

PERENCANAAN GEDUNG PERKULIAHAN 3 LANTAI DENGAN PONDASI SARANG LABA-LABA DI UNIVERSITAS TIMOR (TTU)

Wilfridus Palbeno ¹⁾, Nawir Rasidi²⁾, Galih Damar Pandulu³⁾

¹⁾ CV. Mitra Media Gemilang Pakisaji Kabupaten Malang

^{2,3)} PS. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

ABSTRACT

University of Timor is one of the educational institutions located in Central Timor Regency (NTT) and very important role in improving human resources. In this thesis, taking the topic of planning the building on the foundation of the cobwebs. The foundation cobweb is a combination of conventional substructure which is a blend of flat concrete slab foundation constantly filled with soil improvement so that it becomes an integral composite reinforced concrete. These systems are specifically use the land as part of the foundation structure. This study aims to determine the strength of the foundation k_{sll} meet q_a (Raft Foundation) $< q_a$ (Foundations KSSL) and the cost required. The parameters used are from the test results sondir. The analysis starts from determining soil classification and load analysis. Then calculate the bearing capacity of the foundation, the maximum ground voltage, decrease, equivalent thickness, reinforcement dimensions k_{sll} and budget plan (RAB) In University Timor East Timor Regency North. The results of the analysis of the maximum loading of 306.465 tons. Calculation of ground voltage due to the load of the building $q = 5.352$ tons / m^2 . Calculation of the effective soil pressures (p_0) = 3.5022 or at 35.022 kn / m^2 . Calculation of reduction / settlement total is 1.99 cm. Equivalent thickness of rib construction / settlement $t_e = 134.5$ cm. High-rib construction / settlement is 1.70 m. While the load distribution rib area construction / settlement is 5.81 t / m^2 . Control of the shear reinforcement rib construction is $s < d / 2 = 169.468 < 971$ mm. Retrofitting the rib construction is to use size $\phi 10-15$ cm ($a_s = 194.2$ cm) on condition $q_{min} < q < q_{max}$. Calculations show that the budget plan for the preparatory work requires a budget of Rp. 100,017,874.71, for earthwork Rp. 171,629,682.07, to concrete work Rp. 1,381,156,704.29. Total Budget Plan for Building Class 3 Floors With KSSL foundation At the University of East North Central Timor district is Rp. 1,818,085,000.00.

Keywords: bearing capacity, settlement, construction sarang laba-laba.

I. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian dari sistem rekayasa konstruksi yang berfungsi sebagai penerus beban yang ditopang oleh beratnya sendiri (bangunan) pada kedalaman tanah atau batuan yang terletak dibawahnya. Konstruksi Sarang Laba-Laba ditemukan oleh Ir. Ryantori dan Ir. Soetjipto, pada tahun 1975. Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) ialah kombinasi konstruksi bangunan bawah konvensional yang merupakan perpaduan pondasi plat beton pipih menerus yang diisi dengan perbaikan tanah sehingga menjadi satu kesatuan komposit konstruksi beton bertulang. Kombinasi ini menghasilkan

kerja sama timbal balik yang saling menguntungkan sehingga membentuk sebuah pondasi yang memiliki kekakuan jauh lebih tinggi dibandingkan pondasi dangkal lainnya.

Konstruksi Sarang Laba-Laba ini memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan pondasi konvensional yang lain diantaranya yaitu memiliki kekuatan lebih baik dengan penggunaan bahan bangunan yang hemat dibandingkan dengan pondasi rakit (*full plate*) lainnya. Tujuan penelitian ini adalah *merencanakan pondasi sarang laba-laba untuk gedung perkuliaha 3 lantai di universitas timor (UNIMOR) kabupaten timor tengah utara dan menghitung seberapa besar biaya yang*

diperlukan. Sedangkan manfaat_Nya adalah : Dapat dijadikan literatur dalam menambah wawasan di dunia konstruksi, khususnya di bidang konstruksi gedung. Perencanaan ini dapat direalisasikan oleh pihak Universitas Maupun Pemerintah *Kabupaten Timor Tengah Utara* dalam pengadaan tambahan gedung perkuliahan.

Klasifikasi Pondasi

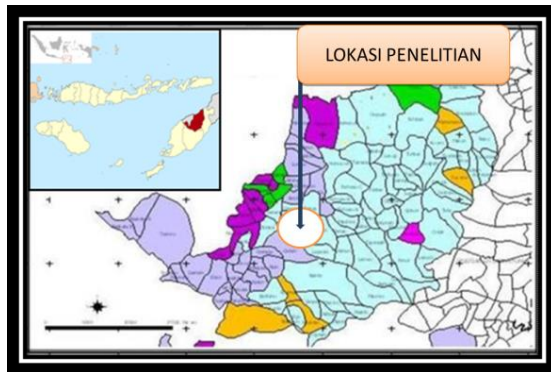
Pondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi untuk meletakkan bangunan diatas tanah dan meneruskan beban ke tanah dasar. Persyaratan umum yang harus dipenuhi oleh pondasi antara lain :

1. Terhadap tanah dasar :
 - Pondasi harus mempunyai bentuk, ukuran dan struktur sedemikian rupa sehingga tanah dasar mampu memikul gaya-gaya yang bekerja.
 - Penurunan yang terjadi tidak boleh terlalu besar / tidak merata.
 - Bangunan tidak boleh bergeser atau mengguling.
2. Terhadap struktur pondasi sendiri :
 - Struktur pondasi harus cukup kuat sehingga tidak pecah akibat gaya yang bekerja. Pemilihan jenis pondasi yang akan digunakan sebagai struktur bawah (SubStructure) dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kondisi tanah dasar, bebanyang diterima pondasi, peraturan yang berlaku, biaya, kemudahan pelaksanaannya dan sebagainya. Secara umum pondasi dapat dibagi menjadi dua macam yaitu pondasi dalam (*deep foundation*) dan pondasi dangkal (*Shallow Foundation*).

II. METODE PENELITIAN

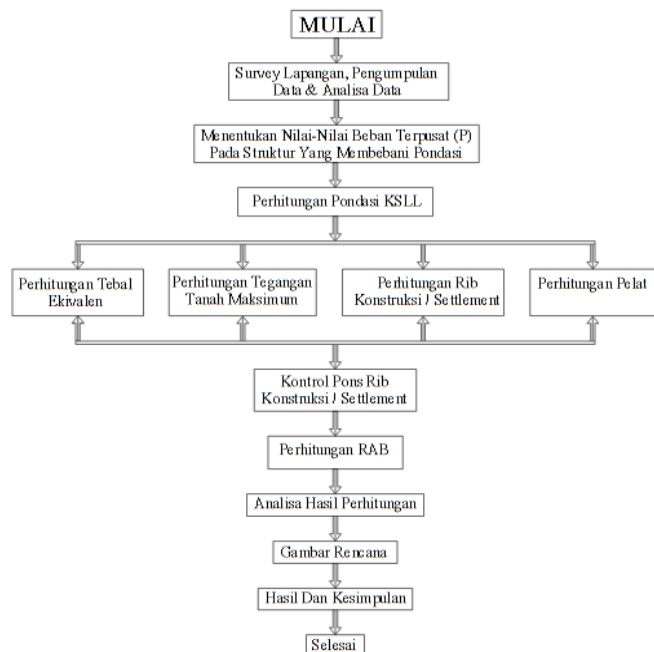
Data Lokasi

Universitas Timor, Kabupaten Timor Tengah Utara, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Jln. El-Tari Km 9 Kelurahan Sasi Kefamenanu. Luas tanah yang kosong $\pm 35.000 m^2$, sedangkan bangunan yang direncanakan seluas $1200 m^2$.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Struktur bawah (pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba) menggunakan beton *ready mix* K-225.



Gambar 2. Bagan Alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penyelidikan Sondir

Dalam analisa ini data sondir digunakan untuk memprediksi lapisan-lapisan tanah yang berada di bawah, hingga elevasi terdalam pengujian sondir dilakukan. Tanah dapat diasumsikan memiliki perilaku yang sama jika memiliki jangkauan nilai *qc* dan *Rf* yang sama. Dari hasil penelitian tersebut ditetapkan bahwa Tidak ditemukannya tanah keras (dengan batasan nilai konus *qc* lebih dari 150 kg/cm²). nilai konus *qc* sampai kedalaman -7.00m antara 2-90 kg/cm², nilai jumlah hambatan pekat 1858,67-2160,00 kg/cm².

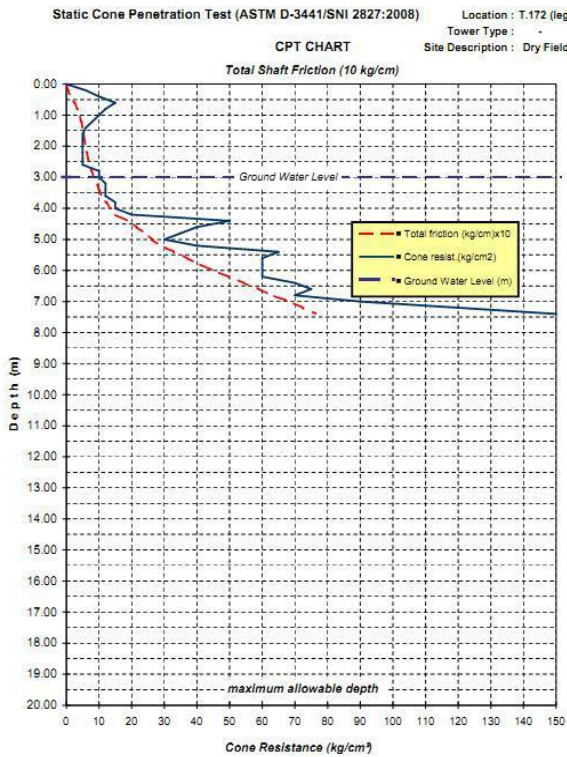
Dari pembacaan grafik dan data *sondir* mulai kedalaman -1,00 sampai - 7,00 m, tanah dibagi dalam 3 (tiga) lapis, yaitu :

- Lapis 1 : -1,00 s/d -3,00 m
- Lapis 2 : -3,00 s/d -5,00 m
- Lapis 5 : -5,00 s/d -7.00 m

Tabel 1. Hasil Penelitian Tanah Sondir

STATIC CONE PENETRATION TEST (ASTM D-3441/SNI 2827 : 2008)								
Projec/ Section		150 Kv Tg. Teme-Kupang						
Cone Type / ID	Bi- Con e/ ID	Location ID	I. 172 (Leg A)	Tower Type				
Cone Diameter (cm)	3.57	Flood Level Above Ground (m)	0	Location Description	Dry Field			
Sleeve Diameter (cm)	3.57	Total Messured Depth (m)	7.4	Testing Date (dd- mm-yy)	12/09 /2008			
Sleeve Length (cm)	13.3 5	Ground Water Level (m)	3	Investigated By	Richa rd.S			
Dep th(Qc (Kg	Qc- Qf	Qf (Kg	Fs (Kg	Fd (Kg	Tfd (Kg	Rf (%)	Est. Soil

(m)	f/c (m ²)	(Kg f/c m ²)	f/c (m ²)	f/cm (²)	f/cm)	f/cm)		Type
0	0	0	0	0	0	0	0	Sand
0.2	6	10	4	0.27	5.35	5.35	4.46	Cay
0.4	10	15	5	0.33	6.69	12.03	3.34	Cay
0.6	15	25	10	0.67	13.37	25.4	4.46	Cay
0.8	12	18	6	0.4	8.02	33.43	3.34	Cay
1	10	15	5	0.33	6.69	40.22	3.34	Cay
1.2	8	12	4	0.27	5.35	45.46	3.34	Cay
1.4	6	9	3	0.2	4.01	49.47	3.34	Cay
1.6	5	7	2	0.13	2.67	52.15	2.67	Sand
1.8	5	7	2	0.13	2.67	54.82	2.67	Sand
2	5	8	3	0.2	4.01	58.83	4.01	Cay
2.2	5	8	3	0.2	4.01	62.84	4.01	Cay
2.4	5	8	3	0.2	4.01	66.85	4.01	Cay
2.6	5	8	3	0.2	4.01	70.87	4.01	Cay
2.8	10	15	5	0.33	6.69	77.55	3.34	Cay
3	10	15	5	0.33	6.69	84.24	3.34	Cay
3.2	12	18	6	0.4	8.02	92.26	3.34	Cay
3.4	12	18	6	0.4	8.02	100.28	3.34	Cay
3.6	12	18	6	0.4	8.02	108.3	3.34	Cay
3.8	15	25	10	0.67	13.37	121.67	4.46	Cay
4	15	25	10	0.67	13.37	135.04	4.46	Cay
4.2	20	30	10	0.67	13.37	145.42	3.34	Cay
4.4	50	80	30	2.01	40.11	188.53	4.01	Cay
4.6	40	60	20	1.34	26.74	215.27	3.34	Cay
4.8	35	55	20	1.34	26.74	242.01	3.34	Cay
5	30	45	15	1	20.06	262.07	3.34	Cay
5.2	40	60	20	1.34	26.74	288.81	3.34	Cay
5.4	65	95	30	2.01	40.11	328.92	3.09	Sand
5.6	60	90	30	2.01	40.11	369.03	3.34	Cay
5.8	60	90	30	2.01	40.11	409.15	3.34	Cay
6	60	90	30	2.01	40.11	449.26	3.34	Cay
6.2	60	95	35	2.34	46.8	496.06	3.9	Cay
6.4	70	105	35	2.34	46.8	524.85	3.34	Cay
6.6	75	110	35	2.34	46.8	589.65	3.12	Sand
6.8	70	100	30	2.01	40.11	629.76	2.87	Sand
7	90	130	40	2.67	53.48	683.25	2.97	Sand
7.2	120	150	30	2.01	40.11	723.36	1.67	Sand
7.4	150	180	30	2.01	40.11	763.47	1.34	Sand

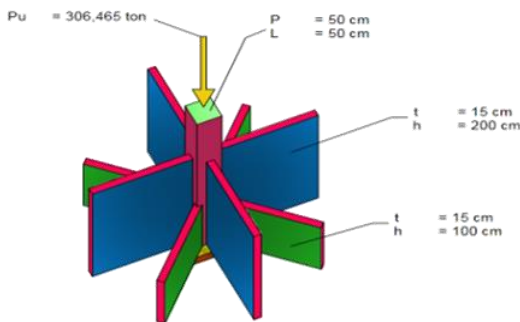


Gambar 3. Grafis Sondir

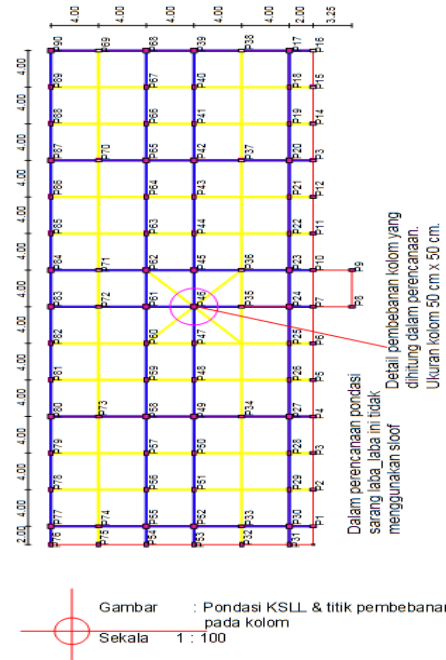
Hasil pembacaan grafik dan data *sondir* ketiga lapisan tersebut diatas, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Table 2. Jenis Tanah – Nilai

Kedalaman (m)	Jenis tanah	Nilai
-1,00 s/d -3,00	Lanau berlempung	26,151
-3,00 s/d -5,00	Lempung	26,343
-5,00 s/d -7,00	Lempung	26,221



Gambar 4. Detail Pondasi KSSL Pada Pembebanan Kolom p 46. Skala 1 : 50



Gambar 5. Pondasi KSSL & Titik Pembebanan Terbesar Pada Kolom p 46.

Dari hasil analisa pembebanan terpusat pada kolom terbesar adalah 306,465 ton pada kolom P46.

Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi

$$Q_{a(\text{pondasi rakit})} = \frac{q_{ult}}{N} = \frac{250,14}{3} = 83,38 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{a(\text{KSSL})} = 1,5 \cdot Q_{a(\text{pondasi rakit})} = 1,5 \cdot 83,38 \text{ t/m}^2 = 125,07 \text{ t/m}^2$$

Hasil Perhitungan Tegangan Tanah Maksimum

Tebal pelat pondasi (D) = 0,15 m
 Kedalaman penanaman pondasi (C) = 2 m
 Beban max terpusat pada kolom (p) = 306,465 ton

Jumlah rib tiap kolom (v) = 8 buah

$$T_{max} = \frac{P/v}{A}$$

$$T_{max} = \frac{306,465/8}{0,15 \cdot 200}$$

$$= 127,69 \text{ kg/cm}^2$$

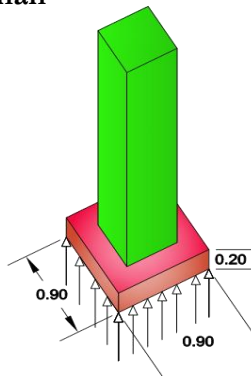
Konkrol

$$= T_{max} < \text{mutu beton (k225)}$$

$$= 127,69 \text{ kg/cm}^2 < 225 \text{ kg/cm}^2$$

Analisa Penurunan / Settlement

1. Tegangan Tanah Akibat Beban Bangunan



Gambar 6 : Tekanan tanah akibat beban pada kolom.
Sekala 1 : 50

$$\sigma_y = \text{tegangan tanah}$$

$$q = \text{beban merata pada pondasi}$$

$$q = T_{max} = 127,69 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 1,28 \text{ ton/m}^2$$

$$I_\sigma = \text{nilai pengaruh Newmark}$$

$$I_\sigma = p.l.t$$

$$\sigma_y = q \cdot I_\sigma$$

$$\sigma_y = 1,28 \cdot 0,081 + 0,5 + 3,6$$

$$\sigma_y = \underline{5,352 \text{ ton/m}^2}$$

2. Tekanan Tanah Efektif (Po)

Kedalaman - 2.00 m ; Po2

$$= P_{o1} + \gamma b \cdot h^2$$

$$= 1,7511 \text{ t/m}^2 + 1,7511 \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 3,5022 \text{ t/m}^2$$

keterangan :

$$\gamma = \text{Berat jenis tanah}$$

$$h = \text{Tebal lapisan tanah (m)}$$

Dari perhitungan didapatkan Tegangan Tanah Efektif (Po) pada kedalaman -2 m sebesar 3,5022 t/m² atau sebesar 35,022 kN/m².

Penurunan Segera / Langsung

$$S_i = q \cdot L \cdot \frac{1-\mu^2}{e_s} \cdot I_W$$

$$= 1,28 \text{ ton/m}^2 \cdot 54 \cdot \frac{1-0,2^2}{5000 \text{ kN/m}^2} \cdot 1,5$$

$$= 0,0199 \text{ m}$$

$$= 1,99 \text{ cm}$$

Jadi penurunan segera / langsung ialah sebesar 1,99 cm.

Besarnya penurunan / settlement total yang diakibatkan adanya konsolidasi primer (tanah normal konsolidasi) pada kedalaman 2 m tidak ada.

PERHITUNGAN RIB KONSTRUKSI / SETTLEMENT

1. Tebal Ekuivalen Rib Konstruksi / Settlement

$$\text{Kolom} = 50 \times 50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Asumsi, lebar} = 200 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal rib} = 15 \text{ cm}$$

$$hk = 200 \text{ cm}$$

$$A = \frac{P}{q_a}$$

$$A = \frac{P}{q_a} \rightarrow \pi \cdot R^2 = \frac{P}{q_a}$$

$$R = \sqrt{\frac{306,465}{\pi \cdot 1,28}}$$

$$= 8,73 \text{ m} \rightarrow = 873 \text{ cm}$$

Dimana,

A = luas lingkaran akibat pengaruh beban kolom

q_a = daya dukung tanah = 1,28 t/m²

P = beban terpusat pada kolom diambil nilai yang terbesar 306,465 t.

2. Dimensi Dan Penulangan Rib Konstruksi / Settlement

$$\text{Luas penyebaran} \quad F = \frac{P}{q_a}$$

$$\text{Dimana, } F = (a+3,4 \cdot hk + 2c+1,3) \cdot (b+3,4 \cdot hk+2c+1,3)$$

$$212,015 = 72,8 (0,5+3,4 \cdot 0,85+2c+1,3)^2$$

$$0 = 4c^2 + 8,6c - 2,912$$

Dari persamaan tersebut didapatkan nilai C
 $= -1,735 \text{ m} = 1,735 \text{ m}$

Luas penyebaran beban :

$$F = \sqrt{(0,5 + 3,4 \cdot 0,85 + 2 \cdot 1,735 + 1,3)}$$

$$= 5,81 \text{ m}^2$$

Check :

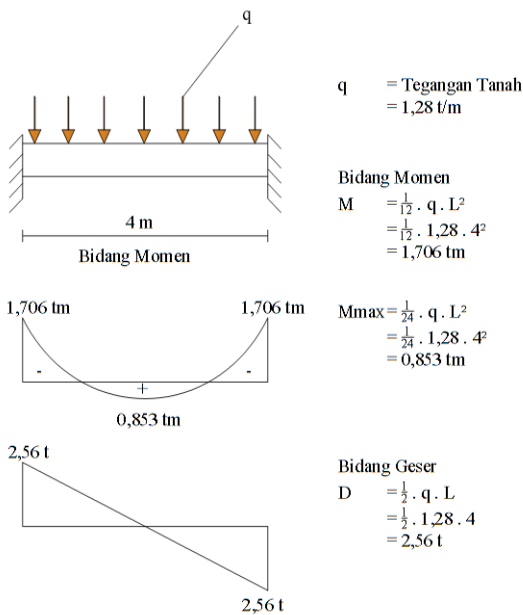
$$q = \frac{P_{\text{yang bekerja}}}{F} \leq q_{\text{ijin}}$$

$$\frac{212,015}{5,81} \leq 72,8 \text{ t/m}^2$$

$$36,49 \text{ t/m}^2 \leq 72,8 \text{ t/m}^2 \dots \dots \text{Aman !!}$$

Dengan memodelkan RIB sebagai balok yang ditumpu oleh dua tumpuan jepit, diberi beban q (tegangan maksimum yang terjadi). Maka dapat diketahui gaya-gaya dalam terbesar yang bekerja.

Gaya-Gaya Dalam Terbesar Yang Bekerja



Gambar 7 Gaya-Gaya Dalam Terbesar yang Bekerja

3. Cek Tulangan Lapangan Rib Konstruksi / Settlement

Mutu beton (f_c) = 12,769 Mpa = 127,69 kg/cm² ~ (K-225)
 Mutu baja (f_y) = 240 Mpa = 2400 kg/cm² ~ (U-24)

B = 0,15 m = 15 cm
 H = 2 m = 200 cm
 P = 40 mm = 4 cm
 \varnothing tulangan utama = 16 mm = 1,6 cm
 \varnothing tulangan sengkang = 10 mm = 1 cm
 $A_s = 14 \text{ cm}^2$ (12 \varnothing 16)
 $d = h \cdot \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{\text{tul. utama}} - \varnothing_{\text{sengkang}} - p$
 $= 200 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,6 - 1 - 4 \rightarrow = 194,2 \text{ cm}$
 $f = p \cdot \frac{f_y}{R_I} = 0,0048 \cdot \frac{2400}{126,23} = 0,091$
 $k = f \left(1 - \frac{f}{2}\right) = 0,091 \left(1 - \frac{0,091}{2}\right) = 0,086$
 $m = k \cdot b \cdot d^2 \cdot r_i + a_s \cdot f_y \cdot d$
 $= (0,086 \cdot 15 \cdot 194,2^2 \cdot 126,23) + (14 \cdot 2400 \cdot 194,2)$
 $= 6141164,68 + 6525120$
 $= 12666284,68 \text{ kg/cm}$
 $M_u = \varphi \cdot m$
 $= 0,5 \cdot 12666284,68$
 $= 6333142,34 \text{ kg/cm}$

Control : $M_u >$ momen yang terjadi
 6333142,34 kg/cm > 1706000 kg/cm OK

4. Cek Tulangan Geser Rib Konstruksi / Settlement

Akan digunakan sengkang dengan diameter
 $1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$

$$V_n - V_c = 43,179 \text{ kN}$$

$$= 43179 \text{ N}$$

A_v = jumlah luas penampang dua kali

$$\text{sengkang} = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot d \cdot f_y}{(V_n - V_c)} = \frac{157 \cdot 194,2 \cdot 240}{43179}$$

$$= 169,468 \text{ mm}$$

Control :

$$S < \frac{d}{2} = 169,468 \text{ mm} < \frac{1942}{2}$$

$$= 169,468 \text{ mm} < 971 \text{ mm} \dots \dots \text{OK}$$

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan Persiapan

Pagar proyek $(25 + 55) \times 2 = 160 \text{ m}$
 Pembersihan lokasi $(25 \times 55) = 1375 \text{ m}^2$
 Pemasangan bowplank $(96 + 20) \times 2 = 232 \text{ m}$

2. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan galian $0.9 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 348 \text{ m}$
 $= 626,4 \text{ m}^3$

Pekerjaan galian $0.9 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 292 \text{ m}$
 $= 262,8 \text{ m}^3$

Urugan tanah

$0.7 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 348 \text{ m} = 487,2 \text{ m}^3$

$0,7 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 292 \text{ m} = 204,4 \text{ m}^3$

Urugan pasir $0,05 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 640 \text{ m}$
 $= 48,935 \text{ m}^3$

3. Pekerjaan Beton

Pondasi

Tabel 3. Volume Pondasi

tipe	panjang (m)	Jumlah	tinggi (m)	lebar (m)	volume (m ³)
p1	54	4	2	0.15	64.8
p2	22	6	2	0.15	39.6
p3	5.66	4	1	0.15	3.4
p4	54	2	1	0.15	16.2
p5	22	8	1	0.15	26.4
Total volume pondasi adalah					150.4

Penyewaan alat berat dengan per hari 8 jam $\pm 125 \text{ m}^3$

Total volume galian tanah $= 640 \text{ m}^3 /$

Volume galian per hari $= 100 \text{ m}^3$

Penyewaan alat berat selama ± 51.2 jam kerja (6.4 hari)

4. Pekerjaan Pembesian.

Tabel 4. Besi Beton Polos & Ulir Yang Digunakan

D (mm)	Berat (Kg)	D (mm)	Berat (Kg)
8	0.395	8p	0.4
10	0.617	10p	0.62
16	1.578	16p	1.57
16	1.578	16p	1.58
22	2.985	22p	2.98

Tabel 5. Volume Penulangan Untuk Pondasi

Tipe	D	Panjang (m)	Tinggi (m)	Jarak (m)	Jumlah Tulangan	Volume (Kg)
X	10	348	2	0.2	10	2157,6
	10	292	1	0.2	5	1460
Y	10	348	2	0.2	174	37542,24
	10	292	1	0.2	146	26431,84
Total						67.591,68

5. Pekerjaan bekisting

Bekisting pondasi.

Tinggi $\times 2 \times$ panjang keseluruhan

$1 \text{ m} \times 2 \times 292 \text{ m} / 3 = 194,666 \text{ m}^2$

$2 \text{ m} \times 2 \times 348 \text{ m} / 3 = 464 \text{ m}^2$

Agar lebih hemat total bekisting pondasi digunakan 3 kali secara bertahap (bergantian) adalah $658,666 \text{ m}^2$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

N0	JENIS PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	100.017.874,71
2	PEKERJAAN TANAH	171.629.682,07
3	PEKERJAAN BETON	1.381.156.704,29
A	TOTAL (Rp)	1.652.804.261,07
B	PPN = 10% x A	165.280.426,11
C	JUMLAH TOTAL (A + B)	1.818.084.687,18
	DIBULATKAN	1.818.085.000,00

Terbilang : Satu Miliar Delapan Ratus Delapan Belas Juta Delapan Puluh Lima Ribu Rupiah.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada Perencanaan Gedung Perkuliahan 3 Lantai Dengan Pondasi Sarang Laba-Laba Di Universitas Timor Kabupaten Timor

Tengah Utara, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Daya dukung tanah KSSL (q_{2a}) sebesar $125,07 \text{ t/m}^2$. Daya dukung yang dihasilkan menjadi lebih besar dari 1,5 kali daya dukung pada pondasi rakit. Hal ini disebabkan bekerjanya faktor-faktor yang menguntungkan dari Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) : Memiliki kekakuan lebih tinggi dibandingkan dengan pondasi rakit. Adanya pemadatan tanah yang efektif didalam Konstruksi Sarang Laba-Laba. Bekerjanya tegangan geser pada rib settlement terluar dari Konstruksi Sarang Laba-Laba. Penyebaran beban dimulai dari dasar pelat yang terletak di bagian atas rib, sehingga beban yang timbul sudah merata pada lapisan pendukung. Memiliki kemampuan melindungi secara permanen stabilitas dari perbaikan tanah didalamnya. Dalam pekerjaan pondasi sarang laba_laba ini tidak menggunakan pekerjaan sloof. Tebal ekuivalen : Rib konstruksi / settlement = $134,5 \text{ cm}$. Tegangan tanah maksimum sebesar : $1,28 \text{ t/m}^2$. Kontrol terhadap tegangan geser sudah terpenuhi, $S < \frac{d}{2}$ Rib konstruksi / settlement : $162,468 \text{ mm} < 971 \text{ mm}$. Penurunan / settlement total yang dialami oleh tanah sebesar $1,99 \text{ cm}$.

Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Pondasi Sarang Laba-Laba Di **Universitas Timor Kabupaten Timor Tengan Utara** adalah : Rp 1.818.085.000,00.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., *Analisa dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid I*, Erlangga, Jakarta, 1992.
- Kusuma, Gideon H., Ir., M.Eng., dan Andriono, Takim, Dr., Ir., *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di*

Daerah Rawan Gempa Edisi Kedua Seri Beton 3, Erlangga, Jakarta, 1993.

- Peck, Ralph B, *Teknik Fondasi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1986. *Rekayasa Fundasi II (Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam)*, Penerbit Gunadarma, Jakarta, 1997.
- Ryantori, Ir., dan Sutjipto, Ir., *Konstruksi Sarang Laba-Laba*, Penerbit PT. Dasaguna, Surabaya, 1984.
- Lunggono, Ir., K.H., *Mekanika Tanah*, Nova, Jakarta, 1984. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SKSNI T15-1991-03, Jakarta, 1997.
- Terzaghi, Karl, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*, Erlangga, Jakarta, 1987.
- Ratna Sari Cipto Haryono, Tirta Rahman Maulana, *Analisis Penggunaan Struktur Pondasi Sarang Laba-Laba Pada Gedung BNI '46 Wilayah 05 Semarang*, Universitas Diponegoro, Semarang 2007.