

ANALISIS PERBANDINGAN FONDASI *SPUN PILE* DAN *BORE PILE* PROYEK RSU BRI MEDIKA MALANG

Naufal Darussalam^{1*}, Moch. Sholeh², Bobby Asukmajaya Raharjo³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

maufaldar4@gmail.com, moch.sholeh@polinema.ac.id, bobyasukma@polinema.ac.id

ABSTRAK

Analisa dalam skripsi ini dibuat akibat kondisi proyek yang berdekatan dengan rumah warga. Warga mengeluhkan kondisi rumahnya yang retak dampak dari adanya pengerjaan proyek RSUD BRI Medika Malang. Sebagai penguat struktur bawah proyek RSUD BRI Medika Malang menggunakan fondasi (*spun Pile*). Oleh karena itu penulis membandingkan fondasi *spun pile* dengan fondasi *bore pile*. Pada skripsi ini perhitungan struktur atas gedung menggunakan (RSAP), perhitungan daya dukung fondasi menggunakan hasil data uji (SPT) dan dihitung dengan metode menurut 3 ahli. Perhitungan RAB menggunakan HSPK Malang tahun 2019. Kemudian direncanakan fondasi *spun pile* dan *bore pile* dengan diameter 60 cm serta kedalaman 18 m. Didapatkan nilai daya dukung tiang tunggal untuk fondasi *spun pile* sebesar 1168 kN dengan total 151 tiang *spun pile*. Untuk fondasi *bore pile* didapatkan daya dukung tiang tunggal sebesar 1099 kN dengan total 166 tiang *bore pile*. Metode pelaksanaan *spun pile* menggunakan alat pancang HSPD 142 T. dan untuk *bore pile* menggunakan *Rotary Drilling Machine*. Dari analisa biaya, pondasi *spun pile* membutuhkan biaya sebesar Rp. 3.233.195.643,00.- Sedangkan pondasi *bore pile* membutuhkan biaya sebesar Rp. 5.337.949.440,00.-

Kata kunci : N-SPT, *Spun pile*, *Bore pile*, Metode pelaksanaan, RAB

ABSTRACT

The analysis in this thesis was made because the project conditions are close to residents' homes. Residents styled the condition of their houses which were seized as a result of the construction of the BRI Medika Malang RSUD project. As a reinforcement for the lower structure of RSUD BRI Medika Malang uses a spun pile foundation. Therefore, the author compares the spun pile foundation with the bore pile foundation. In this thesis, the calculation of the upper structure of the building uses (RSAP), and the calculation of the bearing capacity of the foundation uses the results of the test data (SPT) and is calculated by the method according to 3 experts. The calculation of the RAB uses HSPK Malang in 2019. Then the spun pile and bore pile foundations are planned with a diameter of 60 cm and a depth of 18 m. The value of the single pile bearing capacity for the spun pile foundation is 1168 kN with a total of 151 spun pile piles. For the bore pile foundation, the single pile bearing capacity is 1099 kN with a total of 166 bore pile piles. The spun pile implementation method uses the HSPD 142 T pile tool and the bore pile uses a Rotary Drilling Machine. From the cost analysis, the spun pile foundation costs Rp. 3.233.195.643,00. While the bore pile foundation costs Rp. 5.337.949.440,00.

Keywords : N-SPT, *Spun pile*, *Bored pile*, Implementation, Budget estimate plan

1. PENDAHULUAN

Fondasi proyek RSUD BRI Medika Malang sebagai penguat struktur bawah menggunakan fondasi tiang pancang (*spun Pile*) diameter 60 cm, kedalaman 18 m. dengan metode pelaksanaan menggunakan mesin pemancang *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.

Namun pada pelaksanaannya warga Kelurahan Penanggung kota Malang mengeluhkan rumahnya retak “Getaran akibat pembangunan mengganggu kenyamanan kami, Agus mengatakan, Tembok rumahnya retak akibat proses pembangunan RSUD BRI Medika Malang” (17/02/2021. Tribun Jatim).

Oleh karena itu direncanakan alternatif fondasi yang lain yaitu menggunakan fondasi *bore pile*.

Tujuan penelitian dari studi kasus proyek RSUD BRI Medika Malang antara lain :

1. Menghitung beban struktur atas yang akan diterima struktur bawah.
2. Menghitung perbandingan nilai daya dukung tiang berdasarkan data pengujian tanah SPT.
3. Menentukan metode pelaksanaan (*spun pile*) dan (*bore pile*).
4. Menghitung perbandingan biaya yang dibutuhkan untuk fondasi (*spun pile*) dan (*bore pile*).

2. METODE

Kajian ini diawali dengan pengumpulan data proyek RSUD BRI Medika Malang, buku dan berbagai jurnal penelitian yang relevan terkait dengan topik yang di analisa. Meliputi :

- 1) Gambar kerja
Digunakan untuk mengetahui beban yang diterima fondasi dan dianalisa menggunakan *software RSAP* dan mengacu pada SNI terkait pembebanan.
- 2) Data pengujian tanah (SPT)
Digunakan untuk analisa fondasi dengan menggunakan rumus dari beberapa ahli terkait.
- 3) HSPK Malang 2019
Adalah pedoman baku untuk menghitung RAB fondasi.
- 4) Literatur
Digunakan sebagai dasar dari analisa skripsi ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Perhitungan Pembebanan Struktur Atas Bangunan

Dianalisa menggunakan RSAP untuk mengetahui beban yang diterima fondasi. Berdasarkan SNI 1727:2020 terkait desain beban minimum dan kriteria untuk bangunan gedung dan struktur lain.

Perhitungan gempa dan beban kombinasi berdasarkan SNI 1726-2019. Beban kombinasi ASD untuk perencanaan fondasi dan LRFD untuk perencanaan *pile cap*.

2) Koreksi N-SPT

Perhitungan koreksi nilai N-SPT yang ada pada data bor ke-1 dengan rumus:

$$N_{60} = 1/0,6 \times Er \times Cb \times Cs \times Cr \times N-SPT$$

3) Daya Dukung Ijin Tiang Tunggal

Berdasarkan data pengujian tanah RSUD BRI Medika Malang memiliki kondisi tanah non-kohefif. Untuk fondasi *spun pile* dan *bore pile* digunakan fondasi berpenampang lingkaran dengan diameter 60 cm dan kedalaman 18 m.

Perhitungan daya dukung ijin tiang tunggal berdasarkan rumus dari beberapa ahli. Sumber Braja M. das (2016).

Dengan :

$$\begin{aligned} QP &= \text{nilai unit tahanan ujung} \\ QS &= \text{daya dukung selimut tiang} \\ Q_{\text{all}} &= \text{daya dukung ijin tiang} \\ SF &= \text{faktor keamanan} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{all}} = \frac{Q_p + Q_s}{SF}$$

• Mayerhof (1976)

QP untuk *spun pile* dan *bore pile* sebagai berikut:

$$Q_p = 40 \times N_{60} \times (L/D) \times A_p$$

$$\leq Q_p = 400 \times N_{60} \times A_p$$

Dengan :

$$A_p = \text{luas dasar tiang}$$

$$A_s = \text{luas selimut tiang}$$

$$N_{60} = N_{60} \text{ rata-rata } 10D \text{ di atas dan } 4D \text{ di bawah dasar tiang}$$

QS untuk *spun pile* dan *bore pile* sebagai berikut:

$$Q_s = (2 \times \bar{N}_{60}) \times p \times L \text{ (kN) (spun pile)}$$

$$Q_s = \bar{N}_{60} \times p \times L \text{ (kN) (bore pile)}$$

Dengan :

$$P = \text{keliling penampang tiang}$$

$$L = \text{panjang tiang}$$

$$\bar{N}_{60} = N_{60} \text{ rata-rata sepanjang tiang}$$

• Luciano Decourt (1987)

Q_p untuk *spun pile* dan *bore pile* sebagai berikut:

$$Q_p = N_{60} \times K \times A_p$$

Dengan :

$$A_p = \text{luas penampang tiang}$$

$$N_{60} = N_{60} \text{ rata-rata } 4D \text{ di atas dan } 4D \text{ di bawah dasar tiang}$$

$$K = \begin{aligned} &\text{koefisien karakteristik tanah} \\ &25 \text{ ton/m}^2 \\ &\text{(tanah non kohefif, spun pile)} \\ &14 \text{ ton/m}^2 \\ &\text{(tanah non kohefif, bore pile)} \end{aligned}$$

Q_s untuk *spun pile* dan *bore pile* sebagai berikut

$$Q_s = \left(\frac{\bar{N}_{60}}{3} + 1 \right) \times A_s$$

Dengan :

$$\bar{N}_{60} = N_{60} \text{ rata-rata sepanjang tiang}$$

$$A_s = \text{luas selimut tiang}$$

• **Briaud et al (1985)**

Q_p untuk *spun pile* sebagai berikut :

$$Q_p = A_p \times 1970 \times (N_{60})^{0.36}$$

Dengan :

$$A_p = \text{luas penampang tiang}$$

$$N_{60} = N_{60} \text{ rata-rata } 10D \text{ di atas dan } 4D \text{ di bawah dasar tiang}$$

Q_s untuk *spun pile* sebagai berikut :

$$Q_s = P \times L \times f_s$$

$$f_s = (22,4 \times \bar{N}_{60})^{0.29}$$

Dengan :

$$P = \text{keliling tiang}$$

$$L = \text{kedalaman tiang}$$

$$\bar{N}_{60} = N_{60} \text{ rata-rata sepanjang tiang}$$

• **Reese and Wright (1977)**

Q_p untuk *bore pile* sebagai berikut :

$$Q_p = 7 \times N_{60} \times A_p < 400$$

Dengan :

$$A_p = \text{luas penampang tiang}$$

$$N_{60} = N_{60} \text{ rata-rata } 10D \text{ di atas dan } 4D \text{ di bawah dasar tiang}$$

Q_s untuk *bore pile* sebagai berikut :

$$Q_s = 0,32 \times \bar{N}_{60} \times L \times A_s$$

Dengan :

$$L = \text{kedalaman tiang}$$

$$A_s = \text{luas selimut tiang}$$

$$\bar{N}_{60} = N_{60} \text{ rata-rata sepanjang tiang}$$

Dengan:

$$Q_g = \text{daya dukung max kelompok tiang}$$

$$E_g = \text{efisiensi kelompok tiang}$$

$$P_n = \text{jumlah tiang dalam kelompok}$$

$$Q_{all} = \text{Daya dukung } ultimate \text{ tiang Tunggal}$$

5) **Efisiensi Pile Grup**

Rumus untuk menghitung efisiensi *pile grup*. Dihitung dengan Metode Converse – Labarre sumber Braja M. das (2016). sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

Dengan :

$$E_g = \text{efisiensi kelompok tiang}$$

$$\theta = \text{arc tan } (D/s) \text{ (derajat)}$$

$$D = \text{diameter tiang}$$

$$s = \text{jarak antar tiang}$$

$$m = \text{jumlah tiang dalam 1 kolom}$$

$$n = \text{jumlah tiang dalam 1 baris}$$

6) **Tekanan Lateral Tanah**

Tahanan lateral tiang (H_n) kategori tiang panjang, dihitung dengan rumus Broms (1964) :

$$H_n = y_o \times k_h \times D / [2 \times \beta \times e \times (b+1)]$$

$$\beta = [k_h \times D / (4 \times E_c \times I_c)]^{0.25}$$

Dengan :

$$D = \text{diameter tiang}$$

$$L = \text{panjang tiang}$$

$$k_h = \text{modulus subgrade horizontal}$$

$$(k_h = \frac{2,7}{1,5})$$

$$E_c = \text{modulus elastis tiang,}$$

$$(E_c = 4700 \times \sqrt{f'_{c'}} \times 10^3)$$

$$I_c = \text{momen inersia penampang}$$

$$(I_c = \frac{\pi}{64} \times D^4)$$

$$e = \text{jarak beban lateral terhadap muka tanah (m),}$$

$$y_o = \text{defleksi tiang maksimum (m).}$$

$$\beta = \text{koefisien defleksi tiang,}$$

$$\beta = \left[\frac{k_h \times D}{4 \times E_c \times I_c} \right]^{0.25}$$

7) **Distribusi Beban Kelompok Tiang**

Menurut (Hardiyatmo, 2010), Perhitungan beban maksimum tiang pada kelompok tiang (Q_{all} yang ada di pasaran harus lebih besar dari pada Q_{max} rencana). Dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_{max} = \frac{Q_v}{pn} \pm \frac{M_y \times X_{max}}{\sum x^2} + \frac{M_x \times Y_{max}}{\sum y^2}$$

Dengan:

$$Q_{max} = \text{beban maksimum kelompok tiang}$$

$$Q_v = \text{beban vertikal dari kolom}$$

$$M_y = \text{momen arah y}$$

$$M_x = \text{momen arah x}$$

$$X_{max} = \text{jarak tiang arah sumbu X}$$

$$Y_{max} = \text{jarak tiang arah sumbu Y}$$

$$\sum X^2 = \text{jumlah kuadrat tiang arah X}$$

$$\sum Y^2 = \text{jumlah kuadrat tiang arah Y}$$

Tabel 1 Daya Dukung Ijin Tiang Tunggal (*Spun Pile*)

Rumus	Qp (kN)	Qs (kN)	Qall (kN)
Mayerhof (1976)	2356,86	1919,62	1270,10
Luciano Decourt (1987)	2827,43	983,95	1425,49
Briaud et al (1985)	1872,07	1633,80	1168,62

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 2 Daya Dukung Ijin Tiang Tunggal (*Bore Pile*)

Rumus	Qp (kN)	Qs (kN)	Qall (kN)
Meyerhof (1976)	3279,82	485,45	1270,1
Luciano Decourt (1987)	3279,82	485,45	1105,41
Reese dan Wright (1977)	562,87	2736,83	1099,90

(Sumber : Hasil Analisa)

4) **Daya Dukung Kelompok Tiang**

Kelompok tiang yang dibutuhkan dihitung dengan membagi gaya aksial yang terjadi dengan daya dukung tiang.

$$pn = \frac{Q_v}{Q_{all}}$$

Dengan:

$$pn = \text{jumlah tiang}$$

$$Q_v = \text{beban vertikal dari kolom}$$

$$Q_{all} = \text{daya dukung ijin tiang}$$

Daya dukung kelompok tiang dinyatakan dengan rumus :

$$Q_g = E_g \times pn \times Q_{all}$$

8) Penurunan Fondasi

Penurunan elastik kelompok tiang menurut Meyerhof (1976) sebagai berikut

$$Sg(e) = (0,96 \times q \times \sqrt{B} \times g \times I) / N_{60}$$

Dengan :

- q = $Qg / (Lg \times Bg)$
- L = Panjang kelompok tiang
- B = lebar kelompok tiang
- \bar{N}_{60} = \bar{N}_{60} rata-rata sepanjang tiang
- I = faktor pengaruh,
 $I = 1 - 8 Lg .Bg \geq 0,50$

9) Perencanaan Pile Cap

Perencanaan pile cap dilakukan dengan menghitung aksi dua arah dan satu arah di sekitar kolom, sehingga didapat $\phi V_c > V_u$. Perhitungan berdasar b_o (keliling) dan nilai kuat geser pons individu untuk beton ditentukan dari nilai terkecil menurut SNI SNI 2847-2019.

10) Penulangan Bore Pile

Perhitungan penulangan tiang bor menggunakan rumus desain tulangan spiral berdasarkan SNI 2847-2019.

Menghitung $A_{s\text{perlu}}$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{pakai}} \times A_g = 0,01 \times 282600 = 2826 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan utama 8 S 22

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1}{4} \pi d^2 \times n = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 \times 8 = 3039,52 \text{ mm}^2$$

Jika digunakan spiral S13, maka $a_s = 133 \text{ mm}^2$ dan $D_s = 13 \text{ mm}$

$$S = \frac{4 \times a_s (D_c - D_s)}{D_c^2 \times \rho_s} = \frac{4 \times 133 (450 - 13)}{450^2 \times 0,04} = 9299,36 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan sengkang spiral S13 – 150 mm

11) Metode Pelaksanaan

• Pelaksanaan Spun Pile

Pemancangan pondasi *spun pile* dengan menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.

Dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Melakukan mobilisasi 1 (satu) unit mesin *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* dan *service crane* menuju lokasi pekerjaan.
- b) Melakukan setting alat HSPD dengan menggunakan *service crane*.
- c) Mempersiapkan tiang *spun pile* yang akan di pakai sebagai *lower pile*.
- d) Tim survey melakukan *setting out* titik pancang.
- e) Melakukan *pre boring* pada area yang ditentukan.
- f) Memposisikan *spun pile* ke dalam *grip box* kemudian melakukan *clamping pile* dengan mengaktifkan *grip box handle*.
- g) Cek ketegakan dan kelurusan *spun pile*.
- h) Menekan *pile* dengan HSPD sampai kedalaman rencana atau menyentuh tanah keras.

- i) *Pile* kedua dinaikkan dan dimasukkan ke dalam *grip box* tepat di atas *pile* pertama kemudian dilakukan pengelasan. setelah pengelasan selesai, dilakukan pembersihan dan proteksi dengan *zinc sinkromat*.
- j) Prosedur ini berhenti apabila pembacaan tekanan telah menunjukkan tekanan maksimumnya karna jika dipaksakan akan menyebabkan *spun pile* rusak.
- k) Mesin dipindahkan mengikuti alur pekerjaan fondasi dan prosedur diatas diulang kembali

• Pelaksanaan Bore Pile

Pengeboran pondasi *bore pile* dengan menggunakan *Rotary Drilling Machine, Service Crane, Pipe Casing*. Dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Melakukan mobilisasi 1 (satu) unit *Rotary Driling Machine* dan *service crane* menuju lokasi pekerjaan.
- b) Tim survey menentukan titik-titik tiang dengan (penandaan titik pancang menggunakan paku dengantali di ujung kepala paku)
- c) Arahkan alat mesin bor ke posisi titik bor. kemudian lakukan pengaturan posisi *horizontal ladder pada alat rotary drilling machine*.
- d) *Pre-drilling* dilakukan sampai kedalaman rencana
- e) Angkat pipa casing dengan *service crane*, kemudian masukkan pipa casing kedalam lubang bor secara perlahan hingga kedalaman rencana.
- f) Masukkan air kedalam lubang bor kemudian kuras dengan pompa agar casing bersih dari lumpur.
- g) Setelah melakukan fabrikasi penulangan *bore pile* sesuai gambar rencana kemudian angkat menggunakan *service crane*. lalu masukkan besi kedalaman lubang bor dan gantungkan pada *top casing*
- h) Pengecoran beton *readymix* dengan corong kemudian tuangkan kedalam casing. dan saat pengecoran limpasan air akan dipompa keluar
- i) Setelah selesai pengecoran, selanjutnya angkat pipa casing.
- j) Mesin dipindahkan mengikuti alur pekerjaan fondasi dan prosedur diatas diulang kembali.

12) RAB

Perhitungan rencana anggaran biaya didapatkan dari perkalian antara volume pekerjaan dengan analisa harga satuan pekerjaan.

Tabel 3 Biaya Pekerjaan (*Spun Pile*)

No	Item Pekerjaan	Biaya Pekerjaan (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	22.263.224,00
2	Mobilisasi/Demobilisasi	25.000.000,00
3	<i>Spun Pile</i> Ø 60 cm	2.224.854.333,00
4	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	961.078.085,00
Total		3.233.195.643,00

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 3 Biaya Pekerjaan (*Bore Pile*)

No	Item Pekerjaan	Biaya Pekerjaan (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	22.263.224,00
2	Mobilisasi/Demobilisasi	25.000.000,00
3	<i>Bore Pile</i> Ø 60 cm	
	Pengeboran Ø 60 cm	667.522.882,00
	Besi	2.242.910.264,00
	Beton fc' 52 MPa	1.275.346.213,00
4	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	1.104.906.856,00
	Total	5.337.949.440,00

(Sumber : Hasil Analisa)

4. KESIMPULAN

Hasil analisis fondasi *spun pile* dan *bore pile* proyek RSU BRI Medika Malang disimpulkan sebagai berikut :

1. Fondasi *Spun Pile* :

- Perhitungan menggunakan RSAP dapat diketahui berapa beban struktur atas yang akan diterima struktur bawah. hal ini disesuaikan SNI terkait: kombinasi ASD untuk perencanaan fondasi. dan LRFD untuk *pile cap*.
- Perhitungan kekuatan tiang tunggal dari data N-SPT bor log ke-1. Dengan fondasi berpenampang lingkaran berdiameter 0.6 m , dan kedalaman 18 m dan dihitung menggunakan 3 rumus dari :
 - Mayerhof (1976) ; $Q_{all} = 1270.10 \text{ kN}$
 - Luciano Decourt (1987) ; $Q_{all} = 1425.49 \text{ kN}$
 - Briaud et al (1985) ; $Q_{all} = 1168.62 \text{ kN}$
- Pelaksanaan menggunakan alat *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) 420 T*.
 - Menimbulkan kebisingan dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya.
 - Alat HSPD berat, Sulit bermanufer apalagi jika ada sisa tiang yang tertancap. (maka perlu waktu pembobokan tiang).
 - Alat tidak mampu menembus batuan keras. Alat bisa saja jatuh ke sungai /menyebabkan longsor. (karena lokasi proyek merupakan tanah miring dengan sungai di bawahnya).
 - Tekanan alat HSPD terhadap tiang dapat diketahui melalui manometer.
 - Mudah mengontrol mutu tiang.
 - Tidak dipengaruhi air tanah.
 - Ada risiko kenaikan muka tanah.
 - Menimbulkan konflik dengan warga sekitar.
- Biaya pekerjaan fondasi *spun pile* RP. 3.233.195.643,00.-

2. Fondasi *Bore Pile* :

- Perhitungan menggunakan RSAP dapat diketahui berapa beban struktur atas yang akan diterima struktur bawah. hal ini disesuaikan SNI terkait: kombinasi ASD untuk perencanaan fondasi. dan LRFD untuk *pile cap*.
- Perhitungan kekuatan tiang tunggal dari data N-SPT bor log ke-1. Dengan fondasi berpenampang lingkaran berdiameter 0.6 m , dan kedalaman 18 m dan dihitung menggunakan 3 rumus dari :

- Meyerhof (1976) ; $Q_{all} = 1270.10 \text{ kN}$
 - Luciano Decourt (1987) ; $Q_{all} = 1105.41 \text{ kN}$
 - Reese dan Wright (1977); $Q_{all} = 1099.90 \text{ kN}$
- Pelaksanaan menggunakan alat *Rotary Drilling Machine SR250*
 - Tidak menimbulkan kebisingan yang signifikan.
 - Minim akan getaran, sehingga aman untuk area padat penduduk.
 - Mudah untuk bermanufer.
 - Kedalaman tiang dapat divariasikan.
 - Diameter ujung tiang memungkinkan dibuat lebih besar.
 - Dipengaruhi kondisi cuaca.
 - Pada kondisi tanah pasir diperlukan *temporary casing* agar tanah tidak longsor kedalam lubang bor.
 - Alat bisa saja jatuh kesungai /menyebabkan longsor.
 - (karena lokasi proyek merupakan tanah miring dengan sungai di bawahnya).
 - Sulit mengontrol mutu tiang bila dipengaruhi air tanah. (maka harus dilakukan penyedotan air sebelum pengecoran).
 - Tidak ada risiko kenaikan muka tanah.
 - Bore pile* merupakan alternatif jika area sekitar proyek merupakan lingkungan padat penduduk.
 - Biaya pekerjaan fondasi *bore pile* Rp.5.337.949.440,00.-

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Pipit.(15/10/2020). Warga Keluhkan Rumahnya Retak Lantaran Pembangunan RS Bri Komisi C DPRD Tinjau Lokasi.
- <https://www.malangtimes.com/baca/58966/20201015/115500/warga-keluhkan-rumahnya-retak-lantaran-pembangunan-rs-bri-komisi-c-dprd-tinjau-lokasi>.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Das, Braja M. 2016. *Pribnciple of Foundation Engineering Eight Edition*. USA: Cengage Learning
- Hardiyatmo,H. C. (2010). Analisis dan Perancangan Fondasi Jilid 2. Yogyakarta: Gadjah Mada Univrsity Prees.