

# ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI *FOOT PLAT* PADA GEDUNG RAWAT INAP RSUD BA'A KABUPATEN ROTE NDAO

**Jermia Alexander Christian Leha**

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Nusa Lontar Rote

Email : [j3rm14.l3h4@gmail.com](mailto:j3rm14.l3h4@gmail.com)

## ABSTRAK

Pondasi Foot Plat disebut juga pondasi dangkal dipergunakan untuk konstruksi beban ringan. Pondasi merupakan pekerjaan yang sangat penting dalam suatu pekerjaan teknik sipil, karena inilah yang memikul dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya yaitu beban konstruksi diatas.

Penelitian ini bertujuan menganalisis daya dukung pondasi foot plat pada Gedung Rawat Inap RSUD Baa Kabupaten Rote Ndao.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil analisis daya dukung tanah dapat ditentukan dari hasil sondir sebesar  $1.50 \text{ kg/m}^2$ , hasil perhitungan struktur portal kolom akibat kombinasi beban mati dan hidup terhadap beban gempa berdasarkan SNI 03-2847-2002 dengan menggunakan program SAP2000 adalah  $P_u$  sebesar  $530.642 \text{ kN}$  dan Momen ( $M_u$ ) sebesar  $14.454 \text{ kNm}$ .

Analisis daya dukung pondasi foot plat yang dilakukan untuk mampu mendukung dan memberikan keamanan pada struktur atas. Dari hasil perhitungan tegangan tanah ( $\sigma_{maks}$ ) =  $123.6 \text{ kN/m}^2$  dan ( $\sigma_{min}$ ) =  $99.1 \text{ kN/m}^2$ , kontrol kuat geser 1 arah adalah  $V_u = 104.74 < V_c = 417.43 \text{ kN}$  dan kontrol kuat geser 2 arah adalah  $V_u = 379.83 \text{ kN} < V_c = 1280.698 \text{ kN}$ , perhitungan tulangan pondasi foot plat yang dikontrol panjang penyaluran tegangan sesuai dengan peraturan SNI 03 –2847-2002 adalah =  $354.48 \text{ mm}$  tersebut aman dari  $300 \text{ mm}$ .

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa daya dukung pondasi foot plat memikul beban yang bekerja pada struktur atas sebesar  $530.642 \text{ kN}$  sehingga pondasi tersebut aman.

**Kata kunci :** *Pondasi Foot Plat, Daya Dukung Pondasi*

## ABSTRACT

Foot Plat foundation also called shallow foundation is used for light load construction. The foundation is a very important job in a civil engineering job, because this is what bears and holds a burden that works on it, namely the construction burden above.

This study aims to analyze the carrying capacity of foot plate foundation in the Inpatient Building of Baa District Hospital, Rote Ndao District.

The results showed that the results of the analysis of the carrying capacity of the soil can be determined from the results of sondir of 1.50 kg / m<sup>2</sup>, the results of the calculation of the portal column structure due to a combination of dead and live loads against earthquake loads based on SNI 03-2847-2002 using SAP2000 program is  $P_u$ , k equal to 530,642 kN and Moment ( $M_u$ ) of 14,454 kNm.min) = 99.1 kN / m<sup>2</sup>, the 1-way shear strength control is  $V_u = 104.74\sigma_{max}$ ) = 123.6 kN / m<sup>2</sup> and ( $\sigma_{Foot}$  bearing foundation carrying capacity analysis is carried out to be able to support and provide security for the upper structure.

From the calculation of ground stress ( $<V_c = 417.43$  kN and the 2-way shear strength control is  $V_u = = 379.83$  kN  $<V_c = 1280,698$  kN, the calculation of foot plate foundation which is controlled by the length of the voltage distribution in accordance with SNI 03-2847-2002 is 354.48 mm = safe from 300 mm.

Based on the results of research conducted obtained that the carrying capacity of the foot plate foundation shouldered the burden of working on the upper structure of 530,642 kN so that the foundation is safe.

**Keywords :** *Foot Plate Foundation, Bearing Capacity*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan dan pertumbuhan pembangunan wilayah kabupaten Rote Ndao yang diiringi peningkatan populasi penduduk sehingga membutuhkan pelayanan kesehatan. Seiring dengan hal ini dilatar belakangi kesadaran masyarakat akan kesehatan, sehingga kebijakan pemerintah melalui Dinas Kesehatan dan Pemerintah Daerah yang mendorong dalam meningkatkan pelayanan kesehatan masyarakat Rote Ndao. Gambaran tersebut dapat dicapai dengan Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Baa Kabupaten Rote Ndao.

Pembangunan Gedung Rumah Sakit ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah bangunan yang memiliki fungsi yaitu sebagai tempat melaksanakan pelayanan kesehatan, membantu pendidikan tenaga medis spesialis kesehatan dan meningkatkan pelayanan yang lebih baik terhadap semua masalah kesehatan masyarakat. Dalam hal konstruksi, bangunan Gedung Rumah Sakit ini menggunakan konstruksi beton bertulang, karena selain akan menghasilkan bangunan yang kuat dan aman juga akan lebih

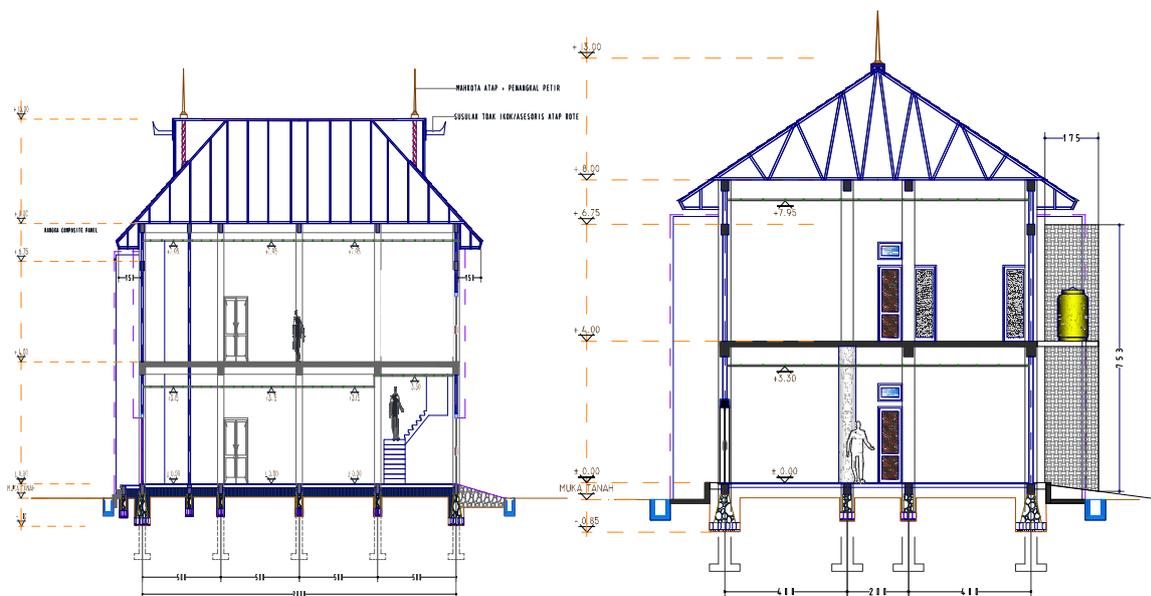
ekonomis dalam biaya pembangunan secara keseluruhan.

Suatu struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi balok, plat, kolom, serta atap dan struktur bawah adalah pondasi. Pada saat melaksanakan kegiatan pembangunan struktur bangunan gedung, yang pertama-tama dikerjakan adalah pekerjaan struktur bawah, yaitu pekerjaan pondasi. Pondasi adalah elemen struktur yang sangat penting karena pondasi berfungsi untuk mendukung seluruh beban bangunan dan meneruskan beban bangunan tersebut kedalam tanah dibawahnya. Pondasi sebagai struktur bawah secara umum dapat menjadi 2 (dua) jenis, yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*). Pondasi dalam digunakan untuk konstruksi yang memiliki beban lebih berat, yaitu bila kedalaman pondasi yang dibutuhkan untuk memikul beban sangat besar, sedangkan Pondasi dangkal biasanya digunakan untuk menahan konstruksi yang memiliki beban ringan. Beban yang dipikul oleh pondasi dangkal harus dapat meneruskan beban ke lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah agar

pondasi mampu mendukung beban tersebut.

Dalam penelitian ini Pembangunan Rumah sakit ini yang dijadikan objek penelitian oleh penulis adalah Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Baa ini berfungsi untuk memenuhi pelayanan kesehatan masyarakat yang terus meningkat. Dalam konstruksi ini secara umum pembangunan gedung Rawat Inap RSUD Baa dengan spesifikasi

material mutu beton struktur K-250 dan mutu tulangan baja U32 yang digunakan untuk kolom uk. 40x40 cm dan 30x30 cm, Sloof Struktur uk. 30x50 cm, Balok Induk uk. 30x50 cm, Balok Anak uk 25x40 cm dan 20x30 cm, pelat lantai setebal 12 cm dan pelat lantai atap setebal 10cm, dan pondasi foot plat uk. 200x200cm dan tebal pondasi foot plat 40cm serta konstruksi kuda-kuda baja Ringan dengan penutup Atap Genteng metal Multi Roof.



Gambar 1. Potongan Memanjang dan Melintang Gedung Rawat Inap RSUD Baa

Pada pembangunan gedung Rawat Inap RSUD Baa ini digunakan adalah Pondasi Foot Plat. Pondasi foot plat merupakan salah satu jenis pondasi dangkal. Pondasi foot plat digunakan untuk meneruskan beban dari struktur bangunan memikul beban vertikal seperti beban mati

berupa material bangunan yang digunakan untuk mendirikan bangunan, maupun beban hidup berupa manusia yang menempati bangunan tersebut, dan juga memikul beban horizontal bangunan seperti beban gempa dan beban angin.

Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Jenis pondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 3 meter di bawah permukaan tanah adalah Pondasi Foot Plat. Kapasitas daya dukung tanah dapat ditentukan dari pengujian sondir langsung di lapangan.

Pada penelitian ini penulis akan membahas pondasi dangkal yakni pondasi Foot Plat pada permasalahan perencanaan pondasi dangkal berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu mendukung dan memberikan keamanan pada struktur atas. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Biasanya digunakan penyelidikan lapangan dengan Sondir.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: **“ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI FOOT PLAT PADA GEDUNG RAWAT INAP RSUD BA’A KABUPATEN ROTE NDAO”**

## **B. Identifikasi Masalah**

Ada beberapa hal yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini, diantaranya :

1. Kekuatan tanah yang mendukung beban dari struktur atas ke lapisan tanah dipengaruhi oleh parameter tanah.
2. Daya dukung pondasi foot plat harus aman terhadap beban-beban yang bekerja pada bangunan struktur atas.

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan Identifikasi masalah diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana menganalisis daya dukung pondasi foot plat pada Gedung Rawat Inap RSUD Baa kabupaten Rote Ndao?

## **D. Batasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah dan sesuai dengan yang diharapkan, maka penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Data lapangan yang dipakai adalah data yang berkaitan dengan “Proyek Pembangunan Gedung

RSUD Ba'a Kabupaten Rote Ndao TA. 2016".

2. Tinjauan Penelitian adalah menghitung daya dukung pondasi foot plat terhadap Beban Mati, Hidup dan Gempa pada Bangunan sesuai SNI 03-2847-2002.
3. Peraturan yang digunakan SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983.
4. Analisis struktur (gaya-gaya dalam) menggunakan program SAP2000.
5. Hitungan Daya Dukung Tanah diambil berdasarkan analisa dari konsultan Perencana, Sehingga Penulis hanya fokus pada Perhitungan Pembebanan Pondasi. Pada Prinsipnya dalam hitungan Struktur Bangunan, Tanah yang ada selalu dianggap tanah lunak, sehingga dalam perencanaan, Perkuatan

Struktur yang didesain dapat mengcover semua beban terhadap Bangunan rencana.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah: Untuk menganalisis daya dukung pondasi foot plat terhadap Beban Mati, Hidup dan Gempa dengan menggunakan Program Hitungan Struktur SAP2000 dan Analisis Perhitungan Manual pada Gedung Inap Rawat RSUD Ba'a Kabupaten Rote Ndao.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat atau kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini akan dijadikan bahan masukan bagi civitas akademika Universitas Nusa Lontar dalam rangka pengembangan Tri Darma Perguruan Tinggi.
2. Hasil penelitian ini juga dijadikan sebagai bahan referensi bagi peneliti selanjutnya.
3. Pihak-pihak yang membutuhkan informasi dan mempelajari hal yang

dibahas dalam laporan hasil penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Landasan Teori

#### 1. Karakteristik Tanah

Dalam bukunya Desain Pondasi Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 (2013:9), Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti mengoreksi dalam merencanakan struktur bawah diperlukan data-data mengenai karakteristik tanah tempat struktur tersebut berada dan beban struktur yang bekerja diatas struktur bawah yang direncanakan. Karakteristik tanah meliputi jenis lapisan tanah di bawah permukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah, dan lain-lain. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut, dan lain-lain.

#### 2. Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Penyelidikan tanah (*soil investigation*) adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui sifat - sifat dan karakteristik tanah untuk keperluan rekayasa (*engineering*). Adapun tujuan dari penyelidikan tanah adalah untuk mengetahui karakteristik tanah dan lapisan tanah yang akan mendukung bangunan di atasnya.

Pada perencanaan pondasi terlebih dahulu perlu diketahui susunan lapisan tanah yang sebenarnya pada suatu tempat dan juga hasil pengujian sondir dari sampel tanah yang diambil dari berbagai kedalaman lapisan tanah dan mungkin kalau ada perlu juga diketahui hasil pengamatan lapangan yang dilakukan sewaktu pembangunan gedung - gedung atau bangunan - bangunan lain yang didirikan dalam kondisi tanah yang serupa

dalam penelitian ini penulis mendapatkan data penyelidikan tanah dari Rumah Sakit Umum Daerah Ba'a Kabupaten Rote Ndao.

Penyelidikan tanah dilakukan dengan percobaan sondir (*the static cone penetration test*) dengan alat sondir type Gauda kapasitas 2,5 ton dilakukan di beberapa titik. Percobaan sondir dengan alat perlengkapan binocus. Pembacaan manometer setiap interval 20 cm dengan perlengkapan manometer kapasitas 0 – 60 kg/cm<sup>2</sup> dan 0 – 250 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3. Daya Dukung Tanah

Dalam bukunya Desain Pondasi Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 (2013:11), Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti mengatakan bahwa Kapasitas/daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk memikul tekanan, atau tekanan maksimum yang diijinkan

yang bekerja pada tanah di atas pondasi.

Analisis- analisis kapasitas daya dukung, dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat, dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Analisisnya, dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis. Konsep ini pertama kali dikenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1956, 1965), De Beer dan Vesic (1958) dan lain-lainnya.

Menurut Meyerhof (1956, 1965) mengusulkan untuk menentukan estimasi bearing capacity (daya dukung ijin tanah) memakai data pengujian sondir dapat dihitung langsung dengan cara adalah

$$q = \frac{q_c}{40} \quad (1.1)$$

dimana :

$q$  = daya dukung ijin tanah

$q_c$  = nilai konus

## B. Karakteristik Material

### a) Mutu Beton

Beton adalah bagian dari konstruksi yang dibuat dari campuran beberapa material sehingga mutunya akan banyak tergantung kondisi material pembentuk ataupun pada proses pelaksanaannya harus dikendalikan agar dicapai hasil yang optimal.

Mutu beton K adalah kuat tekan karakteristik beton dalam  $\text{kg/cm}^2$  pada umur beton 28 hari dengan benda uji kubus  $15 \times 15 \times 15$  cm. mengacu pada PBI 71 yang merujuk pada standar eropa lama, sedangkan mutu beton  $f_c'$  adalah kuat tekan beton dalam Mpa yang disyaratkan dengan benda uji silinder 15 cm dengan tinggi 30 cm. mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (American concrete Institute).

Nilai praktis untuk padanan mutu beton antara PBI dan SNI :

- Faktor konversi benda uji kubus ke silinder = 0.83 sedangkan konversi satuan Mpa ke  $\text{kg/cm}^2 = 1 \text{ Mpa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$ .

- Konversi Mutu Beton K ke Mutu Beton  $f_c'$

$$f_c' = 0.83 K / 10$$

(Pers. 1.2)

### b) Mutu Baja

Baja merupakan bahan elemen struktur yang memiliki ketahanan terhadap kekuatan tarik tetapi cukup lemah dalam menahan tekan, dimana bahan penyusun umumnya berupa *Besi* (Fe) dan *Carbon* (C) dimana memiliki tambahan bahan penyusun seperti mangan, batu kapur, *fosfor* dan *sulfur*.

Menurut SNI 03-2847-2002, tulangan yang dapat digunakan pada elemen beton bertulang di batasi hanya pada baja tulangan dan kawat baja

saja. Belum ada peraturan yang mengatur penggunaan tulangan lain, selain dari baja tulangan atau kawat baja tersebut.

Baja tulangan pada umumnya terbagi dua jenis, yaitu baja tulangan polos dan ulir/sirip (deformed). **Tulangan Polos** biasanya digunakan untuk tulangan geser/begel/sengkang, dan mempunyai tegangan leleh ( $f_y$ ) minimal sebesar 240 MPa (disebut BJTP-24), dengan ukuran  $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$ ,  $\emptyset 14$  dan  $\emptyset 16$  (dengan  $\emptyset$  menyatakan simbol diameter polos).

## Tulangan

**Ulir/deform** digunakan untuk untuk tulangan longitudinal atau tulangan memanjang, dan mempunyai tegangan leleh ( $f_y$ ) minimal 300 MPa (disebut BJTD-30). Ukuran diameter nominal tulangan ulir yang dipakai D8, D10, D13, D16, D19, D22, D25, D32.

Baja beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi ketentuan SNI 03-2847-2002 terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam-macam baja beton menurut tabel kelas baja tulangan beton.

Tabel 1. Kelas baja tulangan beton

Kelas Baja Tulangan	Mutu Baja Tulangan	Tegangan leleh ( $f_y$ )	Tegangan leleh karakteristik ( $\sigma_{au}$ )
BJTP 24	U-24 (baja lunak)	240 Mpa	2.400 kg/cm <sup>2</sup>
BJTD 30	U-29 (baja lunak)	300 Mpa	3.000 kg/cm <sup>2</sup>
BJTD 35	U-32 (baja sedang)	350 Mpa	3.200 kg/cm <sup>2</sup>
BJTD 40	U-39 (baja keras)	400 Mpa	3.900 kg/cm <sup>2</sup>
BJTD 50	U-48 (baja keras)	500 Mpa	4.800 kg/cm <sup>2</sup>

Sumber : SNI 03-2847-2002

## C. Pondasi

### a) Pengertian Umum Pondasi

Dalam bukunya Desain Pondasi Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 (2013:1), Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti mengoreksi setiap bangunan sipil seperti gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, menara, dam/tanggul dan sebagainya harus mempunyai pondasi yang mendukungnya. Istilah pondasi digunakan dalam teknik sipil untuk mendefinisikan suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan di atasnya (upper structure) ke lapisan tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Untuk itu, pondasi bangunan harus diperhitungkan agar dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban yang bekerja, gaya-gaya luar

seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain.

Berdasarkan struktur beton bertulang, pondasi berfungsi

- a. untuk mendistribusikan dan memindahkan beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan di atasnya ke lapisan tanah dasar yang mendukung struktur tersebut.
- b. Mengatasi penurunan yang berlebihan dan penurunan tidak sama pada struktur.
- c. Memberi kestabilan pada struktur dalam memikul beban horizontal akibat angin, gempa dan lain-lain.

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas

dua bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dan lebar pondasi. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ( $D \leq B$ ) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah, sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah.

Seperti telah dijelaskan diatas, bahwanya pondasi dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal dapat dibedakan atas beberapa jenis, yaitu pondasi telapak, pondasi cakar ayam, pondasi memanjang, dan pondasi rakit, sedangkan pondasi dalam terdiri dari pondasi sumuran, pondasi tiang dan pondasi kaison. Pondasi yang akan dibahas pada penelitian ini adalah

### **Pondasi Telapak (Foot Plat).**

#### **b) Pondasi Telapak (Foot Plat)**

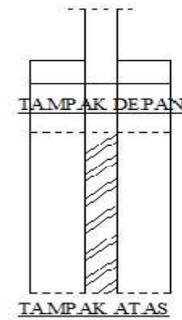
Jenis pondasi yang sering digunakan oleh sebagian orang terutama gedung lantai dua adalah jenis pondasi telapak atau dikenal juga dengan nama Pondasi Foot Plat.

Dalam bukunya Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang (2010:143), Ali Asroni mengoreksi Secara garis besar, pondasi telapak dapat dibedakan menjadi 5 jenis yaitu:

##### 1) Pondasi Telapak Dinding

Pondasi dinding sering juga disebut pondasi lajur. Pondasi ini bertugas mendukung dinding, baik yang menumpu secara konsentris ataupun tidak (lihat Gambar 2.1). Pelimpahan beban kepada pondasi telapak dinding pada umumnya konsentris, kecuali

pondasi untuk dinding penahan tanah.



Gambar 2.1 Pondasi Telapak Dinding

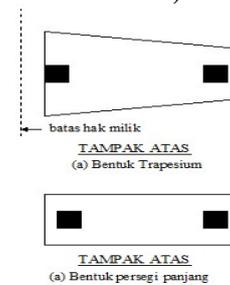
- 2) Pondasi telapak tunggal
- Pondasi telapak tunggal sering disebut dengan fondasi kolom tunggal, artinya setiap kolom mempunyai pondasi sendiri-sendiri. Untuk menjamin keseimbangan dan efisiensi umumnya pondasi telapak tunggal dapat berbentuk bujur sangkar, lingkaran, dan persegi panjang (lihat Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Pondasi telapak tunggal

- 3) Pondasi telapak gabungan

Jika letak kolom relatif dekat, fondasinya digabung menjadi satu. Pondasi ini memikul beban-beban melalui dua atau lebih kolom-kolom. Bentuk atau tipe pondasi berupa persegi panjang atau trapezium atau kantilever (lihat Gambar 2.3).

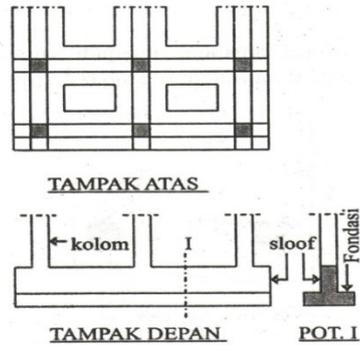


Gambar 2.3 Pondasi telapak gabungan

- 4) Pondasi telapak menerus

Jika letak kolom berdekatan dan daya dukung tanah relatif kecil, lebih baik dibuat pondasi telapak menerus. Agar kedudukan kolom lebih kokoh dan kuat, maka antara kolom satu dengan yang lainnya dijepit oleh balok sloof.

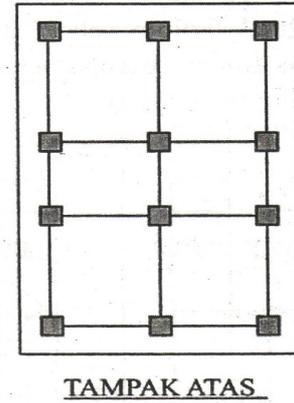
Balok sloof dicor bersamaan dengan pondasi. (lihat Gambar 2.4)



Gambar 2.4 Pondasi telapak menerus

### 5) Pondasi mat

Pondasi mat sering juga disebut fondasi pelat, dipasang di bawah seluruh bangunan, dengan telapak sangat luas dan mendukung semua kolom dan dinding struktur bangunan. Umumnya digunakan apabila bangunan harus didirikan di atas tanah dasar lembek atau dengan kata lain karena daya dukung tanahnya sangat kecil. (lihat Gambar 2.5)



Gambar 2.5. Pondasi telapak mat

Pondasi telapak yang akan dibahas pada penelitian ini adalah **pondasi telapak tunggal**.

### c) Pondasi Telapak Empat Persegi Panjang

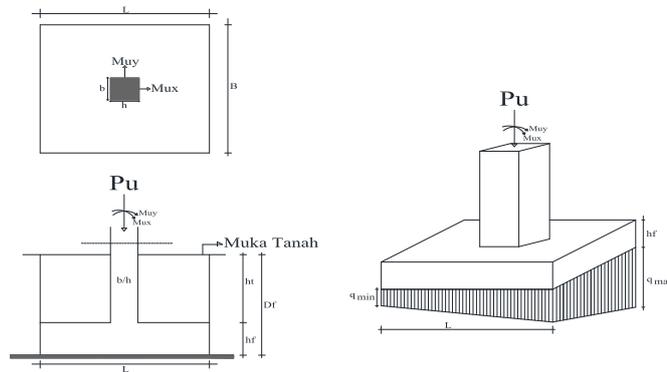
Dalam bukunya Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK. SNI T-15-1991-03 DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM RI (1993:351), Istimawan Dipohusodo mengoreksi jenis pondasi yang juga dinamakan *pondasi telapak terpisah* ini mungkin merupakan jenis yang sering dipakai, karena paling sederhana dan ekonomis dibandingkan berbagai jenis pondasi lainnya. Pada dasarnya pondasi tersebut berupa

suatu plat yang langsung menyangga sebuah kolom.

### 1) Tegangan Tanah

Tegangan tanah adalah tegangan pada dibawah pondasi yang mempertimbangkan semua beban diatas pondasi termasuk

beban vertikal struktur atas yang bekerja pada pondasi ditambah beban timbunan dan pondasi itu sendiri. Tegangan tanah ini tidak boleh melebihi dari daya dukung ijin tanah.



Gambar 2.6. Tegangan tanah yang terjadi pada dasar pondasi

Bila pondasi menerima beban aksial dan juga beban lateral yang mengakibatkan terjadi momen terhadap dasar pondasi, distribusi tegangan tanah pada dasar pondasi seperti pada gambar 2.6 dapat ditulis persamaan dibawah ini :

$$\sigma_{maks} = \frac{Pu,k}{B.L} + \frac{Mu,x}{\frac{1}{6}B.L^2} + \frac{Mu,y}{\frac{1}{6}B.L^2} + q \leq \bar{\sigma}_t$$

(1.3a)

$$\sigma_{min} = \frac{Pu,k}{B.L} - \frac{Mu,x}{\frac{1}{6}B.L^2} - \frac{Mu,y}{\frac{1}{6}B.L^2} + q \leq \bar{\sigma}_t$$

(1.3b)

$$q = (hf \times \gamma_c) + (ht \times \gamma_t)$$

(1.3c)

Dimana :

$\sigma$  = tegangan yang terjadi pada dasar pondasi, kPa atau kN/m<sup>2</sup>.

$\bar{\sigma}_t$  = daya dukung tanah, kPa atau kN/m<sup>2</sup>.

$P_{u,k}$  = beban aksial terfaktor pada kolom, kN.

B dan L = ukuran lebar dan panjang pondasi, m.

$M_{u,x}$  dan  $M_{u,y}$  = momen terfaktor kolom searah sumbu X dan sumbu Y, kNm.

$q$  = beban terbagi rata akibat berat sendiri pondasi ditambah berat tanah diatas pondasi, kN/m<sup>2</sup>.

$h_f$  = tebal pondasi  $\geq$  150 mm (pasal 17.7 SNI 03-2847-2002).

$h_t$  = tebal tanah diatas pondasi, m.

$\gamma_c$  dan  $\gamma_t$  = berat per volume dari beton dan tanah, kN/m<sup>3</sup>.

## 2) Kuat Geser

Dalam bukunya Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK. SNI T-15-1991-03 DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM RI (1993:351),

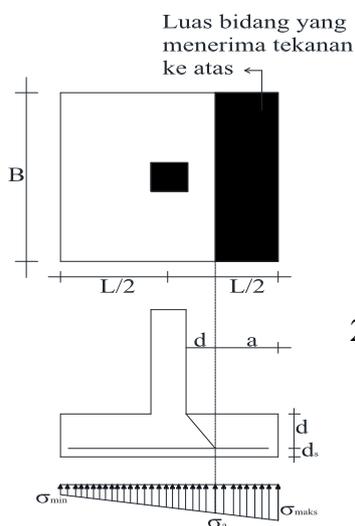
Istimawan Dipohusodo mengatakan bahwa karena pondasi telapak bekerja ke arah x dan y, perhitungan kuat gesernya harus mempertimbangkan dua jenis berbeda, yaitu kuat geser pons (geser dua sumbu) dan kuat geser balok (geser satu sumbu). Pada umumnya, tebal pondasi yang diperlukan ditentukan berdasarkan pada syarat kuat geser yang harus dipenuhi. Gaya geser dua arah sumbu disebut juga sebagai geser pons, karena kolom cenderung untuk mendesak melobangi plat tempat pondasi yang mengakibatkan timbulnya tegangan di sepanjang keliling kolom.

a. Kuat geser 1 arah  
Perencanaan pondasi yang bekerja pada satu arah dapat disamakan dengan

balok atau plat penulangan satu arah. Sesuai dengan SK SNI 03-2847-2002 Pasal 13.12.1.1, ditentukan bahwa penampang kritis geser satu arah pada pondasi adalah bidang vertikal memotong lebar di tempat yang berjarak sama dengan tinggi efektif dari muka beban terpusat atau bidang reaksi.

Dalam bukunya Kolom Fondasi &

Balok T Beton Bertulang (2010:150), Ali Asroni mengoreksi Kuat geser 1 arah dikontrol dengan cara sebagai berikut :



1. Dihitung gaya geser pons terfaktor ( $V_u$ )

$$V_u = a \cdot B \left( \frac{\sigma_{\text{maks}} + \sigma_a}{2} \right)$$

(1.4a)

$$\sigma_a = \sigma_{\text{min}} + \frac{(L-a) \cdot (\sigma_{\text{maks}} - \sigma_{\text{min}})}{L}$$

(1.4b)

2. Dihitung gaya geser yang dapat ditahan oleh beton ( $V_c$ )

(Pasal 13.3.1.1)

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot B \cdot d$$

(1.4c)

dan  $\sqrt{f_c'}$  harus  $\leq 25/3$  MPa (Pasal 13-1-2)

(1.4d)

3. Dikontrol :  $V_u$  harus  $\leq \phi \cdot V_c$  dengan  $\phi = 0.75$

(1.5)

b. Kuat geser 2 arah

Sesuai dengan SK SNI 03-2847-2002 Sub-Pasal 13.12.1.2, aksi dua arah dimana masing-masing penampang kritis yang akan ditinjau haruslah ditempatkan sedemikian hingga perimeter  $b_o$  adalah minimum, tetapi tidak perlu lebih dekat daripada jarak  $d/2$  ke:

- (a) Tepi atau sudut kolom, beban terpusat atau daerah reaksi, atau
- (b) Lokasi perubahan ketebalan pelat seperti pada tepi kepala kolom atau tepi daerah penebalan pelat.

Perencanaan fondasi yang bekerja pada dua arah didasarkan pada nilai kuat geser  $V_n$  yang ditentukan tidak

boleh lebih besar dari  $V_c$  kecuali apabila dipasang tulangan geser.

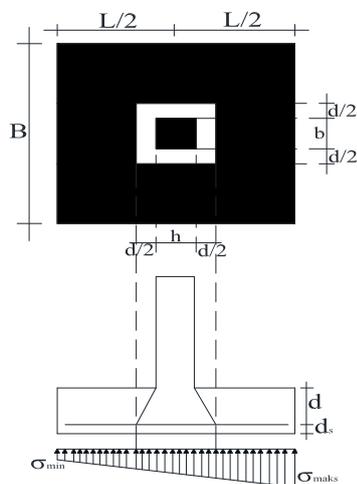
Dalam bukunya Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang (2010:150), Ali Asroni mengoreksi Kuat geser 2 arah (geser pons) dikontrol dengan cara sebagai berikut :

1. Dihitung gaya geser pons terfaktor ( $V_u$ )

$$V_u = \{B \cdot L - (b + d) \cdot (h + d)\} \cdot \left(\frac{\sigma_{maks} + \sigma_{min}}{2}\right)$$

(1.6)

2. Dihitung gaya geser yang ditahan oleh beton ( $V_c$ ) dengan memilih yang terkecil dari nilai  $V_c$  berikut pasal (13.12.2.1) :



$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \cdot \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6}$$

(1.7a)

$$V_c = \left(2 + \frac{\alpha_s \cdot d}{b_o}\right) \cdot \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{12}$$

(1.7b)

$$V_c = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$$

(1.7c)

Dengan :

$\beta_c$  = rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom, daerah beban terpusat, atau daerah reaksi (lihat gambar 2.7)

$b_o$  = keliling dari penampang kritis pada pondasi.

$= 2 \cdot \{(b + d) + (h + d)\}$ , dalam mm.

$\alpha_s$  = suatu konstanta yang digunakan untuk menghitung  $V_c$ , yang nilainya tergantung pada letak pondasi (lihat gambar 2.8)

= 40 untuk pondasi kolom dalam

= 30 untuk pondasi kolom tepi.

= 20 untuk pondasi kolom sudut.

3. Dikontrol :  $V_u$  harus  $\leq \phi \cdot V_c$  dengan  $\phi = 0.75$   
(1.5)/diulang

Untuk kedua kuat jenis kuat geser pada pondasi tersebut, apabila untuk keduanya tanpa penulangan geser, sebagai dasar

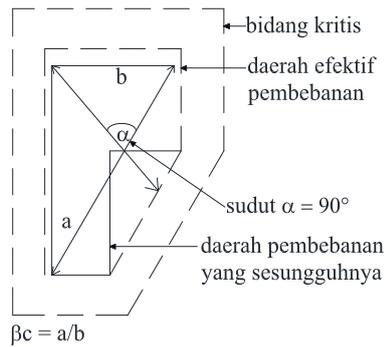
perencanaan kuat geser adalah

$$V_u \leq \phi V_n \text{ dimana } V_n = V_c.$$

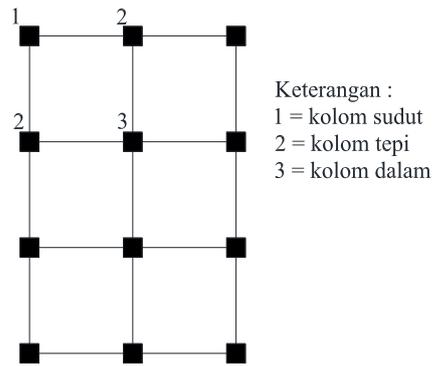
### 3) Tulangan Pondasi

Peraturan untuk perencanaan pondasi telapak mengacu pada Pasal 13.12 dan Pasal 17 SNI 03 – 2847 – 2002. Perencanaan pondasi harus mencakup segala aspek agar terjamin keamanannya sesuai dengan persyaratan yang berlaku, dan jumlah/jarak tulangan yang harus dipasang pada pondasi.

Dalam bukunya Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang (2010:150), Ali Asroni mengoreksi menurut Pasal 17.4.3 SNI 03 – 2847 – 2002, untuk pondasi telapak satu arah dan pondasi telapak bujur sangkar, tulangan harus tersebar merata pada seluruh lebar pondasi telapak. Untuk pondasi telapak persegi panjang (lihat Pasal 17.4.4 SNI 03-2847-2002), tulangan yang sejajar sisi panjang harus tersebar merata pada seluruh lebar pondasi, sedangkan tulangan yang sejajar sisi pendek dibagi menjadi dua bagian, yaitu tulangan pada jalur pusat (dipasang lebih rapat) dan tulangan pada jalur tepi (dipasang lebih renggang).



Gambar 2.7. Nilai  $\beta_c$  untuk daerah Pembebanan yang bukan persegi



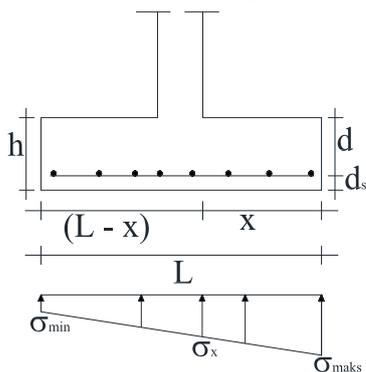
Gambar 2.8. Letak kolom pada denah gedung

Dalam praktek di lapangan, biasanya pondasi dicor langsung di atas tanah, jadi selalu berhubungan dengan tanah. Menurut Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002, selimut beton yang selalu berhubungan dengan tanah diambil minimal 75 mm.

Pada pondasi telapak bujur sangkar, cukup dihitung tulangan

satu arah saja, dan untuk arah lainnya dibuat sama dengan arah pertama. Perhitungan tulangan sebaiknya dilaksanakan pada tulangan yang menempel di atas, yaitudengan nilai  $d_s = 75 + D + D/2$ . Pada pondasi telapak persegi panjang, perhitungan tulangan dilaksanakan sebagai berikut:

1. Hitungan tulangan sejajar sisi panjang, dilaksanakan dengan urutan :



a. Dihitung  $\sigma_x$  = tegangan tanah pada jarak x

$$\sigma_x = \sigma_{\min} + \frac{L-x}{L} \cdot (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$$

$$(1.8a)$$

b. Dihitung momen yang terjadi pada pondasi ( $M_u$ )

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma_x \cdot X^2 + \frac{1}{3} \cdot (\sigma_{\max} - \sigma_x) \cdot X^2$$

$$(1.8b)$$

c. Dihitung faktor momen pikul K dan  $K_{\max}$

$$K = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2) \text{ dengan}$$

$$b = 1000\text{mm}, \phi = 0.8$$

$$(1.9a)$$

$$K_{maks} = \frac{385,2 \cdot \beta_1 \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1) \cdot f_c'}{(600 + f_y)^2} \text{ dengan}$$

$$\beta_1 = 0,85 \quad (1.9b)$$

Syarat : K harus  $\leq K_{maks}$

(1.9c)

- d. Dihitung tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (a)

$$a = \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \cdot d$$

(1.10)

- e. Dihitung  $A_{s,u}$  dengan rumus :

$$A_{s,u} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y} \text{ dengan } b =$$

1000 mm

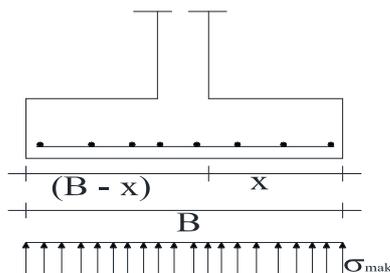
(1.11a)

Jika  $f_c' \leq 31,36$  MPa maka

$A_{s,u} \geq 1,4 \cdot b \cdot d / f_y$  (pasal 12.5.1)

(1.11b)

2. Hitungan tulangan sejajar sisi pendek, dilaksanakan dengan urutan berikut



Jika  $f_c' \leq 31,36$  MPa maka

$$A_{s,u} \geq \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d / (4 \cdot f_y)$$

(1.11c)

- f. Dihitung jarak tulangan

(s)

$s =$

$$\frac{\left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S \right)}{A_{s,u}} \text{ dengan } S =$$

1000 mm

(1.12a)

Pasal 12.5.4:  $s \leq 2 \cdot h$

dan  $s \leq 450$  mm

(1.12b)

- g. Digunakan tulangan Dx

– s, luasnya  $A_s =$

$$\frac{\left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot x^2 \cdot S \right)}{s}$$

(1.13)

- a. Diambil nilai tegangan tanah maksimal ( $\sigma_{maks}$ ) dari persamaan (1.3a)

- b. Dihitung momen pada pondasi ( $M_u$ )

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{maks} \cdot x^2$$

(1.14)

- c. Dihitung nilai K, a, dan  $A_{s,u}$  dengan persamaan

(1.19a) sampai dengan  
Persamaan (1.11c )

d. Untuk jalur pusat  
selebar B:

1. Dihitung:  $A_{s,pusat} =$   
 $(2 \cdot B \cdot A_{s,u}) / (L +$   
 $B)$   
(1.15)

2. Dihitung jarak  
tulangan (s)  
 $s = (1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S) /$   
 $A_{s,pusat}$  dengan  $S =$   
1000 mm  
(1.16)

Pasal 12.5.4:  $s \leq$   
 $2 \cdot h$  dan  $s \leq 450$   
mm  
(1.12a)/diulang

3. Digunakan  
tulangan  $Dx - s,$   
Luasnya  $A_s = (1/4 \cdot$   
 $\pi \cdot x^2 \cdot S) / s$   
(1.13)/diulang

e. Untuk jalur tepi  
selebar  $(L-B)/2 :$

1. Dihitung:  $A_{s,tepi} =$   
 $A_{s,u} - A_{s,pusat}$   
(1.17)

2. Dihitung jarak  
tulangan (s)

$s' = (1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S)$   
 $/ A_{s,pusat}$  dengan  $S$   
 $= 1000$  mm  
(1.18)

$s'$  harus  
memenuhi  
persamaan (1.12a)

3. Digunakan  
tulangan  $Dx - s',$   
Luasnya  $A_s = (1/4 \cdot$   
 $\pi \cdot x^2 \cdot S) / s'$   
(1.13)/diulang

Pada penulangan pondasi perlu  
dikontrol panjang penyaluran  
tegangan tulangan ( $\lambda_d$  atau  $\lambda_{dh}$ )  
dengan rumus berikut:

Pasal 14.2.3 SNI 03-2847-2002  
memberikan persamaan untuk  
panjang penyaluran tulangan  
tarik sebagai berikut:

$$\lambda_d = \frac{9 \cdot f_y}{10 \sqrt{f_c'}} \cdot \frac{(\alpha \cdot \beta) \cdot \gamma \cdot \lambda}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b$$

(1.19)

$\alpha \cdot \beta \leq 1,7 ; (c + K_{tr}) / d_b \leq$   
 $2,5$  dan  $\sqrt{f_c'} \leq 25/3$  Mpa  
(1.20)

dengan:

$\lambda_d$  = panjang penyaluran,  
mm.  $\lambda_d$  harus  $\geq 300$  mm

$d_b$  = diameter batang  
tulangan, mm

$\alpha$  = faktor lokasi  
penulangan

= 1,3 jika tulangan berada di atas beton setebal  $\geq$  300 mm

= 1,0 untuk tulangan lain

$\beta$  = faktor pelapis

= 1,5 jika batang atau kawat tulangan berlapis epoksi dengan selimut beton kurang dari 3 . db atau spasi bersih kurang dari 6. db

= 1,2 jika batang atau kawat tulangan berlapis epoksi lainnya

= 1,0 jika tulangan tanpa pelapis

$\gamma$  = faktor ukuran batang tulangan

= 0,8 jika digunakan tulangan D-19 atau yang lebih kecil

= 1,0 jika digunakan tulangan D-22 atau yang lebih besar

$c$  = spasi antar tulangan atau dimensi selimut beton (diambil nilai terkecil), mm

$K_{tr}$  = faktor tulangan sengkang,  $K_{tr} = \frac{A_{tr}.f_{yt}}{10.s.n}$

(untuk penyederhanaan, boleh dipakai  $K_{tr} = 0$  (Pasal 14. 2. 4))

$A_{tr}$  = luas penampang total dari semua tulangan transversal yang berada dalam rentang daerah berspasi  $s$  dan yang memotong bidang belah potensial melalui tulangan yang disalurkan, mm

$f_{yt}$  = kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan transversal, MPa

$s$  = spasi maksimal sumbu-ke-sumbu

tulangan transversal yang dipasang di sepanjang  $\lambda_d$ , mm

$n$  = jumlah batang atau kawat yang disalurkan di sepanjang bidang belah.

Persamaan di atas boleh disederhanakan dengan mengambil nilai batas bawah untuk parameter  $c$  dan  $K_{tr}$  yang umum, seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Persamaan untuk panjang penyaluran tulangan tarik( Pasal 14. 2. 2 )

Kondisi	Batang D-19 dan lebih kecil atau kawat ulir	Batang D-22 atau lebih besar
Spasi bersih batang-batang yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $d_b$ , selimut beton bersih tidak kurang dari $d_b$ , dan sengkang atau sengkang ikat yang dipasang di sepanjang $\lambda_d$ tidak kurang dari persyaratan minimal sesuai peraturan atau spasi bersih batang-batang yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2.d_b$ dan selimut beton bersih tidak kurang dari $d_b$ .	$\lambda_d = \frac{12. f_y. \alpha. \beta. \lambda}{25. \sqrt{f_c'}} . d_b$	$\lambda_d = \frac{3. f_y. \alpha. \beta. \lambda}{5. \sqrt{f_c'}} . d_b$
Kasus-kasus yang lain	$\lambda_d = \frac{18. f_y. \alpha. \beta. \lambda}{25. \sqrt{f_c'}} . d_b$	$\lambda_d = \frac{9. f_y. \alpha. \beta. \lambda}{10. \sqrt{f_c'}} . d_b$

Pasal 14.2.4 SNI 03-2847-2002 juga membolehkan menggunakan reduksi panjang penyaluran apabila luasan tulangan terpasang pada komponen lentur melebihi luasan tulangan yang dibutuhkan dari analisis, dengan menggunakan faktor pengali luas tulangan  $f$  berikut:

- a) Struktur tidak direncanakan tahan gempa,  $f = \frac{A_{s,u}}{A_{s,terpasang}}$
- b) Struktur direncanakan tahan gempa,  $f = 1,0$

#### 4) Mengontrol kuat dukung pondasi

Dalam bukunya Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang (2010:159), Ali Asroni mengoreksi Pondasi harus mampu mendukung semua beban yang bekerja pada bangunan di atasnya. Oleh karena itu disyaratkan bahwa beban aksial terfaktor pada kolom ( $P_u$ ) tidak boleh melampaui kuat dukung dari pondasi ( $\bar{P}_u$ ) yang dikontrol dengan

persamaan berikut (Pasal 12.17.1 SNI 03-2847-2002):

$$P_u < \overline{P_u}$$

$$\overline{P_u} = \phi \times 0,85 \times f_c' \times A_1 \text{ dengan } \phi = 0,7 \text{ (pasal 12.17.1)}$$

(1.21)

Dengan:

$P_u$  = gaya aksial terfaktor (pada kolom), N

$\overline{P_u}$  = kuat dukung pondasi yang dibebani, N

$f_c'$  = mutu beton yang disyaratkan, MPa

$A_1$  = luas daerah yang dibebani, mm<sup>2</sup>

## 2. Program SAP2000

### a) Pengertian SAP2000

SAP (System Application and Product in data processing) adalah suatu software yang dikembangkan untuk mendukung suatu organisasi dalam menjalankan kegiatan operasionalnya secara lebih efisien dan efektif. SAP merupakan software *Enterprise Resources Planning* (ERP), yaitu suatu tools IT dan manajemen untuk membantu perusahaan merencanakan dan melakukan berbagai aktivitas sehari-hari.

Program SAP2000 merupakan suatu program yang dipergunakan untuk menganalisis dan mendesain struktur, baik bangunan maupun jembatan. Keunggulan program SAP2000 antara lain ditunjukkan dengan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik untuk material baja maupun beton.

### b) Beban Pada Struktur

Pembebanan yang digunakan dalam melakukan analisis sesuai dengan kriteria desain. Beban-beban ini sesuai dengan Pedoman Pembebanan Indonesia untuk rumah dan gedung (SKBI-1987) dan fungsi dari masing-masing elemen struktur sebagai berikut :

#### a. Berat Sendiri (*Self Weight Load, W*)

Berat sendiri adalah berat sendiri elemen struktur yaitu balok, kolom, dan pelat yang menggunakan material beton bertulang. Proses perhitungan otomatis berat sendiri struktur dapat dilakukan oleh *software* SAP2000.

#### b. Beban Mati (*Dead Load, DL*)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian– penyelesaian, mesin – mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.

Beban mati (D) yang diperhitungkan terdiri dari:

- Berat kolom sendiri
- Berat sendiri balok induk, balok sloof, balok anak, balok ring.
- Berat dinding
- Berat pelat lantai
- Berat penutup lantai

Untuk merencanakan gedung ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen stuktur gedung menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (DPU, 1983) yang digunakan adalah :

- Beton Bertulang
- Baja
- Beban dinding
- Beban Plafond
- Beban tegel spesi
- Beban tegel keramik

c. Beban Hidup (*Live Load, LL*)

Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut.

Beban hidup tiap lantai disesuaikan dengan fungsi dan peruntukannya. Berdasarkan peraturan yang digunakan, maka beban hidup yang diambil sebagai berikut :

Beban	atap	100
Beban	lantai	250

Faktor beban diperlukan dalam analisis beban suatu gedung agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 11.2, kombinasi beban yang harus dipenuhi yaitu:Kuat

Perlu dan Beban Terfaktor adalah kekuatan struktur yang dibutuhkan dalam menampung beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Berikut adalah spesifikasi Kuat Perlu dan Beban Terfaktor pada suatu struktur gedung:

Tabel 3. Kombinasi beban terfaktor

NO	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1	D	1,4 D
2	D,L	1,2 D + 1,6 L

Sumber : SNI 03-2847-2002

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

### c) Analisis struktur dengan SAP2000

Analisis yang dapat dilakukan dengan SAP2000 ini antara meliputi analisis statik dan analisis dinamik serta analisis *finite elemen*. Analisis model struktur dapat dilakukan secara 2 dimensi dan 3 dimensi. Selain itu, untuk desain SAP2000 telah menyediakan beberapa menu design untuk struktur baja maupun struktur beton, dan tidak tertutup kemungkinan menggunakan material-material struktur lainnya.

Dalam bukunya Analisis & Perancangan Struktur Frame menggunakan SAP2000 (2001:192), Haryanto Yoso Wigroho mengoreksi Langkah-langkah menginput data dalam SAP2000 sebagai berikut :

1. Menentukan geometri struktur
  - a. Buka program SAP2000 dengan mengklik shortcut yang terdapat pada desktop atau memilih SAP2000 dari start menu.

- b. Pada tampilan utama pilih (*new model*) untuk memulai struktur baru.
  - c. Kemudian akan muncul *New Model Template* dan ganti satuan yang digunakan, kemudian pilih *3D Frames* untuk membuat model.
  - d. Setelah memilih *3D Frames*, maka akan muncul tampilan kemudian isi data sesuai data bangunan setelah klik OK akan terbentuk struktur.
2. Pilih *joint* pada perletakan pondasi, kemudian klik *Assign > joint > Restraint*
  3. Penentuan material yang digunakan
    - a. Klik *Define >> Material*, untuk penentuan material yang akan digunakan.
    - b. Klik '*Add New Material*', untuk menambah dan mendefinisikan material baru kemudian akan muncul tampilan dialog
    - c. Isi spesifikasi material yang digunakan.
  4. Penentuan penampang yang digunakan
    - a. Pilih menu *Define >> Frame Section >> Add new Property*, kemudian akan muncul tampilan dialog box.
      - b. Ubah material struktur dengan mengubah '*Frame Section Property Type*' menjadi '*Concrete*'.
      - c. Untuk mendefinisikan penampang, klik *Rectangular*' dan '*Clik to add Concrete Section*'.
      - d. Untuk memberi nama pada frame yang akan digambar, pada '*Section Name*' isikan nama framenya (contoh : kolom atau balok)
      - e. Untuk mengisi atau mengubah dimensi penampang sesuai data bangunan pada kotak '*Dimensions*'
      - f. Klik *Concrete Reinforcement*', maka akan muncul tampilan dialog box
      - g. Pada dialog box tersebut, pilih '*Colomn*' pada kotak '*Design Type*'.
      - h. Setelah selesai mengisi data-data kolom, klik '*OK*'.
      - i. Klik Menu *Define >> Section Properties >>Area Section*. Satuan panjang yang digunakan.
      - j. Untuk memberi nama pada pelat yang digambar, pada '*Section Name*' dan masukan data tebal pelat sesuai data

- bangunan pada kotak 'Thickness'.
- k. Setelah selesai mengisi data-data pelat, klik 'OK'
5. Penentuan Jenis Pembebanan
    - a. Penentuan jenis pembebanan dengan menu *define > load case*
    - b. Kemudian muncul *dialog box*, masukkan tipe-tipe beban yang akan digunakan dengan mengisi kolom 'Load Name' dan 'Type Name'
    - c. Untuk menambah tipe beban, isi semua kolom pada baris paling atas, kemudian klik 'Add New Load'
  6. Penentuan Kombinasi pembebanan
    - a. Klik menu *Define >>Load Combinations* untuk membuka menu *define Response Combination*
    - b. Klik *Add New Combountuk* memasukkan tipe-tipe kombinasi yang diperlukan.
    - c. Kemudian akan muncul *dialog box*, pilih jenis beban pada *drop-down menu* 'Case Name' lalu isi
  7. Penentuan gaya-gaya yang bekerja
    - a. Pilih pelat yang akan diberi beban, klik menu *Assign>>Area Loads>>* Pilih jenis beban pada *Load Pattern Name*, kemudian isi nilai bebannya.
    - b. Pilih elemen frame (balok/kolom) yang akan diberi beban, klik menu *Assign>>Frame Static Load>>Distributed*, kemudian isi nilai bebannya.
  8. Analisis Struktur
    - a. Klik menu *Analyze>>Set Analysis Options*. Pastikan bahwa analisis dilakukan dalam derajat kebebasan ruang (translasi arah X, translasi arah Y, translasi arah Z, rotasi terhadap sumbu X, rotasi terhadap sumbu
- factor pengali pada 'Scale Factor' lalu klik 'Add' untuk menambah jenis beban.

- Y, rotasi terhadap sumbu Z).
- b. Klik menu *Analyze>>RunAnalysis*. Pastikan tidak ada *warning* atau *error* pada proses running program. Jika terdapat *warning* atau *error* maka harus dilakukan pengecekan ulang terhadap model struktur.
  - c. Untuk melihat gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur, klik menu *Display>>Show Forces/Stresses>>Frames/Cables*.
  - d. Untuk melihat lebih detail maka klik kanan mouse pada elemen struktur yang diinginkan.
  - e. Untuk melihat gaya reaksi perletakan, klik menu *Display>>Show Forces/Stresses>Joints*
  - f. Untuk melihat data struktur dan hasil analisis dalam bentuk tabel, klik menu *Display >> Show*

*Tables*. Check list item yang diinginkan. Jika ingin menampilkan output gaya-gaya dalam kolom dan balok, *check list Element Output >> Select Load Case >> OK*.

#### D. Definisi Operasional Penelitian

Identifikasi variabel dalam penelitian ini adalah

- Variabel independen atau variabel Bebas (X) adalah parameter tanah dan kekuatan bahan bangunan
- Variabel dependen atau variabel terikat (Y) adalah daya dukung pondasi

Variabel Penelitian dan Definisi Operasional dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Daya dukung pondasi (Y) adalah kombinasi dari kekuatan gesekan tanah terhadap pondasi, kekuatan tanah dimana ujung pondasi itu berdiri, dan juga pada bahan pondasi itu sendiri.
- Parameter Tanah (X) adalah hasil penyelidikan tanah yang dibutuhkan seperti nilai perlawanan konus dari hasil pengujian sondir.

- Kekuatan bahan bangunan (X) adalah mutu bahan yang dibutuhkan untuk membuat komponen atau elemen bangunan atau konstruksi sesuai dengan spesifikasi teknis.

### E. Indikator Empirik dan Skala Pengukuran

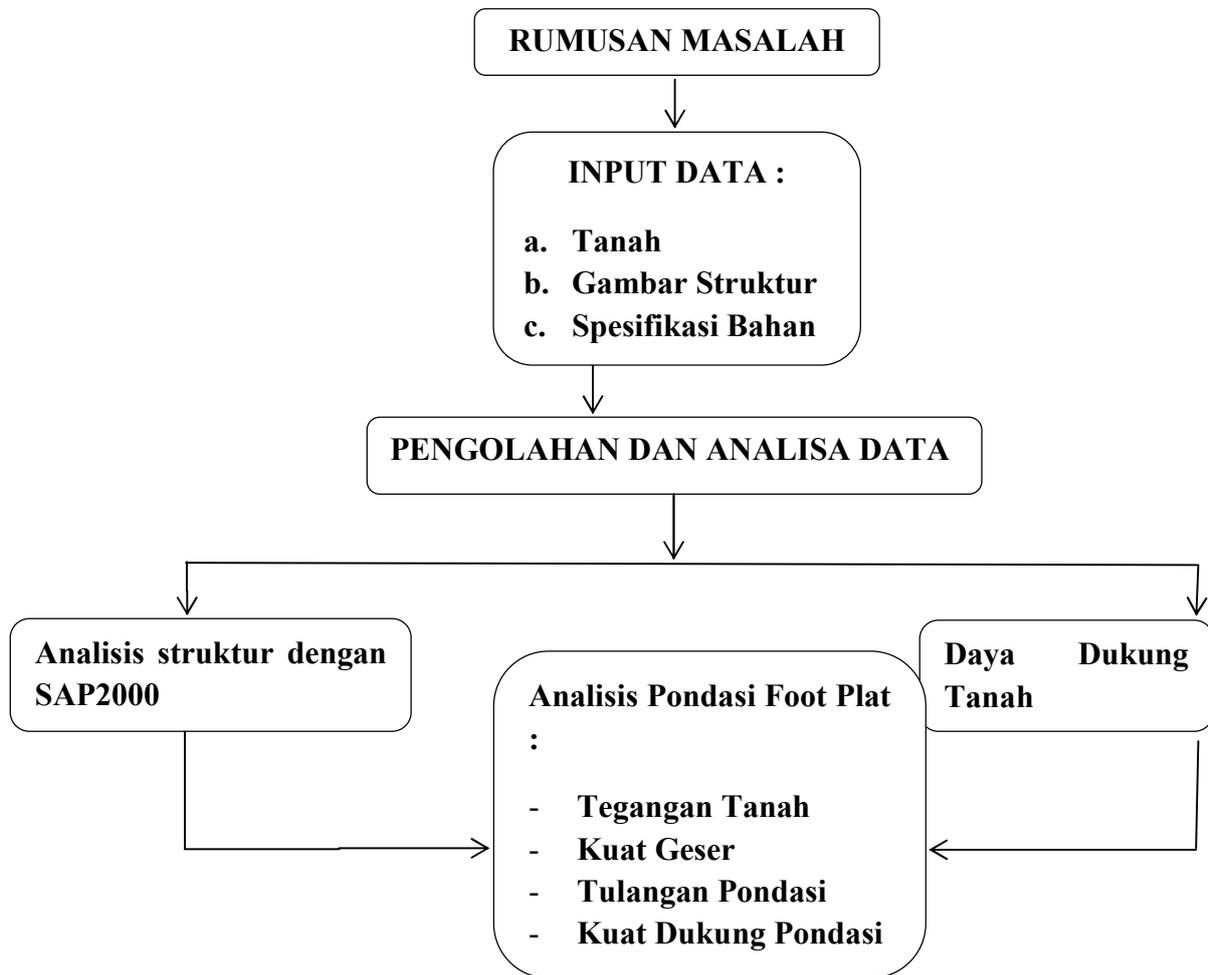
Tabel 4. Variabel Penelitian

VARIABEL	SUB VARIABEL	INDIKATOR	SKALA DATA
Variabel Dependen (X)	Jenis Tanah (X1)	1. lempung berlanau dan berpasir dengan sedikit kerikil warna abu-abu, kadar air sedang dan plastisitas tinggi	Data Kuantitatif
	Jenis material bangunan (X2)	1. Mutu Beton 2. Mutu Baja	Data Kuantitatif
	Macam Beban (X3)	1. Beban Mati 2. Beban Hidup 3. Beban Gempa	Data Kuantitatif
Variabel Independen (Y)	Daya Dukung Pondasi (Y)	1. Tegangan tanah 2. Kuat geser 3. Tulangan pondasi	Data Kuantitatif

## F. Kerangka Berpikir dan Hipotesis

### 1. Kerangka Berpikir

Adapun bagan alur kerangka berpikir pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.9. Kerangka Berpikir

### 2. Hipotesis Penelitian

Menurut sugiyono (2013;86), “Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, oleh karena itu rumusan masalah penelitian biasanya disusun dalam kalimat pernyataan”. Hipotesis penelitian dapat diartikan sebagai jawaban yang bersifat sementara terhadap masalah penelitian, sampai terbukti

data yang terkumpul dan harus diuji secara empiris.

Berdasarkan kerangka berpikir diatas, maka hipotesis yang dapat disajikan oleh penulis adalah :

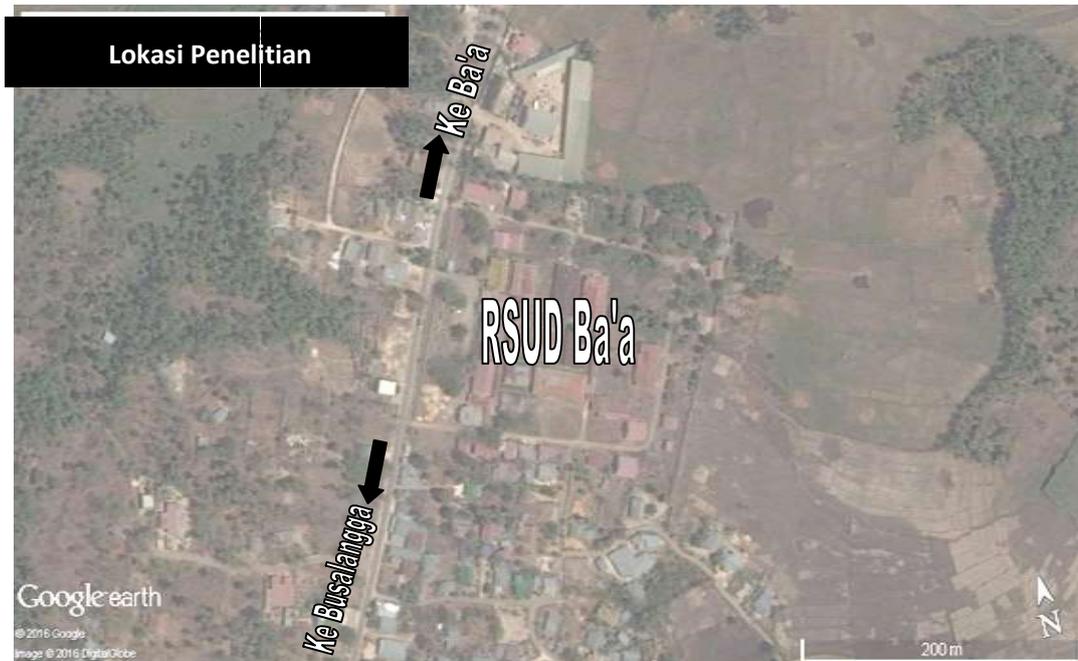
$H_0$  = Daya dukung tanah yang ada lebih besar dari beban yang ada diatasnya.

$H_1$  = Daya dukung tanah yang ada lebih kecil dari beban yang ada di atasnya.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih sebagai tempat penelitian adalah Gedung RSUD Baa di Kelurahan Mokdale, Kecamatan Lobalain, Kabupaten Rote Ndao.



Sumber : [googlemaps.com](http://googlemaps.com)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

#### B. Populasi dan sampel

##### 1. Populasi

Dalam penelitian ini Jumlah bangunan yang dijadikan objek penelitian oleh penulis adalah 1 bangunan yakni Bangunan Gedung Rawat Inap pada kompleks RSUD Ba'a. (Gbr. Terlampir)

##### 2. Sampel

Untuk mendapatkan daya dukung tanah pada lokasi pembangunan gedung RSUD Ba'a Kabupaten Rote Ndao dilakukan pengujian dengan alat *cone penetration test* (Sondir), sebanyak 4 (empat) titik dan Bor (*Hand boring*) pada 2 (dua) titik dalam lokasi RSUD Ba'a bekerja sama dengan Laboratorium

Pengujian Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Kupang.

Dari hasil pengujian tanah disimpulkan bahwa deskripsi dan klasifikasi tanah pada lokasi pembangunan terdiri dari lempung berlanau dan berpasir dengan sedikit kerikil warna abu-abu, kadar air sedang dan plastisitas tinggi. Sehingga disarankan untuk dilakukan perbaikan tanah dasar dengan material urugan yang lebih stabil untuk mencegah kerusakan pada elemen-elemen nonstruktur.

Nilai daya dukung tanah dilihat dari besaran *cone resistance* ( $q_c$ ) hasil sondir. Dari 4 (empat) titik sondir nilai  $q_c$  pada kedalaman 2.0 – 3.0 m (kedalaman ideal pondasi dangkal) berkisar antara 28 – 270  $\text{kg/cm}^2$ . Untuk keperluan disain pondasi  $q_c$  diambil 60  $\text{kg/cm}^2$ . Daya dukung ijin tanah ( $q$ ) dihitung langsung dengan persamaan  $q = q_c/40$  sehingga nilai daya dukung ijin tanah ( $q$ ) :  
 $q = 60/40 = 1.50 \text{ kg/cm}^2$

Tipe pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak diletakan pada kedalaman 3.0 m dari muka tanah.

## C. Jenis dan sumber data

### 1. Jenis Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif dan kuantitatif.

- Data Kuantitatif adalah data-data berupa angka yang diambil berdasarkan kenyataan yang ada di lokasi penelitian.
- Data Kualitatif adalah data-data yang diperoleh dari buku-buku yang berhubungan dengan daya dukung pondasi foot plat.

### 2. Sumber Data

Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar – dasar pembahasan dari suatu proyek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data – data yang akan dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut.

Data – data yang diperlukan pada penelitian dengan judul “Analisis Daya Dukung Pondasi Foot Plat Pada Gedung Rawat Inap RSUD Baa kabupaten Rote Ndao” terbagi menjadi 2 yaitu :

- Data Primer
- Data Sekunder

### a) Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan untuk dijadikan data dasar, namun dapat juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survey wawancara kepada kontraktor maupun konsultan. Dari pengamatan dan survey di lapangan didapat data-data sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Bangunan

- Lokasi : Gedung Rawat Inap RSUD Baa Kabupaten Rote Ndao
- Sumber : pengamatan dan survey di lapangan
- Fungsi :
  - Mengetahui fungsi dan jenis bangunan
  - Mengetahui Jumlah tiap lantai Bangunan

#### 2. Data Spesifikasi Bahan

- Lokasi : Gedung Rawat Inap RSUD Baa Kabupaten Rote Ndao
- Sumber : pengamatan dan survey di lapangan
- Fungsi :
  - Mengetahui mutu bahan beton yang digunakan
  - Mengetahui mutu bahan baja (tulangan utama dan tulangan sengkang) yang digunakan

### b) Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari beberapa Instansi terkait, yang meliputi Data Tanah dan Data Gambar Struktur. Data – data tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Data Tanah

- Sumber : RSUD Ba'a.
- Fungsi : untuk mengidentifikasi jenis dan struktur tanah sehingga bisa

didapatkan hasil  
hitungan Daya  
Dukung Tanah.

## 2. Data Gambar Kerja

- Sumber : Gedung Rawat Inap RSUD Ba'a.
- Fungsi :

- Mengetahui denah situasi dan detail-detail gambar kolom, balok dan pondasi foot plat.
- Mengetahui dimensi Pondasi Foot Plat seperti panjang, lebar dan kedalaman pondasi
- Mengetahui tebal pondasi
- Mengetahui tebal pelat lantai
- Mengetahui dimensi kolom seperti panjang dan lebar kolom
- Mengetahui posisi kolom (Kolom dalam = 40, kolom Tepi

= 30, kolom sudut = 20)

- Mengetahui besi tulangan yang dipakai
- Mengetahui selimut beton

## D. Teknik Pengumpulan Data

Dari uraian data yang diperlukan maka dapat ditentukan metode pengumpulan data yang akan dilaksanakan. Adapun metode pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut :

- Metode Observasi  
Yaitu pengumpulan data melalui peninjauan dan pengamatan langsung dilapangan
- Metode Dokumentasi  
Yaitu pengumpulan data dengan data-data dari hasil penyelidikan, penelitian, tes atau uji laboratorium, pedoman, bahan acuan, maupun standar yang diperlukan dalam perencanaan bangunan melalui perpustakaan ataupun instansi-instansi pemerintah yang terkait.
- Metode Wawancara  
Yaitu pengumpulan data dengan cara mewawancarai langsung pihak-pihak yang terkait.

Setelah diperoleh data yang diperlukan, maka selanjutnya dapat dilakukan proses perhitungan.

## E. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Setelah data-data yang diperlukan terkumpul, dapat dilakukan proses perhitungan daya dukung pondasi foot plat dan analisis terhadap struktur pada pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Baa yaitu

### 1. Menganalisis data beban (Pu dan Mu)

- Data yang dibutuhkan adalah gambar stuktur yang bertujuan untuk mengetahui dimensi kolom dan balok, tebal pelat lantai, dan denah rencana pondasi foot plat.
- Analisa struktur portal kolom menggunakan Program SAP2000 sesuai dengan data gambar denah rencana kolom pondasi foot plat.
- analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**
- Mengetahui hasil perhitungan beban aksial (Pu) dan momen (Mu) dari analisa struktur portal kolom akibat beban mati dan beban hidup dengan menggunakan program SAP2000 (*lihat Langkah-langkah menginput data dalam SAP2000 halaman 21 s.d 23*)

### 2. Menghitung daya dukung tanah ( $\bar{\sigma}_t$ )

- untuk mengetahui hasil hitungan daya dukung ijin tanah ( $\bar{\sigma}_t$ ) diambil berdasarkan analisa dari konsultan Perencana

### 3. Menganalisis pondasi foot plat

#### 1. Menghitung tegangan tanah

- Mengetahui hasil perhitungan tegangan tanah maksimum ( $\sigma_{maks}$ ) dan tegangan tanah minimum ( $\sigma_{min}$ ) dengan menggunakan program komputer *Spread Footing Design For Windows V.1.0* diambil berdasarkan analisa dari konsultan Perencana

#### 2. Kontrol gaya geser dan penulangan pondasi

- a. Data yang dibutuhkan adalah data gambar struktur yang bertujuan untuk mengetahui dimensi kolom (b x h), posisi kolom (as), selimut beton (sb), dan tulangan besi yang dipakai (D), dimensi pondasi (B x L) dan tebal pondasi ( $h_f$ ).
- b. Data yang dibutuhkan adalah data Spesifikasi Bahan yang bertujuan untuk mengetahui mutu beton dan mutu baja yang digunakan.

- c. Konversi mutu beton K ke kuat tekan beton ( $f_c'$ ) (*lihat rumus pers. 1.2 halaman 7*)
- d. Konversi mutu baja (tulangan utama dan sengkang) ke tegangan leleh ( $f_y$ ) (*lihat tabel 1 halaman 7*)
- e. Hasil perhitungan tegangan tanah ( $\sigma_{maks}$  dan  $\sigma_{min}$ ) seperti no 3.1 diatas

### 3. Kontrol kuat geser 1 arah

- Menghitung jarak antara tepi serat beton tarik ke pusat berat tulangan tarik ( $d_s$ )  
 $d_s = s_b + D/2$
- Menghitung tebal efektif pondasi ( $d$ )  
 $d = h_f - d_s$
- Menghitung jarak dari area bidang yang menerima tekanan ke atas dari tanah ( $a$ )  
 $a = \frac{L}{2} - \frac{b}{h}$
- Menghitung tegangan tanah sejarak “a” dari tepi pondasi ( $\sigma_a$ ) (*lihat rumus persamaan 1.4b halaman 13*)
- Menghitung gaya tekan ke atas dari tanah ( $V_u$ ) (*lihat rumus persamaan 1.4a halaman 13*)
- Menghitung gaya geser yang dapat ditahan beton ( $V_c$ ) (*lihat*

*rumus persamaan 1.4c halaman 13*)

- Jika hasil perhitungan  $V_u$  dan  $V_c$  maka menghitung cek kekuatan beton terhadap gaya geser 1 arah. (*lihat rumus persamaan 1.5 halaman 13*)

### 4. Kontrol kuat geser 2 arah

- Menghitung nilai  $(b+d)$  dan  $(h+d)$
- Menghitung gaya tekan ke atas (gaya geser pons) ( $V_u$ ) (*Lihat rumus persamaan 1.6 halaman 14*)
- Menghitung rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom, daerah beban terpusat, atau daerah reaksi ( $\beta_c$ )  
 $\beta_c = h_k / b_k$
- Menghitung keliling dari penampang kritis pada pondasi ( $b_o$ )  
 $b_o = 2 \cdot \{(b + d) + (h + d)\}$
- Menghitung gaya geser yang ditahan beton ( $V_c$ ) (*lihat rumus persamaan 1.7a s.d 1.7c halaman 14*)
- Jika hasil perhitungan  $V_u$  dan  $V_c$  maka menghitung cek kekuatan beton terhadap gaya geser 2 arah (*lihat rumus persamaan 1.5 halaman 13*)

## 5. Menghitung tulangan pondasi

- Menghitung jarak antara tepi serat beton tarik ke pusat berat tulangan tarik ( $d_s$ )

$$d_s = sb + D + \left(\frac{1}{2} \times D\right)$$

- Menghitung tebal efektif pondasi ( $d$ )

$$d = h_f - d_s$$

- Menghitung jarak dari area bidang yang menerima tekanan ke atas dari tanah ( $x$ )

$$x = \frac{L}{2} - \frac{h}{2}$$

- Menghitung tegangan tanah sejarak “ $x$ ” dari tepi pondasi ( $\sigma_x$ ) (*lihat rumus persamaan 1.8a halaman 15*)

- Menghitung momen yang terjadi pada pondasi ( $M_u$ ) (*lihat rumus persamaan 1.8b halaman 15*)

- Menghitung faktor momen pikul  $K$  dan  $K_{maks}$  (*lihat rumus persamaan 1.9a s.d 1.9c halaman 15*)

- Menghitung tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen ( $a$ ) (*lihat rumus persamaan 1.10 halaman 16*)

- Menghitung Luas tulangan ( $A_{s,u}$ ) (*lihat rumus persamaan 1.11a s.d 1.11c halaman 16*)

- Menghitung jarak tulangan ( $s$ ) (*lihat rumus persamaan 1.12a dan 1.12b halaman 16*)

- Menghitung panjang penyaluran tegangan tulangan ( $\lambda_d$ )

- Masukkan nilai sesuai petunjuk yang ada di peraturan SNI 03-2847–2002

$\alpha = 1,0$  (beton segar dibawah tulangan hanya  $75 \text{ mm} < 300 \text{ mm}$ )

$\beta = 1,0$  (jika tulangan tanpa pelapis epoksi  $\alpha \cdot \beta = 1 < 1,7$  (okey)

$\gamma = 0,8$  (digunakan tulangan D)

$\lambda = 1,0$  (digunakan beton normal)

$c = 75 \text{ mm}$  ( $< s = 230 \text{ mm}$ )

$K_{tr} = 0$  (untuk penyederhanaan: Pasal 14.2.4 SNI 03-2847–2002)

- Menghitung panjang penyaluran tegangan ( $\lambda_d$ ) (*lihat rumus persamaan 1.19 dan 1.20 halaman 17*)

## 6. Mengontrol kuat dukung pondasi (*lihat rumus persamaan 1.21 halaman 18*)

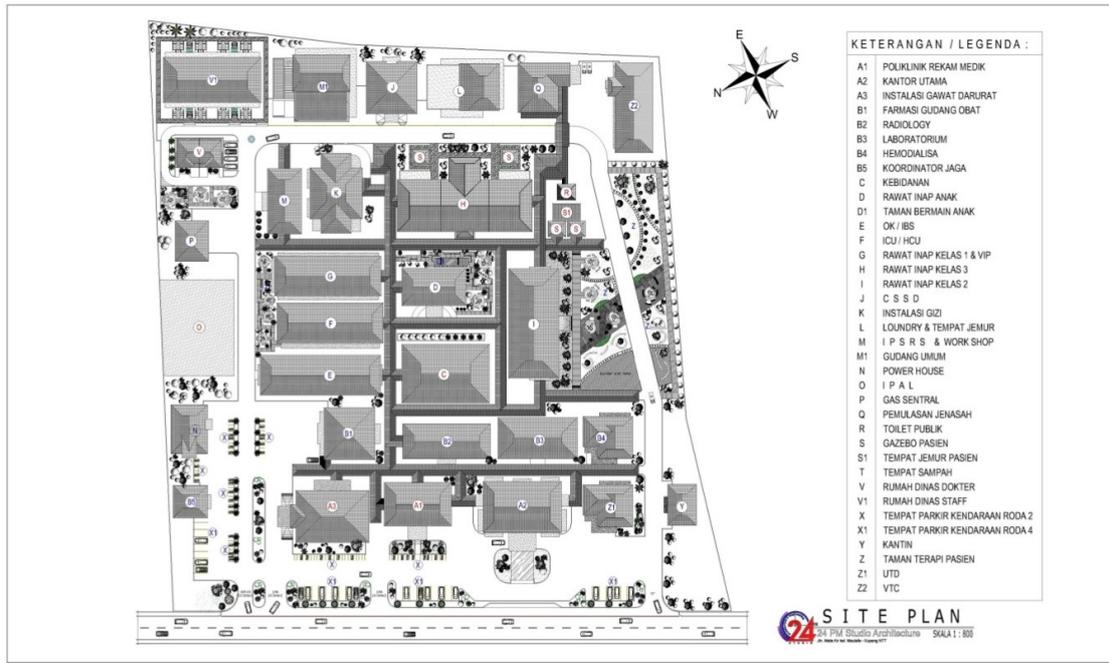
**IV. PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA**

**A. Pembahasan**

**1. Hasil Penelitian**

Gedung yang menjadi objek penelitian dalam skripsi ini berada di

Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Baa Kabupaten Rote Ndao (lihat Gambar 4.1), yaitu Gedung Rawat Inap Rumah Sakit Umum Daerah Baa.



Sumber : data proyek pembangunan Gedung RSUD Baa.

Gambar 4.1. Site Plan Gedung RSUD Baa

Lokasi proyek pembangunan Gedung Rawat Inap Rumah Sakit Umum Daerah Baa di JL. Baa – Busalangga Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote Ndao. Dimana letak gedung dibatasi oleh :

- Sebelah Utara : Jalan Lingkungan
- Sebelah Barat : Bangunan IGD
- Sebelah Selatan : Bangunan Bangsa Dewasa

Sebelah timur : Rumah Dinas Perawat

Untuk mendapatkan data-data spesifikasi bangunan dan data spesifikasi bahan pada daerah penelitian, maka sudah dilakukan pengamatan dan survey yang hasilnya adalah

- a. Data Spesifikasi Bangunan
  - Jenis Bangunan : Konstruksi Struktur Beton Bertulang

- Fungsi Bangunan :  
Tempat Perawatan Pasien kritis
- Tinggi Bangunan : 12  
Meter
- Jumlah Lantai : 2
- Luas Lantai 1 :  
205 M<sup>2</sup>
- Luas lantai 2 :  
205 M<sup>2</sup>
- Total Luas Lantai :  
410 M<sup>2</sup>
- Konstruksi atap :  
Konstruksi Kuda-kuda Baja Ringan dengan Penutup Atap Genteng Metal Multi Roof

b. Bahan Utama Bangunan

1. Mutu Beton K-250 ( $f_c' = 20.7$  MPa), yang digunakan pada semua elemen struktur utama seperti : pondasi, kolom, balok, pelat, sloof utama, dan ring-balok utama
2. Baja Ringan untuk struktur rangka atap
3. Dinding Pengisi, sebagian dari pasangan batu bata dan sebagian dari dinding partisi (bahan: rangka kayu dilapisi multi-pleks)
4. Multi Roof sebagai penutup atap.
5. Plafon dari gypsum yang topang/diikat oleh rangka aluminium

## B. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) data yaitu :

1. Analisis data pembebanan
2. Analisis data daya dukung tanah
3. Analisis data pondasi foot plat

### a) Analisis Data Pembebanan

Sistem struktur yang digunakan pada bangunan ini adalah sistem struktur rangka ruang (terbuka). Dalam sistem ini seluruh elemen bangunan dalam arah horizontal, vertikal maupun diagonal bekerja sebagai satu-kesatuan dalam menerima dan meneruskan beban-beban yang bekerja.

## A. Permodelan Struktur 3D

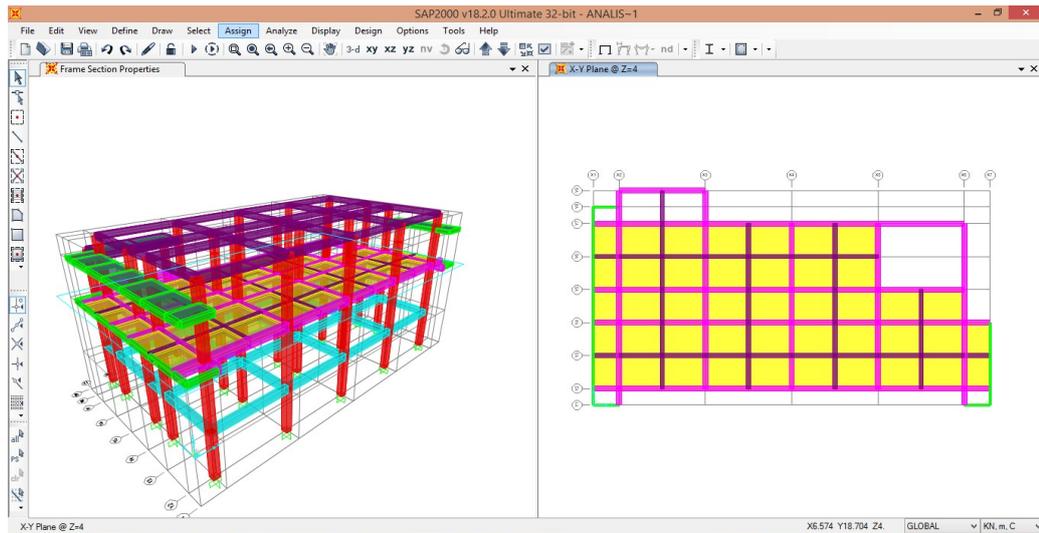
Dimensi dari elemen struktur yang digunakan untuk permodelan sebagai disain awal :

- a. Kolom uk. 40x40 cm (Beton Bertulang)
- b. Sloof Struktur uk. 30x50 cm (Beton Bertulang)
- c. Balok Induk uk. 30x50 cm (Beton Bertulang)

- d. Balok Anak uk 25x40 cm dan 20x30 cm (Beton Bertulang)
- e. Plat lantai dimodelkan dengan pembebanan disesuaikan dengan fungsi dari ruang dimana plat tersebut berada.

Tebal plat lantai sebesar 12 cm dan plat atap digunakan tebal 10 cm. permodelan plat lantai dan atap dapat dilihat pada gambar berikut:

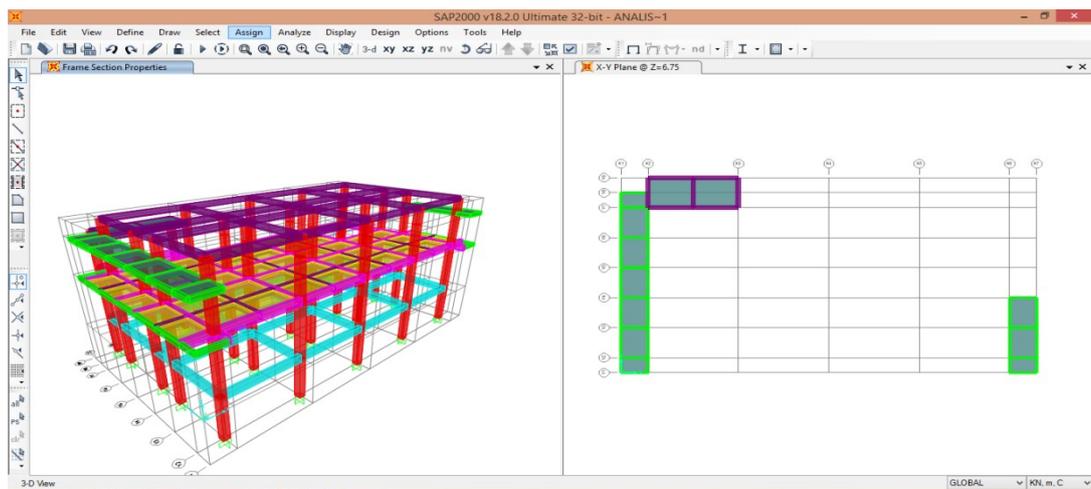
1. Warna pada model tebal pelat lantai = 12 cm



Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program "SAP2000"

Gambar 4.2. warna model pelat lantai t = 12 cm

2. Warna pada model tebal pelat atap = 10 cm



Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program "SAP2000"

Gambar 4.3. warna model pelat atap t = 10 cm

Warna pada model plat menggambarkan besaran beban yang disesuaikan dengan fungsi ruang dimana plat itu berada.

### **B. Jenis Pembebanan**

Jenis jenis beban yang diperhitungkan adalah:

1. Beban mati akibat berat sendiri elemen bangunan
2. Beban hidup
3. Beban gempa

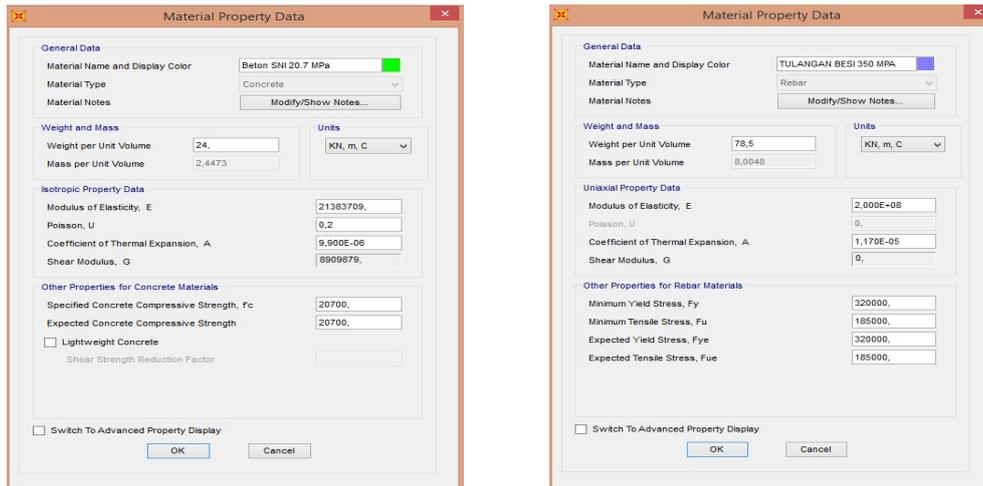
Besaran beban mati dan beban hidup mengikuti ketentuan yang termuat di dalam Peraturan Muatan Indonesia tahun 1983. Sedangkan beban gempa mengikuti Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung 2002 (SNI 03-1726-2002).

#### **1. Beban Mati (D)**

Berat sendiri struktur dihitung secara otomatis oleh program komputer SAP2000 kecuali beban

mati akibat berat penutup atap (seng) dan gording, tembok, plafon, dan spesi serta keramik dihitung secara terpisah dan dimasukkan sebagai beban mati tambahan baik sebagai beban merata pada lantai maupun sebagai beban garis pada balok.

- a. Pembebanan balok (Balok Ring, Balok anak, balok induk dan balok sloof) dan kolom yang dihitung secara dengan program komputer "SAP2000". Misalnya dimensi ukuran balok, kolom, dan pelat digunakan jenis material yang dipakai untuk mendefinisikan spesifikasi material pada program SAP2000 sesuai dengan peraturan **Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (DPU, 1983)** dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program “SAP2000”

Gambar 4.4. Spesifikasi material yang digunakan

Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa seluruh elemen bangunan yang sesuai dengan jenis material yang digunakan berpengaruh pada analisis pembebanan pada struktur balok, kolom, dan pelat yang berjalan secara otomatis sendiri oleh program komputer SAP2000. **Pembebanan Pada Kolom dan Balok**

Beban yang bekerja pada kolom lantai 1 diakumulasikan dengan beban-beban yang bekerja pada kolom lantai 2. Hal ini dilakukan agar dimensi kolom lantai 1 tidak lebih kecil dari dimensi kolom pada lantai 2. Perhitungan pembebanan pada kolom adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat Beton Bertulang} = 2400 \text{ kg/m}^2 = 24 \text{ kN/m}^2$$

1) Pembebanan balok Atap ELV +8.00

$$\begin{aligned} \text{a. Balok } 25 \times 40 &= 0.25 \times 0.4 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 &= 2.4 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Balok } 15 \times 20 &= 0.15 \times 0.20 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 &= 0.72 \text{ kN/m}^2 + \\ & &= 3.12 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Pembebanan kolom dan balok Lantai ELV +6.75

$$\begin{aligned} \text{a. Kolom uk. } 15 \times 15 \text{ cm} &= 0.15 \times 0.15 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 = 0.54 \text{ kN/m}^2 \\ \text{b. Balok } 15 \times 30 \text{ cm} &= 0.30 \times 0.15 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 = 1.08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Pembebanan kolom dan balok Lantai 2

$$\begin{aligned} \text{a. Kolom uk. } 40 \times 40 \text{ cm} &= 0.40 \times 0.40 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 = 3.84 \text{ kN/m}^2 \\ \text{b. Balok } 30 \times 50 \text{ cm} &= 0.30 \times 0.50 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 = 3.60 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok } 15 \times 30 \text{ cm} &= 0.15 \times 0.30 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2 = 1.08 \text{ kN/m}^2 + \\ &= 4.68 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

4) Pembebanan Kolom dan balok Lantai 1

a. Kolom uk. 40 x 40 cm = 0.40 x 0.40 m x 24 kN/m<sup>2</sup> = 3.84 kN/m<sup>2</sup>

b. Balok 30 x 50 cm = 0.30 x 0.50 m x 24 kN/m<sup>2</sup> = 3.60 kN/m<sup>2</sup>

Balok 15 x 20 cm = 0.15 x 0.20 m x 24 kN/m<sup>2</sup> = 0.72 kN/m<sup>2</sup> +  
= 4.32 kN/m<sup>2</sup>

b. Pembebanan Pelat Lantai t = 12 cm

- Tegel Keramik (10 mm) = 0.01 m x 24 kg/m<sup>2</sup> = 0.24 kg/m<sup>2</sup>

- Spesi (20mm) = 0.02 m x 21 kg/m<sup>2</sup> = 0.42 kg/m<sup>2</sup>

- Berat Plafond = 18 kg/m<sup>2</sup> +

$$\begin{aligned} D_{\text{pelatlantai}} &= 18.66 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.1866 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Pembebanan Pelat Atap t = 10 cm

- Spesi (20mm) = 0.02 m x 21 kg/m<sup>2</sup> = 0.42 kg/m<sup>2</sup>

- Berat Plafond = 18 kg/m<sup>2</sup> +

$$\begin{aligned} D_{\text{pelatatap}} &= 18.42 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.1842 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

d. Pembebanan Dinding

- Beban Dinding Lantai 1 = 3 m x 250 kg/m<sup>2</sup> = 750 kg/m<sup>2</sup>  
= 7.50 kN/m<sup>2</sup>

- Beban Dinding Lantai 2 = 4 m x 250 kg/m<sup>2</sup> = 1000 kg/m<sup>2</sup>  
= 10 kN/m<sup>2</sup>

- Beban Dinding Lantai ELV +6.75 = 2.75 m x 250 kg/m<sup>2</sup> = 687.5 kg/m<sup>2</sup>  
= 6.875 kN/m<sup>2</sup>

- Beban Dinding Lantai ELV +8.00 = 4 m x 250 kg/m<sup>2</sup> = 1000 kg/m<sup>2</sup>  
= 10 kN/m<sup>2</sup>

2. Beban hidup (L)

bangunan kantor. beban hidup yang diperhitungkan adalah:

Beban hidup merupakan beban yang timbul akibat aktivitas yang terjadi pada bangunan. Sebagai

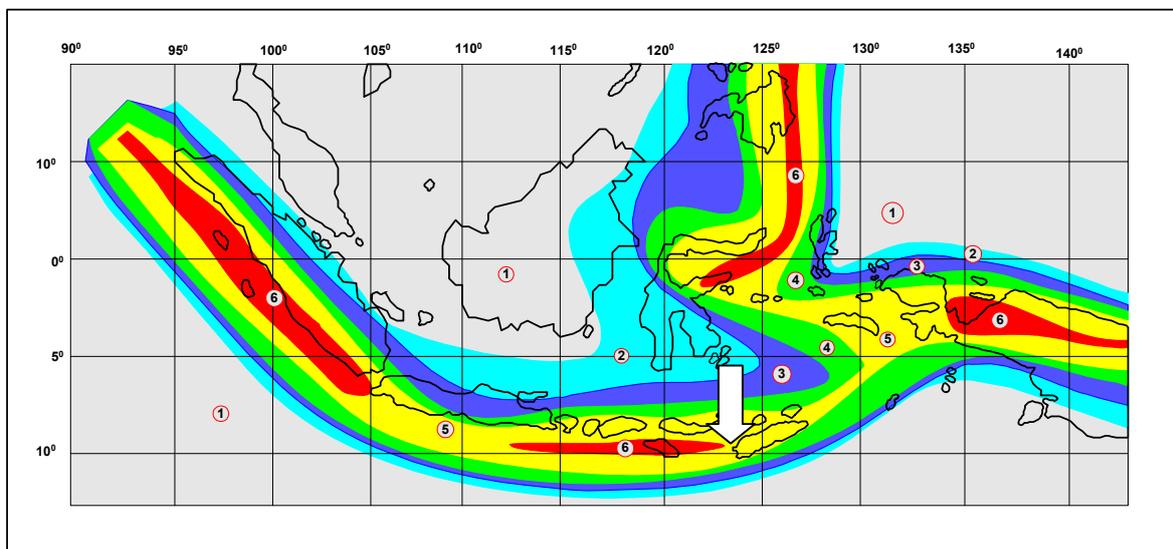
Beban Pelat lantai atap + berat manusia =  $100 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ kN/m}^2$

Beban Pelat lantai + berat manusia =  $250 \text{ kg/m}^2 = 2.5 \text{ kN/m}^2$

### 3. Beban gempa

Beban gempa dihitung berdasarkan ketentuan Peraturan

Gempa 2002 (SNI 03 – 1726 – 2002), di mana kota Ba'a masuk dalam Zona Gempa 5 seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.5, di mana zona 1 merupakan wilayah dengan tingkat intensitas gempa terendah dan zona 6 merupakan wilayah dengan tingkat intensitas gempa tertinggi.



Gambar 4.5 Peta Wilayah Gempa Indonesia

Koefisien gempa rencana untuk masing-masing zona gempa tersebut ditunjukkan dalam gambar 4.5. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai koefisien gempa tergantung dari kondisi tanah yang berada di bawah bangunan.

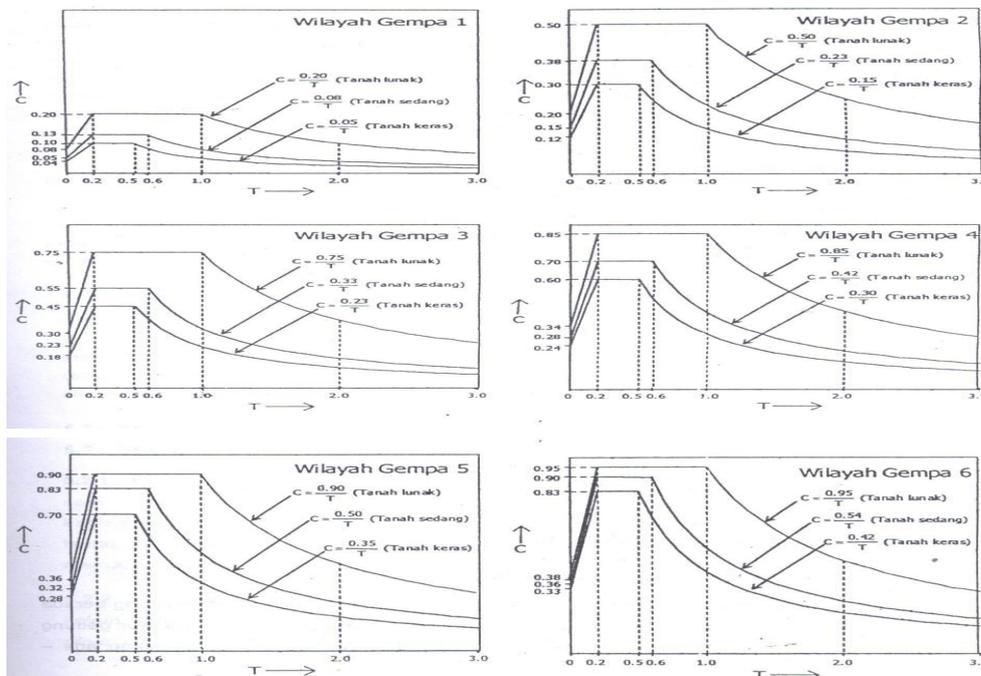
Berbeda dengan peraturan gempa 1983 yang membagi tanah atas dua klasifikasi (tanah lunak dan tanah keras, dalam peraturan gempa 2002 tanah dasar dibagi dalam tiga kelompok utama.

Tabel-4.1 Jenis-Jenis Tanah

Jenis Tanah	Kecepatan Rambat Gelombang Geser Tanah Rata-Rata vs (m/det)	Nilai Hasil Test Penetrasi standart Rata-Rata (N)	Kuat Geser Rata-Rata Su (kPa)
Tanah Keras	$\geq 350$	$\geq 50$	$\geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq V_s < 350$	$15 \leq N < 50$	$50 \leq S_u < 100$
Tanah Lunak	$< 175$	$< 15$	$< 50$
	atau, setiap profil tanah lunak yang tebal totalnya lebih dari 3m dengan $PI > 20$ , $w_n \geq 40\%$ dan $S_u < 25 \text{ kPa}$		
Tanah Khusus	Diperlukan evaluasi khusus disetiap lokasi		

Menurut peraturan gempa Indonesia tahun 2002 jenis tanah ditetapkan sebagai tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras

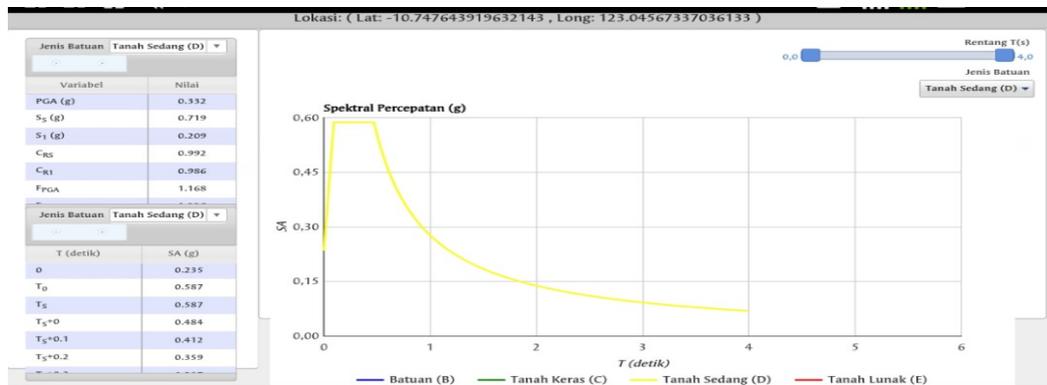
apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 meter paling atas memenuhi syarat-syarat yang ditentukan dalam tabel 4-1.



Gambar 4.6 Koefisien Gempa Rencana Untuk masing-masing Zona

Berdasarkan data kondisi tanah yang disampaikan dalam tabel diatas dan hasil penyelidikan tanah,

disimpulkan bahwa jenis tanah yang berada di bawah bangunan ini adalah **Tanah Sedang**



Sumber : [puskim.go.id](http://puskim.go.id)

Gambar 4.6. Grafik Spektrum Respons (SNI 03 – 1726 – 2012)

Namun sekarang di sini SNI 2012 menentukan Periode pendek (S<sub>s</sub>) dan Periode 1 detik (S<sub>1</sub>) dengan peta gempa wilayah Indonesia yang terletak di lokasi RSUD Baa diambil dari [Puskim.go.id](http://Puskim.go.id) adalah

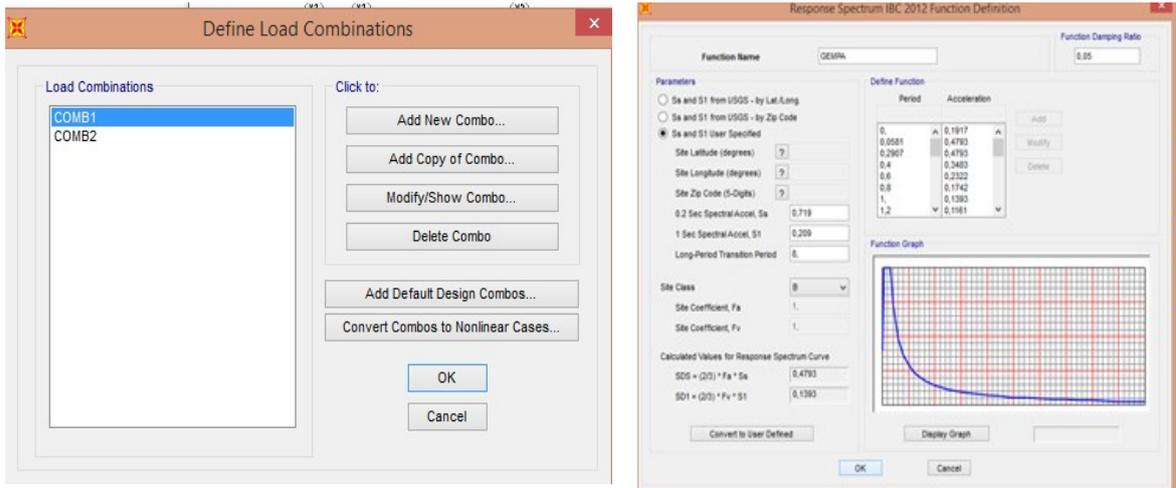
$$S_s = 0.719$$

$$S_1 = 0.209$$

### C. Kombinasi Pembebanan

Struktur bangunan harus mampu untuk menerima atau memikul berbagai macam pembebanan (*Load combination*) yang harus diperhitungkan sesuai dengan tabel 1.3 halaman 21 untuk mendefinsikan kombinasi pembebanan yang ada pada program SAP2000 dapat dilihat gambar 4.7.

Dari gambar 4.6 menunjukkan bahwa letak posisi struktur yang akan dianalisis berada di RSUD Baa untuk menentukan karakteristik tanah setempat dan mengetahui angka S<sub>s</sub> dan S<sub>1</sub> yang digunakan pada peta wilayah Gempa Indonesia yang terdapat dibagian akhir SNI 1726:2012 untuk menginputkan beban gempa dalam bentuk respon spectrum pada program SAP2000 dapat dilihat gambar 4.7 untuk mendapat hasil analisis yang akan ditampilkan struktur gaya-gaya dalam pada kombinasi dimana sudah terdapat beban gempa.



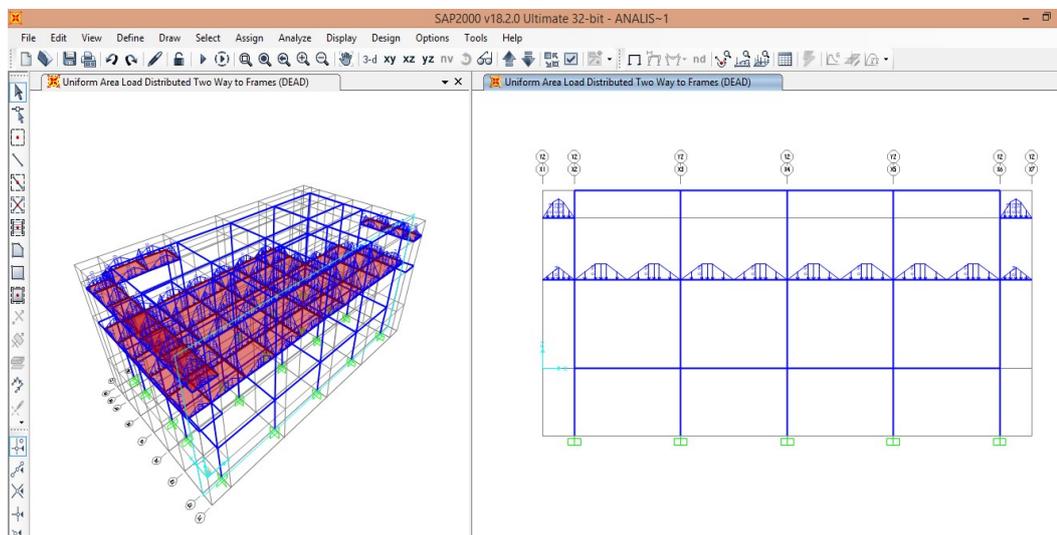
Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program “SAP2000”

Gambar 4.7. Kombinasi Pembebanan

#### D. Penentuan beban-beban yang bekerja

- Sistem pembebanan pada garis balok yang menerima beban mati tambahan lantai = 0.1866 kN/m<sup>2</sup> sedangkan pada garis

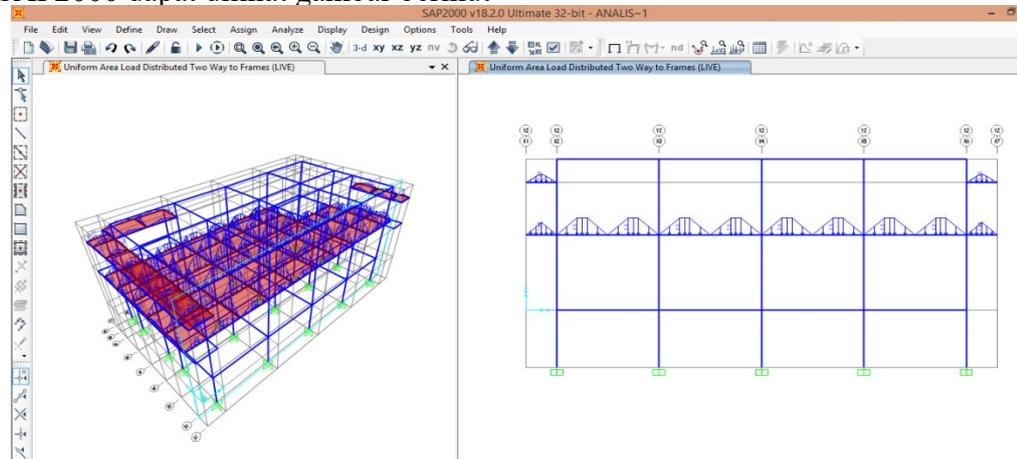
balok yang menerima beban mati pada lantai atap = 0.1842 kN/m<sup>2</sup> dengan metode ampelop (beban segitiga/trapesium) Pada program SAP2000 dapat dilihat gambar berikut



Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program “SAP2000”

Gambar 4.8. Beban mati tambahan Lantai

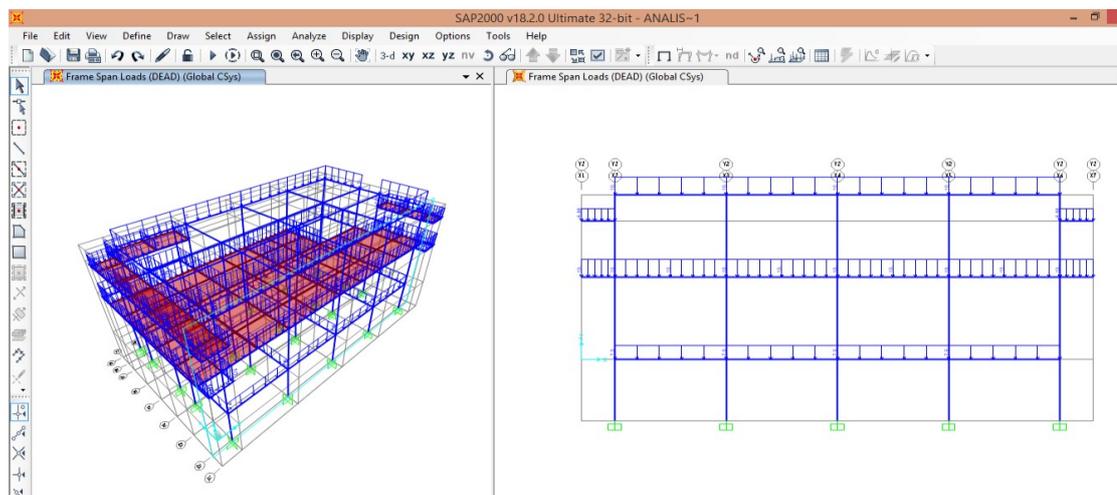
- Sistem pembebanan pada garis balok yang menerima beban hidup lantai =  $2.5 \text{ kN/m}^2$  sedangkan pada garis balok yang menerima beban hidup pada lantai atap =  $1 \text{ kN/m}^2$  dengan metode ampelop (beban segitiga/trapesium) Pada program SAP2000 dapat dilihat gambar berikut



Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program "SAP2000"

Gambar 4.9. Beban hidup tambahan Lantai

- Sistem pembebanan pada garis balok yang menerima beban mati dinding pada program SAP2000 dapat dilihat gambar berikut



Sumber : Analisis data struktur Gedung dengan program "SAP2000"

Gambar 4.10. Beban mati Dinding

## E. Hasil Analisis Stuktur

Proses analisis struktur merupakan proses untuk mengetahui gaya dalam seperti momen, normal, geser, dan lain-lain serta lendutan yang timbul. Untuk melihat data struktur dan

hasil analisis gaya-gaya dalam kolom dalam bentuk tabel dapat dilihat pada lampiran I.

Jadi, Dalam skripsi ini penulis pilih satu batang frame pada ujung bawah struktur portal kolom dengan beton bertulang akibat

tinjauan kombinasi beban mati dan beban hidup ( $U = 1.2D + 1.6L$ ) dapat dilihat pada tabel terlampirkan adalah

$P_{u,k} = 530.642 \text{ kN}$   
 $M_{u,k} = 14.454 \text{ kNm}$ .

#### 4.2.2. Analisis Data Daya Dukung Tanah

Nilai daya dukung tanah dilihat dari besaran *cone resistance* ( $q_c$ ) hasil sondir. Dari 4 (empat) titik sondir nilai  $q_c$  pada kedalaman 2.0 – 3.0 m (kedalaman ideal pondasi dangkal) berkisar antara 28 – 270  $\text{kg/cm}^2$ . Untuk keperluan disain pondasi  $q_c$  diambil 60  $\text{kg/cm}^2$ . Daya dukung ijin tanah ( $q$ ) dihitung langsung dengan persamaan  $q = q_c/40$  sehingga nilai daya dukung ijin tanah ( $q$ ) :

$$q = 60/40 = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

Tipe pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak diletakan pada kedalaman 3.0 m dari muka tanah.

#### 4.2.3. Analisis Data Pondasi Foot Plat

Analisis data pondasi foot plat di analisa dengan menghitung (Tegangan Tanah, Kontrol Gaya Geser dan Penulangan Pondasi, Kontrol Kuat Dukung Pondasi)

dengan Metode Perhitungan Sebagai Berikut :

#### 1. Tegangan Tanah

Tegangan tanah dihitung secara otomatis oleh program komputer *Spread Footing Design For Windows V.1.0* dapat dilihat pada lampiran II adalah

a. Tegangan tanah maksimum ( $\sigma_{maks}$ )

$$(\sigma_{maks}) = 1.236 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_t = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

Satuan  $\text{kg/cm}^2$  harus konversi ke satuan  $\text{kN/m}^2$  adalah

$$(\sigma_{maks}) = 123.6 \text{ kN/m}^2 < \bar{\sigma}_t = 150 \text{ kN/m}^2$$

b. Tegangan tanah minimum ( $\sigma_{min}$ )

$$(\sigma_{min}) = 0.991 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_t = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

Satuan  $\text{kg/cm}^2$  harus konversi ke satuan  $\text{kN/m}^2$  adalah

$$(\sigma_{min}) = 99.1 \text{ kN/m}^2 < \bar{\sigma}_t = 150 \text{ kN/m}^2$$

#### 2. Kontrol gaya geser dan penulangan pondasi

Data-data yang diperlukan untuk membahas perhitungan kontrol gaya geser dan penulangan pondasi pada

penelitian terdiri dari dua sumber data yakni data primer dan data sekunder.

Data sekunder yang didapat dari RSUD Ba'a. Data ini meliputi data gambar struktur yang berisi dimensi kolom, posisi kolom, selimut beton, tulangan besi yang dipakai, dimensi pondasi foot plat serta tebal pondasi yang dapat dilihat pada lampiran III adalah sebagai berikut.

- Dimensi kolom (bxh)  
= 400 mm x 400 mm
- Posisi kolom (as)  
= 30
- Selimut beton (sb)  
= 25 mm
- Panjang Pondasi (B)  
= 2 m
- Lebar Pondasi (L)  
= 2 m
- Tebal pondasi ( $h_f$ )  
= 0,40 m
- Tulangan besi yang dipakai  
= D16

Dalam data primer pada penelitian ini mengacu pada spesifikasi teknis yang tertuang dalam kontrak pelaksanaan

pekerjaan Gedung Rawat Inap RSUD Baa.

- Mutu beton yang digunakan adalah Mutu beton K-250
- Mutu baja yang digunakan adalah tulangan utama U32

Dalam penelitian ini mutu beton K-250 harus konversi ke satuan Mpa karena analisis ini saling berhubungan dengan analisis mutu kuat tekan beton yang menggunakan satuan Mpa. Jadi, Konversi mutu beton K ke kuat tekan beton ( $f_c'$ ) menggunakan rumus persamaan 1.2 halaman 7 adalah

$$\begin{aligned} \text{Mutu beton, K-250} &= 250 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Kuat tekan beton } f_c' &= 0.83 \text{ K} / 10 \\ &= 0.83 \times 250 / 10 \\ &= 20.7 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Mutu baja (tulangan utama dan tulangan sengkang) U32 harus konversi ke satuan Mpa karena analisis ini saling berhubungan dengan analisis tegangan leleh yang menggunakan satuan Mpa. Jadi, Konversi mutu baja (tulangan utama dan tulangan

sengkan) ke tegangan leleh ( $f_y$ ) dapat dilihat tabel 1 halaman 7 adalah tegangan leleh ( $f_y$ ) yang dipakai adalah 350 Mpa dengan tegangan leleh karakteristik 3200 kg/cm.

## 2.1. Kontrol gaya geser

Perhitungan kuat gaya gesernya harus mempertimbangkan dua jenis berbeda yaitu kuat geser balok (geser satu sumbu) dan kuat geser pons (geser dua sumbu)

### 1. Kontrol kuat gaya geser 1 arah

- Jarak dari area bidang yang menerima tekanan ke atas dari tanah (a)

$$\begin{aligned} d_s &= s_b + D/2 \\ &= 25 + (16/2) \\ &= 33 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h_f - d_s \\ &= 400 - 33 \\ &= 367 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{L}{2} - \frac{b}{2} - d \\ &= \frac{(2 \text{ m} \times 1000)}{2} \\ &\quad - 400\text{mm}/2 - 367 \\ &= 1000 \text{ mm} - 200 \\ &\quad \text{mm} - 367 \\ &= 433 \text{ mm} \\ &= 0.433 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tegangan tanah sejarak “a” dari tipe pondasi ( $\sigma_a$ )

$$\begin{aligned} \sigma_a &= \sigma_{\min} \\ &\quad + \frac{(L - a) \cdot (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})}{L} \\ &= 99.1 + \\ &\quad \frac{(2 - 0.433) \times (123.6 - 99.1)}{2} \\ &= 118.296 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Gaya tekan ke atas dari tanah ( $V_u$ )

$$\begin{aligned} V_u &= a \cdot B \left( \frac{\sigma_{\max} + \sigma_a}{2} \right) \\ &= 0.433 \times 2 \times (123.6 \\ &\quad + 118.296) / 2 \\ &= 104.74 \text{ kN} \end{aligned}$$

- gaya geser yang dapat ditahan oleh beton ( $\phi \cdot V_c$ )

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_c &= \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot B \cdot d \\ &= 0.75 \cdot V_c \\ &= \frac{\sqrt{20,7}}{6} \times 2 \times 367 \\ V_c &= 0.75 \times \frac{\sqrt{20,7}}{6} \times 2 \times 367 \\ &= 417.43 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jadi, Kekuatan beton terhadap gaya geser 1 arah adalah  $V_u = 104.74 < V_c = 417.43 \text{ kN}$  (AMAN)

## 2. Kontrol kuat gaya geser 2 arah

Dimensi kolom  $b = 400$  mm

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b + d = 400$$

$$+ 367 = 767 \text{ mm} = 0.767 \text{ m}$$

$$h + d =$$

$$400 + 367 = 767 \text{ mm} = 0.767 \text{ m}$$

➤ Gaya tekan ke atas (gaya geser pons) ( $V_u$ )

$$V_u = \{B \cdot L - (b + d) \cdot (h + d)\} \cdot \left( \frac{\sigma_{\text{maks}} + \sigma_{\text{min}}}{2} \right)$$

$V_u$

$$= \{2.00 \times 2.00$$

$$- (0.767) \times (0.767)\} \times \left( \frac{123.6 + 99.1}{2} \right)$$

$$= \{4.00 - 0.588289\}$$

$$\times 111.35$$

$$= 379.83 \text{ kN}$$

➤ Rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom, daerah beban terpusat atau daerah reaksi ( $\beta_c$ )

$$\beta_c = h / b = 400 \text{ mm} / 400 \text{ mm} = 1.00$$

➤ Keliling dari penampang kritis pada pondasi ( $b_o$ )

$$b_o = 2 \{(b + d) + (h+d)\}$$

$$= 2 \times \{767 + 767\}$$

$$= 2 \times 1534$$

$$= 3068 \text{ mm}$$

➤ gaya geser yang dapat ditahan oleh beton ( $V_c$ )

$$V_{c1} = \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \cdot \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6}$$

$$= \left( 1$$

$$+ \frac{2}{1.00} \right) \cdot \frac{\sqrt{20.7} \times 3068 \times 367}{6}$$

$$= 2561395.231 \text{ N}$$

$$= 2561.396 \text{ kN}$$

$V_{c2}$

$$= \left( 2$$

$$+ \frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} \right) \cdot \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{12}$$

$$= \left( 2 + \frac{30 \times 367}{3068} \right) \cdot \frac{\sqrt{20.7} \times 3068 \times 367}{12}$$

$$= 2385793.276 \text{ N}$$

$$= 2385.794 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{20.7} \times 3068 \times 367 \\
&= 1707596.82 \text{ N} \\
&= 1707.597 \text{ kN}
\end{aligned}$$

dipilih  $V_c$  yang terkecil, jadi

$$V_c = 1707.597 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_c = 0.75 \times 1707.597$$

$$= 1280.698 \text{ kN}$$

Jadi, Kekuatan beton terhadap

gaya geser 2 arah adalah  $V_u =$

$$= 379.83 \text{ kN} < \phi \cdot V_c =$$

$$1280.698 \text{ kN (AMAN)}$$

## 2.2. Penulangan Pondasi

- tegangan tanah pada jarak  $x$  dari tepi pondasi

( $\sigma_x$ )

$$d_s = s_b + D + \left(\frac{1}{2} \times D\right)$$

$d_s$

$$= 25 + 16 + \left(\frac{1}{2} \times 16\right)$$

$$= 49 \text{ mm}$$

$$= 0.049 \text{ m}$$

$$d = h_f - d_s$$

$$= 400 - 49$$

$$= 351 \text{ mm}$$

$$x = \frac{L}{2} - \frac{h}{2}$$

$$x = \frac{2000}{2} - \frac{400}{2}$$

$$= 800 \text{ mm}$$

$$= 0.80 \text{ m}$$

$\sigma_x$

$$= \sigma_{\min}$$

$$+ \frac{L - x}{L} \cdot (\sigma_{\max}$$

$$- \sigma_{\min})$$

$$= 99.1$$

$$+ \frac{2 - 0.80}{2} \cdot (123.6$$

$$- 99.1)$$

$$= 113.8 \text{ kN/m}^2$$

- Momen yang terjadi pada pondasi ( $M_u$ )

$M_u$

$$= \frac{1}{2} \cdot \sigma_x \cdot X^2$$

$$+ \frac{1}{3} \cdot (\sigma_{\max} - \sigma_x) \cdot X^2$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 113.8 \times 0.64\right)$$

$$+ \left(\frac{1}{3} \times (123.6$$

$$- 113.8) \times 0.64\right)$$

$$= 38.507 \text{ kNm.}$$

- Faktor momen pikul  $K$  dan  $K_{\max}$

Syarat :  $K$  harus  $\leq$

$K_{\max}$

$$K = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2) \text{ dengan}$$

$$b = 1000 \text{ mm}, \phi = 0.8$$

$$= (38.507 \times 10^6) /$$

$$(0.8 \times 1000 \times 351^2)$$

$$= 0.3906 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
K_{maks} &= \frac{385.2 \cdot \beta_1 \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1) \cdot f_c'}{(600 + f_y)^2} \text{ dengan } \beta_1 \\
&= 0.85 \\
&= \frac{385.2 \times 0.85 \times (600 + 350 - 225 \times 0.85) \times 20.7}{(600 + 350)^2} \\
&= 5.698 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Jadi,  $K < K_{maks} = 0.3906 \text{ Mpa}$   
 $< 5.698 \text{ Mpa}$  (**memenuhi syarat**)

➤ Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (a)

$$\begin{aligned}
a &= \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0.85 \cdot f_c'}} \right) \cdot d \\
&= \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.3906}{0.85 \times 20.7}} \right) \times 351 \\
&= 7.887 \text{ mm}
\end{aligned}$$

➤ Luas Tulangan ( $A_{s,u}$ )

$$\begin{aligned}
A_{s,u1} &= \frac{0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y} \text{ dengan } b \\
&= 1000 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A_{s,u1} &= \frac{0.85 \times 20.7 \times 7.887 \times 1000}{350} \\
&= 396.49 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

Jika  $f_c' \leq 31,36 \text{ MPa}$  maka  $A_{s,u2} = 1,4 \cdot b \cdot d / f_y$

Jika  $20.7 \text{ Mpa} \leq 31,36 \text{ MPa}$  maka  $A_{s,u2} = 1,4 \times 1000 \times 351 / 350$

$$A_{s,u2} = 1404 \text{ mm}^2$$

Jika  $f_c' \leq 31,36 \text{ MPa}$  maka  $A_{s,u3} = \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d / (4 \cdot f_y)$

Jika  $20.7 \text{ Mpa} \leq 31,36 \text{ MPa}$  maka  $A_{s,u3} = \sqrt{20.7} \times 1000 \times 351 / (4 \times 350)$

$$A_{s,u3} = 1140.68 \text{ mm}^2$$

Jadi, dipilih yang terbesar adalah  **$A_{s,u} = 1404 \text{ mm}^2$**

➤ Jarak tulangan (s)

$$\begin{aligned}
s &= \frac{\left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S\right)}{A_{s,u}} \text{ dengan } S = \\
&= 1000 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$s = \frac{\left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 \times 1000\right)}{1404}$$

$$= 143.133 \text{ mm} \approx 143$$

mm

$$s \leq 2 \cdot h_f$$

$$143 \text{ mm} \leq (2 \times 400 = 800 \text{ mm})$$

$$s \leq 450 \text{ mm}$$

$$143 \text{ mm} \leq 450 \text{ mm}$$

Jadi, Dipilih yang kecil, yaitu  $s = 143 \text{ mm}$

Panjang penyaluran tegangan tulangan ( $\lambda_d$ ) :

$\lambda_d$  diperhitungkan terhadap tulangan pondasi (lebih aman).

Rumus :  $\lambda_d =$

$$\frac{9 \cdot f_y}{10 \sqrt{f_c'}} \cdot \frac{(\alpha \cdot \beta) \cdot \gamma \cdot \lambda}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b}\right)} \cdot d_b$$

Masukan nilai sesuai petunjuk yang ada di peraturan SNI 03-2847-2002

$\alpha = 1,0$  (beton segar dibawah tulangan hanya 75 mm < 300 mm)

$\beta = 1,0$  (jika tulangan tanpa pelapis epoksi  $\alpha \cdot \beta = 1 < 1,7$  (okey)

$$\gamma = 0,8$$

(digunakan tulangan D)

$$\lambda = 1,0$$

(digunakan beton normal)

$$c = 75 \text{ mm} (< s = 230 \text{ mm})$$

$$K_{tr} = 0 \text{ (untuk penyederhanaan: Pasal 14.2.4 SNI 03-2847-2002)}$$

Menghitung nilai  $(c + K_{tr})/d_b \leq 2,5$

$$= (75 + 0)/16 = 4.69 \leq 2,5$$

Jadi, dipakai  $(c + K_{tr})/d_b = 4.69$

Panjang penyaluran tegangan :

$$\lambda_d = \frac{9 \cdot f_y}{10 \sqrt{f_c'}} \cdot \frac{(\alpha \cdot \beta) \cdot \gamma \cdot \lambda}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b}\right)} \cdot d_b$$

$$\lambda_d = \frac{9 \times 350}{10 \sqrt{20.7}} \times \frac{(1 \times 1) \times 0.8 \times 1}{4.69} \times 16$$

$$= 354.48 \text{ mm}$$

Jadi, panjang penyaluran tegangan  $\lambda_d = 354.48 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$  (OK/AMAN)

Panjang tersedia ( $\lambda_i$ ) =  $B/2 - b/2 - 0.75$

$$\rightarrow 2000/2 - 400/2 - 0.75$$

$$= 799.25 \text{ mm}$$

Karena  $\lambda_t = 799.25 \text{ mm}$   
 $> \lambda_d = 354.48 \text{ mm}$  maka  
 lebar pondasi B sudah  
 cukup.

### 3. Kontrol Kuat Dukung Pondasi

$$P_u < \overline{P_u}$$

$$\overline{P_u} = \phi \times 0,85 \times f_c' \times A_1 \text{ dengan } \phi = 0.7$$

$$= 0.7 \times 0.85 \times 20.7 \times (400 \times 400 \text{ mm})$$

$$= 1970640 \text{ N}$$

$$= 1970.64 \text{ kN}$$

Jadi,  $P_u < \overline{P_u} = 530.642 \text{ kN} \leq 1970.64 \text{ kN}$  (OK/AMAN)

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang didapat dari pembahasan penulisan skripsi ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Dari hasil analisis struktur portal kolom pada Gedung Rawat Inap RSUD Baa akibat kombinasi beban mati dan hidup (1.2D + 1.6L) dengan program SAP2000 yang sesuai dengan SNI 03-2847-2002 adalah beban aksial ( $P_{u,k}$ ) = 530.642 kN dan Momen ( $M_{u,k}$ ) = 14.454 kNm.

2. Untuk mendapatkan hasil perhitungan pondasi foot plat pada Gedung Rawat Inap RSUD Baa, komponen yang dianalisis adalah :

- a. Perhitungan tegangan tanah maksimum adalah 123.6 kN/m<sup>2</sup> dan tegangan tanah minimum adalah 99.1 kN/m<sup>2</sup>, dan disimpulkan bahwa tegangan tanah maksimum dan minimum tidak melebihi dari daya dukung ijin tanah tersebut sudah aman.

- b. Dari hasil perhitungan kontrol kuat geser 1 arah adalah  $V_u = 104.74 < V_c = 417.43 \text{ kN}$  (Tekanan Geser 1 arah lebih kecil dari kekuatan Kuat Geser Pondasi Foot Plat). sedangkan hasil perhitungan kontrol kuat geser 2 arah adalah  $V_u = 379.83 \text{ kN} < V_c = 1280.698 \text{ kN}$  (Tekanan Geser 2 arah lebih kecil dari kekuatan Kuat Geser

Pondasi Foot Plat). dengan demikian disimpulkan bahwa nilai kedua jenis kuat geser ( $V_u$ ) pada pondasi foot plat tersebut masih dan mampu ditahan oleh beton Pondasi Foot Plat ( $V_c$ )

- c. Dari hasil perhitungan tulangan pondasi foot plat yang dikontrol panjang penyaluran tegangan sesuai dengan peraturan SNI 03-2847-2002 adalah  $= 354.48$  mm. ini kesimpulannya panjang penyaluran tegangan tulangan terhadap tulangan pondasi foot plat tersebut aman dari 300 mm.
- d. Dari hasil perhitungan kuat dukung pondasi foot plat pada Gedung Rawat Inap RSUD Baa adalah  $= 530.642$  kN  $\leq 1970.64$  kN maka dapat disimpulkan bahwa daya dukung

pondasi foot plat tersebut aman terhadap beban-beban yang bekerja pada struktur atas.

## B. Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan diatas, penulis memberi saran adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui nilai daya dukung ijin tanah digunakan hasil pengujian sondir karena perhitungan daya dukung pondasi foot plat lebih spesifik.
2. Dengan menganalisis kuat dukung pondasi foot plat memberikan keamanan pada struktur atas terhadap ketidakpastian hitungan yang digunakan.
3. Disarankan untuk penelitian berikut sebaiknya melakukan penelitian tentang analisis penurunan tanah pada bangunan Gedung RSUD Baa Kabupaten Rote Ndao.

## DAFTAR PUSTAKA

Asroni, Ali, 2010, *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Badan Standardisasi Nasional, 2000, *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983)*, Bandung.

Dipohusodo, Istimawan, 1996, *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Wigroho Yoso Haryanto, 2001. *Analisis & Perancangan Struktur Frame menggunakan SAP2000*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Pamugkas Anugrah, Harianti Erny, 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta : Penerbit Andi.