

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN FONDASI TELAPAK DAN FONDASI SUMURAN PADA LAHAN EKS GALIAN TAMBANG PADA PROYEK DEPO ARSIP DI KABUPATEN BANGKA SELATAN

Reka Oktaria

Email : rekaoktaria18@gmail.com

Ferra Fahriani

Email : f2_ferra@yahoo.com

Yayuk Apriyanti

Email : yayukapriyanti26@gmail.com

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Kab. Bangka

ABSTRAK

Fondasi telapak yang termasuk kedalam fondasi dangkal sering digunakan pada struktur bertingkat seperti yang terjadi pada kasus proyek Pembangunan Gedung Depo Arsip di Kabupaten Bangka Selatan. Pada penelitian ini dilakukan alternatif lain pemilihan jenis pondasi pada lokasi tersebut yaitu fondasi sumuran. Untuk mengetahui efisiensi kedua pondasi tersebut maka dilakukan analisis daya dukung dan penurunan fondasi. Untuk fondasi telapak daya dukung dengan menggunakan metode Skempton (1951), metode Prandtl (1920), dan metode Schmertmann (1978). Sedangkan untuk fondasi sumuran menggunakan metode deRuiter dan Beringen, metode Price dan Wardle (1982), dan metode Philipponant (1980). Penurunan fondasi menggunakan metode Penurunan Segera pada fondasi telapak dan metode Empiris (Vesic, 1970) untuk fondasi sumuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung yang dihasilkan oleh fondasi sumuran lebih besar dibandingkan dengan fondasi telapak sebesar 64,810%. Daya dukung fondasi telapak terbesar dihasilkan oleh fondasi telapak P3 sebesar 835,116 KN pada metode Schmertmann (1978) dan untuk daya dukung fondasi sumuran terbesar dihasilkan oleh fondasi sumuran P2 sebesar 1288,557 KN pada metode Philipponant (1980). Penurunan fondasi telapak lebih kecil daripada fondasi sumuran sebesar 28,571%. Penurunan terkecil fondasi telapak dihasilkan fondasi telapak P2 sebesar 4 mm dan untuk penurunan terkecil fondasi sumuran dihasilkan fondasi sumuran P2 sebesar 14 mm.

Kata kunci : *Fondasi Telapak, Fondasi Sumuran, Daya Dukung, Penurunan, Rencana Anggaran Biaya, Analisis Efisiensi*

PENDAHULUAN

Tanah mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi karena tanah merupakan fondasi pendukung suatu bangunan (Das, 1995a).

Untuk tanah keras yang terletak pada kedalaman 1-3 m, fondasi dangkal dapat digunakan sebagai alternatif. Fondasi dangkal juga digunakan pada bangunan bertingkat, dengan terlebih dahulu

menganalisis daya dukung fondasi terhadap beban struktur yang bekerja, sedangkan tanah keras yang terletak pada kedalaman > 3 m digunakan fondasi dalam (Hardiyatmo, 2011).

Peranan fondasi yang sangat penting dikarenakan berfungsi untuk meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya yang apabila kekuatan tanah tidak mampu memikul beban fondasi, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi (Hardiyatmo, 2011).

Kabupaten Bangka Selatan merupakan daerah penghasil timah dan banyak masyarakat yang mengubah lahan dari area perkebunan menjadi tambang timah. Pembangunan gedung Depo Arsip berada di Kompleks Perkantoran Terpadu Pemeintahan Kabupaten Bangka Selatan Gunung Namak – Toboali yang berdiri di atas bekas tanah timbunan galian timah. Oleh sebab itu, tanah timbunan tersebut sangat rawan untuk terjadi kegagalan konstruksi pada suatu bangunan.

Fondasi telapak biasanya digunakan pada bangunan bertingkat dua dan tanah kerasnya terletak tidak jauh dari muka tanah (Hardiyatmo, 2011). Pada proyek Depo Arsip tanah kerasnya terletak pada kedalaman 4 m dari muka tanah, fondasi yang dipakai pada proyek pembangunan Depo Arsip adalah fondasi telapak. Fondasi sumuran dapat menjadi alternatif lain pada proyek Depo Arsip di Kabupaten Bangka Selatan karena fondasi sumuran merupakan bentuk peralihan antara fondasi dangkal dan fondasi tiang. Roschedy (2019) menggunakan fondasi sumuran sebagai

peralihan antara fondasi dangkal dan sumuran dengan tanah keras berada pada kedalaman 7,5m dalam Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan GORR 1, sebelumnya Ridar (2015) juga menggunakan fondasi sumuran dalam perencanaan fondasi di Pemuda City Work Pekanbaru. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan daya dukung dan penurunan pada masing-masing pondasi telapak dan pondasi sumuran, guna membandingkan kekekutan kedua pondasitersebut

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan Rizolla (2015), Analisis Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tapak Menggunakan Perkuatan Cerucuk Dibandingkan Dengan Fondasi Sumuran menyatakan bahwa nilai daya dukung yang dihasilkan oleh fondasi sumuran lebih besar dari pada fondasi tapak menggunakan perkuatan cerucuk. Besar nilai daya dukung fondasi sumuran tersebut pada beban I adalah 1,20 lebih besar dari fondasi tapak menggunakan cerucuk dan untuk beban II daya dukung fondasi sumuran 1,31 lebih besar dari fondasi tapak+cerucuk.

Sebelumnya Irawan dan Halim (2011) juga melakukan perbandingan perencanaan pondasi pada penelitian tentang Analisa Perbandingan Desain Biaya Fondasi Strauss, Fondasi Sumuran Dan Fondasi Telapak Pada Gedung Stikes Widyagama Husada Malang menyatakan bahwa penggunaan pondasi

telapak lebih efisien dari pada fondasi sumuran dan fondasi straus

Purba dan Sianturi (2013) melakukan penelitian mengenai Kajian Pemilihan Fondasi Sumuran Sebagai Alternatif Perancangan Fondasi. Hasil penelitian dan analisis yang dilakukan didapatkan bahwa pada kondisi tanah dan dimensi yang sama, daya dukung fondasi sumuran lebih tinggi dari pada fondasi tiang pancang. Untuk fondasi dangkal tidak efektif pada jenis tanah yang memiliki nilai q_c yang relatif lebih kecil dari 30 kg/cm^2 dan untuk beban-beban yang relatif besar, hal ini dapat mengakibatkan dimensi yang cukup besar untuk beban yang relatif tinggi.

Daya Dukung Fondasi Telapak

Daya dukung fondasi telapak merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban dengan asumsi tanah mulai mengalami keruntuhan. Besar daya dukung yang diizinkan sama dengan daya dukung batas dibagi angka keamanan (Hardiyatmo, 2011). Untuk menghitung daya dukung fondasi telapak berdasarkan hasil pengujian sondir ada beberapa metode yang dipakai, antara lain:

1) Metode Skempton (1951)

Perhitungan dengan daya dukung ultimit fondasi yang terletak pada tanah lempung dengan memperhatikan faktor-faktor bentuk dan kedalaman fondasi dari data sondir menggunakan metode Skempton (1951) sebagai berikut:

$$Q_u = (0,84 + 0,16 \cdot B/L) \cdot c_u \cdot N_c(bs) + D_f \cdot \gamma \dots (1)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots (2)$$

dengan;

Q_u = kapasitas dukung ultimit (KN/m^2)

B = lebar (m)

L = panjang fondasi (m)

c_u = kohesi tak terdrainase (*undrained*) (KN/m^2)

N_c (permukaan) = 6,20; untuk fondasi lingkaran, bujur sangkar

D_f = kedalaman fondasi (m)

γ = berat volume tanah (KN/m^3)

Q_a = daya dukung ijintanah (KN/m^2)

SF = *safety factor*, (diambil 2,5)

Q_u = kapasitas dukung ultimit (KN/m^2)

2) Metode Prandtl (1920)

Perhitungan dengan daya dukung ultimit pada fondasi diatas tanah lempung dalam kondisi tak terdrainase ($c_u = 0$) dari data sondir menggunakan metode Prandtl (1920) sebagai berikut:

$$Q_u = (\pi + 2) \cdot c_u \dots (3)$$

$$c_u = \frac{q_c}{N_k} \dots (4)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots (5)$$

dengan ;

Q_u = kapasitas dukung ultimit (KN/m^2)

c_u = kohesi tak terdrainase (*undrained*) (KN/m^2)

q_c = tahanan konus dari sondir (KN/m^2)

N_k = koefisien tak berdimensi, nilainya antara 15 sampai 20, biasanyadiambil 20

Q_a = daya dukung ijintanah (KN/m^2)

SF = *safety factor*, (diambil 2,5)

3) Metode Schmertmann (1978)

Perhitungan dengan daya dukung ultimit dikorelasikan dengan tahanan ujung konus q_c untuk fondasi dangkal dengan $D/B \leq 1,5$ dari data sondir

menggunakan metode Schmertmann (1978) sebagai berikut:

$$Q_u = 5 + 0,34 \cdot q_c \dots\dots\dots (6)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots (7)$$

dengan;

Q_u = daya dukung *ultimate* tanah (KN/m²)

Q_c = tahanan konus dari sondir (KN/m²)

Q_a = daya dukung ijin tanah (KN/m²)

SF = *safety factor*, (diambil 2,5)

Daya Dukung Fondasi Sumuran

Daya dukung fondasi sumuran merupakan kemampuan atau kapasitas fondasi dalam mendukung beban. Untuk menghitung daya dukung fondasi sumuran berdasarkan hasil pengujian sondir ada beberapa metode yang dipakai, antara lain:

1) Metode deRuitter dan Beringen

Perhitungan dengan daya dukung tiang dalam tanah granular (pasir) dan tanah kohesif (lempung) dari data sondir menggunakan metode deRuitter dan Beringen sebagai berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots (8)$$

$$Q_b = A_b \times f_b \dots\dots\dots (9)$$

$$Q_s = A_s \times f_s \dots\dots\dots (10)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots (11)$$

dengan;

Q_u = kapasitas dukung ultimit (KN/m²)

Q_b = kapasitas dukung ujung, (KN/m²)

Q_s = kapasitas dukung selimut

A_b = luas penampang, (m²)

F_b = tahanan ujung satuan, (KN/m²)

A_s = luas selimut, (m²)

f_s = tahanan gesek satuan, (KN/m²)

Q_a = daya dukung ijin tanah (KN)

SF = *safety factor*, (diambil 2,5)

2) Metode Price & Wardle (1982)

Perhitungan dengan daya dukung tiang untuk memprediksi q_b dan f_b tiang dari data q_c dan f_s dari data sondir menggunakan metode Price & Wardle (1982) sebagai berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots (12)$$

$$Q_u = q_b \cdot A_b + f_b \cdot A_s \dots\dots\dots (13)$$

$$f_b = k_s \cdot f_s \dots\dots\dots (14)$$

$$q_b = k_b \cdot q_c \text{ (tip)} \dots\dots\dots (15)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots (16)$$

dengan;

Q_u = kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang (KN)

Q_b = kapasitas tahanan diujung tiang (KN)

Q_s = kapasitas tahanan kulit (KN)

q_b = tahanan ujung tiang (KN/m²)

A_b = luas diujung tiang (m²)

f_b = satuan tahanan kulit (KN/m²)

A_s = luas selimut tiang (m²)

f_s = bacaan gesek selimut konus (KN/m²)

k_s dan k_b = konstanta bergantung pada jenis tiang

q_c (tip) = nilai q_c pada ujung tiang (KN/m²)

Q_a = kapasitas dukung ijin, (KN)

SF = *safety factor*, (diambil 2,5)

Nilai ks dan kb dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1 Nilai konstanta (ks)

Jenis Tiang	ks
<i>Driven piles</i>	0,53
<i>Jacked piles</i>	0,62
<i>Drilled shaft</i>	0,49

Sumber : Bowles, 1993

Tabel 2 Nilai konstanta (kb)

Jenis Tiang	kb
<i>Driven piles</i>	0,35
<i>Jacked piles</i>	0,3

Sumber : Bowles, 1993

3) Metode Philipponant (1980)

Perhitungan daya dukung tiang untuk kondisi tanah yang berbeda. Nilai f dipengaruhi oleh jenis tiang dan tanah. Adapun qt tiang, Philipponant menyarankan nilai qc rata-rata yang diperoleh dari jarak 3D keatas dan kebawah dasar tiang dari data sondir sebagai berikut:

$$Q_u = (q_t \cdot A_b) + (f \cdot A_s) \dots \dots \dots (17)$$

$$q_t = k_b \cdot q_{ca}(tip) \dots \dots \dots (18)$$

$$f = q_{ca}(side) \cdot \frac{\alpha_s}{f_s} \leq f_p(\text{maksimum}) \dots (19)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots \dots \dots (20)$$

dengan;

Qu = kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang (KN)

Ab = luas diujung tiang (m²)

As = luas kulit tiang (m²)

qt = kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas (KN/m²)

kb = koefisien bergantung jenis tanah

qca(tip) = nilai pada ujung tiang (KN/m²)

f = tahanan selimut tiang (KN/m²)

qca (side) = rata-rata bacaan qc sepanjang tiang (KN/m²)

αs = nilai bergantung jenis tiang (Tabel 3)

fs dan fp (maksimum) = Lihat Tabel 4 dan Tabel 5

Qa = kapasitas dukung ijin, (KN)

SF = safety factor, (diambil 2,5)

Tabel 3 Variasi nilai αs

αs	Jenis Tiang
1,25	<i>Driven PCC piles</i>
0,85	<i>Drilled shaft (d < 1,5 m)</i>
0,75	<i>Drilled shaft (d ≥ 1,5 m)</i>
1,1	<i>H piles (circumribest perimeter)</i>
0,6	<i>Driven / jacked streelpipe piles</i>
0,3	<i>OE steel pipe pile</i>

Sumber : Hardiyatmo, 2010

Tabel 4 Variasi nilai fs

Fs	Jenis Tiang
50	<i>Driven PCC piles</i>
60	<i>Drilled shaft (d < 1,5 m)</i>
100	<i>Drilled shaft (d ≥ 1,5 m)</i>
150	<i>H piles (circumscribed perimeter)</i>
200	<i>Driven / jacked steel pipe pilers</i>

Sumber : Hardiyatmo, 2010

Tabel 5 Variasi nilai fp (maksimum)

Fp	Jenis Tiang
120	<i>Driven PCC piles, H piles (circumscribed perimeter)</i>
100	<i>Drilled shaft (d < 1,5 m)</i>
80	<i>Drilled shaft (d > 1,5 m)</i>
50	<i>Driven / jacked steel pipe pilers</i>
Fp	Jenis Tiang
25	<i>OE steel pipe pile</i>

Sumber : Hardiyatmo, 2010

Tabel 6 Variasi nilai kb

Kb	Jenis Tanah
0,35	Gravel
0,4	Sand
0,45	Silt
0,5	Clay

Sumber : Hardiyatmo, 2010

Penurunan Fondasi Dangkal

Penurunan segera atau penurunan elastis dari fondasi yang terletak dipermukaan tanah yang homogen, elastis, isotropis, pada media semi tak terhingga, dinyatakan oleh: (Hardiyatmo, 2011).

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E} \cdot (1 - \mu^2) \cdot I_p \dots\dots\dots (21)$$

$$q = \frac{P_u}{A} \dots\dots\dots (22)$$

dengan;

- Si = penurunan segera (m)
- q = tekanan pada dasar fondasi (KN/m²)
- B = lebar fondasi (m)
- E = modulus elastisitas (KN/m²)
- μ = rasio poison = 0,1 - 0,3 untuk tanah lempung tak jenuh
- I_p = faktor pengaruh = 0,82 untuk fondasi bujur sangkar
- P_u = beban struktur (KN)
- A = luas penampang (m²)

Bowles (1991), memberikan persamaan yang dihasilkan dari pengumpulan data uji kerucut statis (sondir), sebagai berikut:

$$E = 3 \times q_c \text{ (untuk pasir) } \dots\dots\dots (23)$$

$$E = 2 \text{ sampai } 8 \times q_c \text{ (untuk lempung) } \dots\dots\dots (24)$$

Penurunan Fondasi Dalam (Penurunan Tiang Tunggal)

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung penurunan pada fondasi tiang tunggal adalah menggunakan Metode Empiris (Vesic, 1970). Rumus yang digunakan yaitu:

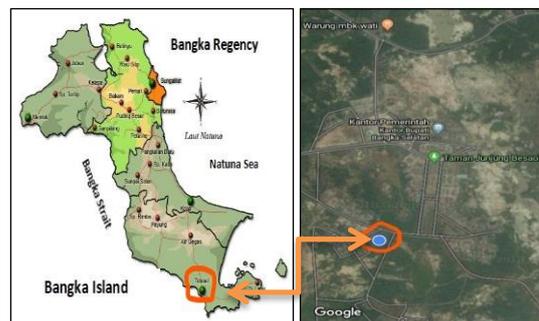
$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q \cdot L}{A_p \cdot E_p} \dots\dots\dots (25)$$

dengan;

- S = penurunan fondasi tiang tunggal (m)
- D = diameter tiang (m)
- Q = daya dukung tiang (KN)
- L = panjang tiang (m)
- A_p = luas penampang tiang (m²)
- E_p = modulus elastisitas bahan tiang beton (KN/m²)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Depo Arsip di Jalan Kompleks Perkantoran Terpadu Pemkab. Bangka Selatan Gunung Namak – Toboali.



Sumber : Google Maps, 2018

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Data-data diperoleh dari proyek pembangunan Depo Arsip di Kabupaten Bangka Selatan berupa data tanah dan

data pondasi. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi telapak menggunakan metode Skempton (1951), metode Prandtl (1920), dan metode Schmertmann (1978) serta penurunan pondasi telapak. Data tanah pada proyek ini selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mendesain pondasi sumuran, menghitung daya dukung pondasi sumuran dengan metode metode deRuijter dan Beringen, metode Price dan Wardle (1982), dan metode Philipponant (1980) serta penurunan pondasi metode Empiris (Vesic, 1970). Selanjutnya dari hasil perhitungan dilakukan perbandingan daya dukung dan penurunan pondasi telapak dan pondasi sumuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

DayaDukungFondasi Telapak dan Sumuran

Berikut ini adalah hasil perhitungan daya dukung fondasi telapak dan sumuran, yang diuraikan pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak P2 dan Pondasi Sumuran P1

Daya Dukung Fondasi (KN)			
Fondasi Telapak		Fondasi Sumuran	
Metode	Daya Dukung	Metode	Daya Dukung
Metode Skempton (1951)	550,784 (KN)	Metode deRuijter dan Beringen	1058,704 (KN)
Metode Prandtl (1920)	589,727 (KN)	Metode Price dan Wardle (1982)	901,526 (KN)
Metode Schmertmann (1978)	784,683 (KN)	Metode Philipponant (1980)	1222,802 (KN)

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Tabel 8 Hasil Perhitungan Daya Dukung Fondasi Telapak P3 dan Fondasi Sumuran P2

Daya Dukung Fondasi (KN)			
Fondasi Telapak		Fondasi Sumuran	
Metode	Daya Dukung	Metode	Daya Dukung
Metode Skempton (1951)	396,479 (KN)	Metode deRuijter dan Beringen	1246,134 (KN)
Metode Prandtl (1920)	628,982 (KN)	Metode Price dan Wardle (1982)	1101,774 (KN)
Metode Schmertmann (1978)	835,116 (KN)	Metode Philipponant (1980)	1288,557 (KN)

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Dari Tabel 7 dan 8 dapat dibandingkan nilai daya dukung antara fondasi telapak dan fondasi sumuran. Dari ketiga metode perhitungan yang digunakan, daya dukung fondasi terbesar dari kedua jenis fondasi antara fondasi telapak dan fondasi sumuran didapat daya dukung fondasi sumuran lebih besar dibandingkan dengan fondasi telapak. Berdasarkan daya dukung fondasi terbesar dari kedua jenis fondasi antara fondasi telapak dan fondasi sumuran didapat daya dukung fondasi sumuran lebih besar dibandingkan dengan fondasi telapak yaitu sebesar 64,810%

Penurunan Fondasi Telapak dan Sumuran

Berikut tabel hasil perhitungan penurunan fondasi telapak dan sumuran, yang diuraikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Perhitungan Penurunan
Fondasi Telapak P2, P3 dan Fondasi
Sumuran P1, P2

Penurunan	
Fondasi Telapak	Fondasi Sumuran
P2 = 4 mm	P1 = 17 mm
P3 = 5 mm	P2 = 14 mm

Sumber: Hasil perhitungan, 2019

Dari Tabel 9 diatas dapat dilihat penurunan antara fondasi telapak dengan fondasi sumuran. Berdasarkan perhitungan penurunan fondasi terkecil dari kedua jenis fondasi antara fondasi telapak dan fondasi sumuran didapat penurunan fondasi telapak lebih kecil dibandingkan dengan fondasi sumuran yaitu sebesar 28,571%.

Dari hasil analisis fondasi sumuran lebih efisien dibandingkan dengan fondasi telapak karena fondasi sumuran memiliki daya dukung yang lebih besar daripada fondasi telapak walaupun nilai penurunan fondasi sumuran lebih besar daripada fondasi telapak dikarenakan nilai penurunan tersebut masih dalam batas toleransi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Dari perhitungan untuk perbandingan daya dukung fondasi sumuran lebih besar dari pada fondasi telapak dan penurunan fondasi telapak lebih kecil dari pada fondasi sumuran

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Fondasi*, Edisi Keempat Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1993, *Analisa dan Desain Fondasi*, Edisi Keempat Jilid II, Erlangga, Jakarta.
- Das, M. B., 1995a, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, Edisi Kedua, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2010, *Analisis dan Perancangan Fondasi II*, Edisi Kedua, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Irawan dan Halim, 2011, *Analisa perbandingan Desain Biaya Fondasi Strauss, Fondasi Sumuran dan Fondasi Telapak pada Gedung Stikes Widyagama Husada Malang*, Jurnal Teknik Sipil Volume 19 No. 2, Universitas Widyagama Malang, Malang.
- PT. Maharani Citra Persada Indonesia, 2019, *Data Dimensi Fondasi Footplate dan Data Beban Struktur Tahun 2018*, Pangkalpinang.
- Purba dan Sianturi, 2013, *Kajian Pemilihan Fondasi Sumuran Sebagai Alternatif Perancangan Fondasi*, Jurnal Rancang Sipil, 2 (1), Program Studi Teknik Sipil, Universitas Simalungun, Sumatera Utara.

Ridar, Masyriki dan Khatib, Anwar. 2015. *Tinjauan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Sumuran Di Pemuda CityWalk Di Jl. Pemuda Pekanbaru Propinsi Riau*. Jurnal Saintis .Vol. 15 No 1 April 2015. 81-92

Rizolla, I. A., 2015, *Analisis Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tapak Menggunakan Perkuatan Cerucuk Dibandingkan dengan Fondasi Sumuran*, Jurnal Fropil . Teknik Sipil UBB. Vol 3 Nomor 1

Roschedy, George, dkk .2019. *Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan Gorr I*. Jurnal Sipil Statik Vol 7 No 4 April 2019