



## Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Ketanggungan Brebes Berbasis Program SAP2000

Aimmatul Husna<sup>1</sup>, Aji Muhammad Sholeh<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

Jl. Soekarno Hatta, Tlogosari Kulon, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 59160

DOI: <http://dx.doi.org/10.26623/teknika.v14i2.kodeartikel>

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Disubmit 13 Juli 2021

Direvisi

Disetujui

*Keywords:*

*planning upper structure; earthquake; tie beams; and foundation*

### Abstrak

Struktur atas gedung rumah sakit Ketanggungan Brebes didesain dengan mengacu pada SNI 1729-2015, SNI 2847-2013, PPURG 1987, dan SNI 1726-2019. Konstruksi gedung memiliki komponen struktur berupa atap, tangga, plat lantai, balok, kolom tie beam dan pondasi. Perencanaan struktur gedung ini dilakukan pemilihan jenis bahan material struktur yang tepat diantaranya adalah struktur baja, struktur beton, dan struktur komposit untuk mewujudkan gedung yang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada bangunan. Lokasi perencanaan berada di empat sistem tektonik aktif sehingga memiliki tingkat risiko gempa yang tinggi. Berkaitan dengan lokasi terjadinya gempa yang kuat diharapkan bangunan pusat pelayanan utama seperti rumah sakit yang penting terhadap penyelamatan pasca terjadinya gempa tidak boleh mengalami kerusakan yang berat. Tujuan dari studi ini adalah dapat merencanakan gedung tahan gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Denah perencanaan struktur berukuran 50 m x 51 m dengan 5 lantai struktur dan tinggi gedung 21 m. gaya-gaya dalam akibat beban hidup, beban mati, beban air hujan dan gempa dilakukan dengan menggunakan program SAP2000 dalam bentuk analisa portal 3 dimensi.

### Abstract

*The upper structure of Ketanggungan Brebes building hospital was designed based on SNI 1729-2015, SNI 2847-2013, PPURG 1987, dan SNI 1726-2019. Building construction has a structural component of roof, stairs, plates, beams, columns, tea beams, and foundation. Building structure is planning to select the right material such as steel structure, concrete structure, and composite structure to realize a building that is able to withstand the loads that work on building. Location of planning is located between the four active tectonics systems so it has a quite high earthquake risk. Relate of location occurrence of a strong earthquake is expected that the main service in center building such as building hospitals is very important to be rescued from the earthquake disaster that should not be broken by any several damage. The purpose of this study is to designed of earthquake resistant buildings using the Frame System of Spentific Moment Bearers (SRPMK). The floor plan of building structure size 50 m x 51 m with 4 floors high building structure and 21 m. forcing style in effect live load, dead load, rain, and earthquake is helped by SAP2000 software in the form of 3D structural analysis portal.*

## PENDAHULUAN

Rumah sakit Ketanggungan Brebes merupakan rumah sakit pertama yang dibangun di wilayah Brebes bagian barat. Layanan Kesehatan ini dijadikan solusi oleh pemerintah Brebes untuk meningkatkan sarana kesehatan di wilayah tersebut. Selain itu rumah sakit ini bertujuan untuk memberikan kemudahan pelayanan kesehatan dan juga diharapkan dapat menekan angka kematian ibu dan anak. Akhir-akhir ini jenis penyakit terus bertambah seiring berkembangnya virus (*Susanto, Charis Salim, et.al*). Sehingga, perkembangan infrastruktur juga dituntut untuk terus maju.

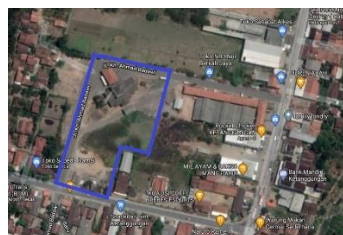
Setiap bangunan konstruksi gedung harus memiliki komponen struktur yang kuat untuk menahan beban yang diterimanya. Komponen struktur terdiri dari struktur atas berupa atap, tangga, balok dan kolom sedangkan struktur bawah berupa fondasi. Struktur atas berfungsi sebagai pendukung gaya-gaya yang bekerja pada suatu gedung. Sedangkan struktur bawah berfungsi meneruskan gaya-gaya dari struktur atas ke tanah. Sehingga komponen struktur tersebut wajib dihitung dan dianalisa berdasarkan kombinasi pembebanan dan gaya terfaktor yang sesuai (*Muda, Jenny Suwa, et.al*).

Rumah sakit merupakan bangunan publik yang memiliki faktor keamanan tinggi sehingga diperlukan perencanaan struktur yang mampu menahan gempa rencana untuk menjamin keamanan, keutuhan dan keselamatan penghuni bangunan pasca terjadinya gempa. Perencanaan atap harus memperhatikan prinsip dasar sebuah struktur yaitu kuat, presisi, cukup ringan, dan tidak *over design*. Pelat lantai, tangga, balok dan kolom dirancang dapat menahan beban mati dan beban hidup secara bersamaan sesuai kombinasi pembebanan yang terjadi di atasnya. Penggunaan mutu material beton yang digunakan dalam struktur pemikul beban gempa SRPMK.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan dimensi profil rangka atap, tangga, pelat lantai, balok, dan kolom yang mampu menahan beban pada struktur gedung yang direncanakan. Batasan masalah penelitian ini adalah perencanaan struktur gedung rumah sakit ketanggungan brebes 5 lantai. Analisa struktur yang dianalisis adalah pada atap baja dan struktur portal meliputi balok, kolom, pelat lantai dan tangga yang dianalisa menggunakan software SAP2000.

## METODE

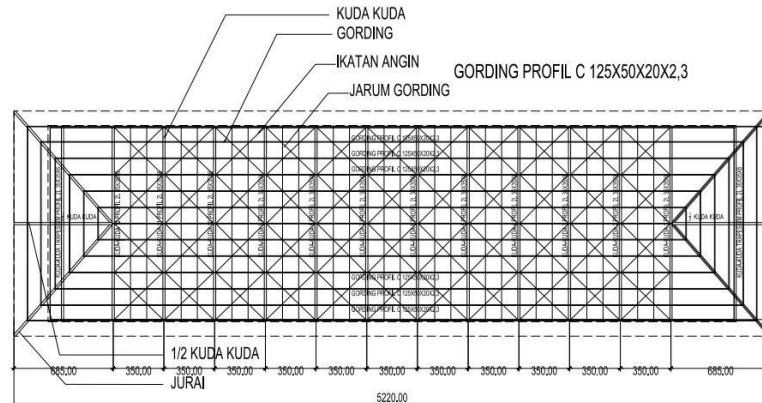
Lokasi penelitian berada di Jl. RA Kartini, Kec. Ketanggungan, Kab. Brebes, Jawa Tengah. Data yang diperlukan dalam penelitian yaitu gambar struktur, data bangunan, dan data tanah. Struktur gedung tinggi memiliki deformasi lateral yang tinggi akibat terjadinya gempa. Gempa yang tidak terprediksi merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan struktur gedung bertingkat tinggi, oleh karena itu perlu pedoman yang digunakan yaitu tata cara perencanaan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (*SNI 2847-2013*), standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung (*SNI 1726-2019*), dan pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah sakit dan gedung (*PPURG 1987*). Berdasarkan tujuan operasional, metode perencanaan atap menggunakan pedoman perencanaan atap spesifikaksi untuk bangunan gedung baja struktural (*SNI 1729-2015*).



Gambar 1. Lokasi (*Masterplan*)

Sumber: Data pribadi, 2021

Teknika 15 (1) (2020)



Gambar 2. Rencana Atap  
Sumber: Data pribadi, 2021

Tabel 1. Data Teknis Perencanaan Atap

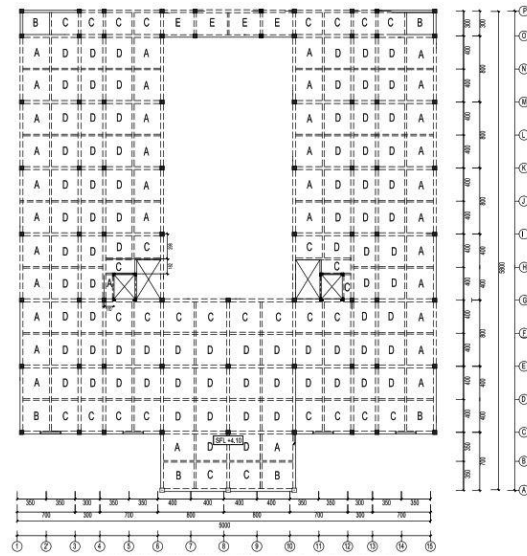
| Data Teknis           | Keterangan         |
|-----------------------|--------------------|
| Panjang bentang       | 13,55 m            |
| Panjang bangunan      | 52,20 m            |
| Jarak antar kuda-kuda | 3,5 m              |
| Kemiringan atap       | 15°                |
| Jarak antar gording   | 1,1325 m           |
| Jenis penutup atap    | Galvalum           |
| Jenis profil          | Double Angel Shape |
| Mutu baja             | BJ 37              |
| Alat sambung          | Baut ASTM A325     |

Sumber: Data pribadi, 2021

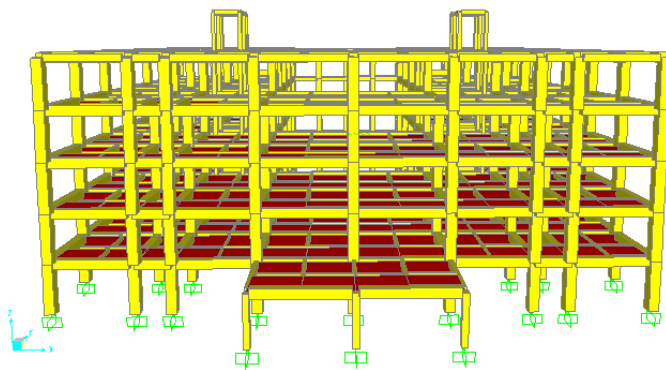
Tabel 2. Data Teknis Perencanaan Tangga

| Data Teknis         | Keterangan             |
|---------------------|------------------------|
| Tinggi antar lantai | 420 cm                 |
| Lebar tangga        | 330 cm                 |
| Lebar bordes        | 160 cm                 |
| Tebal pelat tangga  | 285 cm                 |
| Tebal pelat bordes  | 16 cm                  |
| Mutu beton          | K-250                  |
| Mutu baja           | 400 Mpa                |
| Berat jenis beton   | 2400 kg/m <sup>3</sup> |
| Tebal spesi         | 3 cm                   |

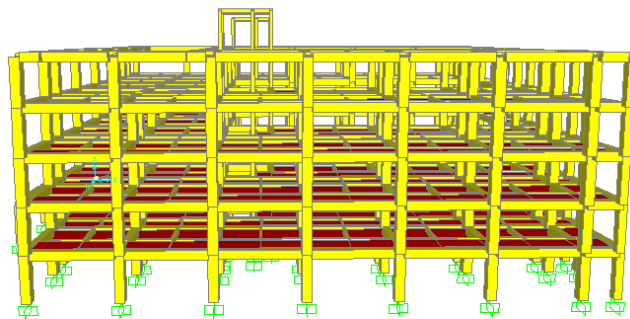
Sumber: Data pribadi, 2021



Gambar 3. Denah Pelat Lantai 2  
Sumber: Data pribadi, 2021



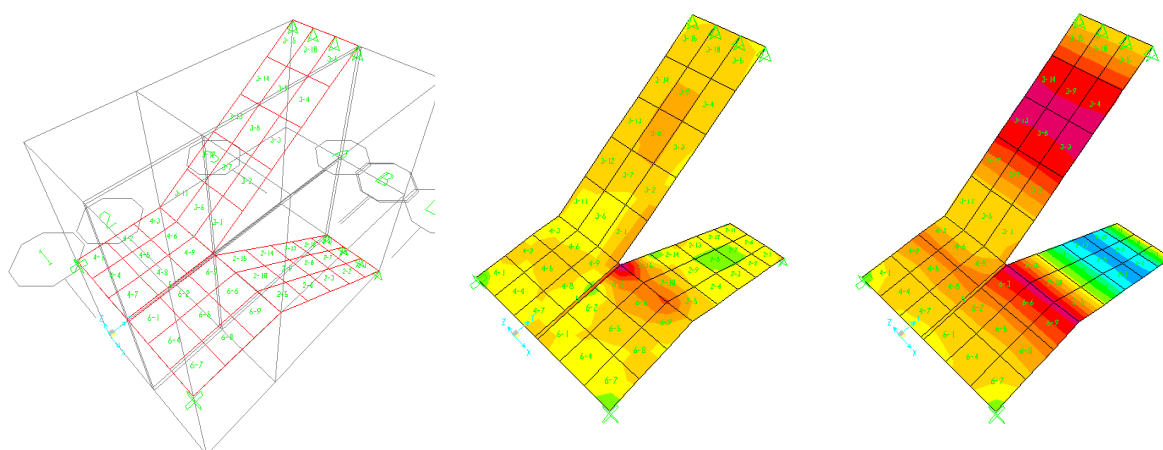
Gambar 4. Portal arah-X  
Sumber: Data pribadi, 2021



Gambar 5. Portal arah-Y  
Sumber: Data pribadi, 2021



memasukkan nilai 1 (satu) untuk *selfweight multiplier* pada saat pembebanan (*loadcase*). Tinggi optrade dan antrade tangga yang digunakan adalah 17 cm dan 30 cm. Pada perhitungan analisa struktur plat beban dimasukkan sebagai beban merata (*uniform shell*) dalam program SAP2000. Permodelan tangga, display momen M<sub>11</sub> dan M<sub>22</sub> pada program SAP2000 dapat dilihat pada gambar 8. Berdasarkan hasil dari analisa program SAP2000 didapatkan momen maksimal pada arah X dan Y yang dapat dilihat pada table 4. Tulangan pelat tangga didapatkan Ø10-150 dan tulangan bordes Ø12-150.



Gambar 8. Permodelan Analisa Struktur Tangga, display momen M<sub>11</sub>, display momen M<sub>22</sub>  
 Sumber: Data Analisis, 2021

Tabel 4. Momen Pelat Tangga dan Bordes

| Jenis pelat | Mmax (M11) Arah X    |                      | Mmax (M22) Arah Y    |                      |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|             | Momen Tumpuan (kN.m) | Momen Tumpuan (kN.m) | Momen Tumpuan (kN.m) | Momen Tumpuan (kN.m) |
| Tangga      | -8,3489              | 8,3489               | -21,5549             | 21,5549              |
| Bordes      | -8,2234              | 2,84                 | -19,6952             | 5,755                |

Sumber: Data Analisis, 2021

Pembebanan pelat lantai pada struktur ini meliputi beban hidup dan beban mati. Besarnya beban hidup pada lantai gedung rumah sakit sebesar 2,5 kN/m<sup>2</sup> dan tebal 12 cm. Pelat lantai dihitung menurut dimensi dan jumlah sisi yang terjepit pada setiap sisinya. Penulangan pelat diperoleh gaya dalam yang selanjutnya dihitung tulangan yang dipasang untuk tulangan tersebut sehingga elemen struktur mampu menahan beban yang bekerja. Sehingga didapat tulangan yang sama di setiap tipe plat, yaitu Ø10-100.

#### Pembebanan pada Portal

Gaya-gaya dalam akibat beban mati, hidup, air hujan dan gempa diperoleh dari analisa portal 3 dimensi dengan program SAP2000. Berdasarkan data tanah di lokasi pembangunan rumah sakit Ketanggungan Brebes didapatkan nilai  $N = 40/3,495 = 11,4$  (klasifikasi situs tanah lunak/SE). Penentuan simpangan antar lantai dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Jenis gedung merupakan gedung rumah sakit dengan kategori risiko IV dan struktur tidak menggunakan dinding geser. Berdasarkan tabel 20 SNI-1726-2019 didapatkan selisih antara defleksi yang ditunjukkan pada Analisa struktur dengan defleksi akibat pembesaran pada atap 52,5 m dan pada lantai 1(satu) sampai 5(lima) sebesar 52,5 m. Selanjutnya

dilakukan hasil control simpangan pada analisa struktur akibat gempa pada arah X(SPEC-X) dan analisa struktur akibat gempa dinamik arah Y(SPEC-Y).

Tabel 5. Kontrol simpangan akibat respons spektrum arah X

| Story    | Titik | $\delta$ (mm) | $\Delta i$ (mm) | $\Delta i_{ijin}$ (mm) | Keterangan |
|----------|-------|---------------|-----------------|------------------------|------------|
| Atap     | 1229  | 12,54         | 8,6515          | 52,5                   | ok         |
| lantai 5 | 111   | 10,967        | 13,3595         | 52,5                   | ok         |
| lantai 4 | 888   | 8,538         | 17,336          | 52,5                   | ok         |
| lantai 3 | 653   | 5,386         | 18,458          | 52,5                   | ok         |
| lantai 2 | 387   | 2,03          | 11,165          | 52,5                   | ok         |
| lantai 1 | 47    | 0             |                 |                        |            |

Sumber: Data Analisis, 2021

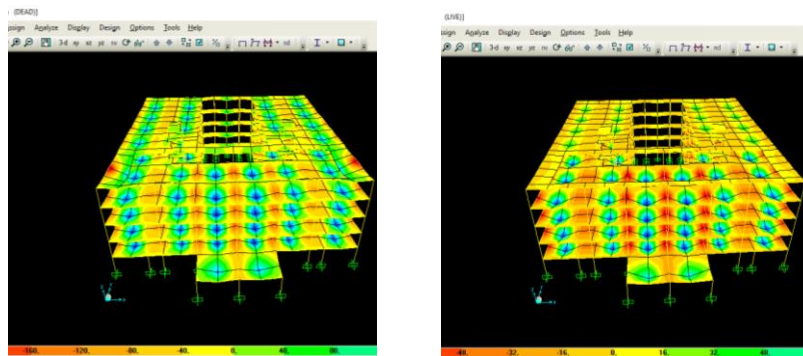
Tabel 6. Kontrol simpangan akibat respons spektrum arah Y

| Story    | Titik | $\delta$ (mm) | $\Delta i$ (mm) | $\Delta i_{ijin}$ (mm) | Keterangan |
|----------|-------|---------------|-----------------|------------------------|------------|
| Atap     | 1229  | 1,425         | 1,1935          | 52,5                   | ok         |
| lantai 5 | 111   | 1,208         | 1,5675          | 52,5                   | ok         |
| lantai 4 | 888   | 0,923         | 1,9525          | 52,5                   | ok         |
| lantai 3 | 653   | 0,568         | 1,991           | 52,5                   | ok         |
| lantai 2 | 387   | 0,206         | 1,133           | 52,5                   | ok         |
| lantai 1 | 47    | 0             |                 |                        |            |

Sumber: Data Analisis, 2021

### Perencanaan Balok Portal (balok, kolom, tie beam)

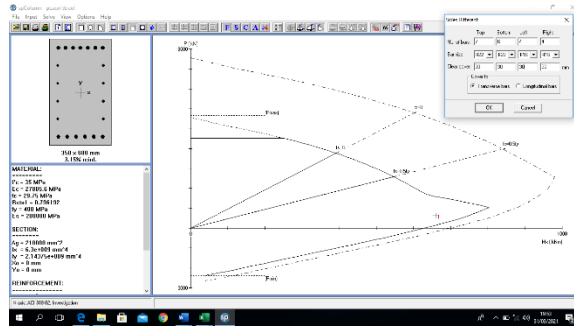
Pendimensian struktur balok digunakan acuan dengan asumsi awal 1/10 dari jarak kolom. Sedangkan pendimensian kolom dengan menyesuaikan beban yang terjadi dengan asumsi awal. Beban pada balok berupa beban dinding (batu bata merah) dan berat kuda-kuda. Desain penulangan balok menggunakan sistem ganda ditinjau berdasarkan momen, geser dan puntir terbesar. Ketentuan perhitungan penulangan balok menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Gaya-gaya dalam akibat beban mati, hidup, air hujan dan gempa diperoleh dari analisa portal 3 dimensi dengan program sap2000. Desain tie beam digunakan aplikasi sp beam dapat dilihat pada gambar 10, dilakukan dengan memasukkan asumsi dimensi dan tulangnya serta memasukkan beban yang berada di atasnya. Kemudian hasil yang di peroleh akan terdeteksi secara otomatis di aplikasi. Detail penulangan balok, kolom dan tie beam dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 9. Beban mati dan beban hidup pelat

Sumber: Data Analisis, 2021





Gambar 10. Pengecekan Tulangan Tumpuan Tie Beam dengan sP-Column

Sumber: Data Analisis, 2021

| TYPE BALOK    | BALOK B2A    |               |              | TYPE KOLOM    | KOLOM K1A    |               |              | TYPE TIE BEAM | TIE BEAM 1A  |               |              |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| DIMENSI (CM)  | 45X80        |               |              | DIMENSI (CM)  | 85X85        |               |              | DIMENSI (CM)  | 35X60        |               |              |
| POSISI        | TUMPUAN (ϕL) | LAPANGAN (ϕL) | TUMPUAN (ϕL) | POSISI        | TUMPUAN (ϕL) | LAPANGAN (ϕL) | TUMPUAN (ϕL) | POSISI        | TUMPUAN (ϕL) | LAPANGAN (ϕL) | TUMPUAN (ϕL) |
| TUL. ATAS     | 10 D25       | 6 D25         | 10 D25       | TUL. POKOK    | 20 D 22      | 20 D 22       | 20 D 22      | TUL. ATAS     | 7 D22        | 6 D22         | 7 D22        |
| TUL. BAWAH    | 6 D25        | 10 D25        | 6 D25        | TUL. SENGKANG | 4Ø16-100     | 4Ø16-150      | 4Ø16-100     | TUL. BAWAH    | 6 D22        | 7 D22         | 6 D22        |
| TUL. SENGKANG | 2Ø12-75      | 2Ø12-150      | 2Ø12-75      |               |              |               |              | TUL. SENGKANG | Ø12-100      | Ø12-150       | Ø12-100      |
| TUL. PINGGANG | 4 Ø16        | 4 Ø16         | 4 Ø16        |               |              |               |              | TUL. PINGGANG | 4 Ø16        | 4 Ø16         | 4 Ø16        |

Gambar 11. Penulangan balok, kolom dan tie beam

Sumber: Data Analisis, 2021

**Perencanaan Pondasi**

Perencanaan pondasi menggunakan data boring dan data sondir diketahui lapisan tanah di bawah perencanaan gedung ini tidak didapatkan tanah keras. Sehingga pondasi ditentukan pada kedalaman 36 meter dengan nilai rata-rata conus sebesar 80 kN/m<sup>2</sup> dan jenis tanah lempung. Berdasarkan data tersebut direncanakan menggunakan tiang pancang yang diproduksi oleh wika beton. Tiang pancang direncanakan memiliki dimensi 45x45 cm dengan kedalaman 36 meter.

Tahanan aksial tiang pancang dihitung berdasarkan kekuatan bahan, data bor tanah, hasil uji sodir, dan hasil uji SPT. Berdasarkan Analisa tersebut kemudian diambil daya dukung aksial terkecil sebagai perencanaan jumlah tiang dan konfigurasi titik tiang. Jarak antar tiang digunakan 3xdiameter kemudian dihitung daya dukung tiang kelompok dan selanjutnya perhitungan distribusi beban pada tiang.

Tabel 7. Rekap tahanan aksial tiang pancang

| No  | Uraian Tahanan Aksial Tiang Pancang     | f * P <sub>n</sub> |
|---|---|--------------------|
| 1   | Berdasarkan kekuatan bahan              | 1404,93            |
| 2   | Berdasarkan data bor tanah (Skempton)   | 1120,28            |
| 3   | Berdasarkan hasil uji sondir (Bagemann) | 774,77             |
| 4   | Berdasarkan hasil uji SPT (Meyerhoff)   | 663,12             |
| Daya dukung aksial terkecil, f * P <sub>n</sub> = |   | 663,12             |

kN

Sumber: Data analisis, 2021





- Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Jakarta.
- Bagemann, C., 1972, *The Penetrometer and Soil Exploration*, Elsevier Publishing Company.
- Bowles, J.E., 1988, *Analisis Dan Desain Pondasi (Edisi Keempat Jilid 2)*, Jakarta : PT. Gelora Aksara Pratama.
- Brinch Hansen, J., 1961, The Ultimate Resistance of Rigid Piles Against Transversal Forces, Danish Geotechnical Institute Bulletin, no.12.,p.5-9.
- Broms, B., 1964a. *The Lateral Resistance of Piles in Cohesive Soils*, Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering, ASCE, vol 90, no SM-2.
- Broms, B., 1964b. *The Lateral Resistance of Piles in Cohesive Soils*, Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering, ASCE, vol 90, no SM-3.
- Candra, Agata Iwan, Anasrudin Yusuf, Amanda Rizky F. 2018. *Studi Analisis Ddaya Dukung Pondasi Tiang pada Pembangunan Gedung LP3M Universitas Kadiri*. Jurnal CIVIL La Vol.3 No.2 September 2018.
- Crista. Ngudi Hari dan Trias Widorini. 2018. *Belajar Mandiri Membuat Struktur Rumah Dua Lantai Dengan SAP2000*. Yogyakarta : Andi.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983, *Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk Bangunan Di Indonesia*, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Djendral Tjipta Karya Lembaga Pendjili dan Masalah Bangunan, 1971, *Peraturan Beton Indonesia 1971*, Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.
- Laurentius Wahyudi dan Syahril A. Rahim. 1997. *Struktur Beton Bertulang (SNI T- 15-1991-03)*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Meyerhoff, G.G., 1976, *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundation*, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 102, no. GT-3.
- Muda, Jenny Suwa, M. Sang Gumilar dan Fameira Dhinanti. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Kantor Dishub Kota Pagar Alam Berbasis Program SAP 2000*. Jurnal Ilmiah Bering's, Volume.04, No.02.
- Pamungkas, Anugrah, Erny Harianti. 2018. *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Yogyakarta : Andi.
- Rahardjo, Paulus P. 2000. *Manual Pondasi Tiang*. Bandung: Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Universitas Katholik Parahyangan.
- Susanto, Charis Salim, Norman Ray dan Leonardus Setia Budi Wibowo. 2018. *Perencanaan Struktur Atas Medic Center Rumah Sakit Mata Undaan Kota Surabaya*. Seminar Nasional Ilmu Terapan (SNITER) Universitas Widya Kartika.