ST, MT., 2021

Gedung 8 lantai di jakarta dibangun pada tahun 2014 yang diperuntukan untuk ruko dan kantor yang dibangun oleh developer untuk dijual kembali atau disewakan perunitnya. Terdapat ada 13 unit pada gedung tersebut, salah satu pemilik unit yang baru merenovasi berupa menambahkan lantai baru berupa mezanin dengan menggunakan struktur baja. Penambahan lantai baru berupa mezanin dan perubahan fungsi bangunan terhadap struktur eksisting tentunya dapat berpengaruh pada bangunan baik secara lokal (unit yang direnovasi) maupun global (semua unit) dan menimbulkan pengaruh terhadap perilaku struktur bangunan. Penulis akan melakukan analisis perilaku struktur gedung tersebut sebelum dan sesudah adanya mezanin serta menganalisis perkuatan dan detailing dengan menggunakan CFRP sesuai gempu SNI 1726:2019 dan perkuatan SNI 8971:2021.

Hipotesa dari penelitian ini adalah terjadi perbedaan karakteristik bangunan seperti partisipasi masa, periode struktur, gaya geser dasar simpangan antar lantai dan ketidakberaturan struktur, dibutuhkannya perkuatan kolom atau balok akibat penambahan mezanin dan perkuatan CFRP mampu mengatasi perbaikannya.

Kata kunci: partisipasi masa, periode struktur, gaya geser dasar simpangan antar lantai, ketidakberaturan struktur, dan perkuatan CFRP kolom atau balok sesuai SNI 8971:2021.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Allah, atas karunia dan rahmat-Nya Alhamdulillah Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa shalawat serta salam semoga tercurah bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya, keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan segala keterbatasan ilmu serta waktu, Penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan tugas akhir ini sebaik-baiknya. Penulis menyadari bahwa untuk membuat suatu karya tulis yang baik dan bermutu diperlukan waktu yang cukup dan juga masukan-masukan yang membangun yang akan dijadikan sumber di dalam penulisan.

Dengan segala keterbatasan yang ada, Penulis berusaha menghasilkan suatu karya yang mudah-mudahan dapat memberikan masukan dan dapat dijadikan sebagai bahan acuan yang dapat dipakai di lingkungan kerja. Dalam melengkapi penulisan ini beberapa pihak telah memberikan masukan serta memberikan kontribusi yang positif, sehingga di dalam penulisan ini Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan perhatiannya demi terselesaikannya tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua kami yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan,
2. Ibu Sylvia Indriany, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Suci Putri Elza S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. M Wildan Al Baihaqi S.T, Zainudin Zuhri S.T., M.T., M Rovik dan seluruh karyawan YL Enginners yang turut membimbing.
5. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercubuana, atas segala kebersamaannya.

Semoga tulisan yang jauh dari kata bermutu ini mendapat kritik serta saran yang konstruktif dari pembaca demi perbaikan tulisan ini dan semoga dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan serta menambah wawasan bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Jakarta, 13 Mei 2022

Dede iskamto



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-2
1.3 Perumusan Masalah	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-2
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	I-3
1.6 Manfaat Penelitian	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Syarat Design	II-1
2.2 Pembebanan Untuk Bangunan Gedung.....	II-3
2.2.1 Beban mati.....	II-4
2.2.2 Beban hidup	II-4
2.2.3 Beban Gempa.....	II-5
2.3 Kombinasi Pembebanan.....	II-8
2.4 Persyaratan Kemampuan Layan.....	II-9
2.4.1 Ruang lingkup.....	II-9
2.4.2 Defleksi akibat beban gravitasi tingkat layan	II-9
2.5 Gempa	II-11
2.5.1 Metode Spektrum Respons	II-11
2.5.2 Parameter Percepatan Gempa	II-11
2.5.3 Respon spektra lantai.....	II-13
2.5.4 Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen	II-18
2.5.5 Analisis Dinamik Spektrum Respons Ragam	II-23
2.6 Prosedur Analisis Struktur	II-24

2.6.1	Gaya seismik desain.....	II-25
2.7	Sistem Rangka Pemikul Momen.....	II-26
2.7.1	Sistem Dinding Struktural (SDS)	II-28
2.7.2	Penentuan Periode.....	II-28
2.7.3	Simpangan (Drift) Akibat Gaya Gempa	II-29
2.8	Perkuatan Struktur sistem lembaran serat berpolimer terlekat eksternal untuk perkuatan struktur beton.....	II-31
2.8.1	Regangan di dalam perkuatan FRP.....	II-31
2.8.2	Tegangan di dalam perkuatan FRP	II-31
2.8.3	Faktor reduksi kekuatan.....	II-32
2.8.4	Kemampuan layan	II-33
2.8.5	Keruntuhan rangkai dan batasan tegangan fatik	II-33
2.8.6	Kekuatan ultimit penampang persegi tulangan tunggal.....	II-34
2.8.7	Tegangan pada FRP terhadap beban tetap	II-37
2.8.8	Perkuatan geser	II-37
2.8.9	Pertimbangan umum.....	II-38
2.8.10	Skema lilitan	II-38
2.8.11	Kekuatan geser nominal.....	II-39
2.8.12	Kontribusi FRP terhadap kekuatan geser.....	II-40
2.8.13	Regangan efektif dalam laminasi FRP.....	II-41
2.8.14	Penampang lingkaran.....	II-42
2.8.15	Penampang non lingkaran.....	II-42
2.8.16	Perkuatan lentur balok beton bertulang interior dengan laminasi FRP	II-43
2.9	Jurnal penelitian terdahulu	II-49
2.10	Celah Penelitian	II-52
2.11	Kerangka Berpikir.....	II-54
BAB III	MOTODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1	Diagram Alir	III-1
3.2	Data Analisis Struktur	III-2
3.2.1	Data Bangunan.....	III-2
3.3	Mutu Material Struktur	III-4
3.3.1	Beton.....	III-4
3.3.2	Baja	III-4
3.3.3	Sambungan.....	III-4
3.4	Kriteria Pembebanan.....	III-4

3.4.1	Beban Mati.....	III-4
3.4.2	Beban Hidup	III-5
3.4.3	Beban Gempa.....	III-5
3.5	Kombinasi Pembebanan.....	III-8
3.6	Sistem Struktur Atas	III-9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Modelisasi Struktur Bangunan.....	IV-1
4.2	Taraf Penjepitan Lateral.....	IV-2
4.3	Modelisasi Pembebanan.....	IV-2
4.3.1	Pembebanan Gravitasi	IV-2
4.3.2	Rigid Zone Factor	IV-3
4.3.3	Mass Source.....	IV-3
4.3.4	P- Δ Effect.....	IV-3
4.3.5	Diafragma	IV-4
4.4	Pemeriksaan Karakteristik Dinamik Struktur Eksisting	IV-4
4.4.1	Partisipasi Massa dan Periode Struktur	IV-4
4.4.2	Gaya Geser Dasar	IV-5
4.4.3	P- Δ Effect.....	IV-9
4.4.4	Gaya Geser Tingkat Struktur.....	IV-9
4.4.5	Simpangan Antar Lantai	IV-10
4.4.6	Ketidakteraturan Struktur Horizontal	IV-11
4.4.7	Ketidakteraturan Struktur Vertikal	IV-13
4.4.8	Kebutuhan Tulangan.....	IV-16
4.5	Pemeriksaan Karakteristik Dinamik Struktur Setelah Ditambahkan Mezanin.....	IV-21
4.5.1	Partisipasi Massa dan Periode Struktur	IV-21
4.5.2	Gaya Geser Dasar	IV-22
4.5.3	P- Δ Effect.....	IV-26
4.5.4	Gaya Geser Tingkat Struktur	IV-26
4.5.5	Simpangan Antar Lantai	IV-27
4.5.6	Ketidakteraturan Struktur Horizontal	IV-28
4.5.7	Ketidakteraturan Struktur Vertikal	IV-30
4.5.8	Kebutuhan Tulangan.....	IV-33
4.6	Perbandingan Pemeriksaan Karakteristik Dinamik Struktur Eksisting Dengan Setelah Ditambahkan Mezanin.....	IV-37
4.7	Desain perkuatan Struktur.....	IV-40

4.7.1	Perkuatan Kolom	IV-43
4.7.2	Perkuatan Balok Longitudinal	IV-44
4.7.3	Perkuatan Balok Geser.....	IV-63
4.7.4	Detail Gambar Perkuatan.....	IV-67
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN	1



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beban hidup minimum terdistribusi merata	II-4
Tabel 2. 2 Kategori resiko bangunan	II-6
Tabel 2. 3 Kategori resiko bangunan	II-8
Tabel 2. 4 Perhitungan lendutan izin maksimum	II-10
Tabel 2. 5 Klasifikasi situs.....	II-12
Tabel 2. 6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	II-15
Tabel 2. 7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	II-15
Tabel 2. 8 Ketidakberaturan horizontal pada struktur	II-15
Tabel 2. 9 Ketidakberaturan vertikal pada struktur	II-16
Tabel 2. 10 Prosedur analisis yang diizinkan	II-18
Tabel 2. 11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	II-20
Tabel 2. 12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	II-20
Tabel 2. 13 Prosedur analisis yang diizinkan	II-25
Tabel 2. 14 Perencanaan elemen struktur penahan beban lateral	II-27
Tabel 2. 15 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	II-29
Tabel 2. 16 Batas tegangan menerus dan siklik tulangan FRP.....	II-34
Tabel 2. 17 Faktor reduksi tambahan yang direkomendasikan untuk penulangan.....	II-40
Tabel 2. 18 Beban dan momen terkait	II-44
Tabel 2. 19 Sifat sistem FRP yang dilaporkan oleh pabrik.....	II-44
Tabel 2. 20 Prosedur untuk kekuatan lentur balok beton bertulang interior dengan.....	II-45
Tabel 2. 21 Jurnal penelitian terdahulu.....	II-50
Tabel 2. 22 Jurnal penelitian terdahulu (Lanjutan).....	II-51
Tabel 2. 23 Jurnal penelitian terdahulu (Lanjutan).....	II-52
Tabel 2. 24 Celah Penelitian.....	II-53
Tabel 4. 1 Modal Participating Mass Ratios.....	IV-4
Tabel 4. 2 Input Data Statik Ekuivalen.....	IV-6
Tabel 4. 3 Faktor skala gaya dan gaya geser dasar rencana	IV-9
Tabel 4. 4 Pengecekan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Arah X	IV-10
Tabel 4. 5 Pengecekan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Arah Y	IV-10

Tabel 4. 6 Ketidakberaturan Torsi Arah X (Gempa arah X)	IV-11
Tabel 4. 7 Ketidakberaturan Torsi Arah X (Gempa arah Y)	IV-12
Tabel 4. 8 Ketidakberaturan Torsi Arah Y (Gempa arah X)	IV-12
Tabel 4. 9 Ketidakberaturan Torsi Arah Y (Gempa arah Y)	IV-12
Tabel 4. 10 Resume Ketidakberaturan Struktur Horizontal	IV-13
Tabel 4. 11 Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak (Gempa arah X)	IV-13
Tabel 4. 12 Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak (Gempa arah Y)	IV-14
Tabel 4. 13 Ketidakberaturan berat (Massa).....	IV-14
Tabel 4. 14 Resume Ketidakberaturan Struktur Vertikal	IV-15
Tabel 4. 15 Modal Participating Mass Ratios.....	IV-21
Tabel 4. 16 Input Data Statik Ekuivalen.....	IV-23
Tabel 4. 17 Faktor skala gaya dan gaya geser dasar rencana	IV-25
Tabel 4. 18 Pengecekan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Arah X.....	IV-27
Tabel 4. 19 Pengecekan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Arah Y.....	IV-27
Tabel 4. 20 Ketidakberaturan Torsi Arah X (Gempa arah X)	IV-28
Tabel 4. 21 Ketidakberaturan Torsi Arah X (Gempa arah Y)	IV-29
Tabel 4. 22 Ketidakberaturan Torsi Arah Y (Gempa arah X)	IV-29
Tabel 4. 23 Ketidakberaturan Torsi Arah Y (Gempa arah Y)	IV-29
Tabel 4. 24 Resume Ketidakberaturan Struktur Horizontal	IV-30
Tabel 4. 25 Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak (Gempa arah X)	IV-30
Tabel 4. 26 Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak (Gempa arah Y)	IV-31
Tabel 4. 27 Ketidakberaturan berat (Massa).....	IV-31
Tabel 4. 28 Resume Ketidakberaturan Struktur Vertikal	IV-32
Tabel 4. 29 Perbandingan Pemeriksaan Karakteristik Dinamik Struktur Eksiting Dengan Setelah Ditambahkan Mezanin	IV-37
Tabel 4. 30 Perbandingan tulangan longitudinal balok	IV-38
Tabel 4. 31 Perbandingan tulangan Geser balok	IV-39
Tabel 4. 32 Kebutuhan tulangan longitudinal balok untuk perkuatan	IV-41
Tabel 4. 33 Kebutuhan tulangan geser balok untuk perkuatan.....	IV-42
Tabel 4. 34 Aksial tekan dan biaksial desain momen untuk P_u , M_u2 dan M_u3	IV-43
Tabel 4. 35 Tabulasi kebutuhan Perkuatan CFRP plate	IV-62
Tabel 4. 36 Tabulasi kebutuhan Perkuatan CFRP wrap	IV-66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta transisi periode panjang TL, wilayah Indonesia	II-12
Gambar 2. 2 Desain respon spektrum	II-14
Gambar 2. 3 Tinggi efektif sistem FRP	II-31
Gambar 2. 4 Ilustrasi jenis momen yang bekerja yang digunakan untuk memeriksa batas tegangan pada perkuatan FRP	II-34
Gambar 2. 5 Distribusi regangan dan tegangan penampang persegi terhadap	II-35
Gambar 2. 6 Distribusi regangan dan tegangan elastik	II-37
Gambar 2. 7 Skema lilitan tipikal untuk perkuatan geser menggunakan laminasi FRP ..	II-39
Gambar 2. 8 Penjelasan variabel-variabel dimensi yang dipakai dalam perhitungan perkuatan-geser untuk perbaikan, retrofit, atau perkuatan menggunakan laminasi FRP	II-41
Gambar 2. 9 Luas penampang lingkaran ekuivalen (Lam and Teng 2003b).....	II-43
Gambar 2. 10 Skema balok ideal yang tertumpu sederhana dengan perkuatan eksternal FRP	II-44
Gambar 2. 11 Kerangka Berpikir.....	II-54
Gambar 3. 1 Diagram Alur	III-1
Gambar 3. 2 Layout Gedung.....	III-2
Gambar 3. 3 Denah Unit yang akan ditambahkan lantai	III-3
Gambar 3. 4 Potongan Lantai yang akan ditambahkan lantai	III-3
Gambar 3. 5 Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCE_R) wilayah Indonesia	III-6
Gambar 3. 6 Parameter gerak tanah S_S , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0.2 detik (redaman kritis 5 %)	III-7
Gambar 3. 7 Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0.2 detik (redaman kritis 5 %)	III-7
Gambar 3. 8 Respon spektrum gempa rencana, MCE_R , wilayah Jakarta SNI 1726:2019	III-8
Gambar 4. 1 Gambar Model Struktur Gedung Ruko 8 Lantai.....	IV-1
Gambar 4. 2 Gaya Geser Tingkat Struktur	IV-9
Gambar 4. 3 Simpangan antar tingkat pada arah X dan arah Y	IV-11
Gambar 4. 4 Presentase tulangan kolom As E (Eksisting)	IV-16
Gambar 4. 5 Presentase tulangan kolom As F (Eksisting)	IV-17

Gambar 4. 6 Detail tipikal kolom	IV-17
Gambar 4. 7 Kebutuhan tulangan longitudinal balok lantai 5 grid E-F/1-5 (Eksisting)	IV-18
Gambar 4. 8 Kebutuhan tulangan geser balok lantai 5 grid E-F/1-5 (Eksisting).....	IV-19
Gambar 4. 9 Denah tulangan eksisting lantai 5 grid E-F/1-5 (Eksisting).....	IV-20
Gambar 4. 10 Simpangan antar tingkat pada arah X dan arah Y	IV-28
Gambar 4. 11 Presentase tulangan kolom As E (Mezanin)	IV-33
Gambar 4. 12 Presentase tulangan kolom As F (Mezanin)	IV-34
Gambar 4. 13 Detail tipikal kolom	IV-34
Gambar 4. 14 Kebutuhan tulangan longitudinal balok lantai 5 grid E-F/1-5 (Mezanin).....	IV-35
Gambar 4. 15 Kebutuhan tulangan geser balok lantai 5 grid E-F/1-5 (Mezanin)	IV-36
Gambar 4. 16 Balok yang akan ditinjau	IV-40
Gambar 4. 17 Grafik interaksi P-M2	IV-43
Gambar 4. 18 Grafik interaksi P-M3	IV-44
Gambar 4. 19 Lendutan Balok (B37C As E-F/4)	IV-47
Gambar 4. 20 Momen Ultimit Balok Tumpuan kiri (B37C As E-F/4).....	IV-48
Gambar 4. 21 Momen Sementara Balok Tumpuan kiri (B37C As E-F/4)	IV-50
Gambar 4. 22 Momen Ultimit Balok Tumpuan kiri (B37C As E-F/4).....	IV-53
Gambar 4. 23 Lendutan Balok (B37C As E-F/4)	IV-56
Gambar 4. 24 Momen Ultimit Balok Lapangan (B37C As E-F/4).....	IV-57
Gambar 4. 25 Momen Sementara Balok Lapangan (B37C As E-F/4)	IV-59
Gambar 4. 26 Momen Ultimit Balok Lapangan (B37C As E-F/4).....	IV-62
Gambar 4. 27 Geser Ultimit Balok Lapangan (B37C As E-F/4).....	IV-63
Gambar 4. 28 Variabel-variabel dimensi dalam perhitungan kekuatan geser.....	IV-64
Gambar 4. 29 Denah perkuatan balok induk As E-F/4.....	IV-67
Gambar 4. 30 Potongan perkuatan balok induk As E-F/4	IV-67
Gambar 4. 31 Detail perkuatan balok induk As E-F/4	IV-67
Gambar 4. 32 Denah perkuatan balok induk As E/2-3	IV-68
Gambar 4. 33 Potongan dan Detail perkuatan balok induk As E/2-3	IV-68
Gambar 4. 34 Denah perkuatan balok induk As E'/3-4.....	IV-69
Gambar 4. 35 Potongan dan Detail perkuatan balok induk As E'/3-4	IV-69
Gambar 4. 36 Denah perkuatan balok induk As E'-F/2'	IV-70
Gambar 4. 37 Potongan dan Detail perkuatan balok induk As E'-F/2'	IV-70

NOTASI

A_c	= luas penampang beton pada komponen tekan, mm ²
A_f	= luas perkuatan eksternal FRP, mm ²
A_{fv}	= luas perkuatan geser FRP dengan spasi s , mm ²
A_s	= luas tulangan baja nonprategang, mm ²
a	= tinggi balok tekan beton ekuivalen, mm
c	= jarak antara serat tekan paling jauh ke sumbu netral, mm
d	= jarak dari serat tekan terjauh ke titik pusat tulangan tarik, mm
d_f	= tinggi efektif perkuatan lentur FRP, mm
E_f	= modulus elastisitas tarik FRP, MPa
E_s	= modulus elastisitas baja, MPa
F_c	= tegangan tekan beton, MPa
f_c'	= kekuatan tekan beton spesifik, MPa
f_{fe}	= tegangan efektif di dalam FRP; tegangan yang tercapai pada penampang runtuh, MPa
f_s	= tegangan tulangan baja nonprategang, MPa
F_y	= kuat leleh spesifik dari tulangan baja nonprategang, MPa
L_e	= panjang lekatan aktif laminasi FRP, mm
M_n	= kekuatan lentur nominal, N-mm
M_u	= momen terfaktor penampang, N-mm
V_c	= kekuatan geser nominal beton dengan tulangan baja lentur, N
V_f	= kekuatan geser nominal oleh stirup FRP, N
V_s	= kekuatan geser nominal sengkang, N
V_u	= Geser terfaktor sengkang, N
k_1	= faktor modifikasi untuk k_v dengan memperhitungkan kekuatan tekan beton
k_2	= faktor modifikasi untuk k_v dengan memperhitungkan skema pembungkusan
t_f	= tebal nominal satu lapis perkuatan FRP, mm
w_f	= lebar tulangan FRP per lapisan, mm
β_1	= rasio tinggi balok tegangan beton terhadap sumbu tengah
ϵ_{bi}	= regangan substrat beton saat pemasangan tulangan FRP (tarik adalah positif), mm/mm
ϵ_c	= regangan beton, mm/mm

- ε_{fe} = regangan efektif tulangan FRP saat runtuh, mm/mm
- ε_{fu} = regangan runtuh tulangan FRP, mm/mm
- ε_s = regangan tulangan non-prategang, mm/mm
- ψ_f = faktor reduksi kekuatan tulangan FRP
- = 0,85 untuk lentur (berdasarkan sifat material)
- = 0,85 untuk geser (berdasarkan analisis keandalan) untuk Lilitan-U FRP tiga sisi atau dua sisi untuk skema penguatan
- = 0,95 untuk penampang yang dilapisi semua bagiannya

