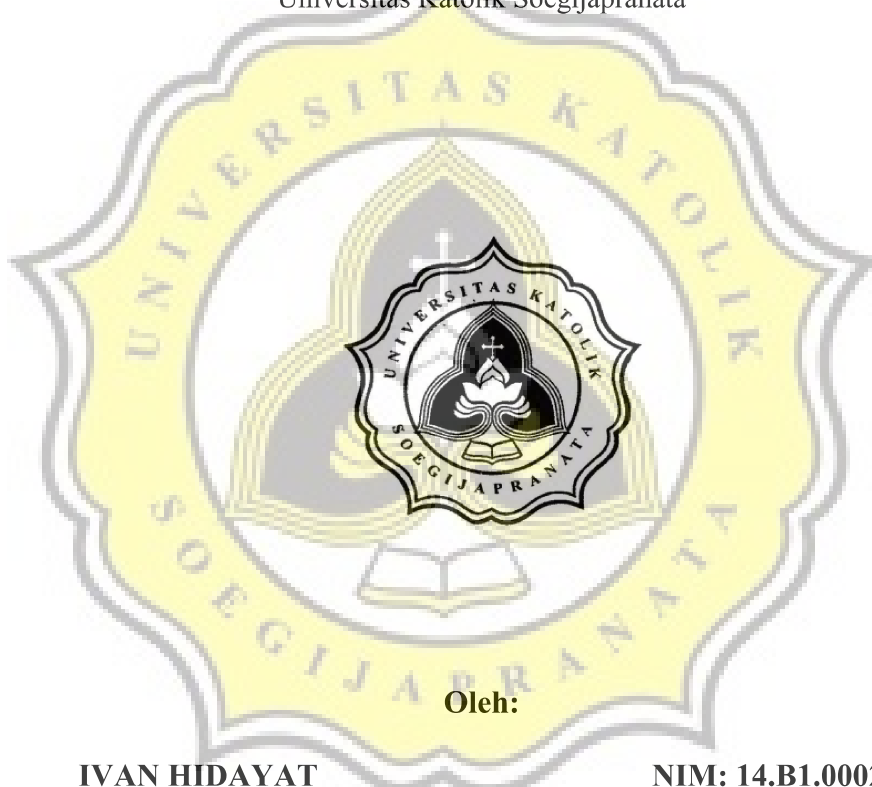


**ANALISIS METODE PERBAIKAN STRUKTUR KOLOM
BETON BERTULANG PASCA KEBAKARAN
(STUDI KASUS PASAR “X”)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

**IVAN HIDAYAT
STEFANUS ERIK SUSANTO**

**NIM: 14.B1.0002
NIM: 14.B1.0018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
Agustus 2018**

Lembar Pengesahan Tugas Akhir
**ANALISIS METODE PERBAIKAN STRUKTUR KOLOM
BETON BERTULANG PASCA KEBAKARAN
(STUDI KASUS PASAR "X")**



Disusun Oleh:

IVAN HIDAYAT
STEFANUS ERIK SUSANTO

14.B1.0002
14.B1.0018

Telah diperiksa dan disetujui,
Semarang, 5 Oktober 2018

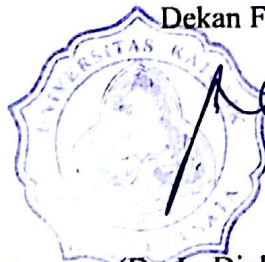
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Hermawan, ST., MT.)

(Ir. David Widiyanto, MT.)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Djoko Suwarno, M,Si)



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Ivan Hidayat, Stefanus Erik Susanto NIM : 14.B1.0002 & 14.B1.001
 MT Kuliah : Tugas Akhir Semester : IV
 Dosen : Dr. Hermawan Dosen Wali :
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
01.	18.01.18	- pembantu BAB I, latar belakang, rumus perencanaan	
02.	23.01.18	pembantu BAB I. Lanjutkan (SUMBER PASTAS - paper di persiapkan (transkrip dan foto)	
03.	07-02-18	- pembantu BAB II. II. Lanjutkan. Membaca paragraf.	
04.	12.2.18	- pembantu BAB. I II & III. Lanjutkan! cek kepastian!	
05.	15.02.18	- pembantu BAB III. Lanjutkan	
06.	20.02.18	- pembantu BAB II. Lanjutkan! TATA KAWASAN, prinsip perencanaan	
07.	23.02.18	- pembantu BAB II. Lanjutkan!	
08.	27.2.18	- pembantu BAB II. Lanjutkan!	
09.	28.02.18	- pembantu BAB II. BAB III. BAB AWAL. Lanjutkan!	
10.	5.03.18	- pembantu BAB III. Uraian pastas. Lanjutkan!	
11.	6.03.18	- PROPOSAL RTR SUDJATI DISEMINASIKAN!	
12.	3.04.18	- pembantu - ke pembantu om!	
13.	5.04.18	- pembantu PERHIMPUNAN - SUMBER ALTERNATIF!	
14.	6.04.18	- pembantu PERMOODAN DI ETAS!	
15.	7.04.18	- pembantu PERHIMPUNAN! cek npt 14!	
16.	8.04.18	- pembantu BAB II	
17.	9.04.18	- pembantu BAB IV. COST REX & PERMOODAN	
18.	16.04.18	- pembantu BAB IV.	
19.	18.04.18	- LAMORAF DATA	
20.	23.04.18	- pembantu BAB V	
21.	30.05.18	- SUDJATI KEMEROPAN D. IS. PASTAS	
22.	3.07.18	- cek kepastian!	
23.	7.07.18	- Laporan TA. RTR -> DISEMINASIKAN!	

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Ivan Hidayat, Stefanus Erik Susanto
 MTK Kuliah : Tugas Akhir
 Dosen : Ir. David Widianoto, MT
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

NIM : 14.B1.0002 & 14.B1.0018
 Semester : VIII
 Dosen Wali :
 Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
1.	5-3-18	- Proposal di tetapkan	<i>dw</i>
2.	6-3-18	- Absorpsi Kuyulikan	<i>dw</i>
3.	7-3-18	- Metode Penelitian	<i>dw</i>
4.	9-3-18	- Metode Penelitian di perjelas action penelitian	<i>dw</i>
5.	26-4-18	- Proposal Ace <i>Zandur</i> boleh Gidery Proposal <i>dw</i>	<i>dw</i>
6.	6-6-18	- Perkiraan kekuatan kolom awal - Perkiraan kekuatan kolom akhir - Batasannya di perjelas	<i>dw</i>
7.	2-7-18	- Dikaji perpijian core drill - Denah titik perpijian Struktur dan per tiku Struktur - Batasannya di perjelas - Bab III Metode Pelaksanaan di perjelas	<i>dw</i>
8.	3-7-18	- Bab III di perjelas	<i>dw</i>
9.	4-7-18	- Perbaikan lagi	<i>dw</i>
10.	5-7-18	- Ace - Boleh mengin ri deng Drafte <i>Zandur</i>	<i>dw</i>

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul **Analisis Metode Perbaikan Struktur Kolom Beton Bertulang Pasca Kebakaran (Studi Kasus Pasar “X”)** dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi kewajiban mata kuliah Tugas Akhir yang dilaksanakan pada semester 7 dan 8. Selain itu, Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan mahasiswa mengenai ilmu Teknik Sipil sehingga dapat mengetahui pelaksanaan pada lapangan.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, kami ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
2. Daniel Hartanto, ST., MT. selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
3. Dr. Hermawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing pertama selama proses penyusunan Tugas Akhir,
4. Ir. David Widiyanto, MT. selaku dosen pembimbing kedua selama proses penyusunan Tugas Akhir
5. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusunan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga proposal ini dapat berguna dan menjadi rujukan pada penelitian selanjutnya.

Semarang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KARTU ASISTENSI	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.6 Batasan Masalah	7
1.7 Kerangka Pikir Penelitian	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Beton Bertulang Pasca Kebakaran	9
2.2 Metode Identifikasi Tingkat Kerusakan Beton Bertulang Pasca Kebakaran	10
2.3 Klasifikasi Tingkat Kerusakan pada Beton Bertulang Pasca Kebakaran	12
2.4 Metode Perbaikan Beton Bertulang Pasca Kebakaran	13
2.5 Pemasangan FRP	14
2.6 <i>Concrete Jacketing</i>	18
2.7 Desain Pemasangan FRP Berdasarkan ACI 440.2R – 08	19
2.8 Desain <i>Concrete Jacketing</i> Berdasarkan IS 15988 2013	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Pengertian Umum	28
3.2 Tahapan Penelitian	28
3.3 Tahap I (Ujian Proposal)	30
3.4 Tahap II (Pengumpulan Data)	31
3.5 Tahap III (Seminar Draft)	42
3.6 Tahap IV (Ujian Tugas Akhir)	43
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Denah Eksisting dan Pemodelan Struktur	44
4.2 Perkuatan Kolom	60
4.3 Perencanaan Analisis Biaya Material	87

BAB 5 PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92

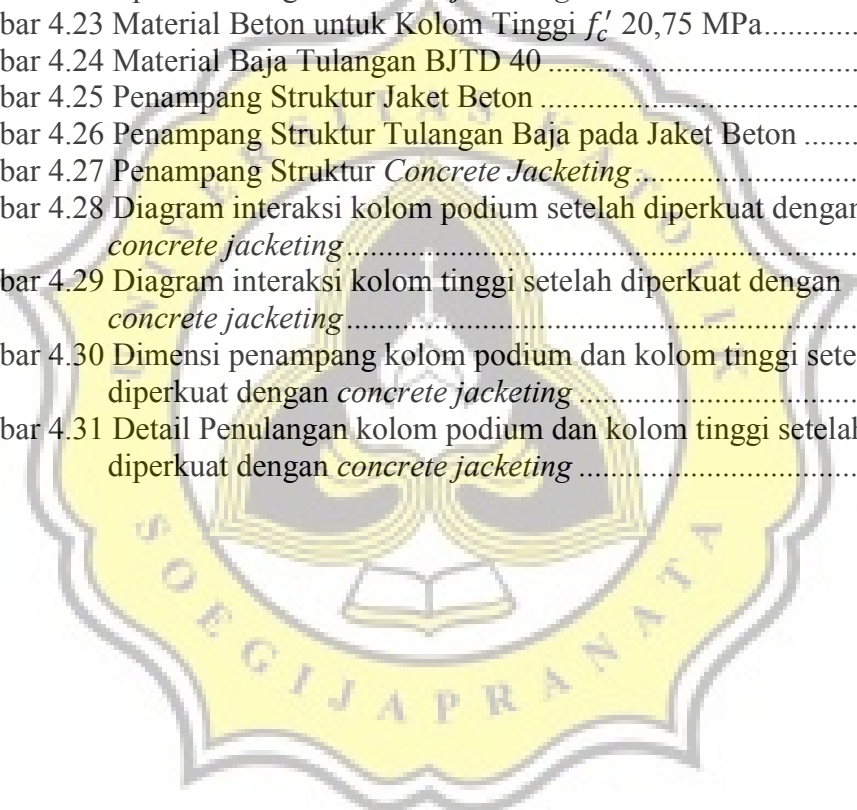
DAFTAR PUSTAKA
DAFTAR PUBLIKASI
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

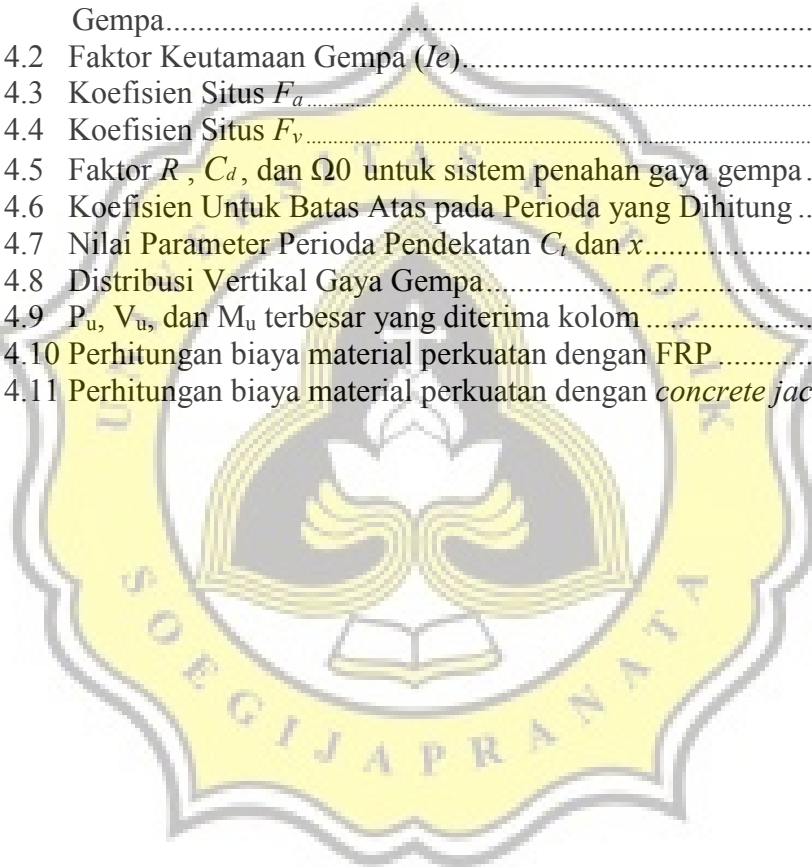
Gambar 1.1	Kerangka Pikir Penelitian.....	8
Gambar 2.1	Grafik Hubungan Antara Temperatur dan Kuat Tekan Rata – Rata	10
Gambar 2.2	Klasifikasi Tingkat Kerusakan Bangunan.....	12
Gambar 2.3	FRP Jenis <i>Carbon</i>	15
Gambar 2.4	Pemasangan FRP Pada Kolom.....	15
Gambar 2.5	Bentuk – bentuk FRP	15
Gambar 2.6	Pemasangan FRP <i>Wrap</i>	16
Gambar 2.7	Pemasangan FRP Metode NSM.....	16
Gambar 2.8	Pemasangan FRP <i>Plate</i>	16
Gambar 2.9	Pemasangan FRP Bentuk <i>Plate</i> pada pelat	17
Gambar 2.10	<i>Concrete Jacketing</i>	19
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metode Penelitian.....	29
Gambar 3.2	<i>Time Schedule</i> Penelitian	30
Gambar 3.3	Hasil Uji kuat Tekan Sampel Core Drill Pasar “X”.....	32
Gambar 3.4	Denah Lantai 1 Pasar “X”.....	33
Gambar 3.5	Denah Lantai 2 Pasar “X”	34
Gambar 3.6	Pasar “X” Sebelum Kebakaran	34
Gambar 3.7	Pasar “X” Pasca Kebakaran	35
Gambar 3.8	Pasar “X” Pasca Kebakaran	35
Gambar 3.9	Hasil <i>Rebar Scan</i> Kolom Pasar “X”	36
Gambar 3.10	Hasil <i>Rebar Scan</i> Kolom Pasar “X”.....	36
Gambar 3.11	Detail Penjangkaran	40
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> Pengolahan dan Analisis Data	42
Gambar 4.1	Denah Eksisting Gedung Lantai 1 Pasar “X”	44
Gambar 4.2	Denah Eksisting Atap Pasar “X”.....	45
Gambar 4.3	<i>Ss, Gempa maksimum yang dipertimbangkan</i>	48
Gambar 4.4	<i>Sl, Gempa maksimum yang dipertimbangkan</i>	48
Gambar 4.5	Material Beton untuk Kolom Tinggi f'_c 1,25 MPa.....	55
Gambar 4.6	Material Beton untuk Kolom Podium f'_c 4,35 MPa.....	55
Gambar 4.7	Material Baja tulangan BJTP 24	56
Gambar 4.8	Penampang Struktur Kolom Tinggi	56
Gambar 4.9	Spesifikasi Baja Tulangan Struktur Kolom Tinggi	57
Gambar 4.10	Penampang Struktur Kolom Podium	57
Gambar 4.11	Spesifikasi Baja Tulangan Struktur Kolom Podium	58
Gambar 4.12	<i>Pemodelan 3D</i> Bangunan Pasar “X”.....	58
Gambar 4.13	<i>Diagram interaksi kolom dibanding P_u dan M_u terbesar</i>	59
Gambar 4.14	<i>Diagram interaksi perkuatan kolom podium terhadap beban aksial dan momen lentur dengan FRP jenis FRC 300</i>	74
Gambar 4.15	<i>Diagram interaksi perkuatan kolom podium terhadap beban aksial dan momen lentur dengan FRP jenis FRC 530</i>	75
Gambar 4.16	<i>Diagram interaksi perkuatan kolom tinggi terhadap beban aksial dan momen lentur dengan FRP jenis FRC 300</i>	76

Gambar 4.17 Diagram interaksi perkuatan kolom tinggi terhadap beban aksial dan momen lentur dengan FRP jenis FRC 530	77
Gambar 4.18 Dimensi kolom podium setelah diperkuat dengan 10 lapis FRC 300	78
Gambar 4.19 Dimensi kolom tinggi setelah diperkuat dengan 6 lapis FRC 300	78
Gambar 4.20 Dimensi kolom podium setelah diperkuat dengan 6 lapis FRC 530	78
Gambar 4.21 Dimensi kolom podium setelah diperkuat dengan 3 lapis FRC 530	79
Gambar 4.22 Diagram interaksi kolom podium dan kolom tinggi sebelum diperkuat dengan <i>concrete jacketing</i>	79
Gambar 4.23 Material Beton untuk Kolom Tinggi f'_c 20,75 MPa.....	80
Gambar 4.24 Material Baja Tulangan BJTD 40	80
Gambar 4.25 Penampang Struktur Jacket Beton	81
Gambar 4.26 Penampang Struktur Tulangan Baja pada Jacket Beton	81
Gambar 4.27 Penampang Struktur <i>Concrete Jacketing</i>	82
Gambar 4.28 Diagram interaksi kolom podium setelah diperkuat dengan <i>concrete jacketing</i>	83
Gambar 4.29 Diagram interaksi kolom tinggi setelah diperkuat dengan <i>concrete jacketing</i>	83
Gambar 4.30 Dimensi penampang kolom podium dan kolom tinggi setelah diperkuat dengan <i>concrete jacketing</i>	85
Gambar 4.31 Detail Penulangan kolom podium dan kolom tinggi setelah diperkuat dengan <i>concrete jacketing</i>	86



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perubahan Mineralogi dan Kekuatan pada Beton Akibat Pemanasan	1
Tabel 1.2	Sistem Perbaikan Struktur Pasca Kebakaran	2
Tabel 1.3	Metode Memperbaiki dan Memperkuat Beton Bertulang	3
Tabel 2.1	Perkiraan Suhu Bakar Berdasarkan Kondisi Fisis atau Permukaan Beton	11
Tabel 3.1	Spesifikasi Data FRP	38
Tabel 4.1	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	47
Tabel 4.2	Faktor Keutamaan Gempa (I_e).....	47
Tabel 4.3	Koefisien Situs F_a	49
Tabel 4.4	Koefisien Situs F_v	49
Tabel 4.5	Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	50
Tabel 4.6	Koefisien Untuk Batas Atas pada Perioda yang Dihitung	51
Tabel 4.7	Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x	51
Tabel 4.8	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	54
Tabel 4.9	P_u , V_u , dan M_u terbesar yang diterima kolom	59
Tabel 4.10	Perhitungan biaya material perkuatan dengan FRP	88
Tabel 4.11	Perhitungan biaya material perkuatan dengan <i>concrete jacketing</i>	90



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
FRP	<i>Fiber Reinforced Polymer</i>	3
C-S-H	<i>Carbon – Sulfur – Hydrogen</i>	8
CaO	<i>Calcium Oxide</i>	8
SiO ₂	<i>Silicon Dioxide</i>	8
CaCO ₃	<i>Calcium Carbonat</i>	9
NSM	<i>Near Surface Mounted</i>	16

Lambang	Nama	Satuan	
f_{fu}	Kuat tarik ultimit FRP	psi atau MPa	20
f_{fu}^*	Kuat tarik ultimit FRP yang tertera pada produk	psi atau MPa	20
C_E	Faktor reduksi lingkungan		20
ϵ_{fe}	Tingkat tegangan efektif pada perkuatan FRP mencapai kegagalan	in/in' atau mm/mm'	20
ϵ_{fu}	Desain tegangan putus pada perkuatan FRP	in/in' atau mm/mm'	20
V_f	Kuat geser nominal berdasarkan tulangan sengkang	lb atau N	20
A_{fv}	Luas perkuatan geser FRP dengan jarak s	in ² atau mm ²	20
ΔV_u	Tegangan geser yang dibutuhkan	kips atau kN	20
Φ	Faktor reduksi		20
Ψ_f	Faktor reduksi kekuatan FRP		20
E_f	Modulus elastisitas FRP	psi atau MPa	20
d_f	Tebal efektif FRP untuk perkuatan lentur	in atau mm	20
S_f	Jarak antar lapisan perkuatan FRP	in atau mm	20
n	jumlah lapis FRP	lapis	21
t_f	Ketebalan nominal 1 lapis FRP	in atau mm	21
W_f	Lebar lapisan perkuatan FRP	in atau mm	21
A_g	Luas <i>gross</i> (kotor) beton	in ² atau mm ²	22
A_{st}	Luas lapisan ke-i tulangan longitudinal	in ² atau mm ²	22

M_n	Momen nominal	in-lb atau N-mm	22
A_{si}	Luas lapisan ke-i tulangan longitudinal	in ² atau mm ²	22
f_{si}	Tegangan pada tulangan <i>nonprestressed</i>	psi atau MPa	22
d_i	Jarak dari pusat lapisan ke-i tulangan longitudinal ke pusat penampang	in atau mm	22
P_n	Beban aksial nominal pada penampang beton	lb atau N	22
y_t	Koordinat vertikal dalam daerah kompresi diukur dari posisi sumbu netral	in atau mm	22
ϵ_{ccu}	Tegangan tekan aksial ultimit beton berdasarkan beban maksimal beton hancur, $0,85 f'_c$		22
ϵ_{sy}	Regangan berdasarkan tegangan tarik baja <i>nonprestressed</i>	in/in' atau mm/mm'	22
f'_c	Kuat tekan beton setelah dibungkus FRP	psi atau MPa	23
c	Jarak dari serat kompresi ekstrim ke sumbu netral	in atau mm	22
d	Jarak dari serat kompresi ekstrim ke pusat tegangan	in atau mm	22
b	Dimensi sisi pendek daerah kompresi penampang <i>prismatic</i>	in atau mm	23
E_c	Modulus elastisitas beton	psi atau MPa	23
E_2	Kemiringan bagian linier model tegangan dan regangan FRP	psi atau MPa	23
h	Ketebalan atau ketinggian profil keseluruhan	in atau mm	23
ϵ'_t	Tegangan tarik bersih pada kuat nominal baja	in/in' atau mm/mm'	22
A_e	Luas efektif potongan melintang beton	in ² atau mm ²	24
A_c	Luas perkuatan FRP eksternal	in ² atau mm ²	24
A_c	Luas area potongan kolom	mm ²	26
A_s	Baja aktual yang disediakan dalam jaket pembungkus	mm ²	26
A'_c	Besaran beton yang diperoleh untuk jaket pembungkus setelah dikurangi beton dan tulangan kondisi eksisting	mm ²	26

A'_s	Besaran baja yang diperoleh untuk jaket pembungkus setelah dikurangi beton dan tulangan kondisi eksisting	mm^2	26
l_{dh}	Panjang penyaluran	mm	26
f_y	Tegangan leleh baja	N/mm^2	26
d_b	Diameter tulangan	mm	26
f'_c	Kuat tekan beton	N/mm^2	26
s	Jarak antar sengkang	mm	27
f'_c	Kuat tekan beton karakteristik	N/mm^2	27
t_j	Ketebalan jaket	mm	27
d_h	Diameter tulangan longitudinal	mm	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Review DED Pasar “X”	
	A.1 Hasil Pengujian Material Beton	L-01
	A.2 Hasil Pengujian Material Baja Tulangan.....	L-05
	A.3 Dimensi dan Mutu Material	L-09
	A.4 Denah Lt 1 Pasar “X”	L-10
	A.5 Denah Lt 2 Pasar “X”	L-11
	A.6 Gambar Tampak 1 dan Potongan A	L-12
	A.7 Gambar Potongan 1-1 dan 2-2	L-13
	A.8 Gambar Tampak A, Tampak B, dan Tampak C.....	L-14
Lampiran B	Nitowrap FRC, Fosroc International Ltd.	L-15
Lampiran C	Perhitungan perkuatan kolom Metode Pemasangan FRP	
	C.1 Perkuatan terhadap gaya aksial dan momen	L-18
	C.2 Perkuatan terhadap geser	L-19

