

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

Perancangan adalah suatu kegiatan yang sangat penting sebelum dilakukannya pelaksanaan proyek. Perancangan suatu bangunan adalah kegiatan atau proses merancang suatu bangunan berdasarkan konsep ataupun rencana yang telah ada dalam usaha memenuhi kebutuhan. Tahap perancangan ini bertujuan untuk melengkapi penjelasan dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi, dan taksiran biaya (Ervianto, 2005). Suatu konstruksi yang dibangun harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat (kokoh), bentuk serasi dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tetapi tidak mengurangi mutu dari konstruksi tersebut, sehingga dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

Menurut Ervianto (2005), kegiatan yang dilaksanakan pada tahap perancangan ini sebagai berikut:

- a. Mengembangkan rencana proyek menjadi penyelesaian akhir
- b. Meminta persetujuan akhir rencana dari pemilik proyek
- c. Mempersiapkan
 - 1) Rancangan skema (perancangan) termasuk taksiran biaya.
 - 2) Rancangan terinci.
 - 3) Gambar kerja, spesifikasi dan jadwal.
 - 4) Taksiran biaya akhir.
 - 5) Program pelaksanaan pendahuluan, termasuk jadwal waktu.

2.2 Ruang Lingkup Perancancangan

Ruang lingkup perancangan meliputi beberapa tahapan yaitu tahap persiapan, tahap studi kelayakan, tahap desain bangunan, tahap perhitungan struktur, dan tahap perhitungan biaya. Sebelum melakukan perancangan bangunan, langkah awal yang dilakukan yaitu perancangan gambar bangunan oleh seorang arsitek. Arsitek

mendesain bangunan sesuai dengan keinginan pemilik (owner). Setelah gambar design disetujui oleh pemilik, selanjutnya dilakukan perancangan struktur yang mampu menjamin keamanan dan stabilitas struktur tersebut.

2.2.1 Perancangan Konstruksi

Perancangan Konstruksi Struktur adalah suatu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu menerima beban luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan. Struktur berfungsi sebagai kerangka bangunan yang menopang semua beban yang diterima oleh bangunan tersebut. Ada dua struktur pendukung selain struktur utama beton bertulang, yang biasanya terdapat pada sebuah bangunan, antara lain sebagai berikut:

a. Struktur Bangunan Atas (Upper Structure)

Struktur atas merupakan seluruh elemen struktur yang terletak diatas muka tanah. Adapun Perhitungan perancangan struktur bangunan atas meliputi: Perhitungan atap, Perhitungan pelat lantai, Perhitungan tangga, Perhitungan balok, Perhitungan kolom.

b. Struktur Bangunan Bawah (Sub Structure)

Struktur bawah merupakan elemen struktur yang berada dibawah muka tanah. Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban dari struktur atas, untuk diteruskan ke tanah yang berada dibawahnya. Adapun Perhitungan perancangan struktur bangunan bawah meliputi: Perhitungan sloof, Perhitungan pondasi.

Pemilihan jenis struktur atas akan sangat berpengaruh pada sistem fungsional gedung. Adapun masalah-masalah yang menjadi faktor pemilihan jenis struktur dibagi menjadi beberapa aspek yaitu sebagai berikut:

a. Fungsional Dalam perancangan struktur yang baik sangat perlu memperhatikan fungsi dari bangunan tersebut. Kaitannya dengan penggunaan ruang, aspek fungsional sangat mempengaruhi besarnya dimensi bangunan yang direncanakan.

- b. Kekuatan dan kestabilan struktur Kekuatan dan kestabilan struktur memiliki hubungan erat dengan kemampuan struktur dalam menahan beban – beban yang bekerja, baik beban arah vertikal dan horizontal. Kestabilan struktur adalah keadaan seimbang dari struktur setelah menerima beban – beban tersebut.
- c. Arsitektur Pengolahan elemen – elemen struktur dengan memperhatikan segi estetika seperti perancangan denah, gambar tampak, potongan, perspektif, interior dan eksterior.
- d. Ekonomi dan Kemudahan Pelaksanaan Struktur yang dirancang harus mampu memikul beban yang akan bekerja pada suatu bangunan tersebut secara aman tanpa adanya kelebihan tegangan atau deformasi yang melampaui batas izin. Tetapi dalam perancangan juga harus memperhatikan segi ekonomi dan harus memperhatikan kondisi yang memungkinkan terjadinya keamanan dan kenyamanan dalam pelaksanaannya.
- e. Lingkungan Aspek lingkungan adalah salah satu aspek lain yang ikut menentukan dalam perancangan dan pelaksanaan suatu proyek. Aspek ini juga bisa menjadi tujuan utama dalam suatu pembangunan proyek. Misalnya, dengan adanya pembangunan ini diharapkan akan memperbaiki kondisi lingkungan yang menjadi lokasi proyek tersebut serta memberikan dampak yang baik bagi masyarakat disekitar lokasi proyek.

2.2.2 Dasar-Dasar Perancangan

Dalam menyelesaikan perhitungan perancangan pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Muara Dua Ogan Komering Ilir, penulis berpedoman pada peraturan yang dibuat oleh Badan Standarisasi Nasional yang berlaku di Indonesia dan berbagai jenis buku, diantaranya yaitu:

- a. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan penjelasan (Berdasarkan SNI 2847:2019)
- b. Beban design minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain SNI 1727:2020

- c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)
- d. Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013 oleh Agus Setiawan

2.3 Klasifikasi Pembebanan

Pembebanan pada struktur merupakan salah satu yang terpenting dalam perancangan sebuah gedung. Kesalahan dalam perancangan beban atau penerapan beban pada perhitungan akan mengakibatkan kesalahan yang fatal pada hasil desain bangunan tersebut. Untuk itu sangat penting bagi kita untuk merencanakan perhitungan pembebanan secara baik dan matang agar bangunan yang didesain nantinya akan aman pada saat dibangun akan digunakan sesuai fungsinya.

Suatu konstruksi bangunan gedung juga harus dirancang kekuatannya terhadap suatu pembebanan. Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung Tahun 1989 jenis pembebanan terdiri atas:

- a. Beban Mati atau *Dead Load* (D)

Berdasarkan SNI 1727:2020, Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, *klading* gedung dan komponen arsitektural dan structural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material.

Dalam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya, dengan ketentuan bahwa tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang yang mengerti dan ahli bidangnya.

Tabel 2. 1 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung

Bahan Bangunan	Berat Sendiri
Baja	7.850 kg/m ³
Batu alam	2.600 kg/m ³
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m ³
Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m ³
Batu pecah	1.450 kg/m ³
Besi tuang	7.250 kg/m ³
Beton	2.200 kg/m ³
Beton bertulang	2.400 kg/m ³
Kayu (Kelas I)	1.000 kg/m ³
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650 kg/m ³
Pasangan bata merah	1.700 kg/m ³
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200 kg/m ³
Pasangan batu cetak	2.200 kg/m ³
Pasangan batu karang	1.450 kg/m ³
Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600 kg/m ³
Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m ³
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m ³
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700 kg/m ³
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000 kg/m ³
Timah hitam (timbel)	11.400 kg/m ³

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 1727 : 2013)

Tabel 2. 2 Berat Sendiri Komponen Bangunan Gedung

Adukan, per cm tebal: - Dari semen - Dari kapur, semen merah atau tras	21 kg/m ² 17 kg/m ²
Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14 kg/m ²
Dinding pasangan bata merah - Satu batu - Setengah batu	450 kg/m ² 250 kg/m ²
Dinding pasangan batako: Berlubang: - Tebal dinding 20 cm (HB 20) - Tebal dinding 10 cm (HB 10) Tanpa lubang: - Tebal dinding 15 cm - Tebal dinding 10 cm	200 kg/m ² 120 kg/m ² 300 kg/m ² 200 kg/m ²
Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari: - Semen asbes (eternity dan bahan lian sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm - Kaca, dengan tebal 3-5 mm	11 kg/m ² 10 kg/m ²
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m ²	40 kg/m ²
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 mm dan jarak s.k.s. maksimum 0,80 m	7 kg/m ²
Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	50 kg/m ²
Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/taso. Per m ² bidang atap	40 kg/m ²
Penutup atap seng gelombang (BJLS-25) tanpa gordeng	10 kg/m ²
Penutup lantai dari ubin semen Portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24 kg/m ²
Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11 kg/m ²

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 1727 : 2013)

b. Beban Hidup Atau *Live Load* (L)

Berdasarkan SNI 1727:2020, Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Semua beban hidup yang memungkinkan dalam proses konstruksi perlu dipertimbangkan untuk memperoleh hasil perhitungan yang maksimal. Oleh karena besar dan lokasi beban hidup yang berubah – ubah, maka penentuan beban hidup dengan tepat merupakan suatu hal yang cukup sulit. Khusus pada pelat atap beban hidup dapat termasuk beban air hujan, akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

Tabel 2. 3 Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum

Hunian atau penggunaan	Merata L_o psf (kN/m ²)	Terpusat Ib (kN)
Sistem lantai akses		
- Ruang kantor	50 (2,4)	2.000 (8,9)
- Ruang komputer	100 (4,79)	2.000 (8,9)
Ruang pertemuan		
- Kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	
- Lobi	100 (4,79)	
- Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)	
- Panggung pertemuan	100 (4,79)	
- Lantai podium	150 (7,18)	
- Tribun penonton stadion dan arena dengan kursi tetap (terikat di lantai)	100 (4,79)	
- Ruang pertemuan lainnya	60 (2,87)	
	100 (4,79)	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300 (1,33)
Koridor	100 (4,79)	

<ul style="list-style-type: none"> - Lantai pertama - Lantai lain 	Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Dudukan mesin elevator (Pada daerah 2 in. x 2 in. [50 mm x 50 mm])		300 (1,33)
Konstruksi pelat lantai finishing ringan (Pada area 1 in. X 1 in. [25 mm x 25 mm])		200 (0,89)
Jalur penyelamatan saat kebakaran <ul style="list-style-type: none"> - Hunian satu keluarga saja 	100 (4,79) 40 (1,92)	
Tangga permanen		Lihat pasal 4.5.
Garasi/parkir (lihat pasal 4.10) <ul style="list-style-type: none"> - Mobil penumpang saja - Truk dan bus 	40 (1,92) Lihat pasal 4.10.2	Lihat pasal 4.10.1 Lihat pasal 4.10.2
Pegangan tangga dan pagar pengaman <ul style="list-style-type: none"> - Batang pegangan 	Lihat 4.5.1	Lihat 4.5.1 Lihat 4.5.2
Rumah Sakit <ul style="list-style-type: none"> - Ruang Operasi, Laboratorium - Ruang Pasien - Koridor diatas lantai Pertama 	60 (2,87) 40 (1,92) 80 (3,83)	1.000 (4,45) 1.000 (4,45) 1.000 (4,45)
Perpustakaan <ul style="list-style-type: none"> - Ruang baca - Ruang penyimpanan - Koridor diatas lantai pertama 	60 (2,87) 150 (7,18) 80 (3,83)	1.000 (4,45) 1.000 (4,45) 1.000 (4,45)
Gedung perkantoran <ul style="list-style-type: none"> - Ruang arsip dan computer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian - Lobi dan koridor lantai pertama - Kantor - Koridor di atas lantai pertama 	100 (4,79) 50 (2,40) 80 (3,83)	2.000 (8,90) 2.000 (8,90) 2.000 (8,90)
Atap		

Atap datar, berhubung dan lengkung Atap yang digunakan penghuni	20 (0,96) Sama dengan penggunaan yang dilayani 100 (4,79)	
Atap untuk tempat berkumpul Atap vegetatif dan atap lansekap	20 (0,96) 100 (4,79)	
- Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)	
- Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	
- Atap untuk penggunaan lainnya	Sama dengan penggunaan yang dilayani	
<i>Awning</i> dan kanopi		
- Atap konstruksi <i>fabric</i> yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0,24)	
Rangka penumpu layar penutup	5 (0,24) Berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka	200 (0,89)
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai tempat bekerja		
- Titik panel tunggal dari kord bawah rangka batang atap atau suatu titik sepanjang komponen struktur utama pendukung atap diatas pabrik, gudang penyimpanan dan pekerjaanya, dan garasi bengkel		200 (8,90)
- Semua komponen struktur atap utama lainnya		300 (1,33)
- Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan		300 (1,33)
Sekolah		
- Ruang kelas	40 (1,92)	1.000 (4,45)
- Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1.000 (4,45)
- Koridor lantai pertama	100 (4,79)	1,000 (4,45)

Scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit – langit yang dapat diakses		200 (0,89)
Jalan di pinggir untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan/jalan untuk truk – truk	250 (11,97)	8.000 (35,60)
Tangga dan jalan keluar	100 (4,79)	300 (1,33)
- Rumah tinggal untuk satu atau dua keluarga saja	40 (1,92)	300 (1,33)
Susunan jalan dan panggung yang ditinggikan (selain jalan keluar)	60 (2,87)	
Pekarangan dan teras, jalur pejalan kaki	100 (4,79)	

(Sumber: Standar Nasional Indonesia 1727:2020)

c. Beban Hujan

Beban hujan adalah beban akibat akumulasi massa air yang terjadi di atap selama hujan bercurah tinggi. Proses ini, yang disebut sebagai genangan, Sebagian besar terjadi di atap datar. Genangan di atap terjadi Ketika limpasan setelah curah hujan kurang dari jumlah air yang tertahan di atap. Air yang terkumpul di atap datar atau rendah selama hujan dapat menimbulkan beban struktural yang besar. Hal tersebut harus diperhatikan saat mendesain sebuah bangunan.

d. Beban Kombinasi

Setiap komponen struktur dirancang sedemikian rupa agar dapat memikul besarnya beban yang lebih besar daripada beban layan atau aktual guna memberikan jaminan keamanan terhadap kegagalan struktur. Dalam metode perancangan berbasis kekuatan (strength design method), elemen struktur didesain untuk memikul beban terfaktor yang diperoleh dengan mengalikan suatu faktor beban terhadap beban layan nominal. Beban hidup memiliki derajat ketidakpastian yang lebih tinggi dibandingkan dengan beban mati.

Berdasarkan catatan penelitian yang telah dilakukan secara terus-menerus, serta berdasarkan pada ilmu-ilmu probabilitas, SNI mengadopsi penggunaan faktor beban sebesar 1,2 untuk beban mati D, dan 1,6 untuk beban hidup L.

Berdasarkan persyaratan dalam SNI 1727:2020 halaman 13 besarnya kuat perlu, U yang harus dipertimbangkan sebagai kondisi paling kritis yang harus dipikul suatu elemen struktur adalah:

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R \text{ atau } S)$$

$$U = 1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R \text{ atau } S) + (L \text{ atau } 0,5W)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R \text{ atau } S)$$

$$U = 0,9D + 1,0W$$

Berikut adalah beberapa catatan tambahan untuk kombinasi beban :

- a. Nilai faktor beban untuk L dalam persamaan ke 3,4,5 dapat direduksi menjadi 0,5L, jika nilai L tidak lebih besar daripada 4,8 kN/m² (atau 500 kg/m²) disamping itu faktor tersebut tidak boleh direduksi untuk area garasi atau area tempat publik.
- b. Apabila beban angin, W, belum direduksi oleh faktor arah maka factor beban untuk beban angina dalam persamaan 4 harus diganti menjadi 1,6, dan dalam persamaan 3 diganti menjadi 0,8.
- c. Untuk struktur yang memikul beban fluida, maka unsur beban fluida tersebut dapat dimasukkan dalam persamaan 1 hingga 5 dan 7 dengan faktor beban yang sama dengan faktor beban untuk beban mati.
- d. Jika ada pengaruh tekanan tanah lateral, H, maka ada tiga kemungkinan berikut:
 - 1) Apabila H bekerja sendiri atau menambah efek dari beban – beban lainnya maka H harus dimasukkan dalam kombinasi pembebanan dengan faktor beban sebesar 1,6.
 - 2) Apabila H permanen dan bersifat melawan pengaruh dari beban – beban lain, maka H dapat dimasukkan dalam kombinasi pembebanan dengan menggunakan faktor beban sebesar 0,9.

- 3) Jika H tidak permanen, namun pada saat H bekerja mempunyai sifat melawan beban – beban lainnya, maka beban H boleh tidak dimasukkan dalam kombinasi pembebanan.

2.4 Metode Perancangan Struktur

Dalam pekerjaan suatu konstruksi bangunan, diperlukan beberapa metode perhitungan agar hasil dari perhitungan dapat menjadi suatu acuan dan konstruksi dapat menahan beban dengan sempurna, baik itu beban sendiri maupun pembebanan yang lainnya. Berikut adalah struktur bangunan yang memerlukan metode perhitungan.

2.4.1 Perhitungan Pelat

Pelat lantai adalah suatu elemen horizontal utama yang berfungsi untuk menyalurkan beban hidup, baik yang bergerak maupun statis ke elemen pemikul beban vertikal, yaitu balok, kolom maupun dinding (Setiawan, 2016). Pelat lantai pada umumnya dicor secara bersamaan dengan balok sehingga menjadi struktur yang monolit.

Beban pada pelat atap lebih kecil dibandingkan dengan pelat lantai. Beban pada pelat atap hanya terdiri dari beban mati sendirinya pelat atap, beban hujan, dan beban kemiringan untuk air, sementara pada pelat lantai selain beban mati sendirinya, pelat lantai juga diberi beban dinding dan beban hidup sesuai dengan penggunaan ruang yang ada di atasnya. Adapun beban-beban yang bekerja pada pelat antara lain:

- Beban Mati (W_D)
 - a. Berat sendiri pelat
 - b. Beban yang diterima oleh pelat akibat adanya adukan mortar, plafond dan penggantung plafond.

- Beban Hidup (W_L)

Beban hidup untuk pelat atap diambil sebesar 0,96 kN/m². (Berdasarkan SNI 1727:2020).

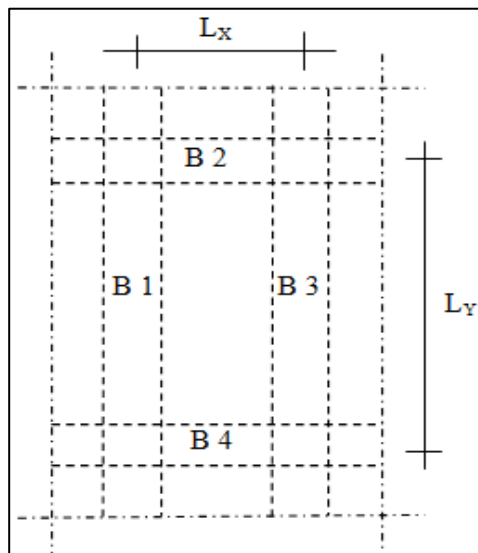
Pada umumnya jenis-jenis pelat dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

Jenis-jenis pelat:

1. Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

One Way Slab adalah slab yang didukung oleh balok pada kedua sisi yang berlawanan untuk memikul beban arah memanjang. Rasio bentang yang lebih panjang (L_x) ke bentang yang lebih pendek (L_y) > 2 , dianggap pelat satu arah karena slab ini akan menekuk dalam satu arah yaitu pada arah sepanjang rentang yang lebih pendek. Ciri-cirinya adalah:

- Pelat ditumpu pada sisi yang saling berhadapan.
- Pelat persegi yang ditumpu pada dua sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat (l_y) dan sisi lebar pelat (l_x) > 2 atau $\frac{l_y}{l_x} > 2$.



Gambar 2.1 Pelat satu arah

Dalam perancangan struktur pelat satu arah, langkah-langkahnya antara lain sebagai berikut:

a. Penentuan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat satu arah tergantung pada beban atau momen lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut. (Dipohusoddo, 1996).

- b. Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana (W_u).

$$W_u = 1,2 WD + 1,6 WL$$

Keterangan:

WD = Jumlah beban mati pelat

WL = Jumlah beban hidup pelat

- c. Menghitung Momen Rencana (M_u) baik dengan cara tabel atau analisis.
 d. Perkiraan tinggi efektif (d_{eff})
 e. Menghitung K_{Perlu} .
 f. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.
 g. Hitung as yang diperlukan.
 h. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut dengan menggunakan tabel.

2. Pelat Dua Arah (Two Way Slab)

Two Way Slab adalah slab yang ditopang oleh balok pada keempat sisi dan beban dipikul oleh penopang di kedua arah. Dalam slab dua arah, rasio bentang yang lebih panjang (L_x) dengan bentang yang lebih pendek (L_y) ≤ 2 .

Berikut ini adalah beberapa perancangan pelat dua arah, antara lain:

- a. Menghitung H minimum pelat

Untuk αf_m lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, h tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{\ln \left(0,85 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha f_m - 0,2)}$$

(Sumber: SNI 2847: 2019: 135)

dan tidak boleh kurang dari 125 mm.

Untuk αf_m lebih besar dari 2,0 ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

$$\frac{\ln \left(0,8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

(Sumber: SNI 2847: 2019: 135)

dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

- b. Menghitung α_m masing-masing panel

$$\alpha_1 = \frac{1 \text{ balok}}{1 \text{ pelat}}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{n}$$

Keterangan:

In = Jarak bentang bersih dalam arah Panjang diukur muka ke muka balok.

H = Tebal balok

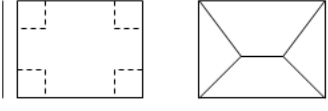
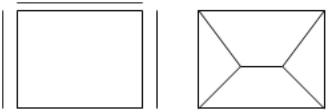
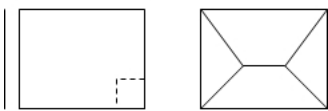
β = Rasio bentang bersih dalam arah Panjang terhadap pelat pendek

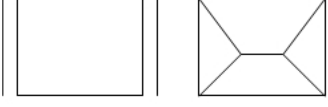
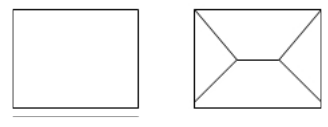

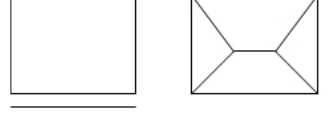
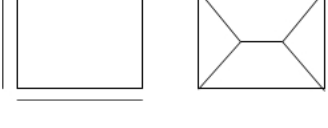
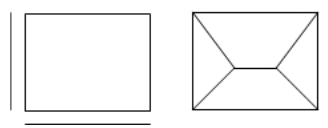
- c. Menghitung beban rencana pelat (W_u)

$$W_u = 1,2WDL + 1,6WLL$$

- d. Menghitung momen rencana (M_u) menurut W.C Vis dan Gideon Kusuma, 1993

Tabel 2. 4 Koefisien Momen

	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$ $M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$ $M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$

	$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$ $M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$ $M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$
	$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_2 \times \text{koefisien momen}$ $M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$

(Sumber : Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, W.C.Vis dan Gideon Kusuma 1993:26)

Dimana:

- M_{lx} adalah momen lapangan maksimum per meter lebar di arah x.
- M_{ly} adalah momen lapangan maksimum per meter lebar di arah y.
- M_{tx} adalah momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah x.
- M_{ty} adalah momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah y.
- M_{tix} adalah momen jepit tak terduga (insidental) per meter lebar di arah x.

- M_{iy} adalah momen jepit tak terduga (insidental) per meter lebar di arah y.

- e. Menentukan tebal efektif
f. Menentukan rasio penulangan (ρ)

$$Mlx = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{0,85 f'c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 Mlx}{0,85 f'c}} \right)$$

- g. Mencari luasan tulangan (A_s)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff}$$

- h. Mencari jarak antar tulangan (s)

$$S = \frac{1000 \times A_b}{A_s}$$

- i. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta dengan tulangan susut dan suhu. Rasio luasan untuk tulangan ulir susut dan suhu terhadap luas penampang beton bruto harus memenuhi dari SNI 2847:2019, berikut:

Tabel 2. 5 A_s min Untuk Pelat Dua Arah Nonprategang

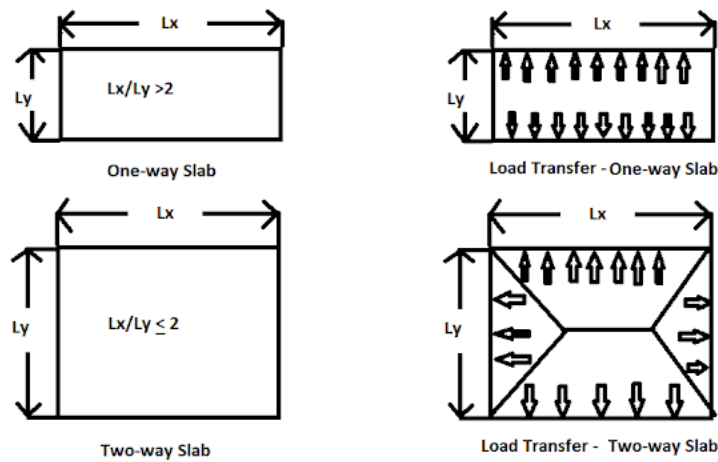
Jenis Tulangan	f_y MPa	Rasio tulangan minimum	
Batang ulir	< 420	0,0020	
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari	$0,0018 \times$
			420
			$\frac{f_y}{0,0014}$

(Sumber: SNI 2847:2019, hal 123)

- j. Memasang tulangan

Untuk arah y sama dengan langkah-langkah pada arah x, hanya perlu diingat bahwa tinggi efektif arah y (d_y) tidak sama dengan yang digunakan dalam arah x

$$\square d_y = h - \rho - \emptyset_{\text{arah y}}$$



Gambar 2.2 Diagram transfer pembebanan

2.4.2 Perencanaan Tangga

Tangga adalah sebuah jalur vertikal yang sangat umum digunakan pada setiap bangunan yang dimiliki lebih dari satu lantai (vertikal). Tangga merupakan jalur yang mempunyai undak-undak (trap) yang menghubungkan satu lantai dengan lantai di atasnya. Tangga memiliki kedudukan sangat penting karena membawa pretise bagi penghuni bangunan tersebut.

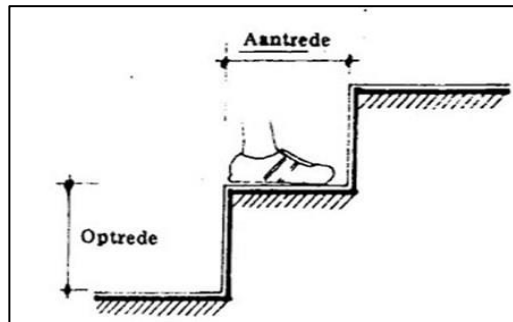
1. Ibu Tangga (*Boom*)

Ibu tangga adalah bagian tangga berupa dua batang atau papan miring yang berfungsi menahan kedua ujung anak tangga. Kemiringan ibu tangga sesuai dengan besarnya kelandaian tangga (α). Adapun lebarnya ditentukan oleh perancangan panjang langkah datar dan tinggi langkah tegak ditambah dengan lebar kayu depan dan kayu belakang yang masing-masing minimal 3-4 cm.

2. Anak Tangga (*Trade*)

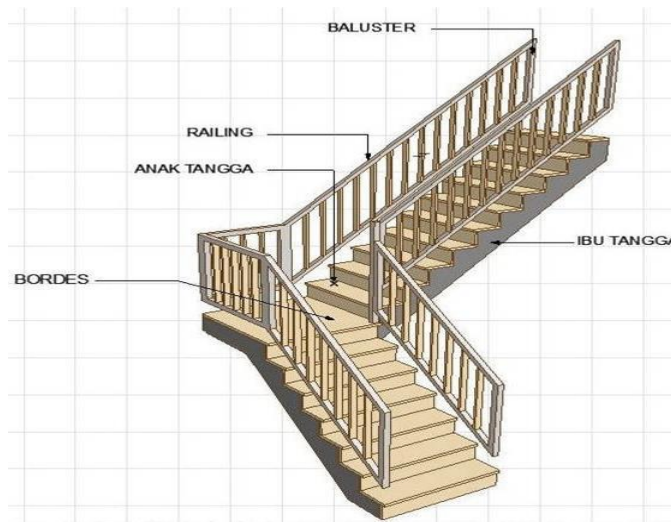
Anak tangga merupakan bagian dari tangga yang berfungsi untuk memijakkan atau melangkah kaki ke arah vertikal maupun horizontal. Anak tangga terdiri dari dua jenis, yaitu:

- a. *Antride*, adalah bagian horizontal dari anak tangga yang merupakan bidang tempat kaki berpijak.
- b. *Optrade*, adalah bagian vertikal dari anak tangga yang merupakan selisih antara dua buah anak tangga yang berurutan.



Gambar 2.3 *Antrade* dan *Optrade* Pada Tangga

3. Pegangan Tangga (*railing*), bagian ini berfungsi sebagai tumpuan tangan pada saat menggunakan tangga.
4. Pagar Tangga (*baluster*), merupakan bagian yang menghubungkan ibu tangga dengan *railing* dan juga berfungsi sebagai pagar pengaman.
5. Bordes, merupakan tempat beristirahat sewaktu menaiki tangga, biasanya berupa pelat datar.



Gambar 2.4 Bagian-bagian tangga

1. Adapun syarat-syarat tangga antara lain:

Syarat-syarat umum tangga:

a. Penempatannya

- penempatan tangga diusahakan menggunakan ruangan sehemat mungkin.
- ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah ditemukan oleh banyak orang dan mendapat sinar matahari pada waktu siang hari.
- Diusahakan penempatannya tidak mengganggu atau menghalangi lalu lintas orang banyak (untuk tangga ditempat-tempat yang ramai).

b. Kekuatannya

- Bila menggunakan bahan kayu, hendaknya menggunakan kayu kelas I atau II agar nantinya tidak terjadi pelenturan atau goyang.
- Tangga harus kokoh dan stabil (kuat) bila dilalui oleh sejumlah orang atau barang sesuai dengan perencanaan.

c. Bentuknya

- Sudut yang digunakan untuk konstruksi tangga tidak boleh lebih dari 45° .
- Bentuk konstruksi tangga diusahakan sederhana, layak, sehingga dapat dikerjakan dengan cepat dan mudah serta hemat biaya.

d. Syarat-syarat khusus tangga

1. Untuk bangunan rumah tinggal

- a. *Antride* = 25 cm (minimum)
- b. *Optrade* = 20 cm (maksimum)
- c. Lebar tangga = 800 – 100 cm

2. Untuk perkantoran dll

- a. *Antride* = 25 cm (minimum)
- b. *Optrade* = 17 cm (maksimum)
- c. Lebar Tangga = 120 – 200 cm

3. Syarat Langkah

- a. Cara 1 = 2 optrade + 1 antride = 57 s/d 65 cm

b. Cara 2 = 2 opride + 1 antride = 77 s/d 85 cm

4. Sudut kemiringan tangga

a. Maksimum = 45°

b. Minimum = 25°

5. Syarat 1 (satu) anak tangga

$$2 O + 1 A = 57 - 60 \text{ cm}$$

Keterangan:

$O = \text{Opride}$

$A = \text{Antride}$

6. Menghitung Panjang bordes (L)

$$L = l_n + 1,5 \text{ a s/d } 2 \text{ a}$$

Keterangan:

$L = \text{Panjang bordes}$

$l_n = \text{Ukuran satu Langkah normal (57 – 65 cm)}$

$A = \text{Antride (17,5 – 20 cm)}$

e. Adapun Langkah-langkah dalam perencanaan konstruksi tangga:

1. Perencanaan tangga

a. Penentuan ukuran *antride* dan *oprider*

– $\text{Antride} = l_n - 2 \text{ opride}$

– $\text{Tinggi oprider sebenarnya} = \frac{h}{\text{jumlah oprider}}$

b. Penentuan Panjang antride dan oprider = $\frac{h}{\text{tinggi oprider}}$

c. Panjang tangga = jumlah oprider \times lebar antride

d. Sudut kemiringan tangga = $\text{arc tan} \times \left(\frac{\text{tinggi tangga}}{\text{panjang tangga}} \right)$

e. Penentuan tebal pelat tangga, $h_{\min} = \frac{1}{28} l_n$

2. Penentuan pembebanan pada anak tangga

a. Beban Mati (W_D)

- Berat sendiri anak tangga
 - Berat sendiri bordes
 - Berat 1 (satu) anak tangga (Q) per m¹

$$Q = \frac{1}{2} \text{ antride} \times \text{optride} \times 1 \text{ m} \times \gamma_{\text{beton}} \times \frac{\text{jumlah anak tangga}}{\text{meter}}$$
 - Berat spesi dan ubin
- b. Beban hidup (W_L)
- Beban hidup untuk tangga dan bordes beban merata = 4,79 kN/m² (SNI 1727 – 2020 Tabel 4.3 – 1)
3. Perhitungan tangga dan tulangan bordes metode cross untuk mencari gaya gaya yang bekerja pada tangga dengan menggunakan progam SAP2000 V14.
4. Perhitungan taulangan tangga dan tulangan bordes
- a. Menentukan momen yang bekerja berdasarkan Analisa program SAP2000 V14.
 - b. Memilih tulangan baja pokok. Untuk tulangan susut dan suhu dilakukan perhitungan berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 24.4.3.2 yaitu:
 - Luasan tulangan ulir susut dan suhu minimum terhadap luas penampang beton bruto harus memenuhi batasan-batasan berikut:
 - a) Slab yang menggunakan batang tulangan ulir mutu < 420 MPa
0,0020
 - b) Slab yang menggunakan batang tulangan ulir kawat las mutu ≥ 420 MPa $\frac{0,0018 \times 420}{f_y}$
 - c) Spasi tulangan susut dan suhu tak boleh melebihi nilai terkecil antara 5h dan 450 mm.
 - c. Menentukan nilai $R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$
 - d. Menentukan tinggi efektif (d_{eff})

$$d_{\text{effektif}} = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \text{ tulangan utama}$$

- e. Menentukan rasio penulangan (ρ), dengan ketentuan $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$

$$\rho = \frac{0,85 f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{\frac{1 - 2Rn}{0,85 f_c}} \right]$$

- f. Menghitung luas tulangan (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d_{eff}$$

Dimana:

$$A_s = \text{luas tulangan (mm}^2\text{)}$$

ρ = rasio penulangan

$d_{effektif}$ = tinggi efektif (mm)

- g. Mencari tulangan (n)

$$n = \frac{A_{sperlu}}{A_b}$$

- h. Mencari jarak antar tulangan (s)

$$S = \frac{1000 A_b}{A_s}$$

2.4.3 Perencanaan Portal

Portal merupakan suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan lengkap yang terdiri dari berat sendiri, peralatan berat gording, beban hidup, dan beban mati. Portal-portal yang dihitung adalah portal akibat beban mati, portal akibat beban hidup, dan portal akibat beban gempa. Perencanaan portal ini dihitung dengan menggunakan SAP 2000. V.14

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut:

1. Pendimensian balok dengan tebal minimum balok ditentukan dalam SK SNI 03-2847-2019 adalah untuk balok dengan bentang terpanjang yang memiliki dua tumpuan sederhana memiliki tebal minimum 1/16.
2. Pendimensian kolom dengan bantuan aplikasi SAP 2000 V.14
 - a. Analisa pembebanan
 - b. Menentukan gaya-gaya dalam

Dalam menghitung dan menentukan besarnya momen yang bekerja pada suatu struktur bangunan dengan menggunakan aplikasi software. Berikut adalah cara menghitung besarnya momen dengan menggunakan software:

1. Perencanaan portal dengan menggunakan SAP 2000 V.14

a. Perencanaan akibat beban mati

Langkah Langkah menentukan pembebanan pada portal sebagai berikut:

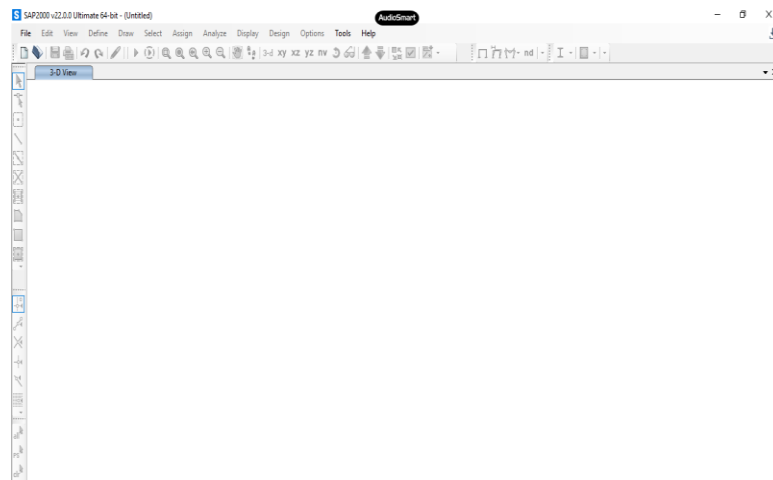
- 1) Beban pelat
- 2) Beban balok
- 3) Beban penutup lantai dan adukan
- 4) Berat balok
- 5) Berat pasangan dinding (jika ada)

b. Perancangan portal akibat beban hidup

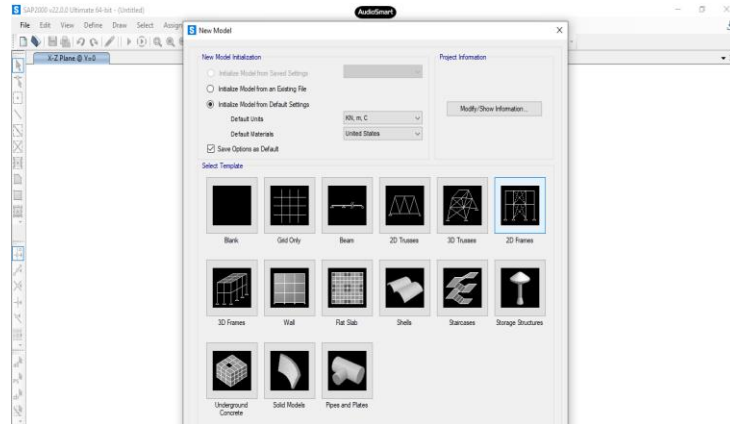
- 1) Menentukan pembebanan pada portal
- 2) Perhitungan akibat beban hidup = perhitungan akibat beban mati

2. Membuat model struktur portal akibat beban mati dan beban hidup

a. Input model, membuka lembar kerja baru *file* → *New Model*

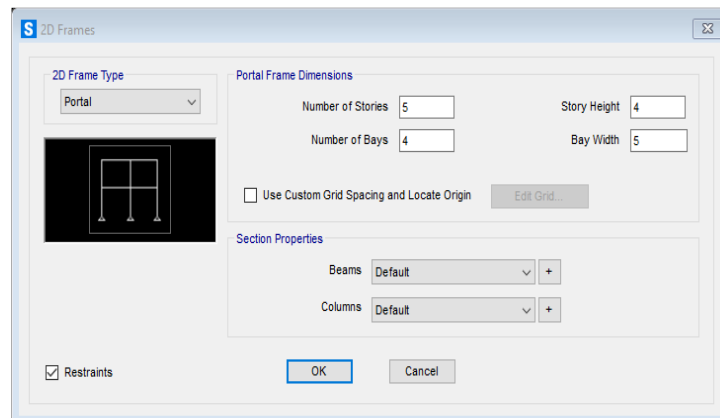


Gambar 2. 5 Tampilan awal SAP2000

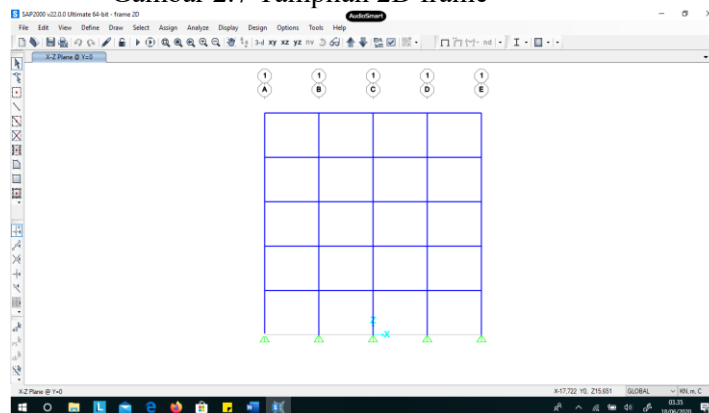


Gambar 2.6 kotak dialog new model SAP2000

b. Menentukan satuan atau unit yang akan digunakan

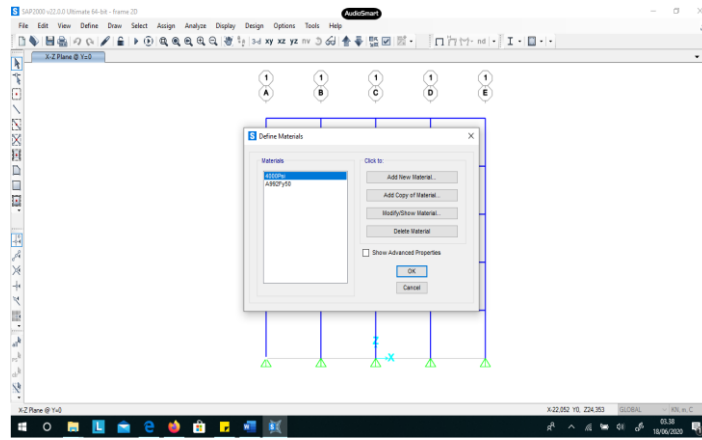


Gambar 2.7 Tampilan 2D frame



Gambar 2. 8 X-Z plane

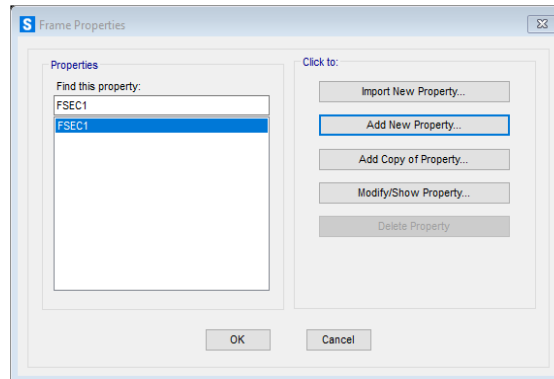
c. Menentukan tipe bahan, Define → Material Properties



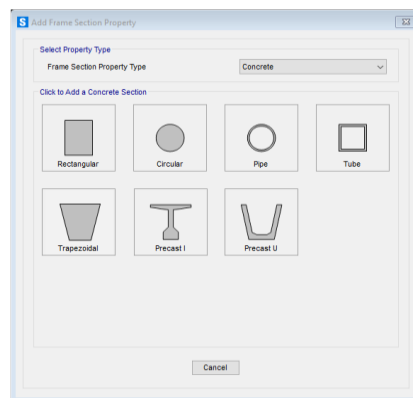
Gambar 2. 9 katalog dialog define materials

Gambar 2. 10 Input data materials

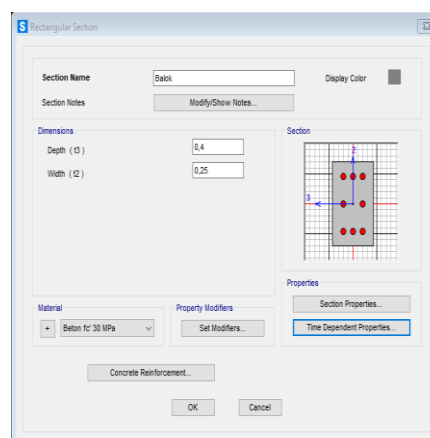
d. Mendefinisikan penampang elemen, Defini → section properties → frame section



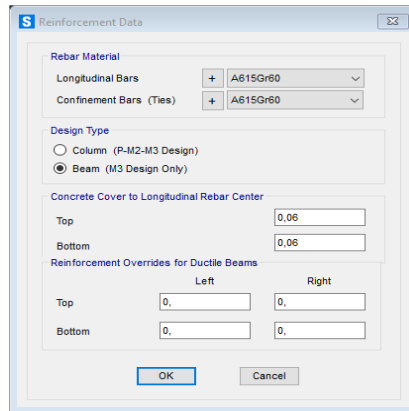
Gambar 2. 11 *Frame Properties (add New Property)*



Gambar 2. 12 *Frame Property Shape Type (add New Property)*

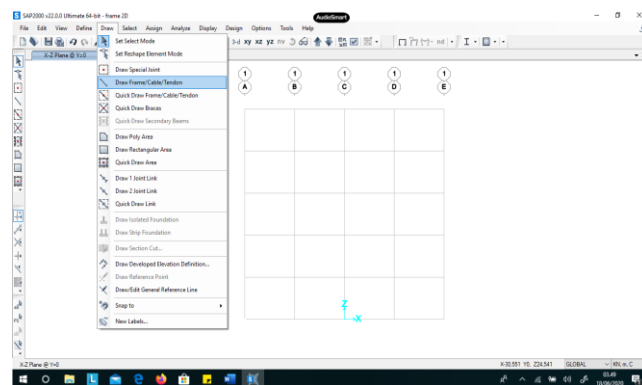
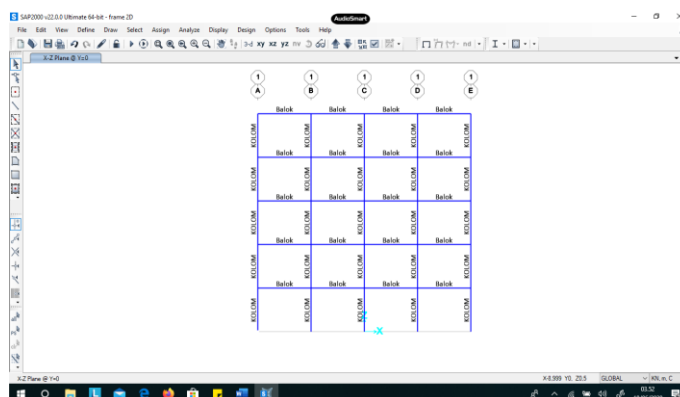


Gambar 2. 13 *Frame Section Property Data (Input Dimensi Balok)*



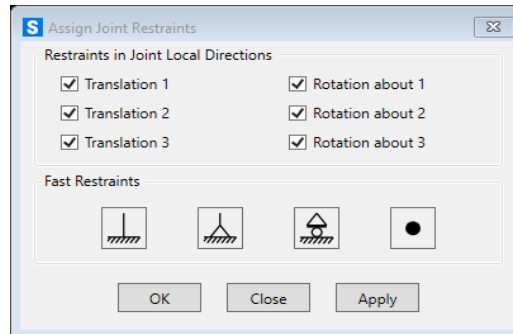
Gambar 2. 14 Reinforment data Balok

- Mengulangi Langkah yang sama untuk menginput data kolom
- e. Menggambar Desing Elemen Struktur

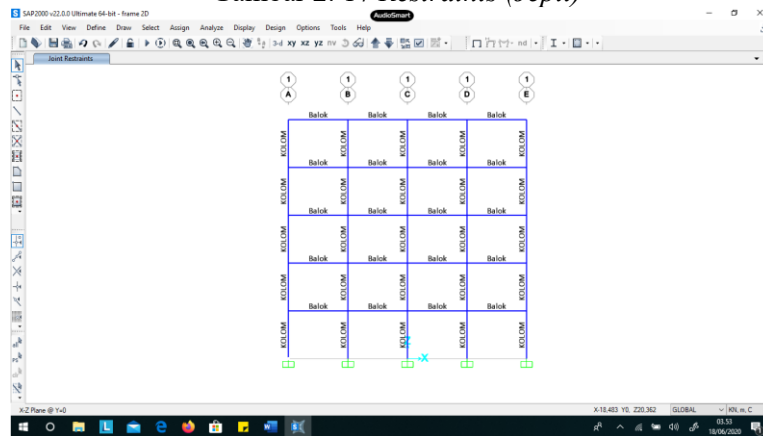
Gambar 2. 15 Menggambar Balok dan Kolom (*Property Of Objek diganti balok*)

Gambar 2. 16 Gambar Balok dan Kolom

f. Tumpuan pada struktur portal *Assign* → *Joint* → *Restraints*

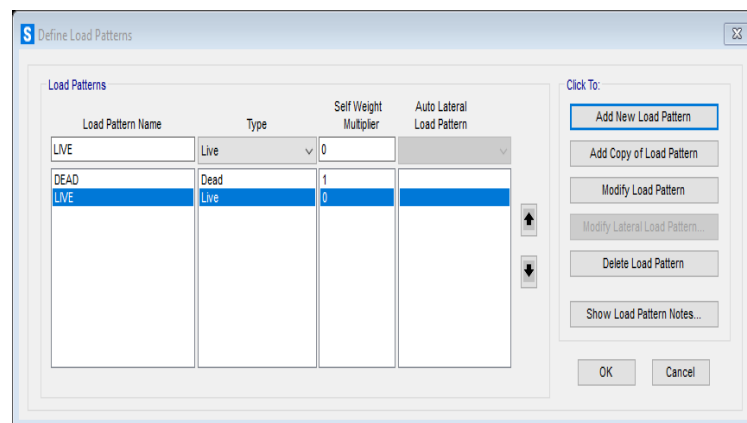


Gambar 2. 17 Restraints (Jepit)



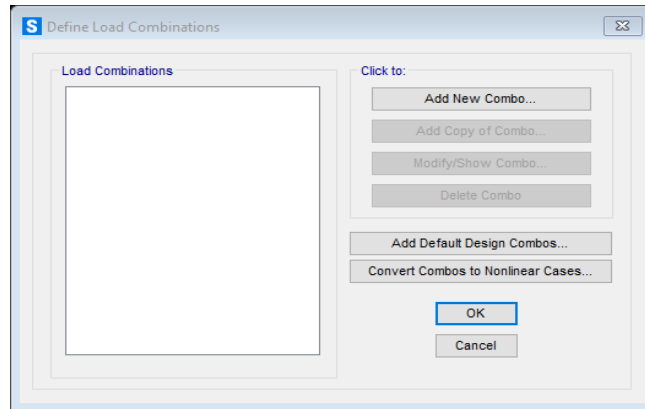
Gambar 2. 18 Tumpuan Pada Portal 2D

g. Mendefinisikan beban, *Define* → *Load Patterns*

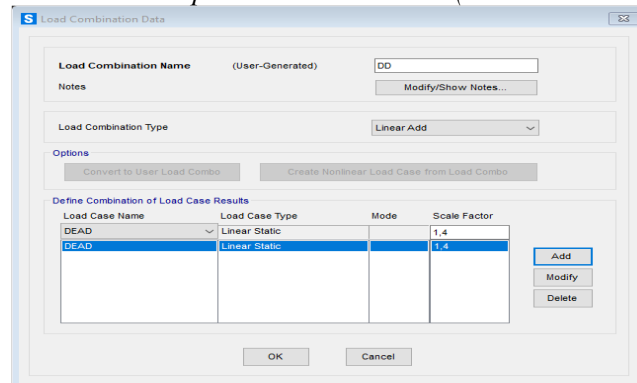


Gambar 2. 19 Input Tipe Beban

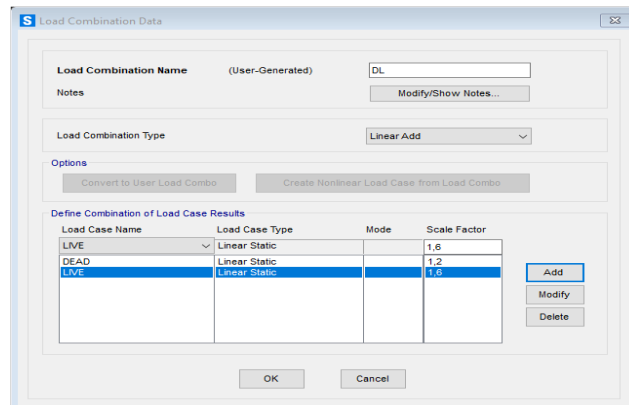
h. Mendefinisikan kombinasi pembebanan, *Define* → *Load Combinations*



Gambar 2. 20 Input Beban Kombinasi (add New Combo)

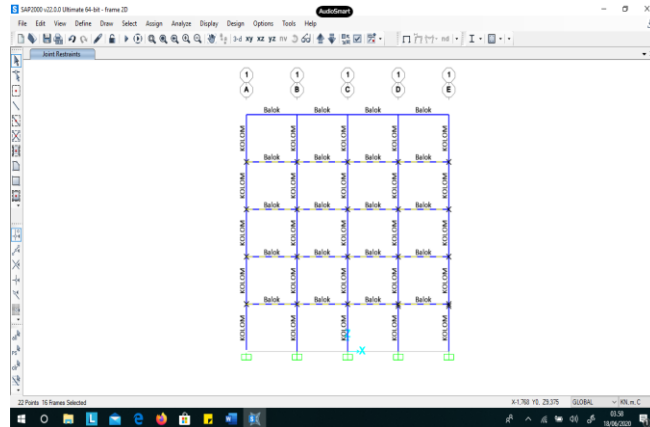


Gambar 2. 21 Input Beban Kombinasi (beban Mati saja)

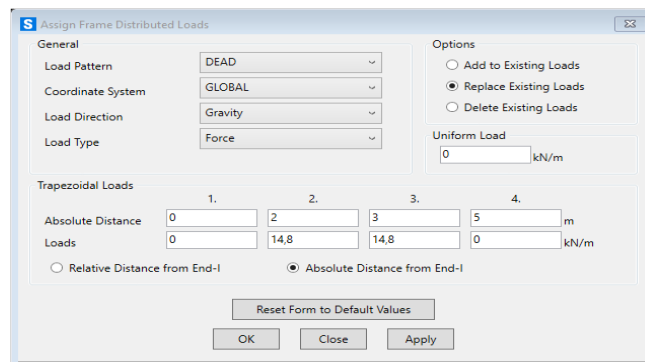


Gambar 2. 22 Input Beban Kombinasi (beban Mati dan Beban Hidup)

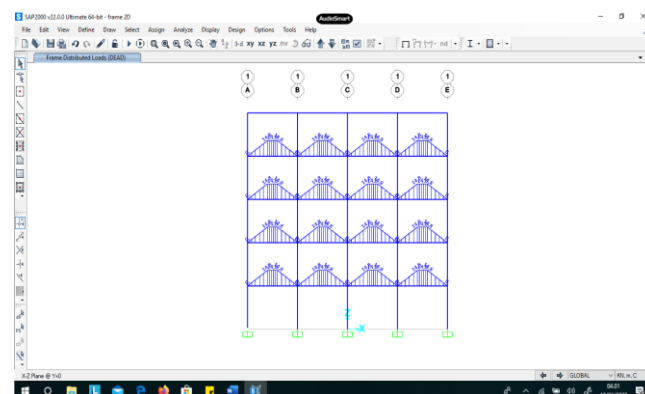
- i. Mengaplikasikan pembebanan pada struktur (Pelat Lantai)
Klik/pilih semua balok lantai 2, 3, 4 dan 5 dahulu.



Gambar 2. 23 Seleksi Balok lantai 2,3,4 dan 5
Assign → Frame Load → Distributed → DEAD



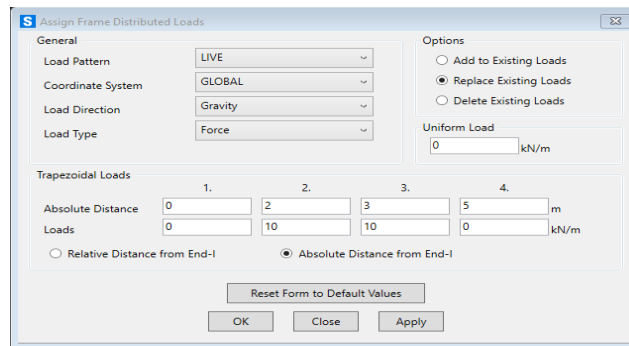
Gambar 2. 24 Input Beban Mati 2,3,4 dan 5



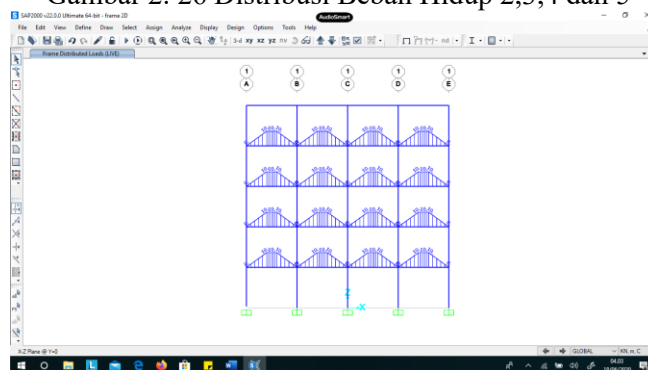
Gambar 2. 25 Distribusi Beban Mati 2,3,4 dan 5

Klik/Pilih kembali semua balok lantai 2, 3, 4 dan 5 dengan cara yang sama sebelumnya.

Assign → *Frame Load* → *Distributed* → *LIVE*

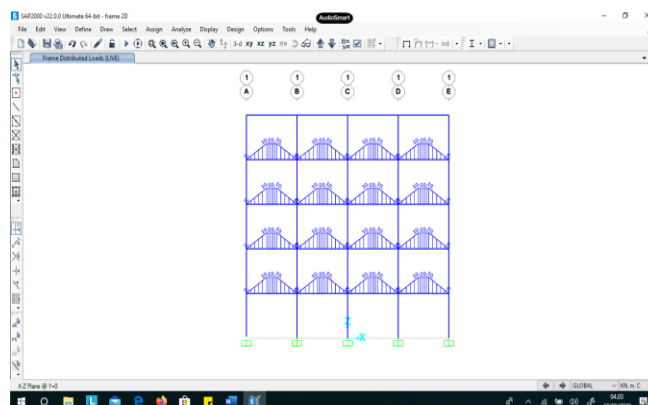


Gambar 2. 26 Distribusi Beban Hidup 2,3,4 dan 5



Gambar 2. 27 Distribusi Beban Hidup 2,3,4 dan 5

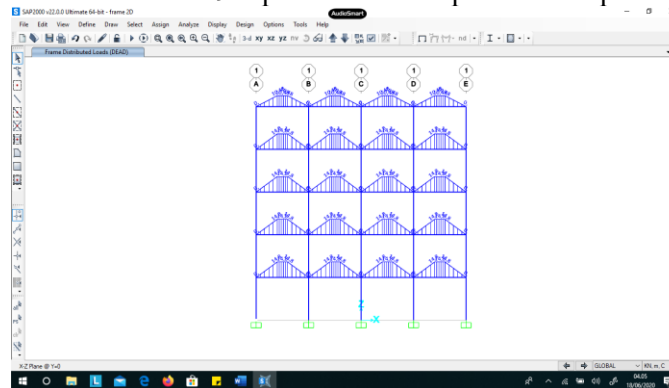
j. Mengaplikasikan pembebanan pada struktur (Pelat Dak atap)



Gambar 2. 28 seleksi balok Atap

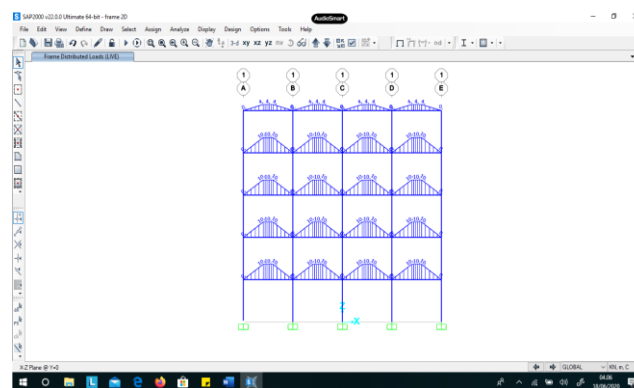
Assign → *Frame Load* → *Distributed* → *DEAD*

Gambar 2. 29 Input Beban Mati pelat dak atap



Gambar 2. 30 Distribusi Beban Mati pelat dak atap
Klik/Pilih kembali semua balok lantai *pelat dak atap* dengan cara yang sama sebelumnya.

Assign → *Frame Load* → *Distributed* → *LIVE*

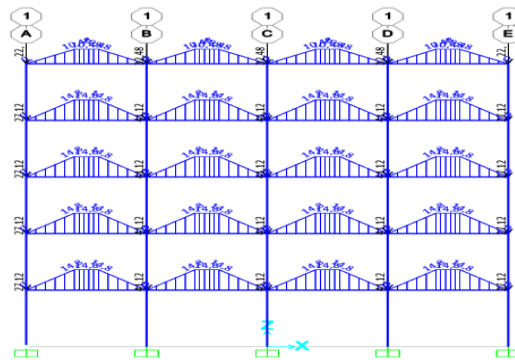


Gambar 2. 31 Distribusi Beban Hidup pelat dak atap

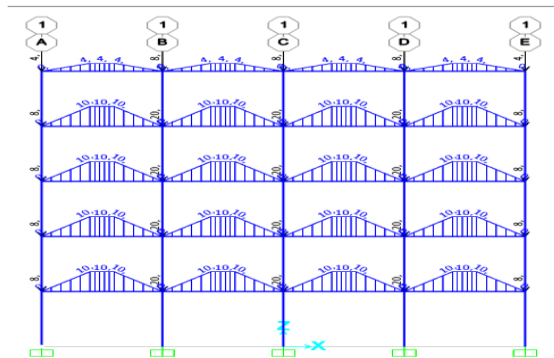
k. Menampilkan pembebanan pada struktur:

Setelah selesai memasukkan input beban pada model struktur, sebaiknya dilakukan kembali pemeriksaan terhadap beban-beban yang sesuai di aplikasikan. Hal ini jika dilakukan akan menghemat waktu untuk melacak kesalahan jika terjadi error saat Analisis. Terutama kesalahan karena pembebanan.

Dislay → *Load Assign* → *(Frame/join)*

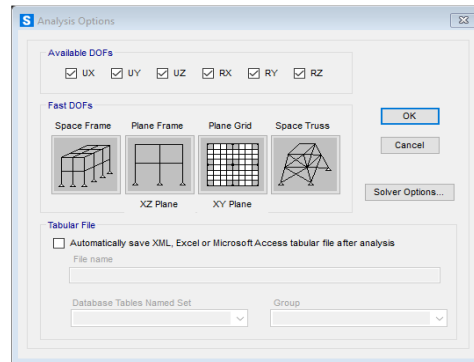


Gambar 2. 32 Tampilan beban trapezium dan titik (beban Mati)

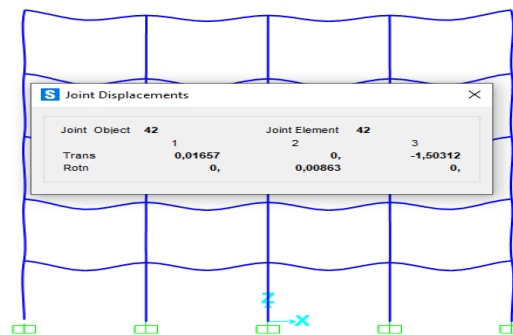


Gambar 2. 33 Tampilan beban trapesium dan Titik (beban hidup)

1. Menentukan tipe Analisa struktur, *Analyze* → *Set Analysis Option*

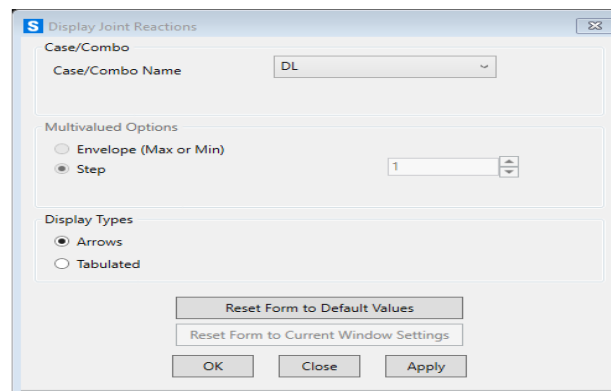


Gambar 2. 34 Tampilan Analisis struktur 2D
Analyze → *Run Analysis*

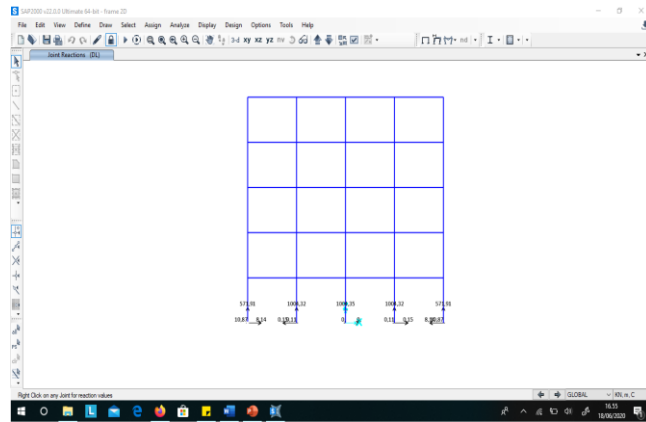


Gambar 2. 35 Tampilan Deformasi struktur & Nilai lendutan/rotasi (beban Mati)

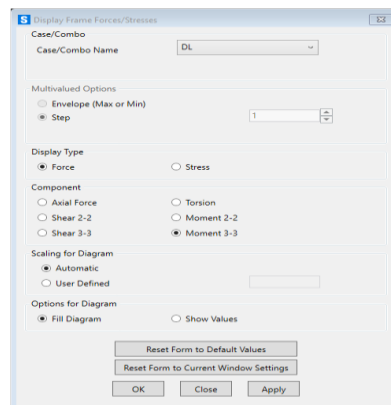
- m. Menampilkan reaksi tumpuan, *Display* → *Show Force /stresses* → *Joints*



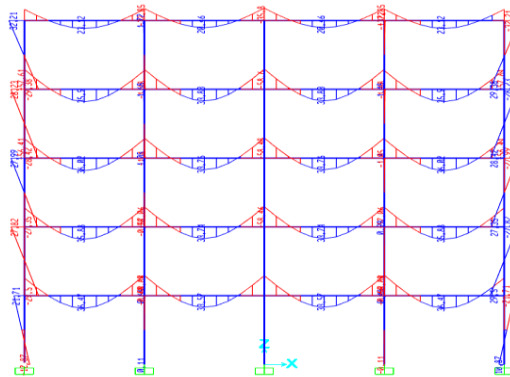
Gambar 2. 36 Tampilan reaksi tumpuan



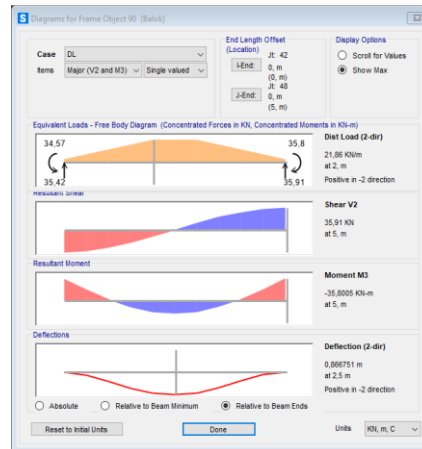
Gambar 2. 37 Tampilan reaksi tumpuan pada struktur
Menampilkan gaya dalam, *Display* → *Force/stress diagram* → *frame*



Gambar 2. 38 pilihan member force diagram frame



Gambar 2. 39 Tampilan gaya batang momen lentur (momen 3-3/Lentur)



Gambar 2. 40 Contoh Detail tampilan gaya batang

2.4.4 Perencanaan Balok

Berdasarkan SNI 2847:2019 Hal 35 Balok merupakan komponen struktur yang fungsi utamanya menahan lentur dan geser dengan atau tanpa gaya aksial atau torsi balok dalam rangka momen yang merupakan bagian dari system penahan gaya lateral umumnya komponen horizontal gelagar adalah balok. Dalam perencanaannya, suatu balok dapat mempunyai bermacam-macam ukuran atau dimensi, sesuai jenis dan besar beban yang akan dipikul oleh balok itu sendiri. Secara internal, balok mengalami tegangan tekan, tarik dan geser sebagai akibat dari beban yang ditahan balok. Secara umum kolom dapat dibedakan berdasarkan perencanaan lentur dan berdasarkan tumpuannya.

1. Berdasarkan perencanaan lenturnya, jenis balok dapat dibedakan menjadi :
 - a. Balok persegi dengan tulangan rangkap
 - b. Balok "T"
2. Berdasarkan tumpuannya, balok dibagi menjadi 2, yaitu:
 - a. Balok induk
 - b. Balok anak

Berikut ini beberapa Langkah yang harus dilakukan untuk merancang sebuah struktur balok:

1. Menentukan mutu beton serta dimensi balok.
2. Menghitung pembebanan yang terjadi, yaitu:
 - a. Beban hidup
 - b. Beban mati
 - c. Beban balok
 - d. Sambungan pelat

3. Menentukan momen ultimate

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

Keterangan:

U = gaya geser terfaktor per unit luas

D = beban mati terfaktor per unit luas

L = beban hidup terfaktor per unit luas

4. Menghitung momen rencana

M_u = momen terfaktor pada penampang

M_{DL} = momen akibat beban mati

M_{LL} = Momen akibat beban hidup

5. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

- a. Penulangan lentur lapangan

$$l_n = L - (1/2 L_k) - (1/2 L_k)$$

deff balok = lebar balok – P – Ø Sengkang - ½ Ø Sengkang
Lebar efektif

- $B_{eff} \leq 1/4 L$
- $B_{eff} \leq 16 hf + bw$
- $B_{eff} \leq bw + L_n$

Sehingga, diambil B_{eff} terkecil

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \cdot a B_{eff}}{f_y}$$

(Agus Setiawan:2016:59)

Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan

b. Penulangan lentur tumpuan

- 1) Menentukan $D_{\text{eff}} = h - \rho - \emptyset$ Sengkang $- \frac{1}{2} \emptyset$ tulangan utama
- 2) Menghitung nilai ρ

$$R_n = \frac{Mu \cdot 10^6}{\emptyset \cdot b \cdot d^2}$$

$$\rho \text{ hitung} = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c'}} \right]$$

Keterangan:

M_u = momen terfaktor pada penampang (kNm)

b = lebar penampang (mm)

d = tinggi efektif (mm)

\emptyset = faktor reduksi rencana (SNI 2847:2019 Tabel 21.2.1)

c. Hitung A_s yang diperlukan

$$A_{s\text{rencana}} = \rho \times b \times d_{\text{eff}}$$

(Agus Setiawan 2016:71)

Keterangan:

A_s = Luas tulangan yang diperlukan oleh untuk memikul momen ...lentur yang terjadi (mm²)

ρ = rasio penulangan

d = tinggi efektif pelat (mm)

menentukan diameter tulangan yang dipakai dengan syarat A_s pakai $\geq A_s$ direncanakan.

6. Perencanaan tulangan geser

a. $V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$

(Sumber : SNI 2847:2019 pasal 22.5.5.1 hal 485)

Tulangan geser diperlukan apabila $V_u > \frac{1}{2} \emptyset V_c$. Tulangan geser minimum dipakai apabila nilai V_u melebihi $\frac{1}{2} \emptyset V_c$, tapi kurang dari $\emptyset V_c$. Biasanya

dapat digunakan tulangan berdiameter 10 mm yang diletakkan dengan jarak maksimum. Apabila $V_u > \phi V_c$, maka kebutuhan tulangan geser harus dihitung. (Agus Setiawan, hal 104)

- b. Gaya geser V_u yang dihasilkan oleh beban terfaktor harus kurang atau sama dengan kuat geser nominal dikalikan dengan faktor reduksi ϕ , atau:

$$V_u < \phi V_n$$

$$\text{Dimana } V_n = V_c + V_s$$

Sehingga:

$$V_u < \phi (V_c + V_s)$$

Dengan besar faktor reduksi, ϕ , untuk geser adalah sebesar 0,75.

(Agus Setiawan, hal 99)

- c. Luas minimum tulangan geser

Luas minimum tulangan geser AV_{\min} harus disediakan pada semua penampang dimana, $V_u > 0,5 \phi V_c$, kecuali untuk dibawah.

Untuk kasus ini, sekurang kurangnya.

Tabel 2. 9 Kasus dimana AV_{\min} tidak diperlukan jika $0,5 \phi V_c < V_u \leq \phi V_c$

Tipe balok	Kondisi
Balok tipis	$h \leq 250 \text{ mm}$
Menyatu dengan pelat	$h \leq$ terbesar dan $2,5f_y$ atau $0,5 bw$ dan $h \leq 600 \text{ mm}$
Dibangun dengan beton bobot normal bertulangan serat baja sesuai 26.4.1.5.1 (a). 26.4.2.2. (d) dan 26.12.5.1. (a0 dan dengan $f_c' \leq 40 \text{ MPa}$	$h \leq 600 \text{ mm}$ dan $V_u \leq \phi 0,17 \sqrt{f_c' b w d}$
Sistem pelat berusuk satu arah	Sesuai dengan 9.8

(Sumber : SNI 2847:2019 pasal 9.6.3.1 hal 190)

$$AV_{\min} = 0,062 \times \sqrt{f_c'} \cdot \left(\frac{bw}{f_{yt}}\right)$$

(SNI 2847:2019 Pasal 9.6.3.3 Hal 192)

- d. Jarak maksimum tulangan geser

Jika $V_s \leq 0,33 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$ maka $S = d/2$ atau 600 mm

Jika $V_s \leq 0,66 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$, maka $S = d/4$ atau 300 mm

(Sumber : SNI 2847:2019 pasal 9.7.6.2.2 hal 202)

Dengan Batasan kebutuhan luas minimum luas tulangan geser:

$$S_{\min} = \frac{AV \cdot f_{yt}}{0,062 \sqrt{f_c'} b_w} \text{ untuk } f_c' > 30 \text{ MPa}$$

$$S_{\min} = \frac{AV \cdot f_{yt}}{0,062 \sqrt{f_c'} b_w} \text{ untuk } f_c' \leq 30 \text{ MPa}$$

(Sumber : SNI 2847:2019 pasal 11.4.5, R9.6.3 hal 192)

Sehingga Senggang vertikal dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \frac{AV \cdot f_{yt}}{V_s}$$

Keterangan:

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_u = kuat geser terfaktor pada penampang

2.4.5 Perencanaan Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2019 hal 44 Kolom merupakan komponen struktur yang umumnya vertikal yang secara khusus difungsikan untuk memikul beban tekan aksial (dengan atau tanpa adanya momen lentur) dan memiliki rasio tinggi/panjang terhadap dimensi terkecilnya sebesar 3 atau lebih. Selain itu kolom berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri.

Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antar material yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan, sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

Secara umum kolom dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, diantaranya:

1. Berdasarkan panjangnya, kolom dibedakan menjadi:
 - a. Kolom Panjang
 - b. Kolom pendek

2. Berdasarkan beban yang bekerja, kolom dapat diklasifikasikan menjadi:
 - a. Kolom dengan beban aksial
 - b. Kolom dengan beban eksentris
 - c. Kolom dengan beban biaksial
3. Berdasarkan bentuk penumpangnya, kolom memiliki beberapa jenis bentuk seperti kolom berbentuk bujur sangkar, segi delapan, persegi panjang, lingkaran, bentuk L, dan bentuk lainnya dengan ukuran sisi yang mencukupi. Adapun untuk menganalisis kolom adalah sebagai berikut :

1. Tulangan pada kolom dibuat simetris berdasarkan kombinasi beban dari hasil P_u dan M_u pada perhitungan SAP di portal.

Gaya aksial design kolom

$$P_u = 1,4 D$$

$$P_u = 1,4 D + 1,6 L$$

$$P_u = 1,2 D + 1,0 L + 1,0 w$$

(Sumber : SNI 03-2847-2019)

Momen design kolom maksimum

$$M_u = 1,4 D$$

$$M_u = 1,2 DL + 1,6 LL$$

$$M_u = 1,2 DL + 1,0 LL + 1,0 w$$

(Sumber : SNI 03-2847-2019)

2. Perhitungan nilai eksentrisitas terhadap arah x dan y

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

(Dispohusodo, hal 302)

Keterangan:

M_u = momen terfaktor yang bekerja pada penampang

P_u = beban aksial yang bekerja pada penampang

E = nilai eksentrisitas

3. Nilai kontribusi tetap terhadap deformasi

$$\beta \cdot d = \frac{1,2 D}{(1,2 D + 1,6 L + 0,5 R)}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 159)

Keterangan:

β = rasio bentang bersih arah memanjang

d = jarak dari serta tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

4. Modulus elastisitas beton

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 202)

5. Nilai kekauan

$$I_g = 1/12 bh^3$$

$$I_c = 0,070 I_g \text{ (kolom)}$$

$$I_b = 0,35 I_g \text{ (balok)}$$

(Sumber : SNI 2847:2019, hal 102)

$$\frac{EI}{L_c} = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5 (1 + \beta \cdot d)} \text{ untuk kolom}$$

$$\frac{EI}{L_b} = \frac{E_c \cdot I_g}{5(1 + \beta \cdot d)} \text{ untuk balok}$$

6. Menentukan nilai Kn dan Rn

$$K_n = \frac{P_n}{\phi \cdot f'c' \cdot A_g}$$

$$R_n = \frac{P_n}{\phi \cdot A_g \cdot h}$$

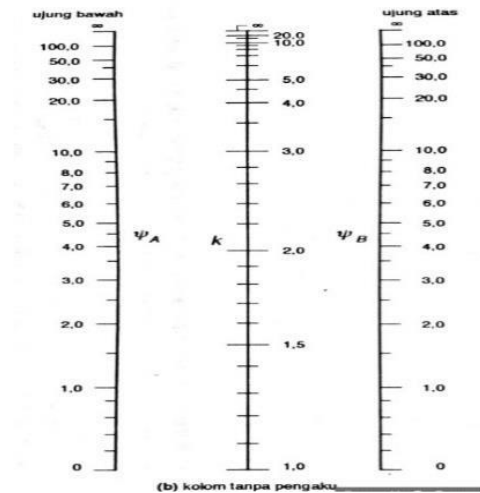
(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 208)

7. Menentukan Ψ_a dan Ψ_b

$$\Psi = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{EI}{L_b} \right)}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 199)

8. Menentukan faktor panjang efektif kolom (k)
 Nilai k didapat dari nilai faktor panjang efektif kolom
9. Angka kelangsingan kolom dengan ketentuan :



Gambar 2. 41 Grafik Komponen Struktur Bergoyang

Angka tanpa pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 22$

– Angka dengan pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_1 - b}{M_2 - b} \right)$

(Sumber : SNI 2847:2019, hal 91)

– Apabila $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_1 - b}{M_2 - b} \right)$ atau $\frac{Klu}{r} < 22$ maka perencanaan menggunakan metode pembesaran momen.

10. Pembesaran momen

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(KLu)^2}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{0,75 \sum P_c}} \geq 1$$

$$M_c = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

Keterangan:

P_c = beban tekuk kritis

δ_s = faktor pembesaran ekstra pada struktur rangka atap

- M_c = momen terfaktor order pertama
 M_{2ns} = momen kolom terbesar akibat goyangan ke samping pada struktur rangka tanpa pengaku
 M_{2s} = beban tekuk euler

11. Desain penulangan

- Menghitung besar beban yang bekerja pada kolom, nilai ρ taksiran 1,5% - 3%.
- Menghitung $A_s = A_s' = \rho \times b \times d$
- Menentukan tulangan yang akan digunakan

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

(Dispohusodo, hal 323)

Keterangan:

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

A_s' = luas tulangan tarik non-prategang

ρ = rasio tulangan tarik non-prategang

ρ' = rasio penulangan tekan non-prategang

b = lebar daerah tekan komponen struktur

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

- Memeriksa P_u terhadap beban seimbang

$$C_b = \frac{600}{600 + f_y} \times d_{e \text{ ff}}$$

$$A_b = \beta \times C_b$$

$$f_c' > 28 \text{ MPa dan } f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,005 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$f_s' = \frac{cb - d}{cb} \times 0,003 f_y \text{ (tulangan sudah luluh)}$$

$$f_s' = f_y$$

$$\phi P_n = \phi (0,85 \times f_c' \times A_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y)$$

(Dispohusodo, hal 324)

$\phi P_n < P_u$, beton hancur didaerah tekan

$\phi P_n > P_u$, beton hancur didaerah tarik

e. Memeriksa kekuatan penampang

– Akibat keruntuhan tekan

$$P_n = \frac{A_s' f_y}{\frac{e}{(d-d')} + 0,50} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3h \cdot e}{d^2} + 1,18}$$

– Akibat keruntuhan Tarik

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \left(\left[\left(\frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2} - 2 \right)^2 + \frac{2 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - d')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}} \right] \right)$$

(Dispohusodo, hal 320 dan 322)

2.4.6 Perencanaan Sloof

Sloof adalah suatu elemen struktural dari bangunan yang terletak diatas pondasi bangunan. Sloof berfungsi mendistribusikan beban dari bangunan atas ke pondasi, sehingga beban yang tersalurkan setiap titik di pondasi tersebar merata. Selain itu sloof juga berfungsi sebagai pengunci dinding dan kolom agar tidak roboh apabila terjadi pergerakan tanah. Sebagai tambah pada sloof, untuk bangunan tahan terhadap gempa maka disempurnakan pada ikatan antara sloof dengan pondasi yaitu dengan memberikan angker dengan berdiameter 12 mm jarak 1,5 meter. Namun angka ini dapat berubah untuk bangunan yang lebir besar atau bangunan bertingkat banyak.

Hal-hal yang dilakukan dalam menganalisis sloof, yaitu sebagai berikut:

1. Tentukan dimensi sloof
2. Tentukan pembebanan sloof
 - Berat sendiri sloof
 - Berat dinding dan plesteran

Kemudian semua beban dijumlahkan untuk mendapatkan beban total lalu dikalikan faktor untuk beban terfaktor.

$$M_u = 1,4 M_D$$

$$M_u = 1,2 M_D + 1,6 M_L$$

(Sumber: Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 7)

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

Penulangan lentur lapangan

- $d_{\text{eff}} = h - p - \emptyset$ Sengkang - $\frac{1}{2} \emptyset$ tulangan utama
- $\rho = \frac{f_c'}{f_y} [0,85 - \sqrt{(0,85)^2 - Q}]$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

Keterangan:

M_u = momen terfaktor pada penampang (kNm)

b = lebar penampang (mm)

d = tinggi efektif plat (mm)

\emptyset = faktor reduksi rencana (SNI 03-2487-2019 Tabel 21.2.1)

A_s = luas tulangan yang diperlukan untuk memikul momen lentur yang terjadi (mm^2)

ρ = rasio tulangan

Menentukan diameter tulangan yang dipakai, dengan syarat A_s pakai $\geq A_s$ direncanakan.

4. Perencanaan tulangan geser

- $V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$
(Sumber : SNI 03-2847-2019 pasal 22.5.5.1, hal 485)
- Jika $V_u < 0,5 \emptyset V_c$, tidak dibutuhkan tulangan geser.
- Jika $0,5 \emptyset V_c < V_u \leq \emptyset V_c$, dibutuhkan tulangan geser minimum. Dapat dipasang tulangan Sengkang vertical berdiameter 10 mm dengan jarak maksimum.
- Jika $V_u > \emptyset V_c$, maka tulangan geser harus dihitung.
- Gaya geser V_u dihasilkan beban terfaktor harus kurang atau sama dengan kuat geser nominal dikalikan dengan faktor reduksi \emptyset atau:

$$V_u < \phi V_n$$

Dimana: $V_n = V_c + V_s$

Sehingga: $V_u < \phi (V_c + V_s)$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 98 dan 99)

Keterangan:

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_u = kuat geser terfaktor pada penampang

V_n = kuat geser nominal

V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

- Luas minimum tulangan geser

$$AV_{\min} = 0,062 \sqrt{f'c'} \cdot \frac{bw}{f_{yt}}$$

(Sumber : SNI 03-2847-2019 Pasal 9.6.3.3, hal 192)

- Jarak maksimum tulangan geser

apabila $V_s \leq 0,33 \sqrt{f'c'} \cdot b_w \cdot d < V_s \leq 0,66 \sqrt{f'c'} \cdot B_w \cdot d$ maka $S = d/4$ atau 300 mm

(Sumber : SNI 03-2847-2019 Pasal 11.4.5, R9.6.3, hal 192)

Sehingga sengkang vertikal dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, hal 99)

Keterangan:

A_v = luas tulangan geser pada daerah sejarak s

A_s = luas penampang batang tulangan sengkang

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

2.4.7 Perancangan Pondasi

Pondasi dalam istilah teknik sipil dapat didefinisikan sebagai bagian dari

struktur bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan berfungsi untuk menyalurkan beban-beban yang diterima dari struktur atas ke lapisan tanah. (Agus Setiawan, hal. 298)

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi:

1. Keadaan tanah pondasi
2. Jenis konstruksi bangunan
3. Kondisi bangunan disekitar pondasi
4. Waktu dan biaya pengerjaan

Berdasarkan kedalaman, pondasi dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

1. Pondasi dangkal
2. Pondasi dalam

Berdasarkan data hasil tes tanah pada lokasi pembangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel E2 Prasarana Kampus *Teaching Industry* Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi dalam yaitu tiang pancang dengan data tanah Sondir Lapangan. Adapun urutan-urutan dalam menganalisis pondasi:

1. Menentukan beban-beban yang bekerja pada pondasi
2. Menentukan diameter tiang yang digunakan
3. Menentukan daya dukung tiang

– Daya dukung bahan

$$Q_{\text{beban}} = 0,3 \cdot f_c' \cdot c \cdot A_{\text{tiang}}$$

– Daya dukung ujung tiang ultimit

$$Q_{\text{ultimit}} = \frac{qD \cdot A}{f_b} + \frac{U \sum T_i \cdot f_i}{f_s}$$

(Sumber : *Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi* : Ir. Suryono Sasrodarsono Dan Kazuto Nakazawa : 2000. hal 104)

4. Menentukan jumlah tiang

$$Q = (P \times 10\%) + P + \text{berat poer}$$

$$n = \frac{Q}{Q_{\text{izin}}}$$

5. Menentukan jarak antar tiang pancang

Jarak minimal $S = 2D$ atau $2,5D - 3,5D$

Keterangan :

S = jarak antar tiang D = ukuran tiang

6. Menentukan efisiensi kelompok tiang

$$Eq = 1 - \frac{\theta}{90^\circ} \left(\frac{(n-1) + (m-1)n}{m.n} \right)$$

Keterangan :

$\Theta = \text{arc tan } d/s$

m = jumlah baris

n = jumlah tiang dalam satu baris

(Sumber : Pondasi Tiang Pancang, Sardjono : hal 61)

7. Kemampuan tiang terhadap sumbu x dan sumbu y

$$P_{maks} = \frac{\sum v}{n} \pm \frac{M_y . X_{maks}}{n_y . \sum x^2} \pm \frac{M_x . Y_{maks}}{n_x . \sum y^2}$$

(Sumber : Pondasi Tiang Pancang, Sardjono. : hal 55)

8. Pengangkatan tiang pancang dengan 2 pola pengangkatan.
9. Menentukan tulangan tiang pancang (Perbandingan As terbesar)

- Pembebanan P_u/n

$$A_{s_{total}} = \rho . b . h$$

- Perhitungan tulangan sengkang tiap pancang

10. Menentukan pile cap

- Kontrol kekuatan geser dua arah disekitar kolom dan tiang pancang

- Kontrol kekuatan geser satu arah

- Menentukan tulangan pokok pile cap

$$\frac{Mu}{\phi b d^2} = F_y . \rho - \frac{F_y^2 \rho^2}{1,7 . F_c}$$

$$A_{s_{total}} = \rho . b . h$$

$$A_s' = \frac{A_{s \text{ total}}}{4}$$

- Jarak tulangan

$$S = \frac{As \text{ tulangan}}{As \text{ pakai}} \times \text{lebar pile cap}$$

- Menentukan tulangan sengkang

$$\phi V_c = \phi \cdot 0,17 \sqrt{F_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_u > \phi V_c \text{ (Perlu tulangan sengkang)}$$

$$\phi V_s = \phi \frac{1}{3} \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d$$

$$S = \frac{Av1}{Av} \cdot 1000 \text{ mm}$$

11. Menentukan tulangan pasak

$$\phi P_n = \phi \cdot 0,85 \cdot F_c' \cdot A_g$$

$$\phi P_n > P_u$$

$$A_{s \text{ min}} = \phi \cdot 0,005 \times A_g$$

$$L_{db} = \frac{0,25 \cdot f_y \cdot d_b}{\sqrt{F_c'}} \geq 0,04 F_y \cdot d_b$$

2.5 Pengelolaan Proyek

Pengelolaan proyek (manajemen proyek) merupakan suatu proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan proyek yang tepat biaya, tepat kuantitas dan tepat waktu. Untuk mencapai tujuan proyek secara optimal manajemen dikelompokkan menjadi empat kelompok, diantaranya:

1. Perencanaan (*Planning*)
2. Pengorganisasian (*Organizing*)
3. Penggiatan (*Actuating*)
4. Pengawasan (*Controlling*)

2.5.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS) adalah dokumen yang berisikan segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar. RKS biasanya diberikan bersamaan dengan gambar yang semuanya menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan. Umumnya isi dari RKS terdiri dari tiga bagian yaitu umum, administrasi dan teknis.

1. Syarat Umum
 - a. Mengenai pemberi tugas atau pemilik proyek
 - b. Bentuk surat penawaran dan cara penyampaiannya
 - c. Syarat-syarat peserta lelang
 - d. Keterangan mengenai perencanaan (Desain)
2. Syarat Teknis
 - a. Jenis mutu dan bahan yang digunakan
 - b. Jenis dan uraian pekerjaan yang harus dilakukan
 - c. Cara pelaksanaan pekerjaan
 - d. Merk material atau bahan yang digunakan
3. Syarat Administrasi
 - a. Jangka waktu pelaksanaan pekerjaan
 - b. Syarat pembayaran
 - c. Tanggal dan waktu penyerahan
 - d. Denda atas keterlambatan
 - e. Besar jaminan penawaran
 - f. Besar jaminan pelaksanaan

2.5.2 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Volume atau kubikasi suatu pekerjaan bukanlah merupakan volume atau isi melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Satuan m¹, m², m³, kg, zak, buah dan

lain-lain. Volume pekerjaan ini berguna untuk menunjukkan banyaknya suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada.

2.5.3 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa atau beli peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi. Harga satuan ini berguna agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan setiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat dalam Analisa harga satuan ini nantinya akan diperoleh total biaya keseluruhan dari hasil perkalian volume pekerjaan.

Analisa harga satuan terdiri dari harga bahan yang didapat dipasaran lalu dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan dan upah tenaga kerja yang dapat dilokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar dinamakan daftar harga satuan upah. Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja disetiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan atau proyek harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja dipasaran dan lokasi pekerjaan.

2.5.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, alat dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan suatu proyek. Tujuan RAB untuk memberikan gambaran besaran biaya dalam pelaksanaan pembangunan suatu proyek.

2.5.5 Rencana Pelaksanaan

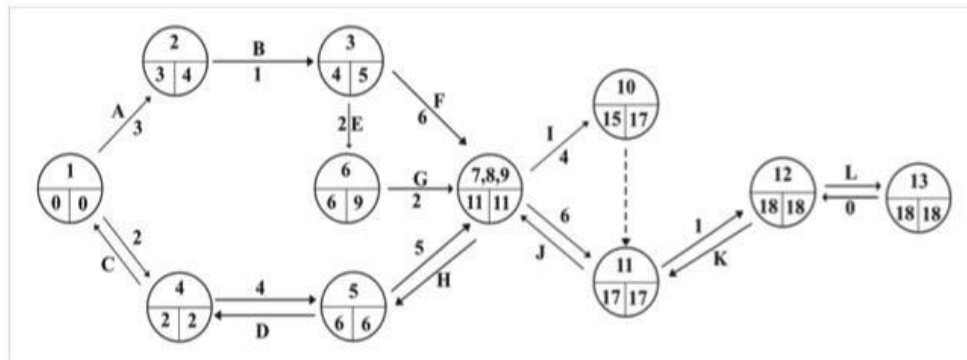
Rencana kerja merupakan tujuan dan proses yang bisa membantu untuk mencapai tujuan suatu pembangunan. Adapun rencana kerja yang akan dilakukan

dalam Perancangan Gedung Laboratorium dan Bengkel I Lahan Kampus Baru Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang antara lain sebagai berikut:

1. Network Planning (NWP)

Network planning merupakan suatu alat pengendalian pekerjaan dilapangan yang berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang digambarkan dalam diagram network. NWP berfungsi untuk memperlancar pekerjaan dengan demikian diketahui bagian-bagian mana yang harus didahulukan. Adapun manfaat NWP antara lain:

- Mengkoordinasi antar pekerjaan.
- Mengetahui apakah suatu pekerjaan tergantung atau tidak dengan pekerjaan yang lainnya.
- Mengetahui pekerjaan apa yang harus lebih dahulu diselesaikan.
- Mengetahui berapa hari suatu pekerjaan dapat diselesaikan.



Gambar 2. 42 Diagram NWP

2. Barchat

Barchat adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal dan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang. *Barchat* juga merupakan bentuk rencana yang paling sederhana yang digunakan dilapangan, kegiatan yang dilakukan digambarkan dalam bentuk balok pada skala waktu. Proses penyusunan *barchat* dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
- b. Urutan pekerjaan, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
- c. Waktu pelaksanaan pekerjaan adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan.

Adapun keuntungan dan kerugian dalam penggunaan *barchat*, yaitu:

- Keuntungan
 - a. Bentuknya sederhana
 - b. Mudah dibuat
 - c. Mudah dimengerti
 - d. Mudah dibaca
- Kerugian
 - a. Hubungan antara pekerjaan yang satu dengan yang lain kurang jelas
 - b. Sulit digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar.
 - c. Sulit untuk mengadakan perbaikan atau pembaharuan (updating), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat *barchat* baru.

No.	Kegiatan	Durasi		Minggu																										
		Hari	Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	A1. Direksi keet		1	■																										
2	A2. Pengukuran		2		■	■																								
3	A3. Mobilisasi		2				■	■																						
4	B11. Pembuatan Caisson		7						■	■	■	■	■	■																
5	B12. Pemasangan Caisson		8													■	■	■	■	■	■	■	■							
6	B21. Pembuatan pelat demaga		10							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
7	B22. Pemasangan pelat demaga		10																											
8	C1. Pemasangan Fender		1																											■
9	C2. Pemasangan Btlard		1																											■

Gambar 2. 43 Tabel *Barchat*

3. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan progress pekerjaan dari setiap kegiatan. Progress tersebut dapat berupa rencana dan pelaksanaan biasanya mempunyai kemiringan yang landai pada tahap permulaan dan tahap akhir dari pelaksanaan proyek.

Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Rencana progress yang dibuat dalam kurva S merupakan referensi atau kesepakatan dari semua pihak atas progress yang perlu dihasilkan oleh kontraktor pada setiap moment waktu tertentu. Penyebab membentuk huruf S didalam kurva S dikarenakan kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut:

- a. Kemajuan pada awalnya bergerak lambat.
- b. Diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
- c. Akhirnya kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.

Adapun Manfaat dan Kegunaan Kurva S sebagai berikut:

1. Sebagai informasi untuk mengontrol pelaksanaan suatu proyek dengan cara membandingkan deviasi antara kurva rencana dengan kurva realisasi.
2. Sebagai informasi untuk pengambilan keputusan berdasarkan perubahan kurva realisasi terhadap kurva rencana. Perubahan ini bisa dalam bentuk presentase pekerjaan lebih cepat atau lebih lambat dari waktu yang sudah ditentukan untuk menyelesaikan proyek.
3. Sebagai informasi kapan waktu yang tepat untuk melakukan tagihan kepada owner ataupun melakukan pembayaran kepada supplier.