

MODIFIKASI DESAIN MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA DENGAN KOLOM KOMPOSIT PADA GEDUNG PASAR MODERN TERNATE

Itok Ali Munawar¹, Arbain Tata^{2*}, Jamalun Togubu³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Khairun
Jln. Pertamina Gambesi Ternate 55281 INDONESIA

^{2*} arbatata@yahoo.co.id

Abstrak: Banyak desain struktur di Ternate yang telah menggunakan beton bertulang mulai dari perencanaan jembatan, masjid, pelabuhan, rumah sakit, dan kantor-kantor dinas lainnya. Pasar modern sebagai salah satu pusat penunjang perekonomian sehingga menjadi pusat perhatian dan berkumpulnya banyak orang maka perlu adanya inovasi-inovasi struktur yang baru. Maka perlu dilakukan adanya redesain pada struktur Pasar Modern Kota Ternate. Redesain struktur didesain menggunakan struktur baja dengan kolom komposit tahan gempa pada bangunan 4 lantai di Pasar Modern Kota Ternate. Perancangan struktur didesain menggunakan program bantu *ETABS* versi 16.0.3. Pendesainan elemen struktur menggunakan Sistem Rangka Baja Dan Beton Komposit Pemikul Momen Khusus (SRBBK) sesuai dengan SNI 1726-2012 dan SNI 1729-2015. Aspek-aspek yang ditinjau pada perencanaan struktur bangunan yaitu balok induk kolom, shear stud, sambungan dan base plat. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah memberikan informasi hasil modifikasi perencanaan pasar modern dimana awalnya didesain menggunakan beton bertulang yang tahan terhadap gempa dengan berdasarkan peraturan SNI 1726-2012. Dari hasil analisis dipakai balok WF 700X300X13X24 dengan momen maximum akibat beban terfaktor (M_u) 1064343743 Nmm, momen nominal (M_n) 1398968140 Nmm dengan rasio 0,761 dan gaya geser akibat beban terfaktor (V_u) 400775,66 N. Hasil analisis dimensi dan jumlah *Shear Connector*, Φ 19 mm dengan (V_h) 418698,3 N maka jumlah untuk 1/3 bentang 3 buah pada 1/2 bagian dengan jumlah total keseluruhan 42.

Kata kunci: Struktur baja, Kolom komposit, *ETABS*

I. PENDAHULUAN

Banyak desain struktur di Ternate yang telah menggunakan beton bertulang mulai dari perencanaan jembatan, masjid, pelabuhan, rumah sakit, dan kantor-kantor dinas lainnya. Penggunaan beton bertulang pada struktur bangunan yang bentang panjang, beton bertulang menjadi kurang efektif karena dimensi ukuran lebar balok adalah setengah dari ukuran tinggi balok tersebut, apabila bentangan lebih dari 5 meter maka dimensi ukurannya semakin besar sehingga struktur menjadi lebih berat dan belum lagi pengujung yang dari tahun ke tahun jumlahnya meningkat. Untuk itu diperlukan inovasi-inovasi yang dapat menyelesaikan persoalan tersebut, yaitu dengan memodifikasi struktur beton bertulang tersebut menjadi struktur baja komposit [1].

Pada awal tahun 1960 mulai dikembangkan pula penggunaan komponen struktur komposit untuk bangunan gedung yang menganut pada spesifikasi yang dikeluarkan oleh *AISC (American Institute Of Steel Construction)* pada tahun 1952 [2]. Komponen struktur komposit ini mampu menahan lendutan dan tekanan yang relative tinggi tentunya dalam batasan-batasan tertentu. Struktur komposit dapat diterapkan di kolom, balok, dan plat. Prilaku komposit hanya akan terjadi jika potensi terjadi slip antara kedua material ini dapat di cegah [3].

Beberapa keunggulan baja komposit sebagai material konstruksi, antara lain mempunyai kekuatan yang tinggi sehingga dapat mengurangi ukuran struktur serta mengurangi berat sendiri dari struktur. Daktilitas baja cukup tinggi, karena suatu batang baja yang menerima tegangan tarik yang tinggi akan mengalami regangan tarik yang cukup besar sebelum terjadi keruntuhan. Tahan terhadap korosi, tumbukan, dan kebakaran, baja yang diselubungi beton akan mampu menahan tumbukan dari benda yang dijalankan manusia mampu bertahan terhadap kebakaran dan dapat meminimalisir pengaruh dari udara, air, suhu, dan asam klorida (garam) [1]. Kemudahan dalam penyambungan antara elemen yang

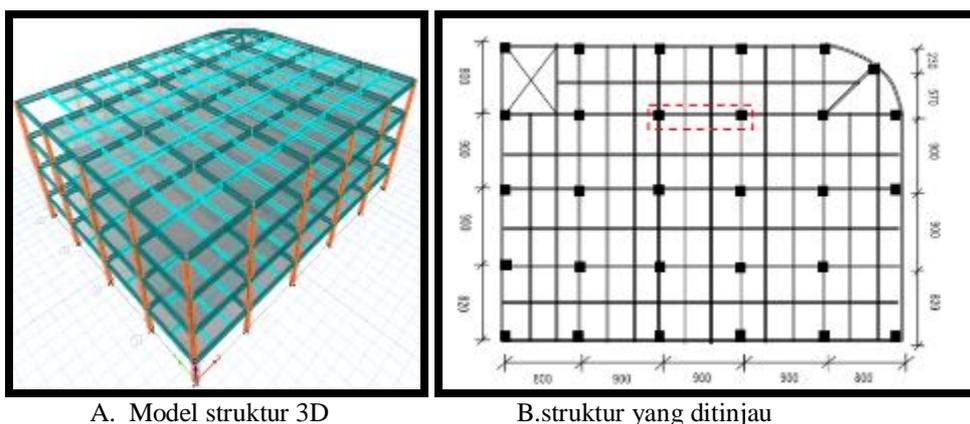
satu dengan yang lain menggunakan sambungan las atau baut. Dapat mereduksi berat dan tinggi profil baja yang dapat dipakai.

Kota Ternate merupakan salah satu diantara kota yang paling ramai penduduknya didaerah provinsi Maluku Utara. Untuk itu penyediaan kebutuhan sandang, pangan, ikan menjadi prioritas dan dimbangi dengan pembangunan ifrastruktur yang memadai. Dari tahun ke tahun perkembangan kota Ternate semakin pesat dan semakin dikenalnya baik itu didalam negeri maupun di luar negeri. Sehingga kota Ternate dikenal sebagai kota perdagangan maupun kota transit untuk turis asing yang ingin berpariwisata di Maluku utara ini. Pasar modern sebagai salah satu pusat penunjang perekonomian sehingga menjadi pusat perhatian dan berkumpulnya banyak orang maka perlu adanya redesain struktur. Untuk menghindari *over stress* atau kelebihan tegangan pada saat membludaknya pengunjung di pasar modern [4] & [5].

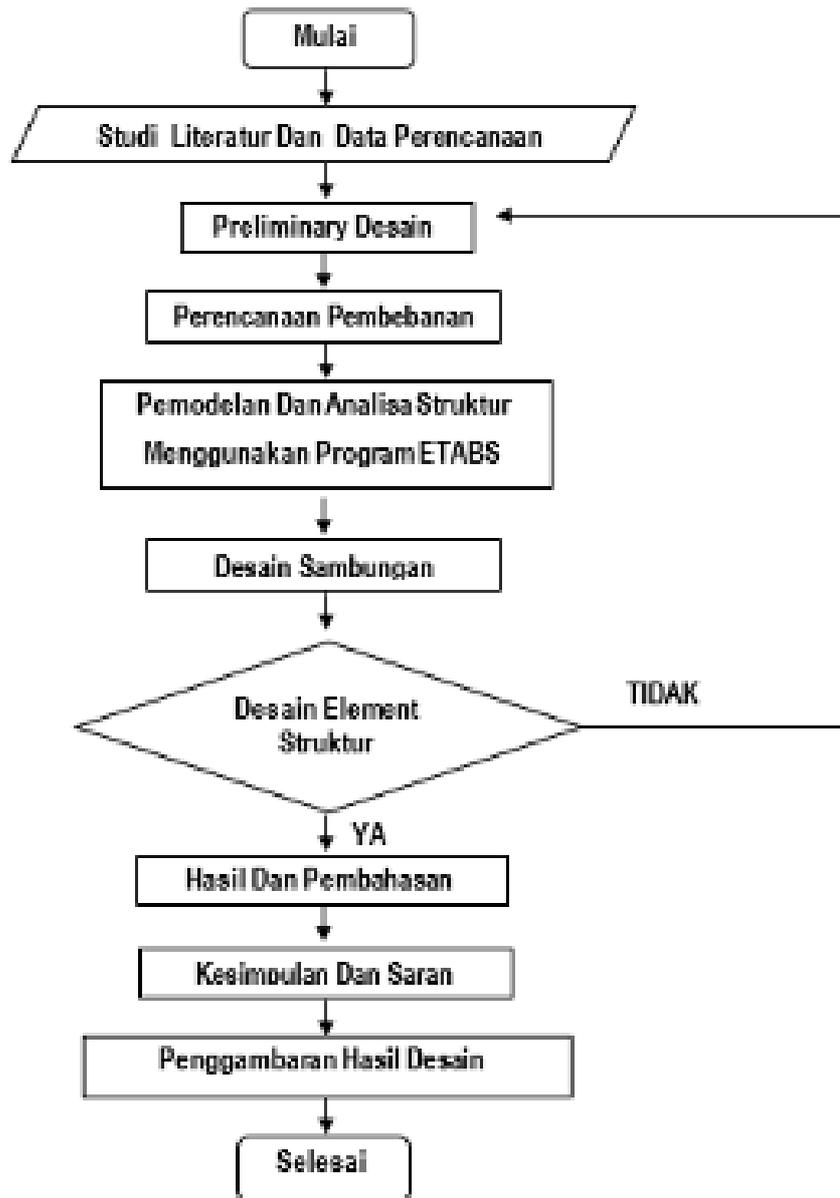
Maka diperlukan desain struktur baja komposit beton bertulang yang mampu menahan gaya aksial yang besar menurut peraturan SNI 03-1726-2012, SNI 1727-2013, AISC 2010, SNI 03-1729-2015. Untuk mendapatkan hasil modifikasi perencanaan pasar modern dipergunakan program berbasis elemen hingga dalam menganalisis evaluasi kinerja struktur beton maupun baja komposit pada gedung bertingkat. Dalam hal ini digunakan bantuan program ETABS. Perancangan kolom komposit menggunakan tipe *Concrete Encased Column* atau kolom baja berselubung beton. Perencanaan ini dimaksudkan sebagai bahan studi dan tidak mempertimbangkan aspek gedung yaitu metode pelaksanaan, analisa biaya, arsitektur, dan manajemen konstruksi. Desain dan evaluasi struktur mengacu pada SNI 03-1729-2015, AISC360-10 untuk komponen struktur baja dan baja komposit, dan SNI 03-2847-2013 untuk komponen struktur beton. Perhitungan gempa menggunakan analisis respons spektrum yang mengacu pada peraturan SNI 03-1726-2012 dan pembebanan struktur mengacu pada SNI 03-1727-2013. Perencanaan tidak meliputi struktur bawah, sambungan las, sambungan balok ke balok, instalasi mekanikal, elektrik, plumbing, dan saluran air. Perencanaan plat lantai menggunakan *SOLID SLAB* [6], [7], [8] & [9].

II. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian merupakan studi literatur yaitu pengumpulan data dan informasi bangunan gedung yang dianalisis dari *shop drawing* Gedung Pasar Modern Ternate. Dengan pendekatan kuantitatif yang merupakan hasil analisis struktur Gedung dengan menggunakan ETABS (*Extended Three Analysis Building System*) Versi 16.0.3. Analisis pembebanan dengan beban mati, hidup dan gempa wilayah Ternate.



Gambar 1. Model Struktur Gedung Pasar Modern (ETABS)



Gambar 2. Bagan Alir

Beban mati dan beban hidup

Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan untuk beban mati dan beban hidup tiap lantai, yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini. Selanjutnya analisis statik dinamik respons spektrum dapat dilakukan, dengan memasukkan beban titik pusat massa dalam bentuk **Diafragma** pada setiap lantai dengan bantuan program ETABS.

Tabel 1. Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup tiap lantai [10].

Lantai	Beban Mati Tambahan (KN)	Beban Hidup Tereduksi (KN)	Berat Sendiri Struktur (KN)	Beban Total (KN)
1	5565,58	8519,10	6254,14	20338,81
2	5565,58	8519,10	6543,73	20628,41
3	5565,58	8519,10	6605,57	20690,25
4	638,932	8519,10	6100,14	15258,18
Beban Total	17335,72	34076,4	25503,58	76915,61

Beban gempa

Dari analisis yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan distribusi beban gempa untuk arah x dan arah y, serta hasil perhitungan gaya gempa tiap lantai. Seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

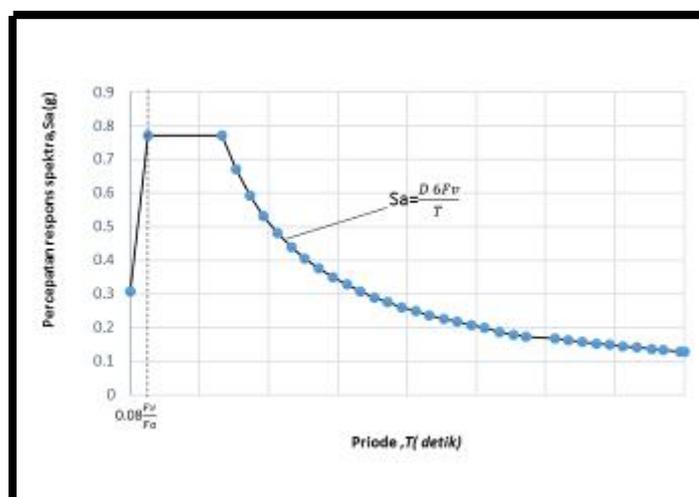
Tabel 2. Hasil perhitungan distribusi gempa untuk setiap arah

Tingkat	Beban Total (kN)	h (m)	W x h (kNm)	Fx (kN)	Fy (kN)
1	20338,81	4	325421,027	1163,71	1281,50
2	20628,41	5	515710,138	1844,19	2030,86
3	20690,25	5	517256,188	1849,72	2036,95
4	15258,18	5	381454,400	1364,09	1502,16
$\Sigma W_t =$	76915,61	$\Sigma W_x Z =$	1739841,75		

Tabel 3. Perhitungan gempa 100% arah yang ditinjau dan 30% arah tegak lurus

Lantai	Fx (kN)	30% Fx (kN)	Fy (kN)	30% Fy (kN)
1	1163,713	349,114	1281,506	384,452
2	1844,192	553,258	2030,864	609,259
3	1849,720	554,916	2036,952	611,086
4	1364,090	409,227	1502,165	450,650

Maksimal *Total Drift* < 0.01 dan maksimal *in-elastic Drift* < 0.020^[7], dimana apabila gempa terjadi, struktur mamapu menahan gempa tersebut, struktur tidak mengalami kerusakan struktural dan tidak mengalami kerusakan non struktural sehingga dapat langsung digunakan kembali.



Gambar 3. Respon spektrum gedung Pasar Modern Ternate

Untuk menentukan faktor skala gempa menggunakan rumus $RSP_y = (G_x I) / R$ ^{[6][9]} untuk arah x dan faktor skala gempa arah y adalah 30% dari arah x.

Tabel 4. Faktor skala gempa respon spektrum

Percepatan Gempa	Arah (Direction)	Faktor Skala
RSPX	U1	0,7354
	U2	0,2205
RSPY	U1	0,7354
	U2	0,2205

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan telah dimodelkan dan dianalisis pengaruh gempa pada struktur yang belum memperhitungkan kondisi nonlinier dengan analisis dinamik respons spektrum sesuai dengan SNI 2847- 2013 dimana bangunan Gedung Pasar Modern Ternate terolong dalam kategori Rangka Baja dan Beton Komposit Pemikul Momen Khusus resiko tinggi (D) dengan tanah Lunak seperti pada Gambar 2. Selanjutnya untuk struktur harus dikalikan dengan faktor modifikasi respon (R) dengan nilai 8, faktor kuat lebih (Ω) dengan nilai 3 dan faktor pembesaran defleksi (Cd) dengan nilai 5,5. Hasil analisis menunjukkan nilai *modal load participation ratios* [6], [9].

Dari perhitungan yang telah dilakukan, besarnya simpangan antar lantai arah x dan arah y ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

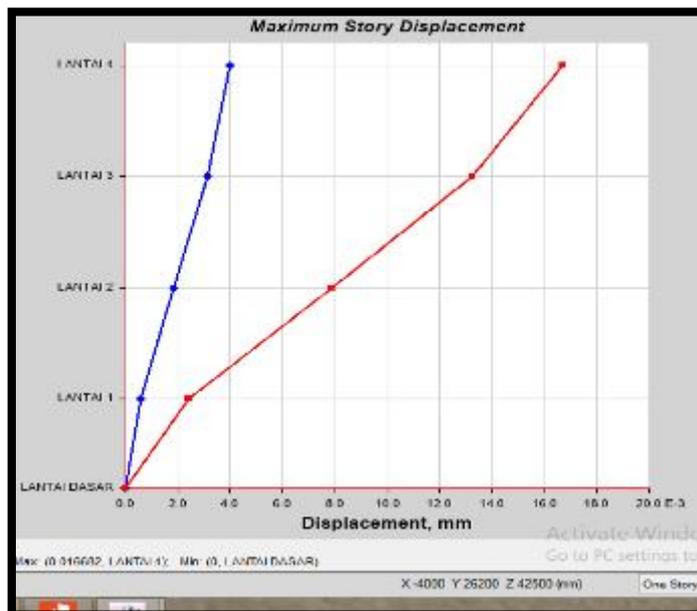
Tabel 5. Besar simpangan gedung arah x

Lantai	Tinggi Tingkat (h), (mm)	Simpangan (mm)	Simpangan Antar Lantai (Δ), (mm)	Diizinkan (Δ), (mm)	Ket.
1	4000	0,00224	0,00224	80	OK
2	5000	0,00730	0,00506	100	OK
3	5000	0,01153	0,00423	100	OK
4	5000	0,01493	0,00340	100	OK

Tabel 6. Besar simpangan gedung arah y

Lantai	Tinggi Tingkat (h), (mm)	Simpangan (mm)	Simpangan Antar Lantai (Δ), (mm)	Diizinkan (Δ), (mm)	Ket.
1	4000	0,0135	0,0135	80	OK
2	5000	0,0435	0,0300	100	OK
3	5000	0,0719	0,0284	100	OK
4	5000	0,0908	0,0190	100	OK

Kurva simpangan antara lantai



Gambar 4. Kurva kapasitas spektrum arah x dan rah y

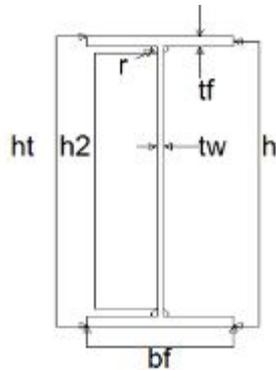
Analisa balok komposit

Tabel 7. Diagram gaya geser balok induk

Nama Kombinasi	Diagram momen Analisis ETABS	Besarnya momen (KN.m)	
		Vu Kiri	Vu Kanan
(Kombinasi 5) 1,2 D + 1,2 SW + 1,0 EQX +1,0 L		-147,56	417,56

Tegangan leleh baja (yield stress), $f_y = 240$ MPa. Tegangan sisa (residual stress), $f_r = 70$ MPa. Modulus elastik baja (modulus of elasticity), $E = 200000$ MPa. Angka Poisson (Poisson's ratio), $\mu = 0,3$. Dari program ETABS diperoleh nilai-nilai sebagai berikut: Momen akibat beban terfaktor (M_u), 1064343743 Nmm. Gaya geser akibat beban terfaktor (V_u), 418698,3 N. Momen pada 1/4 bentang, (MA), 362601934,2 Nmm. Momen ditengah bentang, (MB) 233266935,7 Nmm. Momen pada 3/4 bentang, (MC) -285122576,8 Nmm.

Data WF 700x300x13x24 adalah sebagai berikut:



- Ht 700 mm
- Bf 300 mm
- Tw 13 mm
- Tf 24 mm
- r 28 mm
- A 23589,3 mm²
- Ix 018916019 mm⁴
- Iy 108261609 mm⁴
- Rx 292,6 mm
- Ry 67,7 mm
- Sx 5768331,5 mm³
- Sy 721744,1 mm³

Gambar 5. Penampang Balok

Syarat yg harus dipenuhi untuk balok dengan pengaku, maka nilai $a / h \leq 3$, $a / h = 1,5 < 3$ berlaku rumus balok dengan pengaku memenuhi. Ketebalan plat badan dengan pengaku vertikal tanpa pengaku memanjang harus memenuhi $h / t_w \leq 7,07 * \sqrt{\frac{E}{f_y}}$. Maka didapatkan nilai $52 < 204,09$ tebal plat badan memenuhi.

Momen plastis, $M_p = f_y * Z_x$ maka nilai $M_p = 1499709120$ Nmm. Momen nominal penampang untuk penampang compact, apabila $\lambda \leq \lambda_p$ maka nilai $M_n = M_p$. Berdasarkan nilai kelangsingan sayap, maka termasuk penampang, $\lambda < \lambda_p$ dan $\lambda < \lambda_r$ penampang compact maka nilai Momen nominal $M_n = 1499709120$ Nmm.^{[3][10]}

Kelangsingan penampang badan, $\lambda = h / t_w = 52$. Batas kelangsingan maksimum untuk penampang compact, $\lambda_p = 1680 / \sqrt{f_y} = 108,444$. Batas kelangsingan maksimum untuk penampang non-compact, $\lambda_r = 2550 / \sqrt{f_y} = 164,60$. Berdasarkan nilai kelangsingan sayap, maka termasuk penampang, $\lambda < \lambda_p$ dan $\lambda < \lambda_r$ penampang compact maka nilai Momen nominal $M_n = 1499709120$ Nmm.

Momen nominal pengaruh lokal bukkling pada sayap, $M_n = 1499709120$ Nmm. Momen nominal pengaruh lokal buckling pada badan, $M_n = 1499709120$ Nmm. Momen nominal berdasarkan tekuk torsi lateral, $M_n = 1505885587$ Nmm. Momen nominal berdasarkan local buckling pd. sayap, $M_n = 1505885587$ Nmm. Momen nominal (terkecil) yang menentukan, $M_n = 1499709120$ Nmm. Tahanan momen lentur, $\Phi_b * M_n = 1349738208$ Nmm. Momen akibat beban terfaktor, $M_u = 1064343743$ Nmm. Syarat yg harus dipenuhi = $M_u \leq \Phi_b * M_n$. Maka nilai 1064343743 Nmm < 1349738208 Nmm. Maka untuk $M_u / (\Phi_b * M_n) = 0,7886 < 1,0$ memenuhi persyaratan.

Tahanan geser nominal plat badan dengan pengaku dapat dihitung, untuk nilai, $h / t_w \leq 1,10 * \sqrt{(k_n * E / f_y)}$. Tahanan geser plastis: $V_n = 0,60 * f_y * A_w$. Luas penampang badan, $A_w = t_w * h_t = 9100$ mm², nilai $k_n = 5 + 5 / (a / h)^2 = 7,34$. Perbandingan tinggi terhadap tebal badan, $h / t_w = 52$.

Nilai $1,10 * \sqrt{(kn * E / fy)} = 85,706$ dan $1,37 * \sqrt{(kn * E / fy)} = 106,743$ maka nilai $h / tw < 1,10 * \sqrt{(kn * E / fy)}$ dan $h / tw < 1,37 * \sqrt{(kn * E / fy)}$ maka termasuk tahanan geser *Plastis*.

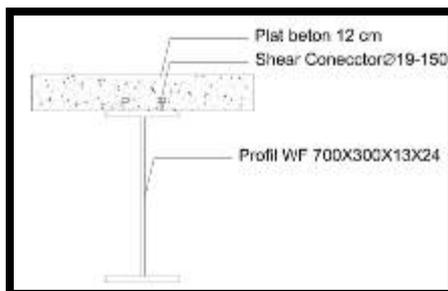
Tahanan geser nominal dihitung sebagai berikut $V_n = 0,60 * f_y * A_w = 1310400$ N. Tahanan gaya geser, $\Phi_f * V_n = 982800$ N, Gaya geser akibat beban terfaktor, $V_u = 418698,3$ N. Syarat yg harus dipenuhi: $V_u \leq \Phi_f * V_n$, maka $418698,3$ N < 982800 N sehingga dikatakan memenuhi atau aman.

Elemen yang memikul kombinasi geser dan lentur harus dilakukan control, syarat yang harus dipenuhi $M_u / (\Phi_b * M_n) + 0,625 * V_u / (\Phi_f * V_n) \leq 1,375$. Untuk nilai $M_u / (\Phi_b * M_n) = 0,7886$ sedangkan nilai $V_u / (\Phi_f * V_n) = 0,4260$ maka nilai Mu adalah 1,0548 sehingga nilai $1,058 \leq 1,375$ sehingga dikatakan memenuhi atau aman.^{[3][10]}

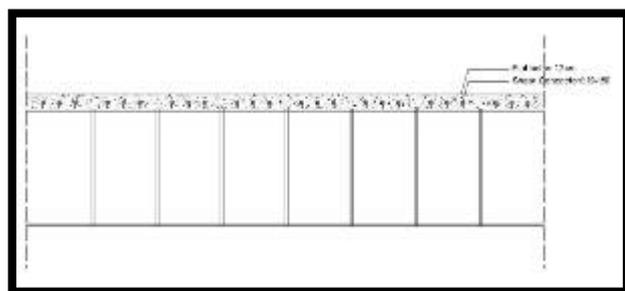
Luas penampang plat pengaku vertikal harus memenuhi syarat berikut, $A_s \geq 0,5 * D * A_w * (1 + C_v) * [a / h - (a / h)^2 / \sqrt{(1 + (a / h)^2)}]$. Dimana tebal plat pengaku vertikal pada badan (stiffner), $t_s = 15$ mm. Tinggi plat pengaku, $h_s = h_t - 2 * t_f = 652$ mm. Luas penampang plat pengaku, $A_s = h_s * t_s = 9780$ mm². Untuk sepasang pengaku, $D = 1$. Nilai yaitu $C_v = 1,5 * kn * E / fy * 1 / (h / tw)^2 = 3,3676$ dan nilai syarat perbandingan $0,5 * D * A_w * (1 + C_v) * [a / h - (a / h)^2 / \sqrt{(1 + (a / h)^2)}] = 5043$. Syarat yang harus dipenuhi $A_s \geq 0,5 * D * A_w * (1 + C_v) * [a / h - (a / h)^2 / \sqrt{(1 + (a / h)^2)}]$. Maka $9780 \geq 5043$ sehingga aman.^{[3][10]}

Momen inersia plat pengaku, $I_s = 2/3 * h_s * t_s^3 = 1467000$ mm⁴. Untuk, $a / h = 1,479 > \sqrt{2}$. Batasan momen inersia pengaku vertikal dihitung, $1,5 * h^3 * tw^3 / a^2 = 1018032$ mm⁴. Maka momen inersia minimum = 1018032 mm⁴. Kontrol momen inersia plat pengaku, $I_s = 1467000 > 1018032$ sehingga dikatakan memenuhi atau aman.

Shear Connector mutu baja (f_y) = 410 Mpa. Tegangan putus (f_u) = 550 Mpa, dan tebal plat (t_c) = 12 cm. Syarat $\Phi_{stud} \leq 2,5 * \text{tebal plat dasar} = 19 < 30$ maka diameter stud memenuhi, untuk nilai V_h didapat dari program ETABS yaitu 418698,3 N. Digunakan stud $\Phi 19 \times 15$ cm, kuat geser satu buah stud diambil dari nilai terkecil diantara $Q_n = 0,5 * A_{sc} * \sqrt{f_c * E_c}$ maka $= 0,5 * 126,73 * \sqrt{34,3 * 27526,11}$ nilai $Q_n = 6156997$ N. $A_{sc} * f_u = 126,73 * 550$ maka nilai 69701,5 N. Diambil Q_n yang terkecil = 61569,9723 N. Jumlah stud yang dibutuhkan pada 1/3 bentang: $N = \frac{V_h}{Q_n} = 418698,3 / 61569,9 = 7$. Untuk keseluruhan bentang dipasang: $N = 7 * 3 = 21$. Untuk bagian kanan dan kiri adalah $21 * 2$ maka 42 buah shear connector. Maka jarak antar stud adalah: $S = \frac{9000}{7} = 1323,46$ mm = 13 cm. Untuk nilai $S_{min} = 6d = 11$ cm dan nilai $S_{max} = 8t = 120$ cm^[2].



A. Gambar Balok komposit melintang



B. Gambar Balok Komposit Memanjang

Gambar 6. Balok komposit

Analisa kolom komposisi diperoleh nilai dari program ETABS $N_u = 475,8438$ Ton. $M_{ux} = 71,0325$ Ton.m. $M_{uy} = 7,0557$ Ton.m. Panjang Kolom, $kL = 5000$ mm. Mutu beton, $f_c = 35$ Mpa. Modulus elastisitas beton, $E_c = 27806$ Mpa. Mutu baja tulangan, $f_y = 400$ Mpa. Lebar kolom, $B = 600$ mm. Tinggi kolom, $H = 600$ mm. Luas Beton, $A_c = 360000$ mm². Diameter tulangan longitudinal, $D_p = 25$ mm. Diameter tulangan sengkang, $D_s = 12$ mm. Tebal selimut beton terhadap tulangan longitudinal, $C_r = 40$ mm. Jumlah tulangan longitudinal, $n = 16$ buah.

Profil baja dimensi penampang sejajar bidang lentur, $h_2 = 400$ mm. Dimensi penampang tegak lurus bidang lentur, $h_1 = 400$ mm. Tebal badan profil, $t_w = 13$ mm. Tebal sayap profil, $t_f = 21$ mm. Luas penampang baja, $A_s = 21908,2$ mm². Mutu baja profil, $f_y = 240$ Mpa. Modulus elastisitas baja, $E =$

200000 Mpa. Jari-jari girasi arah x, $r_x = 174,5$ mm. Jari-jari girasi arah y, $r_y = 101,1$ mm. Modulus plastis profil arah x, $Z_x = 3679089$ mm³. Modulus plastis profil arah y, $Z_y = 1700432,6$ mm³. Syarat $A_s/A_c > 4\% = 6,09\%$ memenuhi. Syarat jarak sengkang/pengikat lateral jarak sengkang adalah 150, maka nilai $150 < 400$, syarat terpenuhi.

Syarat luas tulangan longitudinal harus lebih kecil dari jarak antar tulangan longitudinal, nilainya adalah sebagai berikut. Jarak antar tulangan longitudinal = 471 mm. Luas tulangan longitudinal 490,87 mm². Maka didapatkan nilai $84,78 < 490,87$ syarat telah terpenuhi. Syarat tulangan lateral lebih kecil luas tulangan sengkang, nilai yang didapat $27 < 113,10$ maka syarat terpenuhi. Menghitung tegangan leleh modifikasi yaitu luas tulangan longitudinal, $A_r = 7854$ mm² dan luas netto beton, $A_c = 330238$ mm²

Untuk profil baja yang diberi selubung beton, maka: $c_1 = 0,7$. $c_2 = 0,6$. $c_3 = 0,2$ [2]

$$f_{my} = f_y + c_1 f_{y'} \left(\frac{A_y}{A_s} \right) + c_2 f_c' \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \text{ Maka nilai } f_{my} = 657 \text{ Mpa}$$

Hitung modulus elastisitas modifikasi:

$$E_m = E + c_3 E_c \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \text{ Maka nilai } E_m = 283827 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi kolom komposit diambil nilai terbesar antara

a. $0.3b = 180$

b. $r_y = 101$

$r_m = 180$

Kuat tekan kolom komposit: $\lambda_c = \frac{k_c L}{r_m \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}}$ nilai $\lambda_c = 0,43$

Faktor tekuk,

Untuk $\lambda_c \leq 0,25$ maka $\omega = 1$

Untuk $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka $\omega = 1,43 / 1,6 - 0,67 * \lambda_c$

Untuk $\lambda_c > 1,2$ maka $\omega = 1,25 * \lambda_c^2$

Nilai $\omega = 1,09$

Tegangan tekan kritis, $f_{cr} = 604$ Mpa. Kuat tekan nominal kolom komposit, $N_n = 13234610$ N. Kuat tekan rencana kolom komposit, $\Phi N_n = 1124,94$ Ton. Kuat tekan aksial rencana dari profil, $\Phi N_{ns} = 4469273$ N. Beban aksial rencana yang dipikul beton, $\Phi N_{nc} = 8765337$ N. Untuk nilai $1,7 \Phi f_c A_c = 12852000$ N. Syarat harus dipenuhi yaitu $\Phi N_{nc} < 1,7 \Phi f_c A_c$ maka didapatkan nilai $8765337 \text{ N} < 12852000 \text{ N}$, syarat telah terpenuhi. [2]

Momen nominal arah x, $\Phi M_{nx} = 126,20$ Ton.m.

$$M_n = M_p \cong Z f_y + \frac{1}{3} (h_2 - 2c_r) A_s f_{y'} + \left(\frac{h_2}{2} - \frac{A_w f_y}{1,7 f_c' h_i} \right) A_w f_y$$

Momen nominal arah y, $\Phi M_{ny} = 100,04$ Ton.m. Nilai $N_u / \Phi N_n = 0,42 > 0,20$

$$(i) \text{ Bila } \frac{N_u}{\Phi N_n} \geq 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{\Phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

$$(ii) \text{ Bila } \frac{N_u}{\Phi N_n} < 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{2\phi N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

Table 8. Tegangan dan momen
Stress Check forces and Moments

Location (mm)	P_u (N)	M_{u33} (N-mm)	M_{u22} (N-mm)	V_{u2} (N)	V_{u3} (N)	T_u (N-mm)
0	-6308174.92	844045793.81	39509055.5	317525.5	27997.94	0

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan desain gedung struktur baja kolom komposit tahan gempa pada bangunan 4 lantai di Pasar Modern Ternate, dengan dimensi sebagai berikut:

1. Dimensi balok yang didesain adalah WF 700X300X13X24 dengan plat sayap dan badan adalah kompak, balok menggunakan *stiffener* pada jarak 1m.
2. Dimensi *Shear Connector* yang didesain adalah $\Phi 19$, untuk panjang bentang 9 m digunakan *shear connector* sebanyak 42 buah.
3. Dimensi kolom komposit yang didesain adalah untuk lantai 1 ukuran 60X60 dengan diameter tulangan longitudinal 16 $\Phi 25$ mm, untuk diameter tulangan sengkang $\Phi 12$ dengan jarak 150 mm. Profil baja yang didesain adalah WF 400X400X13X21 pada plat sayap dan badan adalah kompak. Ini menunjukkan bahwa hasil desain tersebut cukup ideal.

REFERENSI

- [1] Setiawan, A. 2008, *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD, Edisi Ke-2*. Erlangga. Jakarta.
- [2] Ilham, N. 201,., *Perhitungan Struktur Baja*. Ebook. www.scripd.com
- [3] Jufri, R. 2017. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Pada Bangunan 5 Lantai Di Universitas Khairun Ternate*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Khairun. Ternate.
- [4] Limoto, B. P. 2017, *Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan System Ganda Di Kota Ternate*. Skripsi. Universitas Khairun. Ternate.
- [5] Tata, A. 2018, *Evaluasi Kinerja Struktur Beton Gedung Fakultas Ekonomi Unkhair dengan Analisis Pushover ATC-40*. Jurnal SIPILsains. ISSN 2088-2076, vol 8 no-15, pp 1-10.
- [6] Badan standardisasi Nasional. 2012, SNI 03-1726-2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Dapertemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- [7] Badan standardisasi Nasional. 201, SNI 03-2847-2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Dapertemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- [8] Badan standardisasi Nasional. 2014, SNI 03-2052-2002. *Baja Tulangan Beton*. Dapertemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- [9] Badan standardisasi Nasional. 2013, SNI 03-1727-2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*. Dapertemen Pekerjaan Umum. Bandung.