

ANALISA PENGGUNAAN PONDASI STROUSS DAN PONDASI TELAPAK DITINJAU DARI BIAYA PELAKSANAANNYA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DUA LANTAI

Faisal Estu Yulianto¹, Taurina J. Irwanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura
Jl. Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekasan Telp 0324 322231
Email: faisal.estu@unira.ac.id, taurina.irwanto@unira.ac.id

Abstrak

Pondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi untuk menahan beban yang bekerja dari struktur bangunan atasnya dan diteruskan ke tanah dengan tujuan memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna gedung. Pemilihan pondasi didasarkan pada beban yang bekerja, jenis lapisan tanah yang menopang pondasi, teknologi yang dapat digunakan serta biaya pelaksanaan yang paling ekonomis; sehingga prinsip ekonomis teknis mampu dicapai dalam menentukan pondasi dari beberapa alternatif penggunaan pondasi yang ada. Makalah ini akan mendiskusikan tentang studi kasus penentuan jenis pondasi pada proyek gedung kuliah dua lantai universitas Madura ditinjau dari biaya pelaksanaannya. Jenis pondasi yang dapat dilaksanakan berdasarkan kondisi lapangan adalah pondasi mini bor (strouss) dan Pondasi telapak (foot plate). Perbandingan biaya ditentukan berdasarkan biaya material yang digunakan dalam konstruksi pondasi dan upah kerja dalam menyelesaikan pekerjaan pondasi tersebut. Berdasarkan beban yang bekerja dan data tanah yang ada diketahui terdapat 3 (tiga) jenis dimensi pondasi untuk menopang struktur atas bangunan gedung tersebut. Hasil perhitungan kedua jenis pondasi berdasarkan volume pekerjaan diketahui bahwa upah kerja untuk pondasi telapak sebesar Rp. 1.234.039,24 dan untuk pondasi strouss sebesar Rp. 908.245,99. Sedangkan biaya pembelian bahan untuk pondasi telapak didapatkan sebesar Rp. 4.421.090,25 dan Rp. 3.413.076,61 untuk pembelian bahan pondasi strouss. Pondasi yang dipilih untuk gedung lantai dua adalah pondasi strouss dengan efisiensi total yang didapatkan sebesar 23,59% dibandingkan jika menggunakan pondasi telapak

Kata kunci : *Pondasi strouss, pondasi telapak, biaya pelaksanaan.*

Pendahuluan

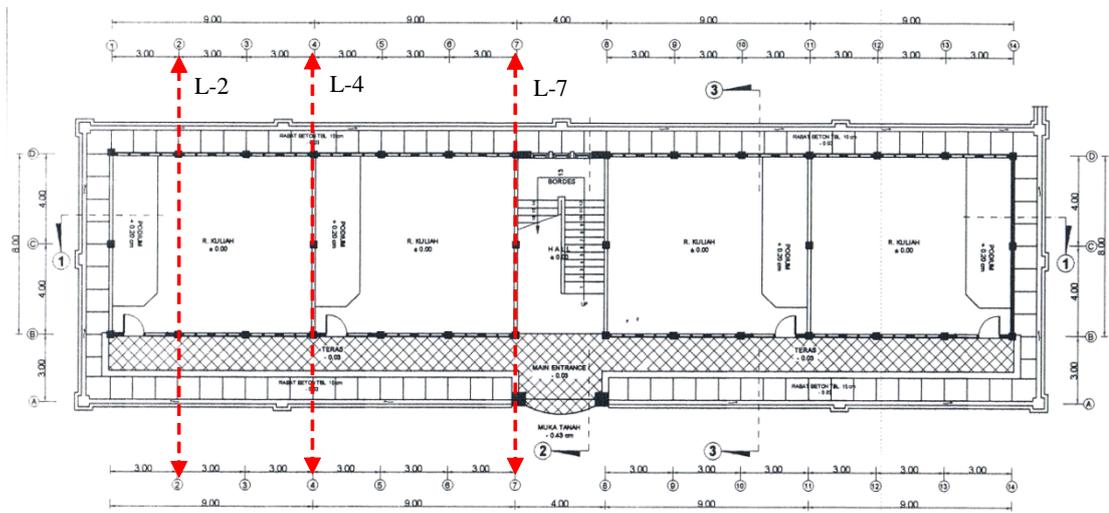
Pondasi merupakan bangunan struktur bawah (*Sub Structure*) yang berfungsi untuk meneruskan beban dari bangunan atas (*Up Structure*) ke lapisan tanah yang mampu mendukung beban yang bekerja. Pemilihan pondasi untuk sebuah gedung didasarkan terhadap kondisi tanah yang mampu mendukung beban yang bekerja, teknologi yang dapat dilakukan di lokasi pembangunan gedung dan biaya pelaksanaan seminimal mungkin, sehingga akan tercapai tujuan sebuah konstruksi yaitu memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penggunaannya dan ekonomis dalam pelaksanaannya. Tulisan ini akan mendiskusikan suatu pemilihan pondasi dalam pembangunan gedung kuliah dua lantai di Universitas Madura Pamekasan. Karena lokasi yang terletak pada kota kecil sehingga tidak semua jenis pondasi dapat dipilih dan dilaksanakan untuk keperluan struktur bawahnya. Data tanah yang digunakan dalam pembangunan gedung ini berasal dari uji penetrasi konus (sondir) di tiga titik pengujian. Dari data tanah dan beban yang bekerja dipilih dua jenis pondasi yang akan digunakan sebagai struktur bangunan bawah gedung tersebut yaitu pondasi telapak (*Foot Plate*) dan pondasi mini bor (*Strouss Pile*). Berdasarkan denah gedung dan hasil perhitungan beban didapatkan 3 (tiga) jenis portal yang nantinya akan berpengaruh pada dimensi dari pondasi yang dikerjakan. Dari data pembebanan dan jenis tanah yang ada maka hal yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah :

1. Dimensi pondasi telapak dan pondasi strouss untuk 3 (tiga) jenis portal
2. Besarnya biaya material dan upah kerja masing masing pondasi
3. Efisiensi yang terjadi pada pemilihan pondasi pada gedung.
4. Pondasi yang dipilih untuk gedung lantai dua

Metode Penelitian

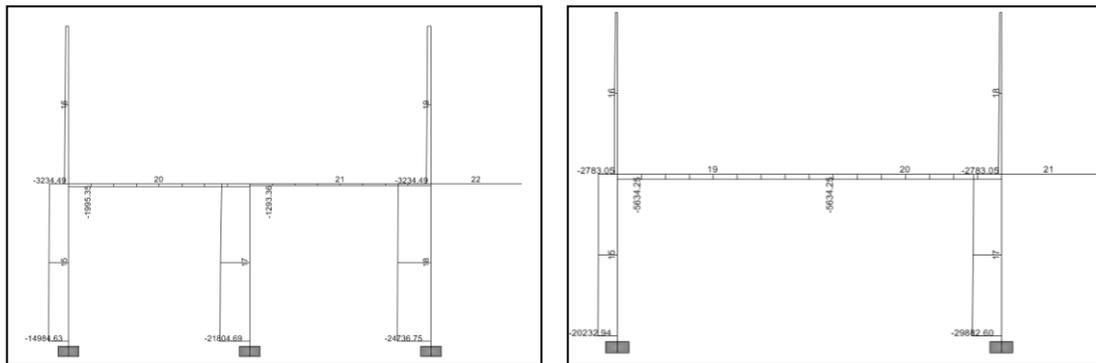
Perhitungan struktur bawah pondasi dimulai dari perhitungan beban yang bekerja pada portal portal berdasarkan denah ruang di setiap lantai seperti pada Gambar 1. Diketahui denah ruang untuk lantai 1 maupun lantai 2 adalah sama sehingga terdapat 3 (tiga) jenis portal berdasarkan beban yang bekerja yaitu Portal Line 2, Portal Line

4 dan Portal Line 7. Portal portal tersebut telah diperhitungkan menahan beban guna sesuai fungsi gedung dan beban dari struktur itu sendiri.



Gambar 1. Denah ruang untuk lantai 1 dan lantai 2

Untuk mengetahui beban yang bekerja pada pondasi di titik tersebut dilakukan perhitungan statika pada setiap portal dengan menggunakan program bantu/software SAP 2000 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Hasil perhitungan statika portal line 2 dan portal line dengan menggunakan SAP 2000.

Hasil perhitungan statika pada ketiga portal diketahui besarnya beban yang harus dipikul (*Axial Force*) oleh masing masing pondasi. Analisa perhitungan daya dukung untuk pondasi strauss menggunakan persamaan (Sarjono, 2001) sebagai berikut :

$$Q = (A.qc)/3 + (O.JHP)/5 \quad (1)$$

Sedangkan untuk pondasi telapak perhitungan daya dukung menggunakan persamaan yang diberikan oleh Terzaghi (1925) dan diasumsikan terjadi keruntuhan geser umum, adalah sebagai berikut :

$$Q = 1,3 \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (2)$$

Dengan memakai angka keamanan (SF) sebesar 3 untuk persamaan Terzaghi (1925), maka besarnya dimensi pondasi telapak dan pondasi strauss untuk masing masing portal yang mampu mendukung beban yang bekerja ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

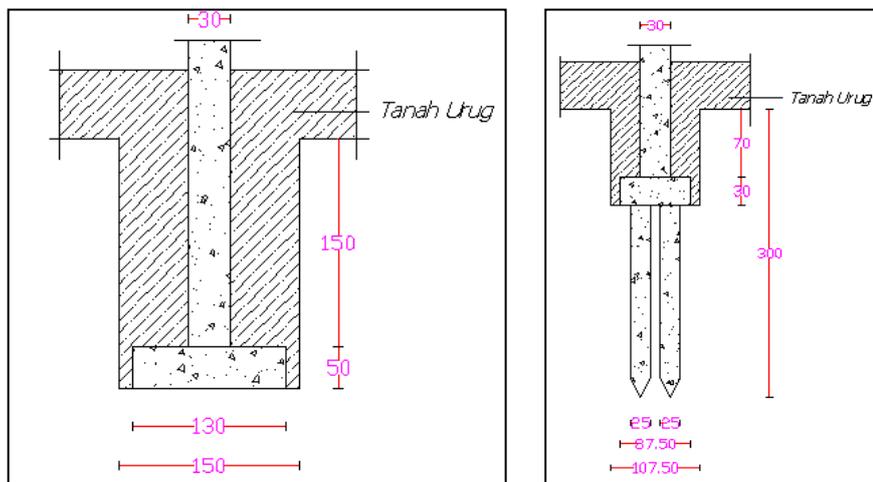
Tabel 1. Dimensi Pondasi Telapak dan Pondasi Strouss

Jenis Portal	Beban Kerja (kN)	Dimensi Pondasi		
		Pondasi Telapak (m)	Pondasi Strouss	
			L & Ø (m)	Dimensi Poer (m)
Portal Line 2	2044,377	1,3 x 1,3 x 0,5	2 & 0,25	0,875 x 0,875 x 0,3
Portal Line 4	1513,476	1,1 x 1,1 x 0,3	2 & 0,2	0,7 x 0,7 x 0,3
Portal Line 7	1250,234	1 x 1 x 0,3	2 & 0,2	0,7 x 0,7 x 0,3

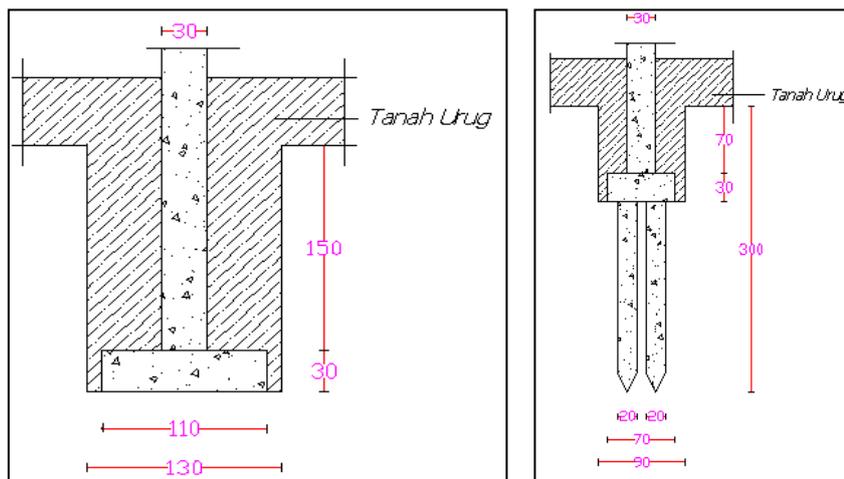
Selanjutnya akan dilakukan analisa besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk masing masing pondasi yang terdiri atas biaya material/bahan dan upah kerja sesuai dengan analisa harga satuan yang berlaku di lokasi pekerjaan.

Hasil dan Pembahasan

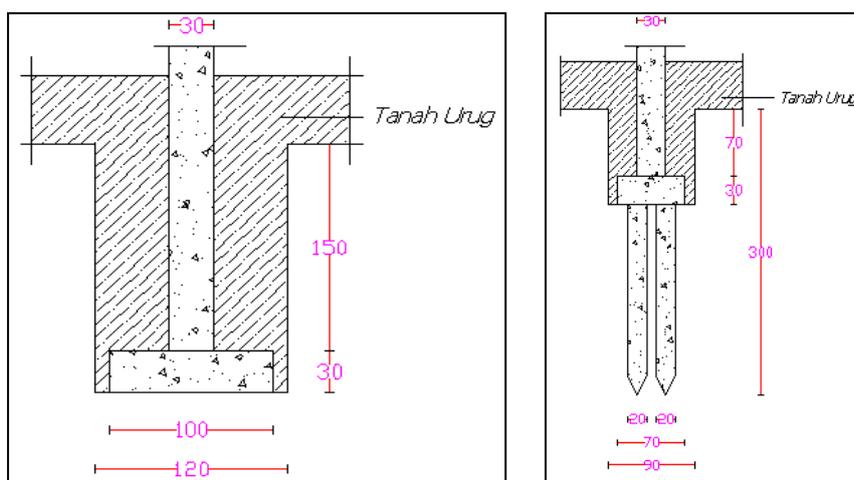
Analisa biaya pelaksanaan dari pondasi telapak maupun strouss dilakukan berdasarkan detail gambar masing masing pondasi yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Detail pondasi telapak dan pondasi strouss portal line 2.



Gambar 3. Detail pondasi telapak dan pondasi strouss portal line 4.



Gambar 3. Detail pondasi telapak dan pondasi strauss portal line 7.

Dari Gambar 3 diketahui jenis pekerjaan yang diperlukan untuk pelaksanaan pondasi telapak dan pondasi strauss adalah pekerjaan tanah terdiri atas pekerjaan galian tanah, pekerjaan urugan tanah kembali dan pekerjaan pengeboran, pekerjaan beton yang terdiri atas pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran. Perhitungan setiap item pekerjaan akan disesuaikan dengan harga bahan dan upah kerja yang berlaku di lokasi pembangunan gedung seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Harga Bahan Kabupaten Pamekasan 2012

No	Jenis Pekerja	Satuan	Harga Bahan (Rp)
1	Semen	kg	1.200
2	Besi Beton Polos	kg	11.000
3	Kawab Besi	kg	9.000
4	Batu Cor	m ³	315.000
5	Pasir Cor	m ³	260.000

Tabel 3. Daftar Upah Kerja Kabupaten Pamekasan 2012

No	Jenis Pekerja	Satuan	Besaran Upah (Rp)
1	Mandor lapangan	Org/Hr	60.000
2	Kepala Tukang	Org/Hr	50.000
3	Tukang	Org/Hr	45.000
4	Pembantu Tukang	Org/Hr	42.500

Pekerjaan Tanah

Perhitungan pekerjaan tanah dihitung berdasarkan volume pekerjaan, pada jenis pekerjaan ini tidak dibutuhkan bahan/material tetapi hanya upah kerja untuk menyelesaikan galian tanah, urugan tanah kembali serta pengeboran untuk tiang strauss. Besarnya upah kerja untuk menyelesaikan pekerjaan tanah untuk masing masing pondasi diberikan pada Tabel 4 sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tanah pada pondasi telapak sebesar **Rp. 502.901,74** dan untuk pondasi strauss sebesar **Rp. 343.808,68**. Penghematan biaya pekerjaan tanah untuk pondasi telapak adalah sebesar **Rp.159.093,05** atau terjadi efisiensi biaya sebesar **31,6%**. Penghematan yang terjadi pada pondasi strauss disebabkan kecilnya volume pekerjaan galian tanah hal ini terjadi karena untuk mencapai daya dukung pondasi yang aman cukup dilakukan dengan pengeboran saja pekerjaan galian pada pondasi strauss hanya untuk pekerjaan poe pondasinya saja sedangkan pada pondasi telapak besarnya volume pekerjaan tanah dikarenakan kemampuan daya dukung pondasi telapak akan tercapai pada elevasi tanah yang lebih dalam dari pondasi strauss (Gambar 3).

Pekerjaan Beton

Pekerjaan beton untuk dua jenis pondasi berupa pembelian bahan untuk campuran beton yaitu batu dan pasir cor serta besi untuk tulangan pondasi telapak dan strauss. Selain itu biaya yang diperlukan untuk pekerjaan beton adalah upah kerja untuk setiap volume beton yang dikerjakan pada 3 (tiga) jenis portal yang dianalisa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6 dimana kualitas beton yang digunakan adalah $f_c' 20$ MPa dan kualitas baja pakai adalah 240 MPa. Total Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan beton pelaksanaan pondasi telapak

sebesar **Rp. 4.421.090,25** lebih besar dari biaya bahan untuk pondasi strouss yaitu **Rp. 3.413.076.61** atau pembelian bahan beton untuk pengerjaan pondasi strouss lebih hemat **Rp. 1.008.013.64 (22,8%)**. Hal ini disebabkan volume pekerjaan beton untuk pondasi telapak lebih besar dari pondasi strouss yaitu 2,1825 m³ dibandingkan 1,68 m³.

Tabel 4. Upah Kerja Pekerjaan Tanah

Jenis Portal	Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan		Besar Upah Kerja (Rp)	
		Pondasi Telapak	Pondasi Strouss	Pondasi Telapak	Pondasi Strouss
Portal Line 2	Galian Tanah (m ³)	4,613	1,156	212.486,31	53.248,25
	Urugan Tanah Kembali (m ³)	3,52	0,863	10.133,75	2.484,50
	Pengeboran (m)	-	2,0	-	70.000,00
Portal Line 4	Galian Tanah (m ³)	3,127	0,81	144.037,44	37.310,63
	Urugan Tanah Kembali (m ³)	2,544	0,6	7.323,94	1.727,34
	Pengeboran (m)	-	2,0	-	70.000,00
Portal Line 7	Galian Tanah (m ³)	2,664	0,81	122.710,50	37.310,63
	Urugan Tanah Kembali (m ³)	2,157	0,6	6.209,80	1.727,34
	Pengeboran (m)	-	2,0	-	70.000,00
Total Setiap Jenis Pekerjaan	Galian Tanah (m ³)	10,40	2,78	479.234,25	127.869,50
	Urugan Tanah Kembali (m ³)	8,22	2,06	23.667,49	5.939,18
	Pengeboran (m)	-	6,00	-	210.000,00

Tabel 5. Biaya Untuk Pembelian Bahan Beton

Jenis Portal	Volume Pekerjaan Beton		Jenis Bahan	Kebutuhan Bahan (kg)		Biaya Pembelian Bahan (Rp)	
	Pondasi Telapak	Pondasi Strouss		Pondasi Telapak	Pondasi Strouss	Pondasi Telapak	Pondasi Strouss
Portal Line 2	1,093	0,72	Batu Cor	0,90	0,59	282,321,90	185,895,28
			Pasir Cor	0,59	0,39	153,457,20	101,044,13
			Besi Cor	120,23	79,17	1,322,530,00	870,821,88
			Kawat Besi	1,09	0,72	9,837,00	6,477,19
			Semen	371,62	244,69	445,944,00	293,632,50
Portal Line 4	0,5825	0,48	Batu Cor	0,48	0,40	150,459,75	124,655,58
			Pasir Cor	0,31	0,26	81,783,00	67,757,04
			Besi Cor	64,08	53,09	704,825,00	583,946,00
			Kawat Besi	0,58	0,48	5,242,50	4,343,40
			Semen	198,05	164,08	237,660,00	196,900,80
Portal Line 7	0,507	0,48	Batu Cor	0,42	0,40	130,958,10	124,655,58
			Pasir Cor	0,27	0,26	71,182,80	67,757,04
			Besi Cor	55,77	53,09	613,470,00	583,946,00
			Kawat Besi	0,51	0,48	4,563,00	4,343,40
			Semen	172,38	164,08	206,856,00	196,900,80
Total Biaya Bahan			Batu Cor	0,90	0,59	282,321,90	185,895,28
			Pasir Cor	0,59	0,39	153,457,20	101,044,13
			Besi Cor	120,23	79,17	1,322,530,00	870,821,88
			Kawat Besi	1,09	0,72	9,837,00	6,477,19
			Semen	371,62	244,69	445,944,00	293,632,50

Upah kerja untuk penyelesaian pekerjaan beton untuk pondasi telapak juga secara otomatis lebih besar dari pekerjaan beton untuk pondasi strouss yaitu **Rp. 731.137,50** untuk pondasi telapak dan **Rp. 564.437,31** untuk pondasi strouss yang berarti upah kerja dengan menggunakan pondasi strouss juga lebih hemat **Rp. 166.700,19 (22,8%)**.

Rekapitulasi Biaya Pekerjaan

Dari hasil perhitungan dari jenis dua pondasi yang dapat dikerjakan diketahui bahwa jumlah upah kerja total untuk pekerjaan pondasi telapak adalah **Rp. 1.234.039,24** dan untuk pondasi strouss sebesar **Rp. 908.245,99** yang berarti terjadi efisiensi upah kerja sebesar **26,4%** untuk pelaksanaan pekerjaan pondasi strouss. Sedangkan untuk

pengadaan bahan pondasi telapak membutuhkan biaya sebesar **Rp. 4.421.090,25** dan **Rp. 3.413.076,61** untuk pembelian bahan pondasi strouss yang berarti terjadi penghematan biaya sebesar **Rp. 1.008.013,64** atau **22,8%**. Secara keseluruhan penggunaan pondasi telapak membutuhkan biaya sebesar **Rp. 5.655.125,49** dan untuk penggunaan pondasi strouss membutuhkan biaya sebesar **Rp. 4.321.322,60** seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6, dengan kata lain jika memilih pondasi strouss untuk struktur bawah bagi ketiga portal tersebut akan dapat menghemat biaya sebesar **Rp. 1.333.806,89** atau dapat menghemat biaya sebesar **23,59%** jika menggunakan pondasi telapak untuk struktur bawah ketiga portal tersebut.

Tabel 6. Upah Kerja Pekerjaan Beton

Jenis Portal	Volume Pekerjaan Beton		Jenis Pekerja	Kebutuhan Bahan (kg)	
	Pondasi Telapak	Pondasi Strous		Pondasi Telapak	Pondasi Strous
Portal Line 2	1,093	0,72	Pengecoran	215,867.50	142,138.28
			Pembesian	150,287.50	98,957.03
Portal Line 4	0,5825	0,48	Pengecoran	115,043.75	95,313.50
			Pembesian	80,093.75	66,357.50
Portal Line 7	0,507	0,48	Pengecoran	100,132.50	95,313.50
			Pembesian	69,712.50	66,357.50
Total Upah Kerja			Pengecoran	431,043.75	332,765.28
			Pembesian	300,093.75	231,672.03

Tabel 6. Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Pondasi Telapak Dan Pondasi Strouss

Jenis Portal	Jenis Pondasi	
	Pondasi Telapak	Pondasi Strouss
Upah Kerja Pekerjaan Tanah	502.901,74	343.808,68
Upah Kerja Pekerjaan Beton	731.137,50	564.437,31
Pembelian Bahan Beton	4.421.090,25	3.413.076,61
Total Biaya	5.655.129,49	4.321.322,60

Penggunaan pondasi strouss yang mempunyai efisiensi biaya **23,59%** dibandingkan penggunaan pondasi telapak disebabkan struktur pondasi telapak lebih besar volume pekerjaannya dibandingkan volume pekerjaan pondasi strouss. Besarnya volume pondasi telapak disebabkan daya dukung pondasi telapak hanya mengandalkan bidang sentuh luas telapak pondasi dengan tanah sehingga semakin besar beban yang bekerja atau yang didukungnya maka akan semakin besar pula luas telapak yang dibutuhkan untuk menahan beban dari bangunan atas (*Up Structure*). Sedangkan pondasi strouss bekerja mendukung beban yang bekerja didasarkan prinsip lekatan selimut tiang (*Friction*) dengan tanah dan daya dukung tiang (*End Bearing*) sehingga meskipun dimensi tiang kecil tetapi mempunyai daya dukung yang besar.

Kesimpulan

Dari penjelasan di atas dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan beban yang bekerja dan data tanah yang ada diketahui bahwa dimensi pondasi adalah :
 - Portal Line 2 : Pondasi Telapak = 1,3 x 1,3 x 0,5 meter dan Pondasi Strous = 2 & 0,25 meter.
 - Portal Line 4 : Pondasi Telapak = 1,1 x 1,1 x 0,3 meter dan Pondasi Strous = 2 & 0,2 meter.
 - Portal Line 7 : Pondasi Telapak = 1 x 1 x 0,3 meter dan Pondasi Strous = 2 & 0,2 meter.
- Upaha kerja untuk pekerjaan pondasi telapak diketahui sebesar Rp. 1.234.039,24 dan untuk pondasi strouss sebesar Rp. 908.245,99. Sedangkan biaya pembelian bahan untuk pondasi telapak didapatkan sebesar Rp. 4.421.090,25 dan Rp. 3.413.076,61 untuk pembelian bahan pondasi strouss.
- Pondasi strous lebih efisien 26,4% untuk upah kerja dibandingkan pondasi telapak dan lebih efisien 22,8% pada pembelian bahan untuk pondasi.
- Pondasi yang dipilih untuk gedung lantai dua adalah pondasi strous dengan efisiensi total yang didapatkan sebesar 23,59% dibandingkan jika menggunakan pondasi telapak.

Daftar Pustaka

Hardiyatmo, Hary Chistady,(2010). *Analisis dan Perencanaan Fondasi bagian 1*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Hardiyatmo, Hary Chistady,(2008),. *Teknik fondasi 2*, Beta Offse, Yogyakarta

Ibrahim, H. Bahtiar. (1993). *Rencana dan Estimate real of cost*, Bumi Aksara, Jakarta.

Sardjono. HS. (1991).*Pondasi Tiang Pancang Jilid I*. Cetakan Kedua. Sinar Wijaya. Surabaya.

Terzaghi, K. (1925). “*Principles of Soil Mechanics*”. Engr. News Record, Vol. 95, pp. 832-836.

Dinas Pekerjaan Umum Kab. Pamekasan (2012), *Analisa Harga Satuan, Harga Bahan Dan Upah Kerja Untuk Kab. Pamekasan Tahun 2012*.