

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG SMK DARUL MA'WA DESA PLANDIREJO KECAMATAN PLUMPANG KABUPATEN TUBAN

Sujiat, Moh. Sholahuddin

Fakultas Sains dan Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Bojonegoro

Email: sujiatmaibit@gmail.com, sholahuddin15@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci:

Bangunan Gedung,
Tahan Gempa, Struktur
Atas

Indonesia termasuk negara yang sering tertimpa bencana gempa bumi baik yang skala kecil maupun skala besar pernah terjadi di Indonesia. Letak geografis Indonesia yang berada di pertemuan perbatasan 3 (tiga) lempeng Tektonik, yaitu lempeng Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia mengakibatkan Indonesia menjadi daerah yang rawan gempa, daerah rawan gempa tersebut membentang di sepanjang batas lempeng Tektonik Australia dengan Asia, lempeng Asia dengan Pasifik dari Timur hingga Barat Sumatera sampai Selatan Jawa, Nusa Tenggara, serta Banda (Suharjanto, 2013). Hal ini tentunya membuat perencanaan bangunan gedung di Indonesia harus bisa mengakomodir ancaman tersebut. seperti halnya dengan Sekolah Menengah Kejuruan Darul Ma'wa yang saat ini sangat diminati oleh masyarakat sekitar, sehingga hal ini membuat kurangnya ruang kelas bagi siswa siswi baru yang akan melakukan kegiatan belajar di sekolah Sekolah Menengah Kejuruan tersebut. Maka sangat penting untuk dibangun sebuah gedung baru yang aman dan nyaman sehingga tahan terhadap ancaman gempa yang ada di Indonesia, sehingga dengan adanya penelitian ini maka nantinya dapat merencanakan struktur atas bangunan gedung sekolah tersebut dengan menggunakan metode analisa struktur. Adapun hasil penelitian didapatkan bahwa untuk dimensi kolom yang mampu berkerja untuk menahan beban akibat dari pembebanan adalah ukuran 40 cm x 40 cm sedangkan untuk balok induk ukuran 30 cm x 60 cm dan balok anak ukuran 30 cm x 40 cm dan untuk luas tulangan kolom yang dipakai adalah sebesar 1608 mm sedangkan untuk balok induk sebesar 804 mm untuk momen positif dan 2011 mm untuk momen negatif serta untuk balok anak sebesar 603 mm untuk momen positif dan 1206 mm untuk momen negatif.

ABSTRACT

Keywords:

Building, Earthquake
Resistant, Upper
Structure

Indonesia is a country that is often hit by earthquakes both small and large scale have occurred in Indonesia. The geographical location of Indonesia which is at the meeting of the border of 3 (three) tectonic plates, namely the Australian plate, the Pacific plate and the Eurasian plate makes Indonesia an earthquake-prone area, the earthquake-prone area stretches along the boundary of the Australian Tectonic plate with Asia, the Asian plate with the Pacific from East to West Sumatra to South Java, Nusa Tenggara, and Banda (Suharjanto, 2013). This certainly makes building planning in Indonesia must be able to accommodate these threats. as is the case with Darul Ma'wa Vocational High School which is currently in great demand by the surrounding community, so this makes the lack of classrooms for new students who will carry out learning activities at the Vocational High School. So it is very important to build a new building that is safe and comfortable so that it is resistant to the threat of earthquakes in Indonesia, so that with this research, it can later plan the upper structure of the

school building using structural analysis methods. The results of the study found that for the dimensions of the column that is able to work to withstand the load due to loading is a size of 40 cm x 40 cm, while for the main beam measuring 30 cm x 60 cm and the child beam measuring 30 cm x 40 cm and for the area of reinforcement, the column used is 1608 mm, while for the main beam it is 804 mm for positive moments and 2011 mm for negative moments and for child beams as large as 603 mm for the positive moment and 1206 mm for the negative moment.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara yang sering tertimpa bencana gempa bumi baik yang skala kecil maupun skala besar pernah terjadi di Indonesia. Letak geografis Indonesia yang berada di pertemuan perbatasan 3 (tiga) lempeng Tektonik, yaitu lempeng Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia mengakibatkan Indonesia menjadi daerah yang rawan gempa, daerah rawan gempa tersebut membentang di sepanjang batas lempeng Tektonik Australia dengan Asia, lempeng Asia dengan Pasifik dari Timur hingga Barat Sumatera sampai Selatan Jawa, Nusa Tenggara, serta Banda (Suharjanto, 2013).

Gedung merupakan struktur fisik dari pembangunan konstruksi yang digunakan sebagai penunjang aktifitas manusia. Pembangunan gedung didasarkan berdasarkan atas kebutuhan penggunaan gedung itu sendiri, seperti sebagai sarana perkantoran, rumah sakit, gedung olahraga dan sebagainya. Peningkatan prasarana gedung sangat diperlukan sebagai penunjang pertumbuhan sosial serta ekonomi di suatu daerah. Perencanaan bangunan meliputi desain serta perhitungan detail bangunan. Bangunan dirancang dan didesain sesuai permintaan dengan mempertimbangkan beban dan gerakan tanah agar tidak mengakibatkan kerusakan struktur.

Desa Plandirejo merupakan sebuah desa di Kecamatan Plumpang Kabupaten Tuban Jawa timur yang saat ini mulai berkembang dari aspek ekonomi dan juga aspek Pendidikan dan merupakan desa yang menjadi rujukan bagi para desa di sekitarnya. Di desa ini juga berdiri sebuah Sekolah menengah kejuruan Darul Ma'wa yang sangat diminati oleh Masyarakat sekitar, hal ini dibuktikan dengan kurangnya ruang kelas bagi siswa siswi baru yang akan melakukan kegiatan belajar di sekolah Sekolah menengah kejuruan Darul ma'wa. Mengingat hal tersebut maka sangat penting untuk dibangun sebuah sekolah yang memadai guna mendukung kemajuan Pendidikan di desa Plandirejo dan sekitarnya. Tentu gedung yang direncanakan tidak hanya bisa memadai tetapi bagaimana gedung tersebut harus mampu menahan gaya gempa yang ada dengan koefisien terbaru yang ada di Indonesia. Maka sangat penting dilakukan perhitungan yang cermat mengenai dimensi kolom dan balok yang akan digunakan untuk menopang gedung tersebut begita juga luas tulangan yang digunakan karena hal ini sangat berpengaruh terhadap ketahanan bangunan gedung bertingkat tersebut.

Adapun Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih detail tentang perencanaan Gedung bertingkat atas dimana penelitian tersebut masih minim dilakukan di Universitas Bojonegoro khususnya Prodi Teknik Sipil sehingga nantinya bisa digunakan

untuk pengembangan referensi untuk perencanaan gedung bertingkat bagi mahasiswa dan mahasiswi teknik sipil Universitas Bojonegoro.

METODE

Pada penelitian ini berfokus pada perencanaan struktur atas bangunan gedung sekolah dengan menggunakan data-data yang ada. Penelitian menggunakan kualitatif dengan menghitung menggunakan analisis struktur dengan pembebanan terbaru yang ada di Indonesia. Penelitian dilakukan di Sekolah Menengah Kejuruan DARUL MA'WA di Desa Plandirejo Kecamatan Plumpang Jawa Timur. Adapun data-data penelitian yang ada adalah sebagai berikut :

1. Nama Gedung : SMK Darul Ma'wa
2. Jumlah Lantai : 3 lantai
3. Penutup Atap : Dak beton
4. Mutu Beton : K-300, $f_c' = 30$ Mpa
5. Kegunaan Bangunan : Ruang belajar sekolah
6. Lokasi : Desa Plandirejo Kecamatan Plumpang

Dalam penelitian ini ada beberapa cara penulis dalam melakukan pengumpulan data, hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara survey langsung ke lokasi penelitian sehingga didapat gambaran sebenarnya bagaimana kondisi lokasi yang ada di lapangan, kemudian melakukan tahap wawancara, hal ini penting dilakukan agar bisa mendapatkan informasi sebanyak mungkin mengenai geografis lokasi yang ada dengan memperhatikan kondisi bangunan yang telah ada, selain kedua tahap tersebut maka peneliti melakukan tahap lain yaitu observasi serta dokumentasi. Penulis menggunakan teknik Observasi dalam penelitian ini. Observasi merupakan suatu metode pengumpulan data yang saling berhubungan karena dalam pelaksanaannya selalu melibatkan beberapa faktor. Dalam penelitian ini menggunakan Teknik pengumpulan data observasi untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku manusia, proses kerja, dan gejala-gejala yang terjadi di alam.

Metode analisis data merupakan metode yang penting dalam penelitian ini dimana data yang dikumpulkan di olah atau di proses untuk menarik kesimpulan dari permasalahan yang dianalisis. Pada penelitian ini penulis melakukan metode analisis struktur pada bangunan gedung struktur atas sekolah SMK DARUL MA'WA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain Elemen Struktural

1.1 Balok Induk

Adapun data balok induk yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data balok lantai

BAHAN STRUKTUR		
Kuat tekan beton,	$f'_c =$	25 Mpa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400 Mpa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240 Mpa
DIMENSI BALOK		
Lebar balok	$b =$	300 mm
Tinggi balok	$h =$	600 mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	16 mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10 mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	30 mm
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA (Hasil Perhitungan dari Sap 2000)		
Momen rencana positif akibat beban terfaktor (hasil dari perhitungan Sap 2000	$M_u^+ =$	128.333 kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor (hasil dari perhitungan sap 2000	$M_u^- =$	276.834 kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor (hasil dari perhitungan sap 2000	$V_u =$	197.786 kN

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 1 diatas bisa dilihat bahwa bahan struktur menggunakan mutu F_c' 25 Mpa dengan tegangan leleh baja untuk tulangan lentur sebesar 400 Mpa dan untuk tulangan geser adalah 240 Mpa, sedangkan untuk dimensi balok menggunakan ukuran 300 mm x 600 mm dengan diameter tulangan ulir sebesar 16 mm dan tulangan polos sebesar 10 mm

1.2 Perhitungan Tulangan Balok

Untuk : $f'_c \leq 30$ MPa,

$$\beta_1 = 0.85$$

Untuk : $f'_c > 30$ MPa, $\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f'_c - 30) / 7$

$$= -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton

$$\rightarrow \beta_1 = 0.85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f'_c / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0.0271$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f'_c)] = 6.5736$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0.80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset + D/2 = 48.00 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dlm satu baris,

$$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 4.98$$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = 4$$

bh Jarak horisontal

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = \text{mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan, $y = D + 25 = \text{mm}$

1.3 Tulangan Momen Positif

Momen positif nominal rencana, $M_n = M_u^+ / \phi = 160.416 \text{ kNm}$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton, $d' = 60 \text{ mm}$

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 540.00 \text{ mm}$

Faktor tahanan momen, $R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 1.8337$

$R_n < R_{nmax} \rightarrow \text{(OK)}$

Rasio tulangan yang diperlukan:

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.00480$$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0.00313$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00350$

Rasio tulangan yang digunakan, $\rightarrow \rho = 0.00480$

Luas tulangan yang diperlukan, $A = \rho * b * d = 778 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan yang diperlukan, $n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 3.869$

Digunakan tulangan, $4 \text{ D } 16$

Luas tulangan terpakai, $A = n * \pi / 4 * D^2 = 804 \text{ mm}^2$

Jumlah baris tulangan, $n_b = n / n_s = 1.00$

$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	48.00	192.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
n =	4	$\Sigma [n_i * y_i] =$	192

Letak titik berat tulangan, $\rightarrow d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 48.00 \text{ mm}$

$48.00 < 60$ 60 □ perkiraan **d' (OK)**

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 552.00 \text{ mm}$

Momen nominal, $a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 50.463 \text{ mm}$

$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 169.461 \text{ kNm}$

Tahanan momen balok, $\phi * M_n =$ 135.569 kNm

Syarat : $\phi * M_n \geq M_u^+$
 $135.569 > 128.333 = \text{AMAN (OK)}$

1.4 Tulangan Momen Negatif

Momen negatif nominal rencana, $M_n = M_u^- / \phi =$ 346.043 kNm
 Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton, $d' =$ 80 mm
 Tinggi efektif balok, $d = h - d' =$ 520.00 mm
 Faktor tahanan momen, $R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$ 4.2658
 $R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$ 0.01203

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) =$ 0.00313

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y =$ 0.00350

Rasio tulangan yang digunakan, $\rightarrow \rho =$ 0.01203

Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho * b * d =$ 1876 mm²

Jumlah tulangan yang diperlukan, $n = A_s / (\pi / 4 * D^2) =$ 9.330

Digunakan tulangan, 10 D 16

Luas tulangan terpakai, $A_s = n * \pi / 4 * D^2 =$ 2011 mm²

Jumlah baris tulangan, $n_b = n / n_s =$ 2.50

$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	10	48.00	480.00
2	0	0.00	0.00
3	6	130.00	780.00
n =	16	$\Sigma [n_i * y_i] =$	1260

Letak titik berat tulangan, $\rightarrow d' = \Sigma [n_i * y_i] / n =$ 78.75 mm

78.75 $<$ 80 \rightarrow **perkiraan d' (OK)**

Tinggi efektif balok, $a = h - d' =$ 521.3 mm

$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) =$ 126.157 mm

Momen nominal, $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} =$ 368.484 kNm

Tahanan momen balok, $\phi * M_n =$ 294.787 kNm

Syarat : $\phi * M_n \geq M_u^-$
294.787 $>$ 276.834 $\rightarrow \text{AMAN (OK)}$

1.5 Tulangan Geser

Gaya geser ultimit rencana,

Faktor reduksi kekuatan geser,

Tegangan leleh tulangan geser,

Kuat geser beton,

Tahanan geser beton,

$$V_u = 197.786 \text{ kN}$$

$$\phi = 0.60$$

$$f_{cv} = 240 \text{ MPa}$$

$$V_c = (\sqrt{f_{cv}}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 135.000 \text{ kN}$$

$$\phi * V_c = 81.000 \text{ kN}$$

Sumber :
Data
olahan
kN

Tahanan geser sengkang,

Kuat geser sengkang,

Digunakan sengkang berpenampang :

Luas tulangan geser sengkang,

Jarak sengkang yang diperlukan

Jarak sengkang maksimum,

Jarak sengkang maksimum,

Jarak sengkang yang harus digu

Diambil jarak sengkang :

kN

mm²

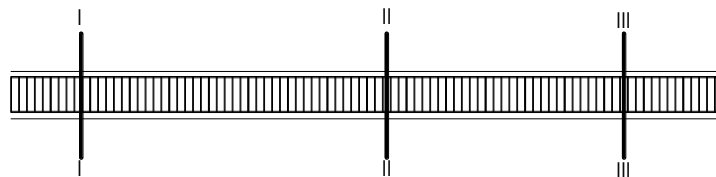
mm

mm

mm

mm

mm



Gambar 1 Balok Induk 30 x 60

sumber: data olahan

BALOK	BALOK BI (30X60)	
GAMBAR		
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
TUL.UTAMA	13 D - 16	6D - 16
TUL.TORSI	2D - 12	2D - 12
TUL.SENKANG	P10 - 100	P10 - 100

Gambar 2 Potongan Balok Induk 30 x 60

2. Balok Anak

Adapun data balok anak yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Data balok anak

BAHAN STRUKTUR		
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	25 Mpa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400 Mpa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240 Mpa
DIMENSI BALOK		
Lebar balok	$b =$	300 mm
Tinggi balok	$h =$	400 mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	16 mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10 mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	30 mm
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA		
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,(hasil perhitungan Sap 2000)	$M_u^+ =$	60.103 kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,(hasil perhitungan Sap 2000)	$M_u^- =$	107.406 kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,(hasil perhitungan sap 2000)	$V_u =$	96.237 kNm

Sumber : Data Olahan Sendiri

2.1 Perhitungan Tulangan

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0.85
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow \beta_1 =$	0.85
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,	$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0.0271
Faktor tahanan momen maksimum,	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - 1/2 * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	6.5736
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0.80
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \emptyset + D/2 =$	48.00 mm
Jumlah tulangan dlm satu baris,	$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) =$	4.98
Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,	$n_s =$	4 bh
Jarak horizontal pusat ke pusat antara tulangan,	$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) =$	46.67 mm
Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,	$y = D + 25 =$	41.00 mm

2.2 Tulangan momen positif

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.00538$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0.00313$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0.00538$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 565 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 2.811$$

Digunakan tulangan,

$$3 \text{ D } 16$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 603 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 0.75$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	3	48.00	144.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
n =	3	$\Sigma [n_i * y_i] =$	144

Letak titik berat tulangan,

$$48.00 < 50$$

$$d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 48.00 \text{ mm}$$

perkiraan d' (OK)

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 352.00 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 37.847 \text{ mm}$$

Tahanan momen balok,

$$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 80.363 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n \geq M_n^+$$

$$64.290 > 60.103 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

2.3 Tulangan momen Negatif

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / \phi = 134.257 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 350.00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 3.6533$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.01009$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0.00313$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0.01009$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 1060 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 5.270$$

Digunakan tulangan,

$$6 \text{ D } 16$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 1206 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 1.50$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	6	48.00	288.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
n =	6	$\Sigma [n_i * y_i] =$	288

Letak titik berat tulangan, \rightarrow 48.00 < 50 \rightarrow perkiraan d' (OK)

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 352.0$ mm

Momen nominal, $a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 75.694$ mm

Tahanan momen balok, $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 151.594$ kNm

Syarat : $\phi * M_n \geq M_n$ $\phi * M_n = 121.275 > 107.406 \rightarrow$ AMAN (OK)

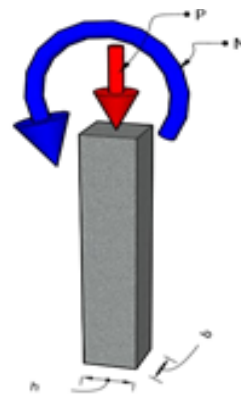
2.4 Tulangan Geser

Gaya geser ultimit rencana,	$V_u =$	96.237	kN
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi =$	0.60	
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} =$	87.500	kN
Tahanan geser beton,	$\phi * V_c =$	52.500	kN
	\rightarrow Perlu tulangan geser		
Tahanan geser sengkang,	$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c =$	43.737	kN
Kuat geser sengkang,	$V_s =$	72.895	kN
Digunakan sengkang berpenampang :	2 P 10		
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 =$	157.08	mm ²
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) =$	181.01	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 =$	176.00	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} =$	250.00	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	176.00	mm
Diambil jarak sengkang :	\rightarrow $s =$		mm
Digunakan sengkang,	2 P 10	170	

3. Perhitungan Kolom

3.1 Perhitungan kolom K1 (40x40)

Beban Aksial	P =	3428.17	kg
Beban Moment	M =	13407.22	kg.m
Tinggi Kolom	lk =	380	cm
Lebar Penampang	b =	40	cm
Tinggi Penampang	ht =	40	cm



$$e_{o1} = \frac{M}{P} = \frac{13,407.22}{3,428.17} = 3.91 = 391.09 \text{ cm}$$

$$e_{o2} = \frac{1}{30} ht = \frac{40}{30} = 1.333 \text{ cm}$$

$$e_o = e_{o1} + e_{o2} = 392.42 \text{ cm}$$

$$\frac{e_o}{ht} = \frac{392.42}{40} = 9.81058 \text{ cm}$$

$$C_2 = 7.7$$

$$C_1 = 1 \text{ (1 kolom segi empat, 1.15 kolom bulat)}$$

$$e_1 = C_1 C_2 (lk / 100 \cdot ht)^2 \cdot ht$$

$$= 1 \cdot 7.7 \left(\frac{380}{100 \cdot 40} \right)^2 \cdot 40$$

$$e_2 = 0.15 ht = 6.00 \text{ cm}$$

$$e_u = \frac{e_o + e_1 + e_2}{3} = \frac{392.42 + 2.780 + 6}{3} = 401.20 \text{ cm}$$

$$e_{au} = \frac{e_u + (1/2 ht)}{2} = \frac{401.20 + 20.0}{2} = 421.20 \text{ cm}$$

$$P \cdot e_{au} = 3,428.17 \times 421.20 = 1,443,954.60 \text{ kg.cm} = 14,439.55 \text{ kg.m}$$

Studi Perencanaan Struktur Atas Bangunan Gedung SMK Darul Ma'wa Desa Plandirejo Kecamatan Plumpang Kabupaten Tuban

Pembesian kolom :

- lebar kolom (b)	=	400 mm
- beton decking (ds)	=	20 mm
- tebal efektif d	=	380 mm
- Mutu beton fc'	=	25 MPa
- Mutu baja fy	=	390 MPa

$$m = f_c / (0,85 \cdot f_y)$$

$$= 25 / (0,85 \cdot 390)$$

$$= 0,076$$

$$R_n = M / (\phi \cdot b \cdot d^2)$$

$$= 144,395,480 / (0,85 \cdot 400 \cdot 380^2)$$

$$= 0,241$$

$$\rho = (1/m) \cdot (1 - \sqrt{1 - (2 \cdot R_n \cdot m) / f_y})$$

$$= (1/0,076) \cdot (1 - \sqrt{1 - (2 \cdot 0,241 \cdot 0,076) / 390})$$

$$= 0,00815$$

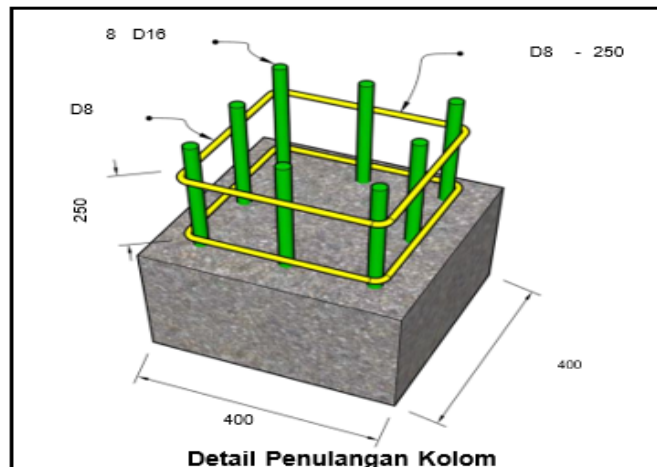
$$A_{perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 0,00815 \cdot 400 \cdot 380 = 1,238,94 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan **8 D 16** (A_{act} = 1608 mm²) **Ok**

Pembesian begel :

Dsenggang **D8** - 250 mm

S1 = 48x8	=	384 mm	(48 x Diameter tulangan Senggang)
S2 = 16x16	=	256 mm	(16 x Diameter tulangan Longitudinal)
S3	=	400 mm	(Sisi terpendek penampang)
Smin	=	256 mm	(Dipilih terpendek)
Spakai	=	250 mm	(Dibulatkan ke bawah)



Gambar 3 Detil Penulangan kolom
Sumber : Data olahan

4. Perhitungan Plat Lantai

Adapun data perhitungan plat lantai yang digunakan adalah sebagai berikut :

4.1 Data bahan struktur

Kuat tekan beton,

$f'_c =$	25	MPa
$f_y =$	400	MPa

Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,

4.2 Data Plat lantai

Panjang bentang plat arah x,

$L_x =$	3.00	m
---------	------	---

Panjang bentang plat arah y,

$L_y =$	3.00	m
---------	------	---

Tebal plat lantai,

$h =$	130	mm
-------	-----	----

Koefisien momen plat untuk :

$$L_y / L_x = 1.00$$

KOEFISIEN MOMEN PLAT

Lapangan x

$C_{lx} =$	36
------------	----

Lapangan y

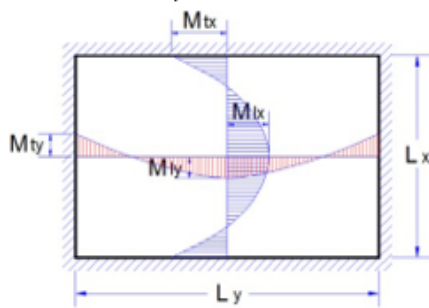
$C_{ly} =$	36
------------	----

Tumpuan x

$C_{tx} =$	36
------------	----

Tumpuan y

$C_{ty} =$	36
------------	----



Diameter tulangan yang digunakan,

$\varnothing =$	10	mm
$t_s =$	20	mm

Tebal bersih selimut beton,

4.3. Beban Plat Lantai

1. Beban Mati (Dead Load)

No	Jenis Beban Mati	Berat satuan	Tebal (m)	Q (kN/m ²)
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m ³)	24.0	0.13	3.120
2	Berat finishing lantai (kN/m ³)	22.0	0.05	1.100
3	Berat plafon dan rangka (kN/m ²)	0.2	-	0.200
4	Berat instalasi ME (kN/m ²)	0.5	-	0.500
Total beban mati,			$Q_D =$	4.920

2. Beban Hidup (Live Load)

Beban hidup pada lantai bangunan =	250	kg/m ²
→ $Q_L =$	2.500	kN/m ²

3. Beban Rencana Terfaktor

Beban rencana terfaktor, $Q_u = 1.2 * Q_D + 1.6 * Q_L = 9.904 \text{ kN/m}^2$

4. Momen Plat akibat beban terfaktor

Momen lapangan arah x,	$M_{ltx} = C_{lx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	3.209	kNm/m
Momen lapangan arah y,	$M_{lty} = C_{ly} * 0.001 * Q_u * L_y^2 =$	3.209	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	$M_{utx} = C_{tx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	3.209	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	$M_{uty} = C_{ty} * 0.001 * Q_u * L_y^2 =$	3.209	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	$\rightarrow M_u =$	3.209	kNm/m

4.4 Penulangan Plat

Untuk : $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$,	$\beta_1 =$	0.85	
Untuk : $f_c' > 30 \text{ MPa}$,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-	
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow \beta_1 =$	0.85	
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,	$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0.0271	
Faktor tahanan momen maksimum,	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	6.5736	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0.80	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \varnothing / 2 =$	25.0	mm
Tebal efektif plat lantai,	$d = h - d_s =$	105.0	mm
Rasio tulangan yang diperlukan :	$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$	0.0009	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} =$	0.0025	
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rightarrow \rho =$	0.0025	
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	263	mm ²
Jarak tulangan yang diperlukan,	$s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / A_s =$	299	mm
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} = 2 * h =$	260	mm
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} =$	200	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	200	mm
Diambil jarak sengkang :	$\rightarrow s =$	200	mm
Digunakan tulangan,	$\varnothing 10 \quad - \quad 200$		
Luas tulangan terpakai,	$A_s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / s =$	393	mm ²

4.4.4 Penulangan Plat

Modulus elastis beton,	$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'} =$	23500	MPa
Modulus elastis baja tulangan,	$E_s =$	2.00E+05	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,	$Q = Q_D + Q_L =$	7.420	N/mm
Panjang bentang plat,	$L_x =$	3000	mm
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,	$L_x / 240 =$	12.500	mm
Momen inersia brutto penampang plat,	$I_g = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	183083333	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,	$f_r = 0.7 \cdot \sqrt{f_c'} =$	3.5	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,	$n = E_s / E_c =$	8.51	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,	$c = n \cdot A_s / b =$	3.342	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :			
	$I_{cr} = 1/3 \cdot b \cdot c^3 + n \cdot A_s \cdot (d - c)^2 =$	34550995	mm ⁴
	$y_t = h / 2 =$	65	mm
Momen retak :	$M_{cr} = f_r \cdot I_g / y_t =$	9858333	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :			
	$M_a = 1 / 8 \cdot Q \cdot L_x^2 =$	8347500	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,			
	$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 \cdot I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] \cdot I_{cr} =$	279210578	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :			
	$\delta_e = 5 / 384 \cdot Q \cdot L_x^4 / (E_c \cdot I_e) =$	1.193	mm
Rasio tulangan slab lantai :	$\rho = A_s / (b \cdot d) =$	0.0037	
Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :			
	$\zeta =$	2.0	
	$\lambda = \zeta / (1 + 50 \cdot \rho) =$	1.6849	
Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut :			
	$\delta_g = \lambda \cdot 5 / 384 \cdot Q \cdot L_x^4 / (E_c \cdot I_e) =$	2.010	mm
Lendutan total,	$\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g =$	3.202	mm
Syarat :	$\delta_{tot} \leq L_x / 240$	3.202 < 12.500	→ AMAN (OK)

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan analisis yang telah dilakukan pada Bab IV, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimensi kolom yang mampu berkerja untuk menahan beban akibat dari pembebanan adalah ukuran 40 cm x 40 cm sedangkan untuk balok induk ukuran 30 cm x 60 cm dan balok anak ukuran 30 cm x 40 cm
2. Luas tulangan kolom yang dipakai adalah sebesar 1608 mm sedangkan untuk balok induk sebesar 804 mm untuk momen positif dan 2011 mm untuk momen negatif serta untuk balok anak sebesar 603 mm untuk momen positif dan 1206 mm untuk momen negatif.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers. (2002). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. Virginia. Structural Engineering Institute
- Aminullah Muhammad, Struktur Beton II. Erico Waturandang. (2012), Desain Struktur Atas Gedung Mall “Palu Town Square” Ir. Gideon H. Kusuma M.Eng.(1994), Pedoman Pengerjaan Beton. Erlangga, Jakarta.
- Badan Standarsasi Nasional. (2012). SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 2847 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 1723 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- Budi Sulistiyono.(2010).Perencanaan Struktur Gedung Factory Outlet dan Cafe Dua Lantai (Tugas Akhir),Surakarta.
- Chu Kia Wang, C. G. (n.d.). Desain Beton Bertulang Jilid 1 dan 2 Edisi Keempat. Departemen Pekerjaan Umum. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Bangunan Gedung (PPIUG). Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Edward G. Nawy, P.E, Beton Bertulang. Dr. Edward G. Nawy, P.E.(1998).Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar.PT.Rafika Aditama,Semarang.
- Gunawan .T, .margaret.s.(1986),Diktat Teori Soal Dan Penyelesaian Mekanika Teknik III Jilid 1.Delta Teknik Group,Jakarta. Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung.
- Husin, N. A. (2009). Struktur Beton. Surabaya.
- Istimawan Dipohusodo, Struktur Beton Bertulang. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983).
- Kusuma, Gideon H. & Andriono, Takim. (1993). Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa. Jakarta: Erlangga.

*Studi Perencanaan Struktur Atas Bangunan Gedung SMK Darul Ma'wa Desa Plandirejo
Kecamatan Plumpang Kabupaten Tuban*

Laboratorium Beton dan Bangunan FTSP ITS. (1992). Tabel Grafik dan Diagram Interaksi untuk Perhitungan Struktur Beton Berdasarkan SNI 1992. Surabaya.

Pamungkas, Anugrah & Harianti, Erny. (2013). Desain Pondasi Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002. Yogyakarta: Andi Offset

Soedrajat, A. (1994). Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung. Nova

Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI- 1726-2002).

Suharjanto, 2013, Rekayasa Gempa, Penerbit: Kepel Press, Yogyakarta

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847- 2002).



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License