

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR PONDASI TIANG PANCANG TAHAN GEMPA  
PADA GEDUNG SEKOLAH SDN KAPASARI 1 SURABAYA**  
*Study On Structural Planning Of Earthquake Resistance Pile Foundations  
In Kapasari 1 Public Elementary School Surabaya*

**Sony Dewantara Putra<sup>1)</sup>, Pujo Priyono<sup>2)</sup>, Arief Alihudien<sup>3)</sup>**

1)Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [sonydewantaraputra@gmail.com](mailto:sonydewantaraputra@gmail.com)

2)Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [pujo@unmuhjember.ac.id](mailto:pujo@unmuhjember.ac.id)

3)Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [ariefalihudin@unmuhjember.ac.id](mailto:ariefalihudin@unmuhjember.ac.id)

**Abstrak**

Sebagai bahan desain gedung sekolah SDN Kapusari 1 Surabaya, Surabaya terletak di wilayah zona gempa 3 masuk dalam kategori zona gempa cukup tinggi , sehingga pondasi yang di rancang harus mengikuti kaidah-kaidah struktur gedung tahan gempa.. Perlu adanya perencanaan desain pondasi tiang pancang terhadap struktur gedung Pembangunan Proyek sekolah, sehingga bangunan yang di rancang sudah mengikuti aturan yang sudah sesuai. Beban yang bekerja pada struktur adalah beban hidup, beban mati dan beban gempa, Perhitungan Pondasi Tiang adalah Data pembebanan dengan,  $V$  433.80 kN/m,  $M_x$  25.37 kN/m,  $M_y$  27.71 kN/m, dan Data perencanaan pondasi stros Type k-500 Beton bertulang mutu beton  $f'_c$  41,5 MPa, Ukuran Tiang 25x25 serta dalam Poer direncanakan terhadap gaya geser pons pada penampang kritis dan penulangan lentur. Pembebanan gempa untuk mendesain menggunakan pembebanan gempa respon spectrum yaitu SPEC X dan SPEK Y. Pada hasil yang telah di dapat perlu adanya 4 tiang untuk memenuhi persyaratan pondasi tiang pancang tahan gempa. Perlu dilakukan studi yang lebih lanjut mengenai aspek ekonomis struktur pondasi dan studi yang lebih mendalam untuk menghasilkan perencanaan pondasi yang lebih baik.

**Kata Kunci** : Struktur Pondasi, Pembebanan Gempa, Tiang Pancang

**Abstract**

As a design material for the school building at SDN Kapusari 1 Surabaya, Surabaya, which is located in the earthquake zone 3 area, is included in the category of a fairly high earthquake zone, so the foundation that is designed must follow the rules of earthquake-resistant building structures. school project construction building, so that the designed building has followed the appropriate rules. The loads that work on the structure are live loads, dead loads and earthquake loads, Pile Foundation Calculations are loading data with  $V$  433.80 kN/m,  $M_x$  25.37 kN/m,  $M_y$  27.71 kN/m, and Type k stros foundation planning data. -500 Reinforced concrete with concrete strength  $f'_c$  41.5 MPa, Pile Size 25x25 and in Poer is designed against the shear force of the punch at the critical section and the flexural reinforcement. Earthquake loading for the design uses an earthquake loading response spectrum, namely SPEC X and SPEK Y. In the results obtained, it is necessary to have 4 piles to meet the requirements for earthquake-resistant pile foundations. It is necessary to conduct further studies on the economic aspects of the foundation structure and a more in-depth study to produce a better foundation design.

**Keywords**: *Foundation Structure, Earthquake Loading, Piles*

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembangunan sekolah berkembang dengan pesat, seperti pendirian sekolah baru atau renovasi sekolah yang ada. Fungsi sekolah untuk menjalankan proses mengajar.

Pada saat ini bangunan gedung telah banyak memiliki bentuk yang bervariasi. Semakin canggihnya teknologi para desainerpun mendesain gedung dengan bentuk yang cukup unik dan menarik. Sedangkan Indonesia terletak di daerah rawan gempa, gempa bumi yang sering terjadi di Indonesia hampir selalu menimbulkan korban jiwa. Namun dapat dipastikan bahwa korban jiwa tersebut bukan diakibatkan secara langsung oleh gempa, tetapi diakibatkan oleh keruntuhan bangunan pada saat terjadi gempa. Runtuhnya bangunan saat terjadi gempa akan menimpa orang yang berada didalamnya sehingga dapat menimbulkan luka-luka bahkan kematian. Untuk mengurangi resiko akibat bencana gempa tersebut perlu direncanakan struktur pondasi tahan gempa.

Dengan pondasi tahan gempa maka bangunan di atasnya bisa menahan beban gempa semaksimal mungkin. Sebagai bahan desain gedung sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya, melihat dari peta gempa Indonesia, Surabaya terletak di wilayah zona gempa 3 masuk dalam kategori zona gempa cukup tinggi, sehingga pondasi yang di rancang harus mengikuti kaidah-kaidah struktur gedung tahan gempa.

Memperhatikan kondisi eksisting dari SDN Kapasari 1 Surabaya beberapa kaidah-kaidah struktur pondasi tahan gempa terabaikan seperti tata letak pondasi dan penulangan pondasi, perlu kita ketahui bahwa struktur pondasi tahan gempa pondasi bangunan gedung yang menyebabkan perlunya desain ulang.

Penulis berinisiatif untuk melaksanakan studi perencanaan desain struktur pondasi tiang pancang pada sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya, sehingga bangunan yang di rancang sudah mengikuti aturan yang sudah sesuai.

### B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menghitung daya dukung tiang pancang pada pembangunan gedung sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya ?

2. Bagaimana menghitung perencanaan Poer pada bangunan gedung sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya ?

### C. Batasan Masalah

1. Studi kasus ini dilakukan pada pembangunan gedung sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya.
2. Menggunakan peraturan ketahanan gempa SNI 03-1726-2012.
3. Menggunakan buku pedoman Tata Cara Perhitungan Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2012.
4. Menggunakan program bantu SAP 2000 Versi 18.
5. Beban yang bekerja pada struktur adalah beban hidup, beban mati dan beban gempa.
6. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya (RAB).

### D. Maksud dan tujuan

Adapun maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menghitung daya dukung tiang pancang pada pembangunan gedung sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya.
2. Menghitung kapasitas Poer pada pembangunan gedung sekolah SDN Kapasari 1 Surabaya.

### E. Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi yang berbentuk ilmu maupun informasi terhadap pembaca agar dapat mendesain atau merencanakan dan menghitung kekuatan gedung sesuai kaidah-kaidah struktur gedung tahan gempa.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Konsep Desain Terhadap Beban Gempa

Karena desain untuk struktur bangunan tahan gempa mensyaratkan bahwa bangunan harus di desain agar mampu menahan beban gempa 500 tahunan. Sesuai dengan SNI gempa yang berlaku, yaitu SNI 03-1726-2012 (BSN,2012 a). SNI gempa Indonesia ini mendasarkan beban gempa untuk desain gempa kuat. Dalam prosedur perencanaan berdasarkan SNI gempa, struktur bangunan tahan gempa

pada prinsipnya boleh di rencanakan terhadap

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa,
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

beban gempa yang direduksi dengan suatu faktor modifikasi respon struktur (Faktor R), yang merupakan representasi tingkat daktalis yang di miliki struktur.

Dengan penerapan konsep ini, pada saat gempa kuat terjadi, elemen-elemen struktur bangunan terbentuk yang di pilih di perbolehkan mengalami plastifikasi (kerusakan) sebagai sarana untuk pengantisipasi energi gempa yang di terima struktur.

Ketentuan detailiang yang di tetapkan dalam SNI 03-2847-2012 (BSN,2002b) untuk struktur beton bertulang, pada dasarnya di bedakan berdasarkan tingkat resiko kegempaan di daerah tempat struktur berada. Semakin tinggi resiko kegempaan suatu daerah, semakin ketat persyaratan detailing penulangan yang berada di daerah tersebut (Iswandi Imran ITB-1920)

SRPM dapat dikelompokan sebagai berikut :

**Tabel 1.** Ketentuan Pasal 23.2 SNI 03-2847-2012

Resiko Gempa	Jenis Struktur yang Dapat Digunakan	Faktor Modifikasi Respons ( R )
Rendah	Sitem Rangka Pemikul Momen	3 – 3,5 5 – 5,5 8 – 8,5 4 – 4,5 5,5 – 6,5
	- SRPMB (bab 3 - bab 20)	
	- SRPMB (pasal 23.10)	
	- SRPMB (pasal 23.3 – 23.5)	
	Sistem Dinding Struktural	
Menengah	- SDSB (bab 3 – bab 20)	5 – 5,5 8 – 8,5 4 – 4,5 5,5 – 6,5
	- SDSK (pasal 23.6)	
	Sitem Rangka Pemikul Momen	
	- SRPMB	
	- SRPMB	
Sistem Dinding Struktural		
- SDSB	4 – 4,5 5,5 – 6,5	
- SDSK		

(Sumber : SNI 03-2847-1012)

## B. Perencanaa Ketahanan Gempa

Perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 03-1726-2012 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa unruk bangunan gedung.

**Tabel 2.** Faktor Keutamaan Gempa (Sumber : SNI 03-2847-1012)

## C. Jenis Tanah

Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak.

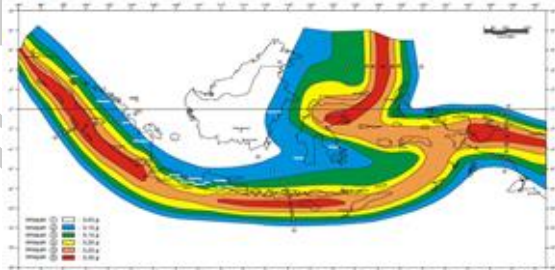
**Tabel 3.** Jenis-jenis Tanah SNI 03-1726-2012

Jenis Tanah	Kecepatan Rambat Gelombang Geser Rata" Vs (m/det)	Nilai Hasil Test Penetrasi Rata" N	Kuat Geser Niralir Rata" Su (kPa)
Tanah Keras	$Vs \geq 350$	$N \geq 50$	$Su \geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq Vs < 350$	$5 \leq N < 50$	$50 \leq Su < 100$
	$Vs < 175$	$N < 15$	$Su < 50$
Tanah Lunak	atau setiap profil dengan tanah lunak yang tebal total lebih dari 3m dengan $P1 > 20$ , $Wa \geq 40\%$ dan $Su < 25$ kPa		
Tanah Khusus	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi		

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

## D. Wilayah Gempa dan Spektrum Respons

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 wilayah gempa seperti ditunjukkan dalam gambar 1, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi.



**Gambar 1.** Wilayah Gempa Indonesia Dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar Untuk Periode 500 Tahun – SNI 03-1726-2012 (Sumber : SNI 03-1726-2012)

Dengan menetapkan percepatan  $A_m$  sebesar  $A_m = 2,5 A_0$  dan waktu getar alami sudut  $T_c$  sebesar 0,5 detik dan 1,0 detik untuk jenis tanah berturut-turut yaitu tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak.

Faktor respon gempa  $C$  ditentukan oleh persamaan-persamaan sebagai berikut :

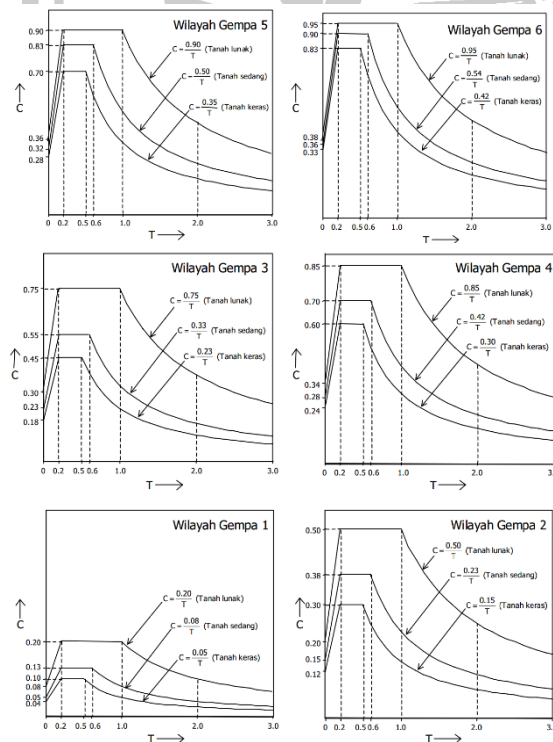
- Untuk  $T \leq T_c$  :  
 $C = A_m$
- Untuk  $T \geq T_c$  :  
 $C = \frac{A_r}{T}$

Dalam tabel 4 nilai-nilai  $A_m$  dan  $A_r$  dicantumkan untuk masing-masing wilayah gempa dan masing-masing jenis tanah.

**Tabel 4.** Spektrum Respon Gempa Rencana

Wilayah Gempa	Tanah Keras $T_c = 0.50$ dtk		Tanah Sedang $T_c = 0.60$ dtk		Tanah Lunak $T_c = 1.0$ dtk	
	$A_m$	$A_r$	$A_m$	$A_r$	$A_m$	$A_r$
1	0.10	0.05	0.13	0.08	0.20	0.20
2	0.30	0.15	0.38	0.23	0.50	0.50
3	0.45	0.23	0.55	0.33	0.75	0.75
4	0.60	0.30	0.70	0.42	0.85	0.85
5	0.70	0.35	0.83	0.50	0.90	0.90
6	0.83	0.42	0.90	0.54	0.95	0.95

(Sumber : SNI 03-1726-2012)



**Gambar 2.** Respon Spektrum Gempa Rencana  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)

### E. Komponen Gempa Vertikal

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 (BSN, 2002a), komponen gempa vertikal dapat dihitung sebagai perkalian antara koefisien gempa vertikal dan beban grafitasi. Koefisien gempa vertikal  $C_v$  dapat dihitung menurut persamaan :

$$C_v = \Psi A_o I$$

Dengan  $I$  adalah faktor keutamaan struktur bangunan dan  $\Psi$  adalah faktor pengali yang nilainya bergantung pada wilayah gempa yang ditinjau.

### F. Kombinasi dan Faktor Beban Serta Faktor Reduksi Kombinasi dan Faktor Beban

Kombinasi dan faktor beban yang digunakan dalam perencanaan dapat mengacu pada SNI 03-2847-2012 pasal 11 (BSN, 2012b), berdasarkan SNI beton ada beberapa kombinasi dasar yang harus ditinjau diantaranya yaitu :

1. Kuat perlu  $U$  untuk menahan beban mati  $D$  paling tidak harus sama dengan  $U = 1.4D$
2. Kuat perlu  $U$  untuk menahan beban mati  $D$ , beban hidup  $L$ , dan juga beban atap atau beban hujan  $R$ , paling tidak harus sama dengan  $U = 1.2 + 1.6L + 0.5(A$  atau  $R)$
3. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa  $E$  harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai kuat perlu  $U$  harus di ambil sebagai :
  - a.  $U = 1.2D + 1.0L \pm 1.0E$  atau
  - b.  $U = 0.9D \pm 1.0$

### G. Pembebanan

Jenis pembebanan yang diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini adalah beban vertikal dan beban horisontal. Pada tahap analisa gaya-gaya dalam pada struktur utama dilakukan pembebanan dengan beberapa kombinasi pembebanan sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam SNI 03-2847-2012.

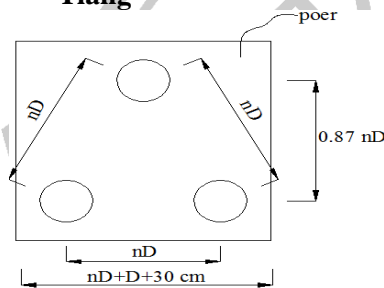
### H. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransferkan (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak

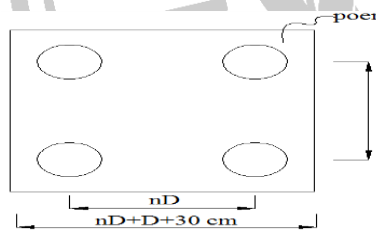
pada kedalaman tertentu. Pengangkatan Tiang Pancang :

1. Diangkat pada kedua ujung  
 $M_{maks} = 1/8 q L^2$  ;  $q$  = berat sendiri tiang
2. Diangkat pada salah satu ujung tiang  
 $M_{maks} = 1/8 q L^2$
3. Diangkat pada jarak  $1/3 L$  dari ujung  
 $M_{maks} = 1/18 q L^2$
4. Diangkat pada jarak  $1/4 L$  dari ujung (pada kedua ujung)  
 $M_{maks} = 1/32 q L^2$
5. Diangkat pada jarak  $1/5 L$  dari ujung (pada kedua ujung)  
 $M_{maks} = 0,021 q L^2$

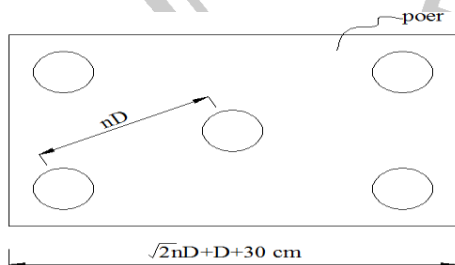
**I. Jarak Tiang ke Tiang pada Kelompok Tiang**



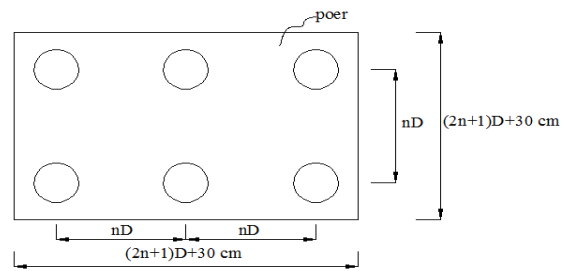
**Gambar 3. 3 Tiang Pancang**  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)



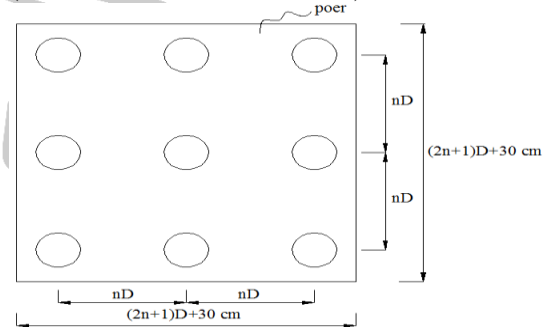
**Gambar 4. 4 Tiang Pancang**  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)



**Gambar 5. 5 Tiang Pancang**  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)



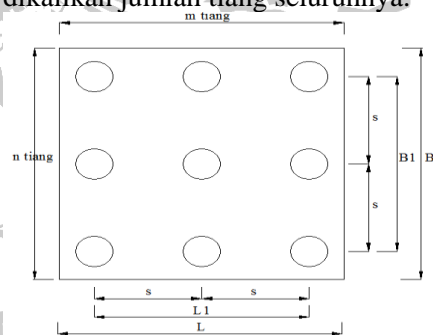
**Gambar 6. 6 Tiang Pancang**  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)



**Gambar 7. 9 Tiang Pancang**  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)

**J. Efisiensi Kelompok Tiang**

Daya dukung kelompok tiang pancang, yang diikat menjadi satu kesatuan oleh “pile cap”, lebih kecil daripada daya dukung 1 tiang dikalikan jumlah tiang seluruhnya.

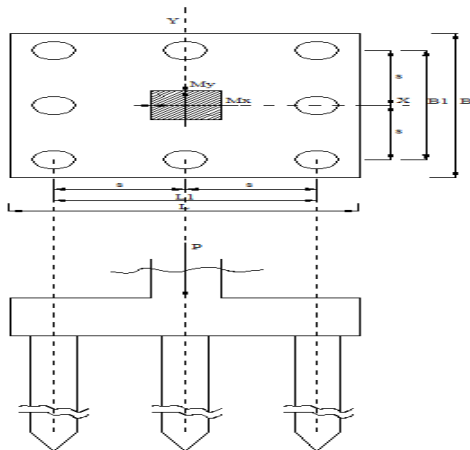


**Gambar 8. Efisiensi Kelompok Tiang**  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)

**K. Merencanakan Pile Cap**

Pile cap berfungsi untuk mengikat tiang-tiang menjadi satu kesatuan dan memindahkan beban kolom kepada tiang pancang

Dibawah ini tergambar denah pile cap :



**Gambar 9.** Denah Pile Cap  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)

**L. Perencanaan Poer (Pile Cap)**

Poer direncanakan terhadap gaya geser pons pada penampang kritis dan penulangan lentur.

- Perhitungan Geser Pons pada Poer  
 Dalam merencanakan tebal poer, harus dipenuhi syarat bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi.

Kuat gaya geser pada pons harus diambil terkecil dari :

- $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \cdot \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$
- $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d$
- $\left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \frac{1}{12} \sqrt{f_c'} b_o d$

Dengan  $\alpha_s = 40$  untuk kolom interior,  
 dan  $= 30$  untuk kolom tepi

Dimana :

$\phi = 0.75$

$\beta_c$  = rasio dari panjang terhadap sisi pendek kolom

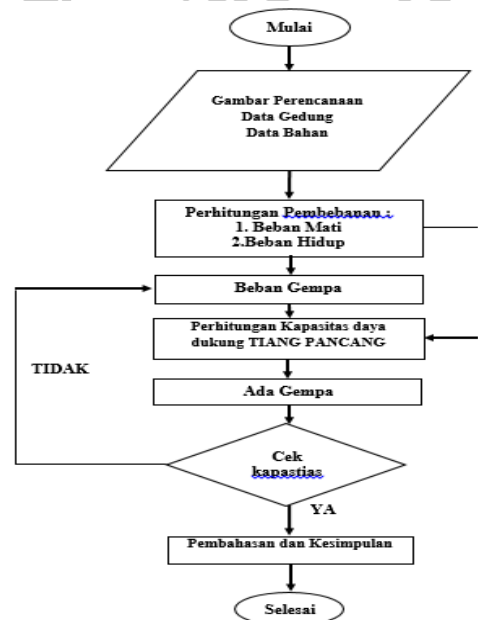
$b_o$  = keliling dari penampang kritis poer =  $2(b_k + h_k + 2d)$



**Gambar 10.** Lokasi Proyek  
 (Sumber : Google Maps 2022)

**B. Kerangka Penelitian**

Adapun kerangka Penelitian dapat dilihat melalui Flow Chart berikut :



**Gambar 11.** Kerangka Penelitian  
 (Sumber : Hasil Perencanaan)

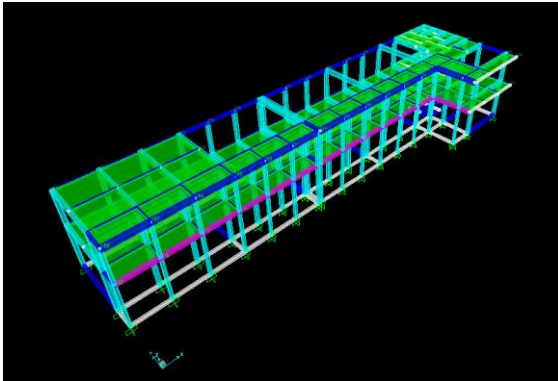
**3. METODELOGI PENELITIAN**

**A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi pembangunan proyek SDN Kapasari 1 Surabaya berada di Jl. Pecedilan II No. 43 Kec. Genteng, Surabaya, Jawa Timur.

#### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### A. Data gedung



**Gambar 12.** Data gedung SDN Kapasari 1 Surabaya  
 (Sumber : Perhitungan SAP 2000 V 18)

Fungsi gedung : Sekolah  
 Jumlah lantai : 2 lantai  
 Alamat : Jl. Pecindilan II No. 43  
 Kec. Genteng, Surabaya, Jawa Timur  
 Panjang gedung : 47.20 m  
 Lebar gedung : 13.38 m  
 Tinggi gedung : 7.2 m  
 Zona gempa : 3 (Tanah Sedang)

##### B. Data Bahan

- a. Beton ( $f_c'$ )
  - Struktur atas (pelat, balok, kolom) = 20,75 MPa (K-250)
  - Struktur bawah :
    1. Pile cap = 25 MPa (K-300)
    2. Stros = 33,2 MPa (K-400)
- b. Baja tulangan ( $f_y$ )
  - 600 MPa untuk tulangan geser dan pelat
  - 400 MPa untuk tulangan lenter / utama

##### C. Pembebanan

- Atap / Lisplang : 100 kg/m<sup>2</sup>
- Lantai sekolah : 250 kg/m<sup>2</sup>

##### D. Beban-belan Yang Bekerja Pada Balok

- Dinding  $\frac{1}{2}$  bata = 250 kg/m<sup>2</sup>
  1. Tinggi dinding 3,40 m = 250 x 3,40  
= 850 kg/m<sup>2</sup>
  2. Tinggi dinding 2,60 m = 250 x 2,60  
= 650 kg/m<sup>2</sup>

3. Tinggi dinding 1,45 m = 250 x 1,45  
= 362,5 kg/m<sup>2</sup>
4. Tinggi dinding 3,10 m = 250 x 3,10  
= 775 kg/m<sup>2</sup>
5. Tinggi dinding 1,60 m = 250 x 1,60  
= 400 kg/m<sup>2</sup>
6. Tinggi dinding 1,00 m = 250 x 1,00  
= 250 kg/m<sup>2</sup>

##### E. Beban-belan Yang Bekerja Pada Pelat Lantai

- Beban Mati (Dead Load)
  1. Berat sendiri plat lantai = 2400 x 0,12  
= 288 kg/m<sup>2</sup>
  2. Plafond + Penggantung = 18 kg/m<sup>2</sup>
  3. Berat Ubin = 24 kg/m<sup>2</sup>
  4. Berat Pasir = 1600 x 0,05  
= 80 kg/m<sup>2</sup>
  5. Berat Spesi = 2100 x 0,02  
= 42 kg/m<sup>2</sup>

----- +  
= 452 kg/m<sup>2</sup>
- Beban Hidup (Live Load)
  1. Beban hidup pada lantai bangunan sekolah = 250 kg/m<sup>2</sup>

----- +  
Q<sub>L</sub> = 250 kg/m<sup>2</sup>

##### F. Beban-belan Yang Bekerja Pada Pelat Atap / Lisplang

- Beban Mati (Dead Load)
  1. Berat sendiri pelat atap = 2400 x 0,12  
= 288 kg/m<sup>2</sup>
  2. Plafon + penggantung = 18 kg/m<sup>2</sup>
  3. Spesi = 2200 x 0,02  
= 44 kg/m<sup>2</sup>
  4. Genangan air = 1000 x 0,03  
= 30 kg/m<sup>2</sup>

----- +  
Q<sub>D</sub> = 380 kg/m<sup>2</sup>
- Beban Hidup (Live Load)
  1. Beban hidup pada atap bangunan sekolah = 100 kg/m<sup>2</sup>

----- +

$$\begin{aligned}
 & Q_L = 100 \text{ kg/m}^2 \\
 2. \text{ Beban hidup air hujan (Live Load Rain} & \\
 \text{Watter)} & = 1000 \times 0,05 \\
 & = 50 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{-----} + \\
 & Q_L = 50 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

distribusi beban gempa arah X dan pembebanan arah Y sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor keutamaan (I)} & = 1 \quad (\text{untuk gedung sekolah}) \\
 \text{Faktor reduksi gempa (R)} & = 8 \quad (\text{untuk dektail penuh})
 \end{aligned}$$

**G. Analisa Beban Gempa**

- a. Wilayah gempa : 3 (Surabaya)
- b. Jumlah lantai : 2 lantai
- c. Jenis tanah : Tanah sedang
- d. Faktor keutamaan : 1,0 (SNI 3-1726-2012)
- e. Kategori desain seismik : D
- f. Jenis struktur gedung : Sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus (SNI 3-1726-2012)
- g. Faktor reduksi gempa : 8 (SNI 3-1726-2012)

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor skala gempa arah X} & = (G \times I) / R \\
 & = (9,81 \times 1) / 8 \\
 & = 1,226 \\
 \text{Faktor skala gempa arah Y} & = 30\% \times \text{Gempa arah X} \\
 & = 0,368
 \end{aligned}$$

**H. Respons SpektGrum Gempa Rencana**

Dalam analisa beban gempa dinamik, respons spektrum disusun berdasarkan respons terhadap percepatan tanah (ground acceleration) hasil rekaman gempa. Desain spectrum merupakan representasi gerakan tanah (ground motion) akibat gempa yang pernah terjadi pada suatu lokasi. Hal-hal dipertimbangkan adalah zona gempa dan jenis tanah.

**I. Nilai Koefesien Respons Seismik Dihitung**

$$C_{s,maks} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = 0,0681$$

Akan tetapi  $C_s$  tidak boleh kurang dari  $0,044 S_{DS}$   
 $I_e = 0,0283 > 0,01$  Oke  
 Kesimpulan digunakan  $C_s = 0,0681$

$$\begin{aligned}
 S_{MS} & = F_a S_s \\
 & = 1,169 \times 0,828 = 0,968
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{M1} & = F_v S_1 \\
 & = 1,782 \times 0,309 = 0,551
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{DS} & = 2/3 S_{MS} \\
 & = 2/3 \times 0,968 = 0,645
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{D1} & = 2/3 S_{M1} \\
 & = 2/3 \times 0,551 = 0,367
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_0 & = 0,2 (S_{D1}) / (S_{DS}) \\
 & = 0,2 \times 0,367 / 0,645 = 0,114
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_S & = (S_{D1}) / (S_{DS}) \\
 & = 0,367 / 0,645 = 0,569
 \end{aligned}$$

**J. Berat Seismik Struktur**

W dihitung dari berat perlantai :

Grup name	Self Weight
Text	kN
All	11017,314
Lantai 1	1411,471
Lantai 2	4953,217
Lantai 3	4652,626

**Tabel 5.** Berat Seismik Perlantai (Sumber : Perhitungan Exel)

Dengan W total = 11017.314 kN  
 Gaya geser dasar Seismik V :  
 $V = C_s \times W = 0,0681 \times 11017.314 = 750.27908 \text{ kN}$

Pada penelitian ini ditetapkan efektifitas pembebanan arah X sebesar 100% dan pada arah Y sebesar 30% untuk menghitung

**K. Pemabgian Gaya Geser ke Masing-masing Lantai**

Nilai K =  
 Periode getar,  $T_a = 0,5$  detik



Periode getar,  $T_s = 0,674$  detik  
 Periode getar,  $T_s = 2,5$  detik  
 $K = 1$   
 $K = 1 + (0,674 - 0,5) / (2,5 - 0,5)$   
 $K = 1,087 \rightarrow K = 2$

#### L. Perhitungan Pondasi Tiang

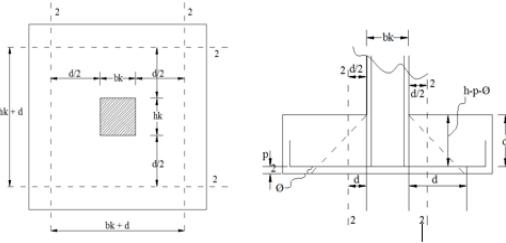
Data pembebanan :

- $V = 433,80$  kN/m
- $M_x = 25,37$  kN/m
- $M_y = 27,71$  kN/

Data perencanaan pondasi stros :

- Type k-500 = Beton bertulang mutu beton  $f'c$  adalah 41,5 MPa
- Ukuran tiang = 25 x 25

#### M. Perhitungan Geser Pons pada Poer



**Gambar 13.** Perencanaan Pile Cap  
 (Sumber : SNI 03-1726-2012)

#### N. Perhitungan Tulangan Lentur Poer pada Poer

Untuk perhitungan tulangan lentur poer dianalisis sebagai balok kantilever dengan perletakan jepik pada kolom.

Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang sebesar  $P$  dan berat sendiri poer sebagai  $Q$ .

- $L_I = (0,7 / 2) - (0,30 / 2) = 0,2$  m
- $L_{PC} = 0,2 + 0,275 = 0,475$  m

Berat Poer

- $Q = 2 \times 2 \times 0,50 \times 24 = 48$  kN/m
- $Q_u = 1,2 \times 4,8 = 57,6$  kN/m
- $P_{\max}$  1 tiang dalam kelompok = 377 kN

Momen yang bekerja :

$$M = 2P \cdot L_I - \frac{1}{2} Q_u \cdot L_{PC}^2$$

$$= 2 (339) \times 0,2 - \frac{1}{2} \times 23 \times 0,475^2$$

$$= 136 - 3$$

$$= 133 \text{ kN/m} = 133 (10^6) \text{ N-mm}$$

$M_u = 1,5 * 133 = 200$  kN/m (gunakan standart PBI'7, pembebanan tetap =  $M_u = 1,5 * M$ )

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = 1.03$$

$$m = \frac{f_y}{\phi f_c'} = 24.10$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= 0.00266$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}} = 1.4 / f_y = 0.0035$

Maka  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{perlu}} = 0.00266$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0.0035 \times 1250 \times 441$$

$$= 1927 \text{ mm}^2$$

Jenis Pile Cap yang dipali tulangan arah X dan arah Y adalah

D19 – 150

$$A_s = (0,25 * 3.14 (19)^2) \times (1250 / 150)$$

$$= 2362 > 1927 \text{ mm}^2 \text{ Oke !!!}$$

### 5. PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah kami buat dan juga berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari perhitungan daya dukung tanah tiang pancang didapatkan nilai  $Q_u = 57,6$  kN/m dan beban maksimum  $P_{\max} = 339$  kN
2. Nilai perhitungan Poer mempunyai nilai yang sama yaitu arah X dan arah Y sebesar  $2362 \text{ mm}^2$

#### B. Saran

Perlu dilakukan studi yang lebih lanjut mengenai aspek ekonomis struktur pondasi dan studi yang lebih mendalam untuk menghasilkan perencanaan pondasi yang lebih baik, sehingga diharapkan perencanaan dapat dilaksanakan mendekati kondisi sesungguhnya dilapangan dan hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan perencanaan yaitu ekonomis, kuat dan tepat waktu.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

Muzamil, Mohamad,. 2018, "Study Review Struktur Gedung Tahan Gempa Pada Hotel El Royale Banyuwangi (Study Kasus: Hotel El Royale Banyuwangi)". Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.

Priyono, Pujo,. 2016, "Struktur Beton Jilid 1". Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.

Priyono, Pujo,. 2017, “Struktur Beton Jilid 2”. Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.

Priyono, Pujo,. 2017, “Struktur Beton Tahan Gempa”. Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SK SNI 03-2847-2012.

Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SK SNI 03-1726-2012.

