

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH GEDUNG
MENGGUNAKAN PONDASI BORE PILE
(STUDI KASUS GEDUNG PASCASARJANA UNISMA)**

Silvia Megananda¹, Afriza Marianti S², Sudirman Indra²,

Prodi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang^{1,2,3}

E-mail¹: megasebelas10@gmail.com

E-mail²: dirman.indra@yahoo.co.id

E-mail³ : afriza_marianti@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

The building was built by the Islamic University of Malang with a 7-story and 1-roof plan, which is located in the middle of Malang city with dense conditions and very close to the surrounding buildings. Previously the building used a pile foundation and the installation process could disrupt activities around the building because it could cause vibrations that could interfere with even damage the construction and soil structure. So it is deemed necessary to re-plan using the type of Borepile foundation with a depth of 12 m. Soil data uses boring data. The beam and column structure uses preliminary planning data, calculated using ETABS assistance program to get vertical load data which will be forwarded to the foundation.

Type 1 foundation (4 pole diameter 50 cm) with pilecap reinforcement D22 - 130 (x) and D22-130 (y). Type 2 (3 pole diameter 50 cm) with pilecap receptacle D22-230 (x) & D22-210 (y). Type 3 (2 pole diameter 50 cm) with pilecap receptacle D22-190 (x) & D22-190 (y). Borepile Reinforcement (8 D 19) with a decrease in type 1 pole is 0.3104 cm, type 2 pole is 0.1286 cm and type 3 is 00537 cm.

Keywords: Borepile foundation, reinforcement of foundation, pilecap, settlement, foundation planning.

ABSTRAK

Gedung Pascasarjana UNISMA dibangun dengan perencanaan 7 lantai dan 1 atap, yang terletak di tengah kota Malang dengan kondisi padat dan sangat berdekatan dengan bangunan di sekitarnya. Sebelumnya gedung tersebut menggunakan pondasi tiang pancang dan proses pemasangannya dapat mengganggu aktivitas yang berada di sekitar gedung karena dapat menimbulkan getaran yang dapat mengganggu bahkan merusak konstruksi maupun struktur tanah. Sehingga dianggap perlu melakukan perencanaan ulang menggunakan jenis pondasi *Borepile* dengan kedalaman 12 m. Data tanah menggunakan data boring. Struktur balok dan kolom menggunakan data awal perencanaan, dihitung menggunakan program bantu ETABS untuk mendapatkan data beban vertikal yang akan diteruskan ke pondasi.

Pondasi Tipe 1 (4 tiang diameter 50 cm) dengan tulangan pilecap D22 – 130 (x) dan D22-130 (y). Tipe 2 (3 tiang diameter 50 cm) dengan Tulangan pilecap D22 – 230 (x) & D22 – 210 (y). Tipe 3 (2 tiang diameter 50 cm) dengan Tulangan pilecap D22-190 (x) & D22-190 (y). Tulangan Borepile (8 D 19) dengan penurunan tiang tipe 1 adalah 0.3104 cm, tiang tipe 2 sebesar 0.1286 cm dan tipe 3 sebesar 00537 cm.

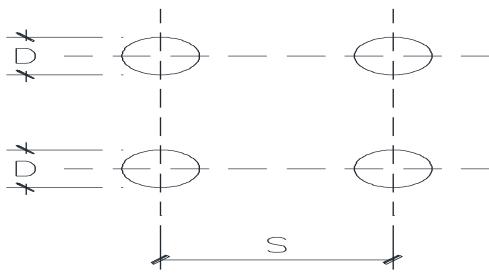
Kata kunci : Pondasi Borepile, penulangan pondasi, pilecap, penurunan, perencanaan pondasi.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan salah satu gedung Pascasarjana UNISMA yang terdiri dari 7 lantai dan 1 atap menggunakan jenis pondasi tiang pancang dan dibangun ditengah lokasi padat dan dekat dengan gedung tinggi disekitarnya dianggap dapat membahayakan konstruksi dan struktur tanah disekitar gedung. Sehingga perlu dilakukan perencanaan alternatif menggunakan jenis pondasi

borepile yang dianggap paling aman dan tidak mengganggu aktifitas gedung di sekitarnya.

Umumnya pondasi terdiri dari pondasi langsung dan pondasi tidak langsung. Tiang pondasi borepile merupakan jenis pondasi tidak langsung. Data tanah yang diperoleh berupa 18 m tanah jenis lempung pasir kelanauan (data BH-1) dan 13m – 30 m tanah dominan pasir sedikit lanau (data BH-1). Gedung terletak dipusat kota Malang



$$S > 2,5 D$$

$$S > 3 D$$

Keterangan :

S : jarak antar masing – masing tiang dalam kelompok.

D : diameter tanah

Biasanya jarak antara2 tiang dalam kelompok diisyaratkan minimum 0,6 m dan maksimum 2 m.

Sedangkan Efisiensi kelompok tiang didefinisikan sebagai :

$$Eg = \frac{\text{Daya dukung kelompok tiang}}{\text{Jumlah tiang} \times \text{Daya dukung tiang tunggal}}$$

atau

$$\begin{aligned} Eg &= \frac{Q_q(u)}{\sum Q_u} \\ &= \frac{f_{av}[2(m+n-2)s + 4D] L}{m.n.p.L.f_{av}} \\ &= \frac{2(m+n-2)s + 4D}{m.n.p} \quad \dots\dots(9) \end{aligned}$$

Keterangan :

f_{av} = gesekan tiang

L = panjang tiang

P = keliling penampang tiang

Lingkaran : $\pi \cdot D$

Persegi : $2(p+1)$

Committee on Deep Foundation (1984) menganjurkan bahwa tiang gesekan pada tanah pasir dengan jarak tiang sekitar $2.0 D \sim 3.0 D$

b. Daya Dukung Lateral Pondasi

Tabel 1. Kriteria Jenis Perilaku Tiang

Jenis Perilaku Tiang	Kriteria
Pendek (kaku)	$L \leq 2 T$
Panjang (elastis)	$L \geq 4 T$

2. DATA PERENCANAAN

Data bangunan

- Nama Gedung = Gedung PascaSarjana UNISMA
- Lokasi Gedung = Dinoyo Malang
- Fungsi bangunan = Gedung Perkuliahuan
- Jumlah lantai = 8 Lantai
- Bentang memanjang = 36,8 m
- Bentang melintang = 18 m

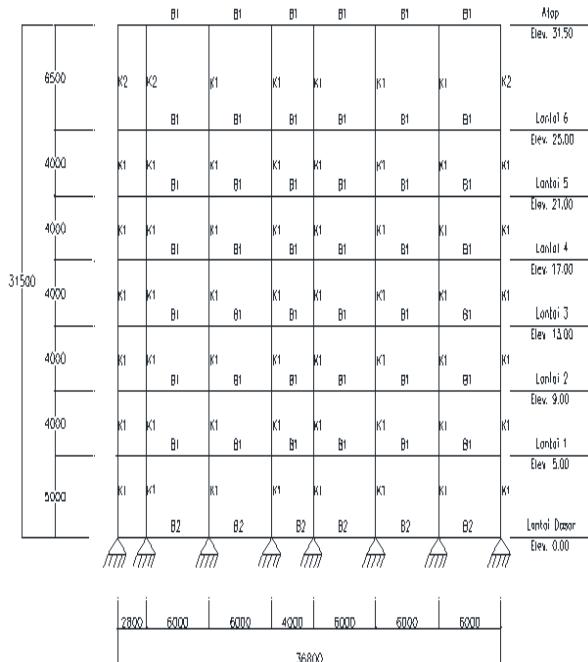
- Luas bangunan = ± 648 m
- Tinggi bangunan = 31,5 m

Data material

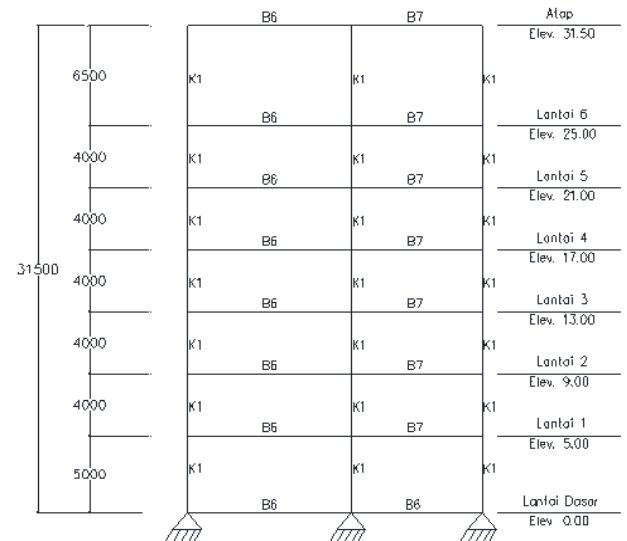
Data perencanaan gedung ini, mutu yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Peraturan Perencanaan Dasar

- a. SNI 1726 : 2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- b. SNI 2847 : 2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- c. Pedoman Perencanaan Pembebatan Untuk Rumah dan Gedung (1987)



Gambar 3. Gambaran Umum Gedung (Memanjang)



Gambar 4. Gambaran Umum Gedung (Melintang)

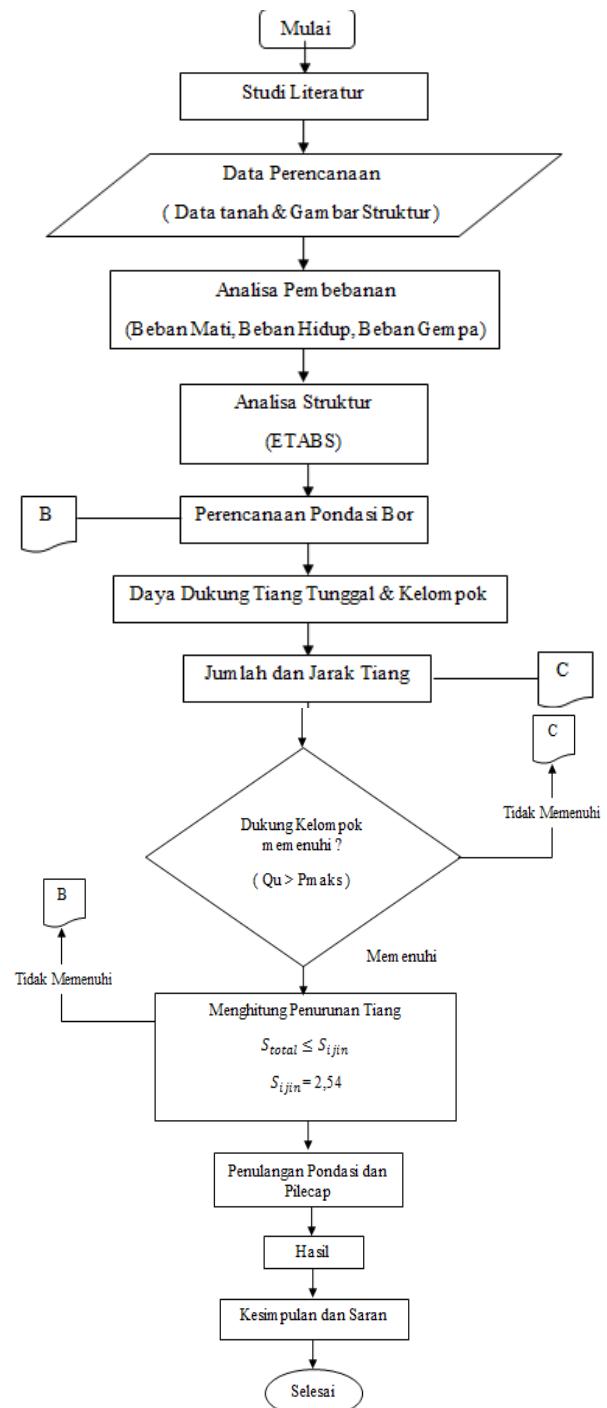
3. PEMBEBANAN

Perencanaan pembebanan dihitung dari berat sendiri struktur, beban hidup akibat fungsi struktur dan beban lateral akibat gempa.

- Kode pembebanan adalah sebagai berikut :
 - Beban Mati (DEAD) = D
 - Beban Hidup (LIVE) = L
 - Beban Gempa = E
- Berat sendiri dari material konstruksi sesuai dengan PPIUG 1987 yaitu :
 - Beton bertulang = 2400 Kg/m³
 - Berat dinding = 1700 Kg/m³
 - Berat spesi per cm tebal = 21 Kg/m³
 - Berat penutup lantai per cm tebal = 24 Kg/m³
- Beban hidup yang direncanakan sesuai dengan PPIUG 1987 yaitu :
 - Beban hidup bangunan (R. kuliah) = 250 Kg/m²
 - Beban hidup atap datar = 100 Kg/m²
Dan menurut SNI 1727 : 2013
 - Beban hidup balkon = 1,5 x Beban hidup
$$= 1,5 \times 250 = 375 \text{ Kg/m}^2$$
- Dimensi Balok yang dipakai :
 - Balok B1: b = 30 cm ; h = 50 cm
 - Balok B2: b = 35 cm ; h = 60 cm
 - Balok B3: b = 25 cm ; h = 50 cm
 - Balok B4: b = 20 cm ; h = 50 cm
 - Balok B5: b = 30 cm ; h = 70 cm
 - Balok B6: b = 40 cm ; h = 90 cm
 - Balok B7: b = 40 cm ; h = 70 cm
- Dimensi Kolom yang dipakai :
 - Kolom K1: b = 50 cm ; h = 80 cm
 - Kolom K2: b = 50 cm ; h = 50 cm
- Dimensi Balok yang dipakai :

Plat S 1 : tebal 12 cm

Bagan alir perencanaan



Gambar 5. Bagan Alir Perencanaan

Perhitungan Beban Kolom

- Lantai Basement
Kolom 80 x 50
Beban Mati (Qd)
Tinggi Kolom base : 5 m
Dimensi : b = 50 cm ; h = 80 cm

$$\begin{aligned}
 B.S \text{ Kolom} &= (0,5 \times t.b) \times L. \text{ Kolom} \times BJ \\
 &\text{Beton} \\
 &= (0,5 \times 5) \times (0,5 \times 0,8) \times 2400 \\
 &= 2,5 \times 0,4 \times 2400 \\
 &= 2400 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- Lantai 1

$$\begin{aligned}
 \text{Kolom } 80 \times 50 \\
 \text{Tinggi Kolom Lantai 1 : } 4 \text{ m} \\
 B.S \text{ Kolom} = 4320 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- Lantai 2 - 5

$$\begin{aligned}
 \text{Kolom } 80 \times 50 \\
 \text{Tinggi Kolom Lantai 2 : } 4 \text{ m} \\
 B.S \text{ Kolom} = 3840 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- Lantai 6

$$\begin{aligned}
 \text{Kolom } 80 \times 50 \\
 \text{Tinggi Kolom Lantai 6 : } 6,5 \text{ m} \\
 B.S \text{ Kolom} = 5040 \text{ Kg} \\
 \text{Kolom } 50 \times 50 \\
 \text{Tinggi Kolom Lantai 6 : } 6,5 \text{ m} \\
 B.S \text{ Kolom} = 3870 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- Atap

$$\begin{aligned}
 \text{Kolom } 80 \times 50 \\
 \text{Tinggi Kolom Lantai 7 : } 6,5 \text{ m} \\
 B.S \text{ Kolom} = 3120 \text{ Kg} \\
 \text{Kolom } 50 \times 50 \\
 \text{Tinggi Kolom Lantai 7 : } 6,5 \text{ m} \\
 B.S \text{ Kolom} = 1950 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Perhitungan beban plat beban mati (Qd)

- Berat sendiri plat = $0,12 \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}^2$
- Berat spesi (4 cm) = $4 \times 21 = 84 \text{ Kg/m}^2$
- Penutup lantai = $1 \times 24 = 24 \text{ Kg/m}^2$
 $= 396 \text{ Kg/m}^2$

Beban hidup (Qi)

$$\text{Lantai Ruang Perkuliahan} = 250 \text{ Kg/m}^2$$

Tabel 2. Perhitungan Perataan Beban

Tipe	Bentuk	a/c	b	l	h	F1	F2	RA = RB	Mmax1	Mmax2	h'	cek
A	Trapesium	1,33	1,67	6	1,33	0,89	2,22	3,11	4,5	h'	5,62	1,25 (OK)
B	Segitiga	1,33	-	2,67	1,33	0,89	-	0,89	0,89	h'	0,79	0,89 (OK)
C	Trapesium	2,1	0,9	6	2,1	2,21	1,89	4,1	4,5	h'	7,91	1,76 (OK)
D	Segitiga	2,10	-	4,2	2,1	2,21	-	2,21	2,21	h'	3,09	1,4 (OK)
E	Trapesium	1,33	0,67	4	1,33	0,89	0,89	1,78	2,00	h'	2,28	1,14 (OK)
F	Segitiga	1,33	-	2,67	1,33	0,89	-	0,89	0,89	h'	0,79	0,89 (OK)
G	Trapesium	1,67	1,33	6	1,67	1,39	2,22	3,61	4,5	h'	6,73	1,5 (OK)
H	Segitiga	1,667	-	3,33	1,67	1,39	-	1,39	1,39	h'	1,54	1,11 (OK)
I	Trapesium	1,23	1,77	6	1,23	0,76	2,18	2,94	4,5	h'	5,24	1,16 (OK)
J	Segitiga	1,233	-	2,466	1,233	0,76	-	0,76	0,76	h'	0,62	0,88 (OK)
K	Trapesium	2	0,1	4,2	2	2	0,2	2,2	2,21	h'	3,08	1,4 (OK)
L	Segitiga	2	-	4	2	2	-	2	2	h'	2,67	1,333 (OK)
M	Trapesium	0,75	0,75	3	0,75	0,28	0,56	0,84	1,13	h'	0,77	0,69 (OK)
N	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5 (OK)
O	Trapesium	0,75	1,25	4	0,75	0,28	0,94	1,22	2	h'	1,43	0,71 (OK)
P	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5 (OK)
Q	Trapesium	0,75	0,75	3	0,75	0,28	0,56	0,84	1,13	h'	0,77	0,69 (OK)
R	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5 (OK)
S	Trapesium	0,75	0,92	3,33	0,75	0,28	0,69	0,97	1,39	h'	1,39	0,7 (OK)
T	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5 (OK)
U	Trapesium	0,75	0,58	2,67	0,75	0,28	0,44	0,72	0,89	h'	0,59	0,67 (OK)
V	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5 (OK)

W	Trapesium	0,75	1,35	4,2	0,75	0,28	1,01	1,29	2,21	h'	1,58	0,72	(OK)
X	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5	(OK)
Y	Trapesium	0,74	0,65	2,78	0,75	0,28	0,49	0,77	0,97	h'	0,66	0,68	(OK)
Z	Segitiga	0,75	-	1,5	0,88	0,33	-	0,33	0,28	h'	0,16	0,58	(OK)
AA	Trapesium	0,75	1,25	4	0,75	0,28	0,94	1,22	2	h'	1,4	0,71	(OK)
AB	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,50	(OK)
AC	Segitiga	0,75	-	1,5	0,75	0,28	-	0,28	0,28	h'	0,14	0,5	(OK)
AD	Trapesium	2	1	6	2	2	2	4	4,5	h'	7,67	1,7	(OK)
AE	Segitiga	2	-	4	2	2	-	2	2	h'	2,67	1,33	(OK)
AF	Trapesium	2,1	0,9	6	2,1	2,21	1,89	4,1	4,5	h'	7,91	1,76	(OK)
AG	Segitiga	2,1	-	4,2	2,1	2,21	-	2,21	2,21	h'	3,09	1,4	(OK)
AH	Trapesium	2	0,1	4,2	2	2	0,2	2,2	2,21	h'	3,08	1,4	(OK)
AI	Segitiga	2	-	4	2	2	-	2	2	h'	2,67	1,33	(OK)
AJ	Trapesium	2,9	0,1	6	2,9	4,21	0,29	4,5	4,5	h'	8,99	2	(OK)
AK	Segitiga	2,9	-	5,8	2,9	4,21	-	4,21	4,21	h'	8,13	1,93	(OK)
AL	Trapesium	2	0,9	5,8	2	2	1,8	3,8	4,21	h'	7,08	1,68	(OK)
AM	Segitiga	2	-	4	2	2	-	2	2,67	h'	2,67	1,33	(OK)
AN	Trapesium	1,4	0,7	4,2	1,4	0,98	0,98	1,96	4,5	h'	1,23	0,27	(OK)
AO	Segitiga	1,4	-	2,8	1,4	0,98	-	0,98	0,98	h'	0,91	0,93	(OK)
AP	Trapesium	1,05	0,35	2,8	1,05	0,55	0,37	0,92	0,98	h'	0,84	0,85	(OK)
AQ	Segitiga	1,05	-	2,1	1,05	0,55	-	0,55	0,55	h'	0,39	0,70	(OK)

Tabel 3. Beban Mati Pada Balok Memanjang

Balok	Berat Sendiri	Berat Plat	Berat Total
LANTAI BASEMENT			
GRID 1(A-B-C;D-E-F-G)	556,80	792,00	3048,80
GRID 1(C-D)	556,80	665,28	2922,08
GRID 2(A-B-C;D-E-F-G)	403,20	1488,96	3592,16
GRID 2(C-D)	403,20	1053,36	3156,56
GRID 3(A-B-C;D-E-F-G)	556,80	1370,16	3626,96
GRID 3(C-D)	556,80	1053,36	3310,16
GRID 3'(A-B-C;D-E-F-G)	403,20	1346,40	3449,60
GRID 3'(C-D)	403,20	1053,36	3156,56
GRID 4(A-B-C;D-E-F-G)	556,80	673,20	2930,00
GRID 4(C-D)	556,80	526,68	2783,48
LANTAI 1 - 5			
GRID 1"(A-B-C;D-E-F-G)	273,60	1053,36	3026,96
GRID 1"(C-D)	273,60	451,44	2425,04
GRID 2(A-B-C;D-E-F-G)	273,60	1156,32	3129,92
GRID 2(C-D)	273,60	978,12	2951,72
GRID 1(A-B-C;D-E-F-G)	403,20	594,00	2697,20
GRID 3(A-B-C;D-E-F-G)	403,20	1191,96	3295,16
GRID 3(C-D)	403,20	978,12	3081,32
GRID 4(A-B-C;F-G)	403,20	1041,48	3144,68
GRID 4(C-D)	403,20	451,44	2554,64
GRID 4(D-E-F)	403,20	495,00	2598,20
GRID 3'(A-B-C;D-E-F-G) =	228,00	990,00	2918,00
GRID 3"(A-B-C;D-E-F-G)			
GRID 3'(C-D) = GRID 3"(C-D)	228,00	902,88	2830,88
GRID 1'(F-G') = 4'(A-B-C';C;F-G'-G)	182,40	273,24	2155,64
GRID 2(G-G')	182,40	514,80	2397,20
GRID 3'(G-G')	182,40	396,00	2278,40
GRID 1"(G-G")	417,60	229,68	2347,28
GRID 3(G-G")	417,60	396,0	2513,6
GRID 3"(G-G")	417,60	198,0	2315,60
LANTAI 6			
GRID 1'(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G) =	182,40	273,2	2155,64
GRID 4'(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)			
GRID 4'(C-D)	182,40	281,2	2163,6
GRID 1'(A"-A;G-G") = GRID 4'(A"-A;G-G")	182,40	198,0	2080,4
GRID 2(G-G")	182,40	427,7	2310,1
GRID 3'(A"-A;G-G")	182,40	396,0	2278,4
GRID 1(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G) =	403,20	1140,5	3243,7
GRID 4(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)			
GRID 3(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)	403,20	1192,0	3295,2
GRID 3(C-D)	403,20	978,1	3081,3
GRID 4(C-D)	403,20	732,6	2835,8
GRID 1"(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)	273,60	1053,4	3027,0
GRID 1"(C-D)	273,60	451,4	2425,0
GRID 2(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)	273,60	1156,3	3129,9
GRID 2(C-D)	273,60	978,1	2951,7
GRID 3(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G) =	228,00	990,0	2918,0
GRID 3"(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)			
GRID 3'(C-D) = GRID 3"(C-D)	228,00	902,9	2830,9
GRID 1(A"-A;G-G")	417,60	396,0	2513,6
GRID 4(A"-A;G-G")	417,60	396,0	2513,6
GRID 1"(A"-A;G-G")	417,60	427,7	2545,3
GRID 3(G-G")	417,60	396,0	2513,6
GRID 3"(A"-A;G-G")	417,60	396,0	2513,6
LANTAI ATAP			
GRID 1'(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G) =	182,40	273,24	455,64
GRID 4'(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)			
GRID 4'(C-D)	182,40	281,16	463,56
GRID 1'(A"-A;G-G") = GRID 4'(A"-A;G-G")	182,40	198,00	380,40
GRID 2(G-G")	182,40	427,68	610,08
GRID 3'(A"-A;G-G")	182,40	396,00	578,40
GRID 1(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G) =	403,20	1140,48	1543,68
GRID 4(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)			
GRID 3(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)	403,20	1191,96	1595,16
GRID 3(C-D)	403,20	978,12	1381,32
GRID 4(C-D)	403,20	732,60	1135,80
GRID 2'(A"-A)	273,60	673,20	946,80
GRID 1"(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)	273,60	1053,36	1326,96
GRID 3(C-D)	273,60	451,44	725,04
GRID 2(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)	273,60	1156,32	1429,92
GRID 2(C-D)	273,60	978,12	1251,72
GRID 3'(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G) =	228,00	990,00	1218,00
GRID 3"(A-B'-B-C';C;D-E';E-F';F-G';G)			
GRID 3'(C-D) = GRID 3"(C-D)	228,00	902,88	1130,88
GRID 1(A"-A;G-G")	417,60	396,00	813,60
GRID 4(A"-A;G-G")	417,60	396,00	813,60
GRID 1"(A"-A;G-G")	417,60	427,68	845,28
GRID 3(G-G")	417,60	396,00	813,60
GRID 3"(A"-A;G-G")	417,60	396,00	813,60

Tabel 4. Beban Mati Pada Balok Melintang

Balok	Berat Sendiri	Berat Plat	Berat Total
LANTAI BASEMENT			
GRID A (1-2) = GRID C (1-2) = GRID D (1-2)	748,80	764,28	3213,08
GRID A (3-3') = GRID G (3-3')	748,80	526,68	2975,48
GRID B (1-2) = GRID E (1-2) = GRID F (1-2)	748,80	1528,56	3977,36
GRID B (2-3) = GRID E (2-3) = GRID F (2-3)	748,80	1108,80	3557,60
GRID G (2-3)	748,80	554,40	3003,20
GRID B (3-3') = GRID C (3-3') = GRID D (3-3')	748,80	1053,36	3502,16
- GRID E (3-3') = GRID F (3-3')			
GRID A (2-3)	556,80	554,40	2811,20
GRID A' (2-3)	556,80	-	2256,80
GRID C (2-3) = GRID D (2-3)	748,80	1108,80	3557,60
LANTAI 1 - 5			
GRID A (1-1")	748,80	439,56	1188,36
GRID A (1"-2)	748,80	348,48	2797,28
GRID A (3-3"-3")	748,80	352,44	2801,24
GRID B (1-1") = GRID E (1-1") = GRID F (1-1")	748,80	879,12	3327,92
GRID B (1"-2) = GRID E (1"-2) = GRID F (1"-2)	748,80	696,96	3145,76
GRID B (2-3) = GRID E (2-3) = GRID F (2-3)	748,80	1108,80	3557,60
GRID C (1-1") = GRID D (1-1")	748,80	439,56	2888,36
GRID C (1"-2) = GRID D (1"-2)	748,80	700,92	3149,72
GRID C (2-3) = GRID D (2-3)	748,80	1108,80	3557,60
GRID G (1"-2)	748,80	625,68	3074,48
GRID G (2-3)	748,80	831,60	3280,40
GRID G (3-3"-3")	748,80	629,64	3078,44
GRID A (2-3)	556,80	554,40	2811,20
GRID A' (2-3)	556,80	-	2256,80
GRID B (3-3"-3") = GRID E (3-3"-3") = GRID F (3-3"-3")	556,80	704,88	2961,68
GRID C (3-3"-3") = GRID D (3-3"-3")	556,80	704,88	2961,68
GRID A (4-4") = GRID C (4-4") = GRID F (1"-1;4-4") = GRID G (1"-1;4-4")	417,60	198,00	2315,60
GRID B (4-4")	417,60	396	2513,60
GRID G'(1"-2)	182,40	269,28	2151,68
GRID G'(2-3)	182,40	285,12	2167,52
GRID G"(3-3"-3")	182,40	265,32	2147,72
GRID G'(1"-1;4-4") = GRID B'(4-4") = GRID C'(4-4") = GRID G'(4-4")	182,40	396,0	2278,4
LANTAI 6			
GRID A'(2-3)	556,80	-	2256,80
GRID A'(2-3)	556,80	554,4	2811,20
GRID B (3-3"-3") = GRID E (3-3"-3") = GRID F (3-3"-3")	556,80	704,88	2961,68
GRID C (3-3"-3")	556,80	704,88	2961,68
GRID A'(1"-1;4-4") = GRID G'(1"-1;4-4")	182,40	198	2080,4
GRID A"(1-1") = GRID G"(1-1")	182,40	277,2	2159,60
GRID A'(1"-2) = GRID G'(1"-2)	182,40	269,28	2151,68
GRID A'(3-3"-3") = GRID G'(3-3"-3")	182,40	265,32	2147,72
GRID B'(1"-1;4-4") = GRID C'(1"-1;4-4") = GRID E'(1"-1;4-4") = GRID F'(1"-1;4-4") = GRID G'(1"-1;4-4")	182,40	396,0	2278,40
GRID G'(2-3)	182,40	277,20	2159,60
GRID A(1-1")	748,80	277,20	2726,00
GRID A(1"-2)	748,80	277,20	2726,00
GRID A(3-3"-3")	748,80	265,32	2714,12
GRID B(1-1") = GRID E(1-1") = GRID F(1-1")	748,80	879,12	3327,92
GRID B(1"-2) = GRID E(1"-2) = GRID F(1"-2)	748,80	696,96	3145,76
GRID B(2-3) = GRID D(2-3) = GRID F(2-3)	748,80	1108,80	3557,60
GRID C(1-1") = GRID D(1-1")	748,80	439,56	2888,36
GRID C(1"-2) = GRID D(1"-2)	748,80	700,92	3149,72
GRID C(2-3) = GRID D(2-3)	748,80	1108,80	3557,60
GRID G(1"-2)	748,80	625,68	3074,48
GRID G(2-3)	748,80	831,60	3280,40
GRID G(3-3"-3")	748,80	629,64	3078,44
GRID A(1"-1;4-4") = GRID G(1"-1;4-4") = GRID F(1"-1;4-4") = GRID E(1"-1;4-4") = GRID C(1"-1;4-4")	417,60	396	2513,60
GRID C(1"-1;4-4")	417,60	198	2315,6
LANTAI ATAP			
GRID A'(2-3)	556,80	-	1111,20
GRID A(2-3)	556,80	1108,80	1665,60
GRID B(3-3"-3") = GRID E(3-3"-3")	556,80	704,88	1261,68
= GRID F(3-3"-3")			
GRID C(3-3"-3") = GRID D(3-3"-3")	556,80	704,88	1261,68
GRID A"(1"-1;4-4") = GRID G"(1"-1;4-4")	182,40	198,00	380,40
GRID A'(1-1") = GRID G'(1-1")	182,40	277,20	459,60
GRID A"(1"-2) = GRID G'(1"-2)	182,40	269,28	451,68
GRID A'(3-3"-3") = GRID G'(3-3"-3")	182,40	265,32	447,72
GRID B'(1"-1;4-4") = GRID C'(1"-1;4-4") = GRID E'(1"-1;4-4") = GRID F'(1"-1;4-4") = GRID G'(1"-1;4-4")	182,40	396,0	578,40
GRID G'(2-3)	182,40	277,20	459,60
GRID A(1-1")	748,80	277,20	1026,00
GRID A(1"-2)	748,80	277,20	1026,00
GRID A(3-3"-3")	748,80	265,32	1014,12
GRID B(1-1") = GRID E(1-1") = GRID F(1-1")	748,80	879,12	1627,92
GRID B(1"-2) = GRID E(1"-2) = GRID F(1"-2)	748,80	696,96	1445,76
GRID B(2-3) = GRID E(2-3) = GRID F(2-3)	748,80	1108,80	1857,60
GRID C(1-1") = GRID D(1-1")	748,80	439,56	1188,36
GRID C(1"-2) = GRID D(1"-2)	748,80	700,92	1449,72
GRID C(2-3) = GRID D(2-3)	748,80	1108,80	1857,60
GRID G(1"-2)	748,80	625,68	1374,48
GRID G(2-3)	748,80	831,60	1580,40
GRID G(3-3"-3")	748,80	629,64	1378,44

Tabel 5. Beban Hidup Balok Memanjang

No	jenis balok	Koef Redksi	Perataan Beban (m)	beban hidup plat (kg/m ²)	total beban (kg/m)
Lantai Basement					
1	GRID 1(A-B-C-D-E-F)	0,5	AJ = 2,00	250	250,00
2	GRID 1(C-D)	0,5	AL = 1,68	250	210,00
3	GRID 2(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	AF+AJ = 3,76	250	470,00
4	GRID 2(C-D)	0,5	AI+AI = 2,66	250	332,50
5	GRID 3(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	AD+AF = 3,46	250	432,50
6	GRID 3(C-D)	0,5	AE+AI = 2,66	250	332,50
7	GRID 3'(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	AD+AD = 3,40	250	425,00
8	GRID 3'(C-D)	0,5	AE+AE = 2,66	250	332,50
9	GRID 4(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	AD = 1,70	250	212,50
10	GRID 4(C-D)	0,5	AE = 1,33	250	166,25
Lantai Atap					
11	GRID 1'(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	I+G = 2,66	250	332,50
12	GRID 1'(C-D)	0,5	E = 1,14	250	142,50
13	GRID 2(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	I+C = 2,92	250	365,00
14	GRID 2(C-D)	0,5	L = 1,33	250	166,25
15	GRID 1(A-B-C-D-E-F)	0,5	G = 1,50	250	187,50
16	GRID 1(F-G)	0,5	Q+Q = 1,38	250	172,50
17	GRID 3(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	A = 1,25	250	156,25
18	GRID 3(C-D)	0,5	E+L = 2,47	250	308,75
19	GRID 4(A-B-C-F-G)	0,5	Q+Q = 1,38	250	172,50
20	GRID 4(C-D)	0,5	E = 1,14	250	142,50
21	GRID 4(D-E-F)	0,5	A = 1,25	250	156,25
22	GRID 3'(A-B-C-D-E-F-G)=GRID 3'(A-B-C-D-E-F-G)	0,5	A+A = 2,50	250	312,50
23	GRID 3'(C-D)=GRID 3'(C-D)	0,5	E+E = 2,28	250	285,00
24	GRID 1'(F-G-G)=4'(A-B-C-C-F-G-G)	0,5	Q = 0,69	250	86,25
25	GRID 2(G-G')	0,5	W+Z = 1,30	250	162,50
26	GRID 3'(G-G')	0,5	V+V = 1,00	250	125,00
27	GRID 1'(G-G')	0,5	Z = 0,58	250	72,50
28	GRID 3(G-G')	0,5	V+X = 1,00	250	125,00
29	GRID 3'(G-G')	0,5	X = 0,50	250	62,50
Lantai 6 dan atap					
30	GRID 1'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)= GRID 4'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	Q = 0,69	250	86,25
31	GRID 1'(A'-A-G-G')=GRID 4'(A'-A-G-G')	0,5	R = 0,50	250	62,50
32	GRID 2(G-G')	0,5	X+Z = 1,08	250	135,00
33	GRID 3'(A'-A'-G-G')	0,5	V+V = 1,00	250	125,00
34	GRID 1(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)= GRID 4(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	(2xQ)+G = 2,88	250	360,00
35	GRID 3(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	A+C = 3,01	250	376,25
36	GRID 3(C-D)	0,5	E+L = 2,43	250	303,75
37	GRID 4(C-D)	0,5	E+AA = 1,85	250	231,25
38	GRID 1'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	I+G = 2,66	250	332,50
39	GRID 1'(C-D)	0,5	E = 1,14	250	142,50
40	GRID 2(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	I+C = 2,92	250	365,00
41	GRID 2(C-D)	0,5	E+L = 2,47	250	308,75
42	GRID 3'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)= GRID 3'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	A+A = 2,50	250	312,50
43	GRID 3'(C-D)=GRID 3'(C-D)	0,5	E+E = 2,28	250	285,00
44	GRID 1'(A'-A-G-G')	0,5	T+R = 1,00	250	125,00
45	GRID 4'(A'-A-G-G')	0,5	V+R = 1,00	250	125,00
46	GRID 1'(A'-A-G-G')	0,5	T+Z = 1,08	250	135,00
47	GRID 3(G-G')	0,5	X+V = 1,00	250	125,00
48	GRID 3'(A'-A-G-G')	0,5	V+V = 1,00	250	125,00

Tabel 6. Beban Balok Melintang

Lantai Atap					
30	GRID 1'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)= GRID 4'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	Q = 0,69	100	34,50
31	GRID 1'(A'-A-G-G')=GRID 4'(A'-A-G-G')	0,5	R = 0,50	100	25,00
32	GRID 2(G-G')	0,5	X+Z = 1,08	100	54,00
33	GRID 3'(A'-A'-G-G')	0,5	V+V = 1,00	100	50,00
34	GRID 1(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)= GRID 4(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	(2xQ)+G = 2,88	100	144,00
35	GRID 3(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	A+C = 3,01	100	150,50
36	GRID 3(C-D)	0,5	E+L = 2,43	100	121,50
37	GRID 4(C-D)	0,5	E+AA = 1,85	100	92,50
38	GRID 1'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	I+G = 2,66	100	133,00
39	GRID 1'(C-D)	0,5	E = 1,14	100	57,00
40	GRID 2(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	I+C = 2,92	100	146,00
41	GRID 2(C-D)	0,5	E+L = 2,47	100	123,50
42	GRID 3'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)= GRID 3'(A-B-B-C-C-D-E-E-F-F-G-G)	0,5	A+A = 2,50	100	125,00
43	GRID 3'(C-D)=GRID 3'(C-D)	0,5	E+E = 2,28	100	114,00
44	GRID 1(A'-A-G-G')	0,5	T+R = 1,00	100	50,00
45	GRID 4(A'-A-G-G')	0,5	V+R = 1,00	100	50,00
46	GRID 1'(A'-A-G-G')	0,5	T+Z = 1,08	100	54,00
47	GRID 3(G-G')	0,5	X+V = 1,00	100	50,00
48	GRID 3'(A'-A-G-G')	0,5	V+V = 1,00	100	50,00

No	Jenis Balok	Koef Reduksi	Perataan Beban (m)	Beban hidup plat (kg/m ²)	Total Beban (kg)	
Lantai Basement						
1	GRID A (1-2) = GRID C (1-2) = GRID D (1-2)	0,5	AK	= 1,93	250	241,25
2	GRID A (3-3'-4) = GRID G (3-3')	0,5	AE	= 1,33	250	166,25
3	GRID B (1-2) = GRID E (1-2) = GRID F (1-2)	0,5	AE + AK	= 3,86	250	482,50
4	GRID B (2-3) = GRID E (2-3) = GRID F (2-3)	0,5	AG + AH	= 2,80	250	350,00
5	GRID G (2-3)	0,5	AG	= 1,40	250	175,00
6	GRID B (3-3'-4) = GRID C (3-3'-4) = GRID D (3-3'-4) = GRID E (3-3'-4) = GRID F (3-3')	0,5	AE + AE	= 2,66	250	332,50
7	GRID A (2-3)	0,5	AG	= 1,40	250	175,00
8	GRID A' (2-3)	0,5	-	-	250	125,00
9	GRID C (2-3) = GRID D (2-3)	0,5	AG + AH	= 2,80	250	350,00
Lantai 1-5						
10	GRID A (1-1') = GRID D (1-1')	0,5	H	= 1,11	250	138,75
11	GRID A (1'-2)	0,5	J	= 0,88	250	110,00
12	GRID A (3-3'-3')	0,5	B	= 0,89	250	111,25
13	GRID B (1-1') = GRID E (1-1') = GRID F (1-1')	0,5	H + H	= 2,22	250	277,50
14	GRID B (1'-2) = GRID E (1'-2) = GRID F (1'-2)	0,5	J + J	= 1,76	250	220,00
15	GRID B (2-3) = GRID E (2-3) = GRID F (2-3)	0,5	D + D	= 2,80	250	350,00
16	GRID C (1-1') = GRID D (1-1')	0,5	H	= 1,11	250	138,75
17	GRID C (1'-2) = GRID D (1'-2)	0,5	J + F	= 1,77	250	221,25
18	GRID C (2-3) = GRID D (2-3)	0,5	D + K	= 2,80	250	350,00
19	GRID G (1'-2)	0,5	J + Y	= 1,56	250	195,00
20	GRID G (2-3)	0,5	D + W	= 2,12	250	265,00
21	GRID G (3-3'-3')	0,5	B + U	= 1,56	250	195,00
22	GRID A (2-3)	0,5	D	= 1,40	250	175,00
23	GRID A' (2-3)	0,5	-	-	250	125,00
24	GRID B (3-3'-3'-4) = GRID E (3-3'-3'-4) = GRID F (3-3'-3'-4)	0,5	B + B	= 1,78	250	222,50
25	GRID C (3-3'-3'-4) = GRID D (3-3'-3'-4)	0,5	B + F	= 1,78	250	222,50
26	GRID B (4-4) = GRID C (4-4) = GRID F (1-1-4-4) = GRID G (1-1-4-4)	0,5	R	= 0,50	250	62,50
27	GRID B (4-4)	0,5	R + R	= 1,00	250	125,00
28	GRID G (1-1'-2)	0,5	Y	= 0,68	250	85,00
29	GRID G' (2-3)	0,5	W	= 0,72	250	90,00
30	GRID G' (3-3'-3')	0,5	U	= 0,67	250	83,75
31	GRID G' (1-1-4-4) = GRID B' (4-4) = GRID C' (4-4) = GRID G (4-4)	0,5	R + R	= 1,00	250	125,00
Lantai Atap						
32	GRID A (2-3)	0,5	-	-	250	125,00
33	GRID A (2-3)	0,5	D	= 1,40	250	175,00
34	GRID B (3-3'-3'-4) = GRID E (3-3'-3'-4) = GRID F (3-3'-3'-4)	0,5	B + B	= 1,78	250	222,50
35	GRID C (3-3'-3'-4) = GRID D (3-3'-3'-4)	0,5	B + F	= 1,78	250	222,50
36	GRID A' (1-1-4-4) = GRID G' (1-1-4-4)	0,5	R	= 0,50	250	62,50
37	GRID A' (1-1') = GRID G' (1-1')	0,5	S	= 0,70	250	87,50
38	GRID A' (1'-2) = GRID G' (1'-2)	0,5	Y	= 0,68	250	85,00
39	GRID A' (3-3'-3'-4) = GRID G' (3-3'-3'-4)	0,5	U	= 0,67	250	83,75
40	GRID B' (1-1-4-4) = GRID C' (1-1-4-4) = GRID D' (1-1-4-4) = GRID F' (1-1-4-4)	0,5	R + R	= 1,00	250	125,00
41	GRID G' (2-3)	0,5	W	= 0,72	250	90,00
42	GRID A (1-1')	0,5	S	= 0,70	250	87,50
43	GRID A (1'-2)	0,5	Y	= 0,68	250	85,00
44	GRID A (3-3'-3')	0,5	U	= 0,67	250	83,75
45	GRID B (1-1') = GRID E (1-1') = GRID F (1-1')	0,5	H + H	= 2,22	250	277,50
46	GRID B' (1-1') = GRID E' (1-1') = GRID F' (1-1')	0,5	J + J	= 1,76	250	220,00
47	GRID B (2-3) = GRID E (2-3) = GRID F (2-3)	0,5	D + D	= 2,80	250	350,00
48	GRID C (1-1') = GRID D (1-1')	0,5	H	= 1,11	250	138,75
49	GRID C (1'-2) = GRID D (1'-2)	0,5	J + F	= 1,77	250	221,25
50	GRID C (2-3) = GRID D (2-3)	0,5	D + K	= 2,80	250	350,00
51	GRID G (1'-2)	0,5	J + Y	= 1,56	250	195,00
52	GRID G (2-3)	0,5	D + W	= 2,12	250	265,00
53	GRID G (3-3'-3')	0,5	B + U	= 1,56	250	195,00
54	GRID A (1-1-4-4) = GRID G (1-1-4-4) = GRID B (1-1-4-4) = GRID E (1-1-4-4) = GRID F (1-1-4-4)	0,5	R + R	= 1,00	250	125,00
55	GRID C (1-1-4-4) = GRID D (1-1-4-4)	0,5	R	= 0,50	250	62,50
Lantai 6						
32	GRID A (2-3)	0,5	-	-	100	50,00
33	GRID A (2-3)	0,5	D	= 1,40	100	70,00
34	GRID B (3-3'-3'-4) = GRID E (3-3'-3'-4) = GRID F (3-3'-3'-4)	0	B + B	= 1,78	100	0,00
35	GRID C (3-3'-3'-4) = GRID D (3-3'-3'-4)	0	B + F	= 1,78	100	0,00
36	GRID A' (1-1-4-4) = GRID G' (1-1-4-4)	0	R	= 0,50	100	0,00
37	GRID A' (1-1') = GRID G' (1-1')	0	S	= 0,70	100	0,00
38	GRID A' (1'-2) = GRID G' (1'-2)	0	Y	= 0,68	100	0,00
39	GRID A' (3-3'-3'-4) = GRID G' (3-3'-3'-4)	0	U	= 0,67	100	0,00
40	GRID B' (1-1-4-4) = GRID C' (1-1-4-4) = GRID D' (1-1-4-4) = GRID F' (1-1-4-4)	0	R + R	= 1,00	100	0,00
41	GRID G' (2-3)	0	W	= 0,72	100	0,00
42	GRID A (1-1')	0	S	= 0,70	100	0,00
43	GRID A (1'-2)	0	Y	= 0,68	100	0,00
44	GRID A (3-3'-3'-4)	0	U	= 0,67	100	0,00
45	GRID B (1-1') = GRID E (1-1') = GRID F (1-1')	0	H + H	= 2,22	100	0,00
46	GRID B' (1-1') = GRID E' (1-1') = GRID F' (1-1')	0	J + J	= 1,76	100	0,00
47	GRID B (2-3) = GRID E (2-3) = GRID F (2-3)	0	D + D	= 2,80	100	0,00
48	GRID C (1-1') = GRID D (1-1')	0	H	= 1,11	100	0,00
49	GRID C (1'-2) = GRID D (1'-2)	0	J + F	= 1,77	100	0,00
50	GRID C (2-3) = GRID D (2-3)	0	D + K	= 2,80	100	0,00
51	GRID G (1'-2)	0	J + Y	= 1,56	100	0,00
52	GRID G (1-1')	0	J + Y	= 1,56	100	0,00
53	GRID G (2-3)	0	D + W	= 2,12	100	0,00
54	GRID A (1-1-4-4) = GRID G (1-1-4-4) = GRID B (1-1-4-4) = GRID E (1-1-4-4) = GRID F (1-1-4-4)	0	R + R	= 1,00	100	0,00
55	GRID C (1-1-4-4) = GRID D (1-1-4-4)	0	R	= 0,50	100	0,00

	Pondasi Tipe 1	Pondasi Tipe 2	Pondasi Tipe 3
Fz	608731,39	418402,93	219468,90
Kategori	Besar	Sedang	Kecil
Diameter Borpile	0,5	0,5	0,5
Jumlah Tiang	4 tiang	3 tiang	2 tiang
Penurunan	0,1366 cm	0,1286 cm	0,0537 cm
Dimensi Pilecap	1 m	0,8 m	0,5 m
Tulangan Pokok Borpile	8 D 19	8 D 19	8 D 19
Tulangan Ulir Borpile	Ø10 - 90 mm	Ø10 - 90 mm	Ø10 - 90 mm
Tulangan Pilecap X	D22 - 130	D22 - 230	D22-190
Tulangan Pilecap Y	D 22 130	D 22 - 210	D22-190

Analisa perhitungan perencanaan pondasi borpile pada gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang :

1. Dimensi pondasi tiang bor dengan daya dukung yang mencukupi adalah 0,5 m
2. Tulangan menggunakan 8 D 19
3. Jumlah pondasi tiang bor yang diperlukan yaitu Tipe 1 = 4 tiang , Tipe 2 = 3 Tiang , Tipe 3 = 2 Tiang
4. Penurunan pondasi tiang bor yaitu Tipe 1 = 0,1366 cm , Tipe 2 = 0,1286 cm , Tipe 3 = 0,0537 cm. Penurunan ketiga tipe pondasi AMAN dikarenakan lebih kecil dari penurunan max yaitu 2,54 cm.
5. Dimensi tulangan pada pilecap yaitu Tipe 1 = D22 – 134 (x) & D22 – 134 (y) , Tipe 2 = D22 – 230 (x) & D22 – 210 (y) , Tipe 3 = D22-196 (x) & D22-196 (y).
6. Dimensi pondasi borpile dipengaruhi oleh besarnya beban yang disalurkan yaitu dicantumkan seperti pada tabel. Semakin besar beban yang diterima semakin banyak anggota kelompok tiang yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Sosrodarsono, Suyono., Kazuto Nakazawa. 1983. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Budi, Gogot Setyo. (2011). *Pondasi Dangkal*. Jakarta: Andi Publisher.
- Bowles, J.E (1987). Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2. Jakarta 2. Jakarta : Erlangga
- Hardiyatmo, Harry Christady. 1996. *Teknik Fondasi* 1. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Hardiyatmo, Harry Christady. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- GEC UNPAR. (2005). *Manual Pondasi Tiang Jilid 3. Geotechnical Engineering Center*. Bandung : Universitas Katolik Parahyangan

Tabel 7. Hasil Perencanaan Pondasi Borpile

Sunggono. 1984. *Buku Teknik Sipil*: Bandung.
NOVA

Sosrodarsono, S. & Nakazawa, K. (2000).
Mekanika Tanah & Teknik Pondasi.
Terjemahan Ir. L. Taulu dkk. Jakarta :
Pradnya Paramitha

Pamungkas. & Harianti. (2013). *Desain Pondasi
Tahan Gempa*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.