

ANALISIS STRUKTUR RUKO BETON BERTULANG AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN POLE DAN BTS

Studi Kasus Site Pendidikan Mataram

(Analysis Of Reinforced Concrete Shophouse Structure Due To Addition Of Pole And Bts Load Case Study Of Mataram Education Site)

Alifah Ginanjar¹ Jonbi¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail: alifahginanjar738@gmail.com

Diterima 5 April 2021, Disetujui 15 Mei 2021

ABSTRAK

Perkembangan telekomunikasi di Indonesia yang sangat pesat membuat para pelaku usaha dibidang telekomunikasi bersaing dalam mendirikan menara telekomunikasi untuk memenuhi seluruh jaringan se-Indonesia. Sebagai akibat dari peningkatan kebutuhan jasa layanan telekomunikasi ini, tower dan *Base Transceiver Station* (BTS) semakin mempunyai jarak yang relatif dekat terutama pada daerah perkotaan, masalah lahan untuk pembangunan tower menjadi salah satu faktor kendala dalam peningkatan jaringan telekomunikasi, sehingga pembangunan tower di atas gedung (roof top) menjadi salah satu solusinya. Hal itu dapat mempengaruhi struktur bangunan di bawah tower tersebut. Dalam penelitian ini melakukan analisis struktur bangunan akibat penambahan beban pada tower. Pada proses analisa menggunakan bantuan program komputer ETABS V 9.7.4. Hasil yang diperoleh adalah struktur bangunan utama tidak kuat menerima beban tambahan akibat kurangnya kapasitas geser. Luas tulangan perlu eksisting kolom yang dihasilkan adalah sebesar 1608 mm². Kemudian, untuk luas tulangan perlu eksisting balok yang dihasilkan adalah sebesar 509 mm² yang lebih kecil dibandingkan luas tulangan minimum. Pada eksisting balok terdapat kekurangan kapasitas geser yang dihasilkan. Akibat dari kekurangan kapasitas geser tersebut maka balok eksisting membutuhkan perkuatan. Perkuatan menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP). Analisis perkuatan balok tersebut menghasilkan balok dilapisi 1 lembar tipe Sika Carbodur S812.

Kata Kunci: BTS, ETABS V 9.74, CFRP, Roof Top

ABSTRACT

The very rapid development of telecommunications in Indonesia makes businesses in the field of telecommunications compete in establishing telecommunications towers to meet all network throughout Indonesia. As a result of the increasing need for telecommunication services, towers and Base Transceiver Station (BTS) increasingly have a relatively close distance, especially in urban areas, land problems for tower construction is one of the obstacles in improving the telecommunication network, so that the construction of towers above the building (roof top) becomes one of the solutions. It can affect the structure of the building under the tower. In this study, we analyzed the structure of the building due to the addition of load on the tower. In the analysis process using computer program ETABS V 9.7.4. The result obtained is that the main building structure is not strong enough to receive additional load due to lack of shear capacity. The necessary area of the column is 1608 mm². Then, the required area of the beam is 509 mm² which is smaller than the minimum bone area. In the excitation of the beam there is a lack of shear capacity resulting from the analysis. As a result of the lack of shear capacity, the existing beam requires strengthening. Strengthen using Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). Analysis of the strengthening of the beam resulted in a block coated with 1 sheet type Sika Carbodur S812.

Keywords: BTS, ETABS V 9.74, CFRP, Roof Top

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi terus mengalami perkembangan yang cukup pesat dan meningkatnya kebutuhan masyarakat menggunakan operator penyedia jasa seluler. Perkembangan ini memacu peningkatan pembangunan tower telekomunikasi dan *Base Transceiver Station* (BTS), yang merupakan perangkat penting dalam teknologi komunikasi dan informasi. Dengan adanya tower dan BTS tersebut memungkinkan terjadinya proses komunikasi maupun pertukaran komunikasi. Dalam hal ini dikarenakan tower dan *Base* BTS merupakan media atau alat untuk menerima dan memancarkan gelombang.

Pemasangan tower dan BTS sangatlah penting sebagai sarana perluasan jaringan telekomunikasi. Sebagai akibat dari peningkatan kebutuhan jasa layanan telekomunikasi ini, tower dan BTS semakin mempunyai jarak yang relatif dekat terutama pada daerah perkotaan, masalah lahan untuk pembangunan tower menjadi salah satu faktor kendala dalam peningkatan jaringan telekomunikasi, sehingga pembangunan tower diatas gedung (*roof top*) menjadi salah satu solusinya untuk mendukung perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi.

Struktur eksisting bangunan masih mampu menahan beban tambahan yang disebabkan oleh mini tower 3 kaki atau tower 4 kaki dan BTS [1].

Studi kasus dalam penelitian ini adalah sebuah ruko 2 lantai didaerah Kota Mataram, Provinsi NTB. Ruko ini memiliki kolom eksisting dengan ukuran 37 cm x 37 cm, 35 cm x 35 cm dan balok 40 cm x 28 cm dan 45 cm x 37 cm. Pada *rooftop* ruko dipasang pole dengan ketinggian 16.5 m dan (BTS) 6 perangkat antenna sectoral dengan total berat 255 kg, 1 ring mounting dengan berat 100 kg dan 1 buah *antenna microwave* dengan total berat 60 kg direncanakan akan dipasang pada pole. Akibat pertambahan beban pada atap gedung, tentunya gaya gempa semakin besar, oleh karena itu analisis beban gempa sangat dibutuhkan karena berpengaruh pada perilaku struktur bangunan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam analisis ini adalah metode kuantitatif, yaitu diawali dengan mempelajari beberapa literatur lalu dilanjutkan dengan melakukan perhitungan stuktur ruko 2 lantai dengan struktur beton bertulang sehingga mendapatkan struktur yang kuat menerima beban yang terjadi. Pembebanan sesuai dengan SNI 1727:2013 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain [2] dan dengan pemodelan struktur ETABS V.9.7.4 Gaya dalam hasil perhitungan program ETABS V.9.7.4 digunakan sebagai data perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung sesuai SNI 03-2847-2013 [3]. Berikut langkah-langkah pelaksanaan penelitian :

1. Mempelajari kajian literatur.
2. Permodelan struktur awal (eksisting).

3. Permodelan struktur dengan menambahkan beban Pole dan *Base Transceiver Station* pada struktur eksisting.
4. Evaluasi struktur dengan ETABS.
5. Dari hasil evaluasi momen dan geser pada elemen struktur, dapat diketahui elemen struktur mana yang membutuhkan perkuatan.
6. Analisa perkuatan struktur (Jika diperlukan).
7. Permodelan perkuatan struktur (jika diperlukan).
8. Evaluasi kembali struktur yang sudah diberi perkuatan.
9. Hasil

Lokasi

Objek yang dianalisis adalah sebuah ruko 2 lantai di Jl. Pemuda No. 30 RT. 03, Lingkungan Pemuda Kel. Dasana Agung Baru, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Provinsi NTB. Pada rooftop ruko akan terpasang pole dengan ketinggian 16.5 m dan (BTS). Enam perangkat antenna sectoral dengan total berat 255 kg, *ring mounting* dengan berat 100 kg dan 1 buah antenna microwave dengan total berat 60 kg dipasang pada pole.

Data

Sumber data penelitian ini ada 2 (dua), yaitu data primer dan data sekunder. Data primer penelitian ini terdiri atas:

- a) *As Planned Drawing*, gambar bangunan eksisting yang akan dianalisis.
- b) *Hammer Test*, data kekuatan beton eksisting bangunan
- c) Data antena dan dimensi pole, data yang terdiri dari ukuran antena beserta ketinggian dan sudut hadap antena, dan dimensi pole yang digunakan untuk proses analisis pole.

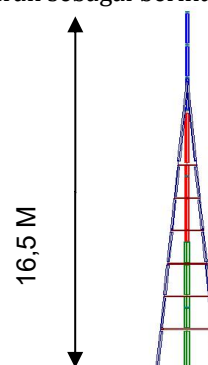
Data sekunder terdiri atas:

- a) Data Teknis proyek
- b) Data Umum Proyek
- c) Data Spesifikasi Perkuatan
- d) Daftar peralatan dan material

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan pole

Pada pole 16,5 meter dengan design pole sudah di perkuat direncanakan menggunakan profil pipa dengan disain dan ukuran sebagai berikut :



Gambar 1. Design Pole

Pada pole direncanakan menggunakan baja siku dan pipa dengan keterangan profil sebagai berikut:

Tabel 1 Profil Baja yang Digunakan

NO	Jenis Baja	L (m)	M (kg)
1	Ø165 2x 7.1	4.5	124.56
2	Ø216 x 8.2	6	252.46
3	Ø267 x 6.6	6	254.7
4	80 x 80 x 8	54.59	1042.19
5	50 x 50 x 5	66.56	250.81
Total			1924.7

Kemudian beban perangkat yang terpasang pada pole adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Berat Antena yang Dipasang

System Type	Jumlah	Berat (kg)
Propose		
Antenna Sectoral	6	180
RRU	3	75
Antenna Microwave	1	60
Total Berat Antenna		315
Cable Ladder Type	Dimension	Berat (kg)
Propose		
Feeder 6 x 7/8"	2	86.91
Feeder 1 x 1/2"	2	3.68
Total Berat Feeder		90.59
Total Berat		405.59

Dengan data di atas kemudian dianalisis dengan menggunakan program bantu MS. Tower yang sesuai dengan peraturan TIA-222-G [4].

Langkah analisis pole adalah sebagai berikut :

1. Menginput TD (Berat profil Pole)
2. Menginput TWR (Antena yang dipasang pada pole)

Setelah dilakukan penginputan kemudian menghasilkan support reaksi yang akan di inputkan pada analisis *Baseframe*. Berikut adalah *support* reaksi yang dihasilkan dari program bantu MS. Tower.

Tabel 3. Support Reaksi Pole

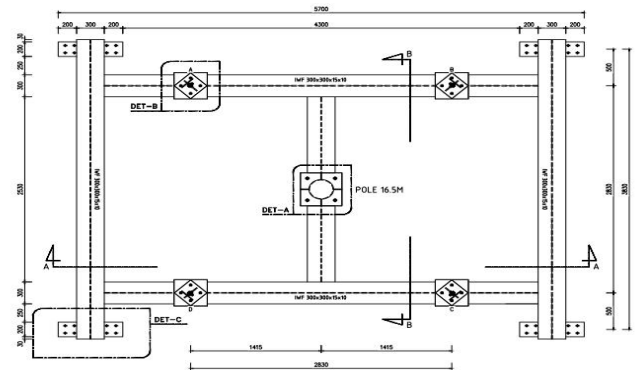
TWRDL							
CASE 500 : MAX.DL							
Node	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Kaki Pole
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
66	-0,468	-0,472	4,648	0	0	0,000	D
67	-0,447	0,443	4,483	0	0	0,000	A
68	-0,013	0,05	9,565	-0,171	-0,017	0,001	MAIN
69	0,471	-0,475	4,728	0	0	0,000	C
70	0,458	0,454	4,585	0	0	0,000	B
TWR1							
CASE 1120 : MAX DL + WIND AT 270.0 TO x NOICE							
Node	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Kaki Pole
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
66	4,722	4,853	44,611	0	0	0,000	D
67	-5,627	5,435	53,093	0	0	0,000	A
68	0,128	7,755	5,284	16,459	0,351	1,386	MAIN
69	-4,852	4,865	45,240	0	0	0,000	C
70	5,526	5,399	52,48	0	0	0,000	B
CASE 1140 : MAX DL + WIND AT 315.0 TO x NOICE							
66	-0,255	-0,302	2,804	0	0	0,000	D
67	-7,547	7,526	72,644	0	0	0,000	A
68	-5,508	5,492	5,300	-	-11,715	0,704	MAIN

TWRDL							
CASE 500 : MAX.DL							
Node	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Kaki Pole
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
66	-0,468	-0,472	4,648	0	0	0,000	D
67	-0,447	0,443	4,483	0	0	0,000	A
68	-0,013	0,05	9,565	-0,171	-0,017	0,001	MAIN
69	0,471	-0,475	4,728	0	0	0,000	C
70	0,458	0,454	4,585	0	0	0,000	B
TWR1							
CASE 1120 : MAX DL + WIND AT 270.0 TO x NOICE							
69	-7,009	6,967	-	0	0	0,000	C
70	0,555	0,481	5,126	0	0	0,000	B

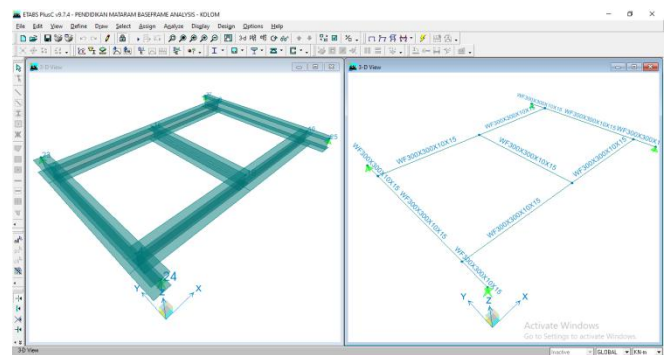
Perencanaan Baseframe

Perencanaan desain pole menggunakan program bantuan ETABS yang dimodelkan sebagai struktur 3 dimensi. Profil *baseframe* yang digunakan adalah HWF 300 x 300 x 10 x 15 mm.

Permodelan *baseframe* yang akan dianalisis dengan menggunakan program bantu ETABS V 9.7.4 adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Design Baseframe

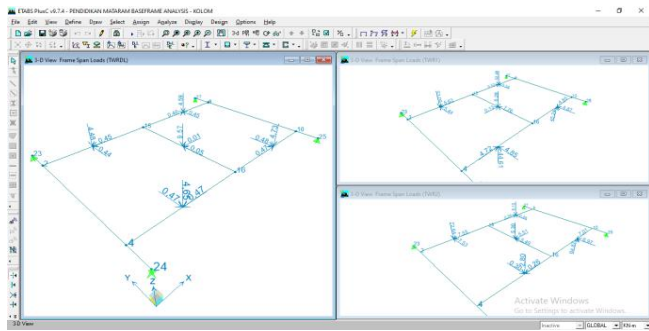


Gambar 3. Permodelan Baseframe

Setelah memodelkan *baseframe pole* maka selanjutnya menginputkan kombinasi pembebanan untuk pole dan beban pole sesuai dengan perletakkannya seperti di bawah ini.

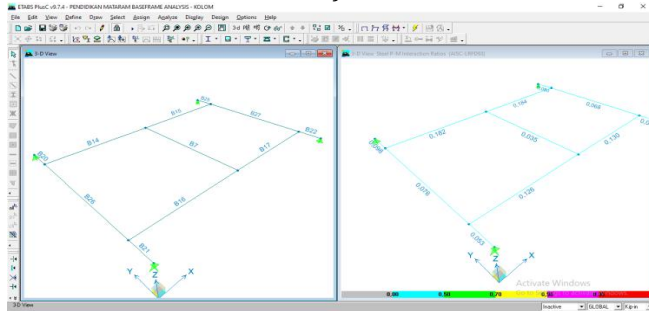
Tabel 4. Kombinasi Pembebanan Baseframe

COMB	SW	DL	LL	TWR DL	TWR 1	TWR2
1	1.4	1.4	-	1.4	-	-
2	1.2	1.2	1,6	-	1	-
3	1.2	1.2	1,6	-	-	1



Gambar 4. Perletakkan Beban pada Baseframe

Kemudian *baseframe* yang sudah dimodelkan dianalisis menggunakan program bantu ETABS V 9.7.4. Berikut ini hasil analisis *baseframe*.



Gambar 5. Maksimum Stress Ratio Baseframe

Tabel 5. Maksimum Stress Ratio Baseframe

Beam	Allowable Stress Ratio - A_{all}^*	Maximum Stress Ratio - A_{max}^{**}	Check ($A_{all} > A_{max}$)
B25	1	0.08	OK!
B27	1	0.068	OK!
B22	1	0.072	OK!
B15	1	0.184	OK!
B14	1	0.182	OK!
B17	1	0.13	OK!
B16	1	0.126	OK!
B7	1	0.035	OK!
B20	1	0.098	OK!
B26	1	0.076	OK!
B21	1	0.053	OK!

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa nilai maksimum *stress ratio* berada di B15 dengan nilai 0,184. Dengan hasil tersebut IWF 300x300x10x15 mampu menahan beban pole beserta perangkatnya.

Selain hasil maksimum *stress ratio*, langkah selanjutnya kita akan menganalisis ruko. Berikut ini adalah *support reaction* hasil analisis *baseframe* yang akan digunakan untuk menganalisis ruko.

Tabel 6. Support Reaction Baseframe

TWRDL								
Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
STORY1	23	COMB1	-0,21	0,18	-18,05	0	0	0
STORY1	24	COMB1	-0,2	-0,19	-18,12	0	0	0
STORY1	25	COMB1	0,2	-0,19	-18,17	0	0	0
STORY1	27	COMB1	0,21	0,19	-18,1	0	0	0
TWR1								
Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
STORY1	23	COMB2	-7,73	7,13	-48,48	0	0	0
STORY1	24	COMB2	7,43	6,9	26,58	0	0	0
STORY1	25	COMB2	-8	7,01	26,87	0	0	0
STORY1	27	COMB2	8,2	7,21	-48,2	0	0	0
TWR2								

TWRDL								
Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
STORY1	23	COMB3	-10,48	7,46	-57,9	0	0	0
STORY1	24	COMB3	0,31	2,51	-4,12	0	0	0
STORY1	25	COMB3	-10,56	7,32	36,19	0	0	0
STORY1	27	COMB3	0,97	2,87	-17,39	0	0	0

Dari hasil analisis *baseframe* pole mendapatkan *support reaction* di atas yang akan digunakan untuk menjadi beban ruko tersebut. Penginputan nilai *support reaksi baseframe* diatas harus sesuai posisi yang sudah ditentukan.

Analisis Ruko 2 Lantai

1. Kombinasi Pembebanan

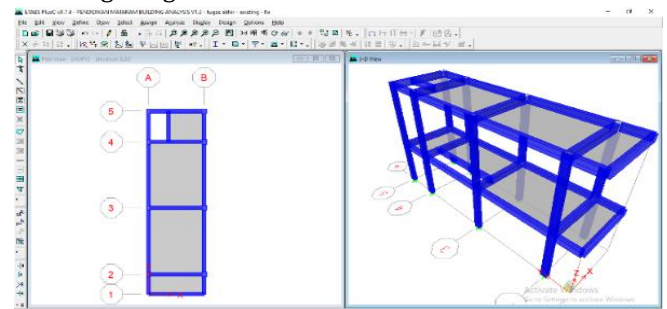
Faktor beban pada beban hidup (*Live Load*) pada kombinasi pembebanan diambil sebesar 0,5 karena berdasarkan peraturan gempa SNI 1726:2012 faktor beban boleh diambil sama dengan 0,5 [5]. Dengan demikian kombinasi pembebanannya adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Kombinasi Pembebanan

Comb	DL	SW	BTS	TWR DL	TWR 1	TWR 2	LL	Qex	Qey
1	1,4	1,4	1,4	1					
2	1,2	1,2	1,2	1	1		1,6		
	1,2	1,2	1,2	1		1	1,6		
3	1,343	1,343	1,343	1	1		1	1,3	0,39
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	1,3	0,39
4	1,343	1,343	1,343	1	1		1	-1,3	0,39
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	-1,3	0,39
5	1,343	1,343	1,343	1	1		1	1,3	-0,39
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	1,3	-0,39
6	1,343	1,343	1,343	1	1		1	-1,3	-0,39
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	-1,3	-0,39
7	1,343	1,343	1,343	1	1		1	0,39	1,3
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	0,39	1,3
8	1,343	1,343	1,343	1	1		1	-0,39	1,3
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	-0,39	1,3
9	1,343	1,343	1,343	1	1		1	0,39	-1,3
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	0,39	-1,3
10	1,343	1,343	1,343	1	1		1	-0,39	-1,3
	1,343	1,343	1,343	1		1	1	-0,39	-1,3
11	0,5	0,5	0,5	1	1		1	1,3	0,39
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	1,3	0,39
12	0,5	0,5	0,5	1	1		1	-1,3	0,39
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	-1,3	0,39
13	0,5	0,5	0,5	1	1		1	1,3	-0,39
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	1,3	-0,39
14	0,5	0,5	0,5	1	1		1	-1,3	-0,39
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	-1,3	-0,39
15	0,5	0,5	0,5	1	1		1	0,39	1,3
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	0,39	1,3
16	0,5	0,5	0,5	1	1		1	-0,39	1,3
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	-0,39	1,3
17	0,5	0,5	0,5	1	1		1	0,39	-1,3
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	0,39	-1,3
18	0,5	0,5	0,5	1	1		1	0,39	-1,3
	0,5	0,5	0,5	1		1	1	0,39	-1,3

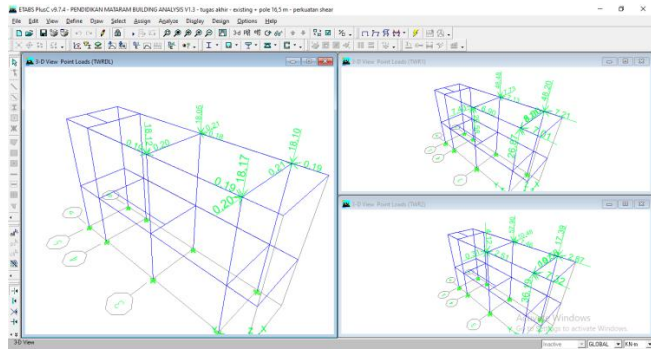
2. Analisis Struktur Bangunan

Dalam studi ini, pemodelan struktur menggunakan ETABS Model struktur dibuat sesuai dengan data eksisting bangunan.



Gambar 6. Pemodelan eksisting bangunan

Setelah selesai memodelkan eksisting bangunan ruko sesuai dengan ukuran eksisting yang didapatkan selanjutnya mengaplikasikan *support* reaksi yang dihasilkan dari analisis *baseframe*.



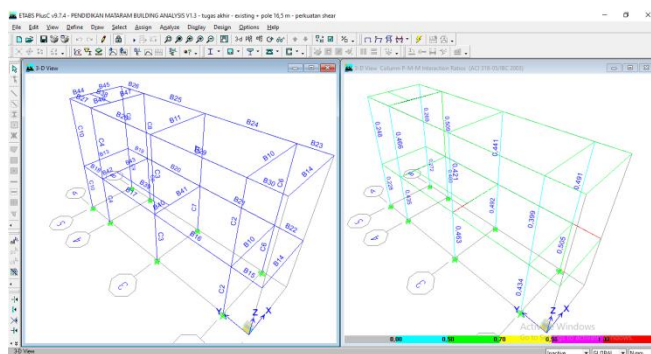
Gambar 7. Perletakkan *Support Reaction Baseframe*

3. Cek Penulangan Kolom

Berikut hasil analisa kolom eksisting dengan bantuan *software* ETABS :

Tabel 8. *Stress Ratio* Kolom

Kolom	Rasio Aktual (Output Etabs)	Syarat Rasio	Check
			Rasio Aktual < Syarat Rasio
C10 – Story 2	0,248	1	OK
C9 – Story 2	0,269	1	OK
C4 – Story 2	0,466	1	OK
C8 – Story 2	0,509	1	OK
C3 – Story 2	0,421	1	OK
C7 – Story 2	0,441	1	OK
C2 – Story 2	0,399	1	OK
C6 – Story 2	0,491	1	OK
C10 – Story 1	0,272	1	OK
C9 – Story 1	0,228	1	OK
C4 – Story 1	0,435	1	OK
C8 – Story 1	0,408	1	OK
C3 – Story 1	0,463	1	OK
C7 – Story 1	0,492	1	OK
C2 – Story 1	0,434	1	OK
C6 – Story 2	0,505	1	OK

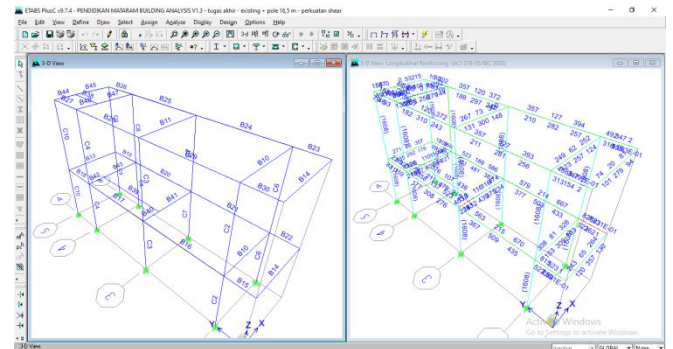


Gambar 8. Maksimum *Stress Ratio* Kolom

Dari hasil di atas didapatkan maksimum stress ratio berada di kolom C6 – Story 1 dengan nilai 0,505. Dengan

hasil tersebut maka kolom eksisting yang sudah di bebani dengan Pole 16,5 m dinyatakan aman.

Selanjutnya adalah pengecekan luas tulangan perlu kolom. Berikut ini adalah hasil analisis luas tulangan perlu kolom dengan menggunakan program bantu ETABS V 9.7.4.



Gambar 9. Luas Tulangan Perlu Kolom

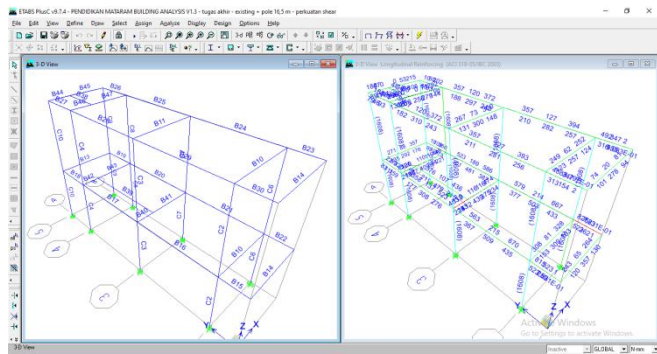
Tabel 9. Luas Tulangan Perlu Kolom

Column	Luas Tul. Perlu Max. (mm ²)	Luas Tul. Perlu Aktual (mm ²)	Check
			(Luas Tul. Perlu Max > Luas Tul. Perlu Aktual)
C10 – Story 2	1608	1608	OK!
C9 – Story 2	1608	1608	OK!
C4 – Story 2	1608	1608	OK!
C8 – Story 2	1608	1608	OK!
C3 – Story 2	1608	1608	OK!
C7 – Story 2	1608	1608	OK!
C2 – Story 2	1608	1608	OK!
C6 – Story 2	1608	1608	OK!
C10 – Story 1	1608	1608	OK!
C9 – Story 1	1608	1608	OK!
C4 – Story 1	1608	1608	OK!
C8 – Story 1	1608	1608	OK!
C3 – Story 1	1608	1608	OK!
C7 – Story 1	1608	1608	OK!
C2 – Story 1	1608	1608	OK!
C6 – Story 2	1608	1608	OK!

Dari hasil di atas luas tulangan perlu maksimal yang didapatkan dari hasil analisis dengan bantuan *software* ETABS sebesar 1608 mm², dengan hasil tersebut luas tulangan perlu maksimal sama dengan luas tulangan perlu aktual yang menunjukkan kolom tersebut masih aman.

4. Cek Penulangan Balok

Berikut ini adalah hasil analisis luas tulangan perlu balok dari program bantu ETABS V 9.7.4.



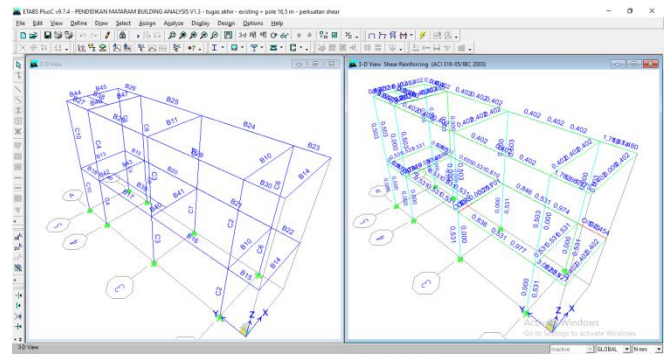
Gambar 10. Luas Tulangan Perlu Balok

Tabel 10. Luas Tulangan Perlu Balok

Balok	Luas Tul. Perlu Max. (mm ²)	Luas Tul. Perlu Aktual (mm ²)	Check (Luas Tul. Perlu Max > Luas Tul. Perlu Aktual)
B44 - Story 2	1005	47	OK
B45 - Story 2	1005	196	OK
B38 - Story 2	1005	73	OK
B26 - Story 2	1005	63	OK
B27 - Story 2	1005	46	OK
B46 - Story 2	1005	66	OK
B47 - Story 2	1005	279	OK
B28 - Story 2	1005	310	OK
B25 - Story 2	1005	297	OK
B11 - Story 2	1005	300	OK
B29 - Story 2	1005	281	OK
B24 - Story 2	1005	282	OK
B10 - Story 2	1005	257	OK
B30 - Story 2	1005	154	OK
B23 - Story 2	1005	155	OK
B14 - Story 2	1005	278	OK
B13 - Story 1	1005	292	OK
B18 - Story 1	1005	111	OK
B19 - Story 1	1005	109	OK
B42 - Story 1	1005	106	OK
B43 - Story 1	1005	344	OK
B17 - Story 1	1005	308	OK
B39 - Story 1	1005	479	OK
B20 - Story 1	1005	481	OK
B40 - Story 1	1005	113	OK
B41 - Story 1	1005	375	OK
B16 - Story 1	1005	509	OK
B21 - Story 1	1005	503	OK
B10 - Story 1	1005	309	OK
B15 - Story 1	1005	259	OK
B22 - Story 1	1005	262	OK
B14 - Story 1	1005	357	OK

Dari hasil analisis luas tulangan perlu maksimum balok lebih besar dari luas tulangan perlu aktual yang dihasilkan dari analisis dengan program bantuan ETABS, dengan begitu balok eksisting aman setelah dibebani pole 16,5 m dan BTS.

Selanjutnya adalah hasil analisis nilai shear balok dengan program bantu ETABS V 9.7.4.



Gambar 11. Maksimum Nilai Shear Balok

Tabel 11. Nilai Shear Balok

Beam	Nilai Shear minimum - (mm ²)	Nilai Shear Aktual (mm ²)	Check (A _{sact} > A _{sreq})
B44 - Story 2	157	60,3	OK!
B45 - Story 2	157	60,3	OK!
B38 - Story 2	157	Min. Rebar Area	OK!
B26 - Story 2	157	60,3	OK!
B27 - Story 2	157	107,7	OK!
B46 - Story 2	157	65,7	OK!
B47 - Story 2	157	68,25	OK!
B28 - Story 2	157	60,3	OK!
B25 - Story 2	157	60,3	OK!
B11 - Story 2	157	60,3	OK!
B29 - Story 2	157	60,3	OK!
B24 - Story 2	157	60,3	OK!
B10 - Story 2	157	60,3	OK!
B30 - Story 2	157	264,3	NOT OK!
B23 - Story 2	157	265,35	NOT OK!
B14 - Story 2	157	60,3	OK!
B13 - Story 1	157	79,65	OK!
B18 - Story 1	157	79,65	OK!
B19 - Story 1	157	79,65	OK!
B42 - Story 1	157	137,85	OK!
B43 - Story 1	157	89,7	OK!
B17 - Story 1	157	79,65	OK!
B39 - Story 1	157	79,65	OK!
B20 - Story 1	157	121,5	OK!
B40 - Story 1	157	0/S	NOT OK!
B41 - Story 1	157	105,15	OK!
B16 - Story 1	157	146,55	OK!
B21 - Story 1	157	146,1	OK!
B10 - Story 1	157	79,65	OK!
B15 - Story 1	157	459,3	NOT OK!
B22 - Story 1	157	0/S	NOT OK!
B14 - Story 1	157	60,3	OK!

Dari hasil analisis di atas ada 5 balok eksisting memiliki nilai shear melebihi batas nilai shear minimum. Dengan hasil tersebut 5 balok eksisting tersebut memerlukan perkuatan. Perkuatan geser yang akan direncanakan menggunakan CFRP.

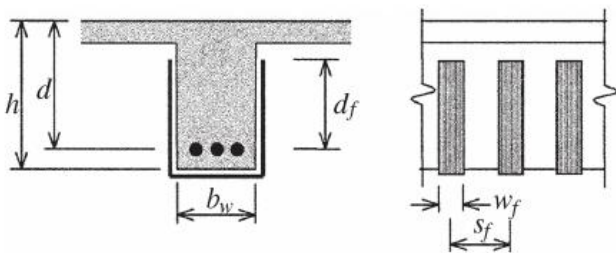
5. Perkuatan Shear Balok

Dalam kasus kali ini balok eksisting tidak mampu menerima gaya yang dihasilkan dari beban-beban yang diinput yang menyebabkan kurangnya kapasitas geser balok.

Pada perkuatan (*strengthening*) kasus ini mempunyai indikasi memperkuat struktur bangunan akibat beban gempa maupun akibat gaya yang dihasilkan oleh beban-beban yang diinput.

Perkuatan yang digunakan pada kasus ini adalah menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). Prinsip penambahan CFRP sama seperti penambahan plat baja, yaitu menambah kekuatan di bagian geser dari struktur.

Berdasarkan perhitungan perkuatan balok akibat kurangnya kapasitas geser berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan sesuai dengan peraturan ACI - 440.2R - 17 dapat ditarik kesimpulan balok 280 x 400 mm pada lantai 1 cukup menggunakan CFRP 1 lapis dengan jarak antar CFRP 160 mm, sedangkan balok 370 x 450 mm pada lantai 2 cukup menggunakan CFRP 1 lapis dengan jarak antar CFRP 180 mm. Berikut ini adalah gambar pemasangan perkuatan geser balok dengan CFRP.



Gambar 12. Ilustrasi Penggunaan CFRP pada Balok Strengthening [6].

6. Metode Pelaksanaan CFRP

Metode pelaksanaan pemasangan perkuatan CFRP yang akan dilakukan dengan beberapa langkah:

1. Persiapan Permukaan Beton

Persiapan permukaan beton meliputi :

 - a. Secara umum, permukaan balok yang akan diperkuat harus bersih, kering, dan rata. Tidak ada bagian dari permukaan yang menonjol ataupun terdapat lubang. Menghilangkan debu, minyak, senyawa kimia, partikel asing dan bahan ikatan lainnya termasuk cat dari permukaan balok dengan membersihkan atau cara mekanis yang lain sebelum instalasi CFRP dilakukan.
 - b. Jika terdapat kondisi permukaan beton buruk harus diperbaiki terlebih dahulu.
 - c. Permukaan yang tidak rata harus diisi dengan mortar perbaikan yang tepat.
 - d. Hati-hati supaya tidak terjadi pengembunan air dipermukaan balok yang akan diinstalasi CFRP
2. Persiapan Permukaan CFRP

Persiapan permukaan CFRP meliputi :

- a. Potong CFRP sesuai kebutuhan untuk dipasang di balok sesuai dengan perhitungan perkuatan.
 - b. Membersihkan permukaan plate sehingga tidak terkontaminasi debu.
 - c. Tunggu sampai permukaan benar-benar kering sebelum diberi bahan perekat ahesif kurang lebih 10 menit.
3. Pemasangan/Instalasi CFRP
- Pemasangan/Instalasi CFRP meliputi :
- a. Oleskan bahan perekat adhesif pada plate CFRP yang akan digunakan dengan menggunakan spatula khusus, sehingga bahan perekat dapat dioleskan dengan rata.
 - b. Tempelkan CFRP yang sudah ada bahan perekatnya ke permukaan beton yang akan diperkuat.
 - c. Setelah menempel lalu ditekan dari sisi luar sehingga bahan perekat dapat menyatu dengan permukaan beton
 - d. Hilangkan sisa bahan perekat yang berada di sisi luar CFRP.
4. Curing
- Proses curing meliputi :
- a. Waktu proses curing biasanya 24 sampai 72 jam tergantung dari suhu lingkungan.
 - b. Suhu curing harus dipertahankan dalam kisaran suhu normal seperti yang ditunjukkan pada kemasan.
 - c. Beton komposit harus dipastikan memiliki kepadatan dan ketebalan yang seragam dan tidak ada rongga udara di dalamnya.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya; Struktur bangunan ruko akibat adanya beban propose pole 16,5 m struktur ruko tidak kuat menerima beban karena kurangnya kapasitas geser pada balok. Rasio tulangan maksimum kolom akibat beban tower adalah 0,505 dan luas tulangan perlu aktual existing kolom terbesar adalah 1608 mm² sama dengan luas tulangan perlu existing kolom maximum. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan kolom eksisting masih kuat menahan beban pole 16,5 m dan (BTS).Luas tulangan perlu balok (longitudinal reinforcement) aktual yang diterima balok adalah 509 mm² lebih kecil dari luas tulangan perlu balok yang diizinkan yaitu 1005 mm². Dengan hasil tersebut tulangan lentur balok masih kuat menahan beban pole 16,5 m dan (BTS).Balok 280 x 400 mm pada lantai 1 cukup menggunakan CFRP 1 lapis dengan jarak antar CFRP 160 mm, sedangkan balok 370 x 450 mm pada lantai 2 cukup menggunakan CFRP 1 lapis dengan jarak antar CFRP 180 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya; dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Ir. Jonbi, MT., MM., MSI. yang telah membimbing saya selama

penelitian ini; pihak PT. Teleconsult Nusantara yang telah membantu memberikan data-data yang saya butuhkan, serta teman-teman maupun beberapa pihak lainnya yang telah memberikan dukungan serta saran selama penyusunan naskah penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nanin Oktaviani, "*Analisis Ulang Struktur Ruko Beton Bertulang Akibat Penambahan Beban Mini Tower dan BTS (Studi Kasus Site Kampung Belimbing Bengkong)*" Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercubuana, Jakarta, Indonesia, 2018.
- [2] Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727: 2013, 24 December 2013.
- [3] Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2013, 18 Juni 2012.
- [4] Telecommunications Industry Association dan Electronic Industries Association TIA/EIA-222-G. 2006
- [5] Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1726:2012, 28 December 2012.
- [6] Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures, ACI 440.2R-17. 2017.