

PERENCANAAN PARAPET WALL BENGAWAN SOLO DI DESA KANOR KECAMATAN KANOR KABUPATEN BOJONEGORO

Nova Nevila Rodh, ST.MT ¹⁾Wartono Agung Widodo ²⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Bojonegoro

ABSTRAK

Desa Kanor berbatasan Persis dengan Sungai Bengawan Solo. Pemukiman penduduk dan Sungai Bengawan Solo hanya dibatasi tanggul tanah yang sudah tererosi oleh arus Sungai Bengawan Solo. Sudah dapat kita ketahui ketika musim penghujan daerah kanor dan sekitarnya pasti banjir akibat Tanggul tanah tidak kuat menahan luapan Sungai Bengawan Solo. Penelitian ini bertujuan untuk memperluas pengetahuan tentang perencanaan *parapet wall* ilmu TPT. Data yang digunakan adalah data tanah. Metode analisis menggunakan stabilitas gaya guling, gaya geser, dan gaya dukung tanah.

Konstruksi *Parapet Wall* berukuran tinggi 3,50 meter, lebar Pondasi 2,90 meter dan panjang 100 meter. Untuk perhitungan stabilitas geser dan Stabilitas guling sudah dapat diketahui diperoleh nilai faktor aman yang disyaratkan yaitu 1,5 jadi *Parapet Wall* Desa Kanor Kecamatan Kanor dinyatakan aman. Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terbesar di Pulau Jawa dan mengalirkan air dari daerah aliran sungai (DAS) seluas $\pm 16.100 \text{ km}^2$, mulai dari Pegunungan Sewu di sebelah barat – selatan Surakarta, ke laut Jawa di utara Surabaya melalui alur sepanjang $\pm 600 \text{ km}$.

Berdasarkan data administrasi Pemerintahan Desa tahun 2013, jumlah penduduk Desa Kanor adalah terdiri dari 304 KK, dengan jumlah total 1.124 jiwa, dengan rincian 511 laki-laki dan 613 perempuan Tingkat kemiskinan di Desa Kanor termasuk sedang. Dari jumlah 307 KK, sejumlah 107 KK tercatat sebagai Pra Sejahtera dan Keluarga Sejahtera I; 104 KK tercatat Keluarga Sejahtera II; 86 KK tercatat Keluarga Sejahtera III; 7 KK sebagai sejahtera III plus. Jika KK golongan Pra-sejahtera digolongkan sebagai KK golongan miskin, maka terdapat 35,19 % KK Desa Kanor adalah keluarga miskin.

Kata Kunci: *Bengawan Solo, Parapet wall, Konstruksi.*

- ¹⁾. Dosen Prodi Teknik Sipil
- ²⁾. Mahasiswa Teknik Sipil

PENDAHULUAN

Wilayah Sungai Bengawan Solo terletak di Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, pada $110^{\circ}18' \text{ BT}$ sampai $112^{\circ}45' \text{ BT}$ dan $6^{\circ}49' \text{ LS}$ sampai $8^{\circ}08' \text{ LS}$, beriklim tropis dengan suhu udara dan kelembaban yang tertinggi.

Luas total wilatah sungai (WS) Bengawan Solo sekitar 20.125 km^2 , terdiri dari 4 (empat) Daerah Aliran Sungai (DAS), yaitu DAS Bengawan Solo dengan luas

16.100 km², DAS Kali Grindulu dan Kali Lorog di Kabupaten Pacitan seluas 1.517 km², DAS kecil dipantai utara seluas 1.410 km² dan DAS Kali Lamong seluas 720 km².

Wilayah Sungai Bengawan Solo secara administratif mencakup 17 (tujuh belas) kabupaten dan 3 (tiga) kota di wilayah Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Jawa Tengah : Kota Surakarta, Kab. Boyolali, Kab. Klaten, Kab. Sukoharjo, Kab. Wonogiri, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Blora, Kab. Rembang.

Jawa Timur : Kab. Pacitan, Kab. Ponorogo, Kota. Madiun Kab. Madiun Kab. Magetan, Kab. Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab. Tuban, Kab. Lamongan, Kab. Gresik, dan Kota Surabaya.

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terbesar di Pulau Jawa dan mengalirkan air dari daerah aliran sungai (DAS) seluas ± 16.100 km², mulai dari Pegunungan Sewu di sebelah barat – selatan Surakarta, ke laut Jawa di utara Surabaya melalui alur sepanjang ± 600 km.

Berdasarkan data administrasi Pemerintahan Desa tahun 2013, jumlah penduduk Desa Kanor adalah terdiri dari 304 KK, dengan jumlah total 1.124 jiwa, dengan rincian 511 laki-laki dan 613 perempuan Tingkat kemiskinan di Desa Kanor termasuk sedang. Dari jumlah 307 KK, sejumlah 107 KK tercatat sebagai Pra Sejahtera dan Keluarga Sejahtera I; 104 KK tercatat Keluarga Sejahtera II; 86 KK tercatat Keluarga Sejahtera III; 7 KK sebagai sejahtera III plus. Jika KK golongan Pra-sejahtera digolongkan sebagai KK golongan miskin, maka terdapat 35,19 % KK Desa Kanor adalah keluarga miskin.

Secara geografis Desa Kanor terletak pada posisi 7°21'-7°31' Lintang Selatan dan 110°10'-111°40' Bujur Timur. Topografi ketinggian desa ini adalah berupa daratan sedang yaitu sekitar 10 m di atas permukaan air laut. Berdasarkan data BPS kabupaten Bojonegoro tahun 2004, selama tahun 2004 curah hujan di Desa Kanor rata-rata mencapai 2.400 mm. Curah hujan terbanyak terjadi pada bulan Desember hingga mencapai 405,04 mm yang merupakan curah hujan tertinggi selama kurun waktu 2000-2008.

Secara administratif, Desa Kanor terletak di wilayah Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro dengan posisi dibatasi oleh wilayah desa-desa tetangga. Di sebelah Utara berbatasan dengan Desa grape dan Sungai Bengawan solo. Di sebelah Barat berbatasan dengan Tambangan dan Sungai Bengawan Solo. Di sisi Selatan

berbatasan dengan Desa Piyak sedangkan di sisi timur berbatasan dengan desa Sedeng Jarak tempuh Desa Kanor ke ibu kota kecamatan adalah 3 km, yang dapat ditempuh dengan waktu sekitar 10 menit. Sedangkan jarak tempuh ke ibu kota kabupaten adalah 25 km, yang dapat ditempuh dengan waktu sekitar 1.00 jam.

Desa Kanor berbatasan Persis dengan Sungai Bengawan Solo. Pemukiman penduduk dan Sungai Bengawan Solo hanya dibatasi tanggul tanah yang sudah tererosi oleh arus Sungai Bengawan Solo. Sudah dapat kita ketahui ketika musim penghujan daerah kanor dan sekitarnya pasti banjir akibat Tanggul tanah tidak kuat menahan luapan Sungai Bengawan Solo.

Sedimen akibat degradasi sungai tersebut terangkut ke bawah oleh aliran air dan diendapkan pada Bengawan Solo di bagian hilir. Dengan pengendapan sedimen maka kapasitas untuk menampung air banjir menurun sehingga terjadi penyimpangan aliran keluar dan juga menyebabkan banjir.

Hal tersebut mendorong Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo melakukan usaha guna mengatasi terjadinya kelebihan debit air sehingga terjadi banjir. Salah satu cara mengatasi kelebihan debit air Bengawan Solo Yang mengakibatkan banjir di Desa Kanor Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro adalah Pembuatan bangunan Parapet Wall.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian ini dilakukan di Desa Kanor Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro. Metode yang diperlukan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Metode Observasi

Data ini diperoleh peninjauan lokasi penelitian dengan cara pengamatan langsung lokasi yang akan dikaji dan melakukan pencatatan data-data yang diperlukan di lapangan.

Data-data yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

1. Data Primer

Metode pengumpulan data primer adalah dengan metode Observasi Lokasi, penulis membuat pengamatan terhadap lokasi dan bentuk *parapet wall* yang sesuai untuk lokasi tersebut.

2. Data Sekunder

Selain data primer, sumber data yang dipakai peneliti adalah sumber data sekunder, data sekunder didapat melalui berbagai sumber yaitu literatur artikel, serta situs di internet yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan. Dan data- data kearsipan yang diperoleh dari instansi terkait, serta data – data yang berpengaruh pada penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data

Untuk menentukan lebar Pondasi parapet pada perencanaan Parapet Wall Desa Kanor Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro, dengan mengingat lebar dasar Sungai Bengawan Solo 40 Meter, maka untuk menjaga kondisi dasar sungai tetap baik atau tidak mengalami laju erosi, dengan demikian lebar Pondasi Parapet Wall ditetapkan 3.50 meter, Dan Panjang Parapet Wall 100 meter karena mengacu pada tanggul tanah yang mengalami Erosi sehingga mengakibatkan tebing Sungai Longsor.

Tabel 1. Data Tanah

Kedalaman (m)	Deskripsi Tanah	Keterangan
0,00 - 1,00	Lapisan Tanah Lanau Berlempung Berpasir Cokelat	$\gamma_1 = 1,500 \text{ t/m}^3$
		$W = 24,63\%$
		$G_s = 2,658$
1,00 – 3,00	Lapisan Tanah Berlanau Cokelat	$\gamma_2 = 1,700 \text{ t/m}^3$
		$W = 33,99\%$
		$G_s = 2,559$
3,00 – 5,00	Lapisan Tanah Lempung Berlanau Cokelat	$\gamma_3 = 1,800 \text{ t/m}^3$
		$W = 35,47\%$
		$G_s = 2,512$

Yang perlu diketahui untuk melakukan perencanaan parapet wall adalah :

- a. Berat isi tanah (γ) juga diperoleh dari pengujian laboratorium.
- b. Perencanaan menggunakan berat isi beton 25 kN/m.

c. Kohesi (c) dan sudut gesek ϕ didapatkan dengan menggunakan uji geser langsung (direct shear test) di Laboratorium.

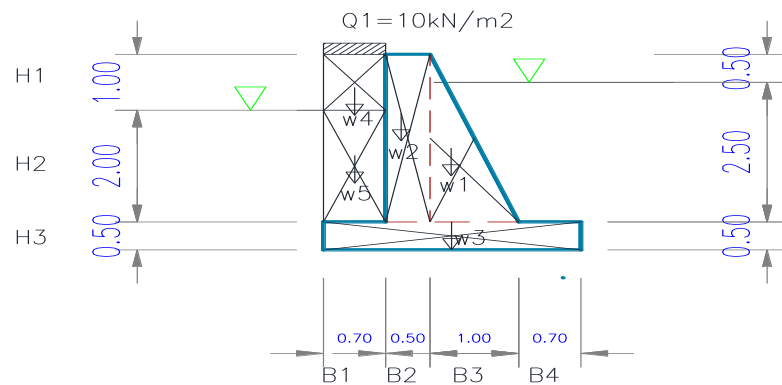
- Kohesi $c_1 = 0,000$
 $c_2 = 0,175$
 $c_3 = 0,250$
- Sudut gesek : $\phi_1 = 15.00$
 $\phi_2 = 17.00$
 $\phi_3 = 18.00$
- Berat Jenis tanah $G_s = 2,5$
- Berat volume tanah kering : $\gamma_1 = 15.00 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_2 = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_3 = 18.00 \text{ kN/m}^3$
- Berat volume air $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- Angka pori $e = 1,130$

Kadar Pori :

$$n = \frac{e}{1 + e} = \frac{1,130}{1 + 1,130} = 0,53$$

Yang perlu diketahui untuk menyelesaikan perhitungan bangunan adalah :

$H_1 = 1,00$	$B_1 = 0,70$	$D = 2$
$H_2 = 2,00$	$B_2 = 0,50$	
$H_3 = 0,50$	$B_3 = 1,00$	
	$B_4 = 0,70$	



Gambar 1. Dimensi Parapet Wall

Tabel 2. Rekap Perhitungan Berat, Jarak, dan Momen

No	BERAT (W) kN/m	Jarak	MOMEN (M) kN
1	43,50	1,36	59,42
2	43,50	0,95	41,32
3	42,05	1,45	60,97
4	10,50	2,55	26,77
5	7,00	2,55	17,85
6	7,00	2,55	17,85
	$\sum W = 153,55$		$\sum Mw = 224,18$

- Menghitung Tekanan Tanah Aktif

$$- Pa1 = \frac{1}{2} \times Ka1 \times Y1 \times H1^2$$

$$Pa1 = \frac{1}{2} \times 0,76 \times 15 \times 1^2 = 5,70 \text{ kN}$$

$$- Pa2 = Ka2 \times Y2 \times (H2 + H3)^2$$

$$Pa2 = 0,74 \times 17 \times (2,5)^2 = 78,62 \text{ kN}$$

$$- Pa3 = \frac{1}{2} \times Ka2 \times Y2 \times (H2 + H3)^2$$

$$Pa3 = \frac{1}{2} \times 0,74 \times 17 \times 2,5^2 = 39,31 \text{ kN}$$

$$- \sum Pa = Pa1 + Pa2 + Pa3$$

$$\sum Pa = 5,70 + 78,62 + 39,31 = 123,63 \text{ kN}$$

- Jarak Lengan terhadap Titik 0

$$- Ia1 = \left(\frac{1}{3} \times H1\right) + H2 + H3$$

$$= (0,3 \times 1) + 2,00 + 0,5 = 2,8$$

$$- Ia2 = \frac{1}{2} \times (H2 + H3)$$

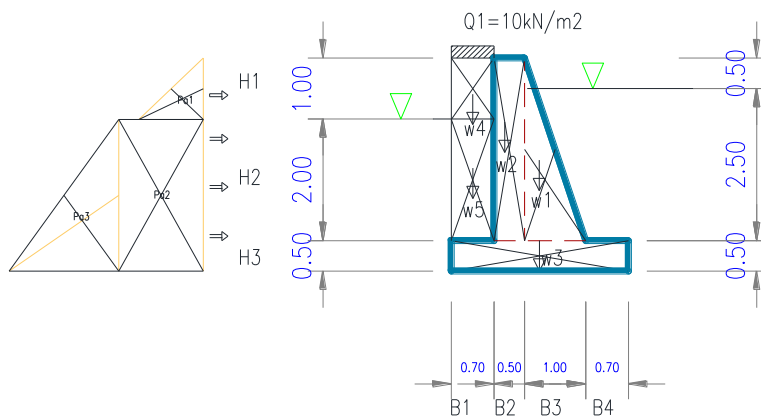
$$= 0,5 \times (2,00 + 0,5) = 1,25$$

$$- Ia3 = \frac{1}{3} \times (H2 + H3)$$

$$= 0,3 \times (2,00 + 0,5) = 0,75$$

Tabel 3. Rekap perhitungan Tekanan tanah aktif, Jarak, dan Momen

No	Tekanan Tanah Aktif (Pa) kN	Jarak (m)	Momen (M)
1	5,70	2,80	15,96
2	78,62	1,25	98,27
3	39,31	0,75	29,48
	$\sum Pa = 123,63$		$\sum Ma = 143,71$



Gambar 2. Tekanan tanah aktif

- Koefisien Tekanan Tanah Pasif

$$Kp1 = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi1}{2}\right)$$

$$Kp1 = \tan^2(45^\circ + \frac{15}{2})$$

$$Kp1 = 1,30 \text{ kN/m}^3$$

$$Kp2 = \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi 2}{2})$$

$$Kp2 = \tan^2(45^\circ + \frac{17}{2})$$

$$Kp2 = 1,35 \text{ kN/m}^3$$

• Tekanan Tanah Pasif

$$- Pp1 = \frac{1}{2} \times Kp1 \times Y1 \times (H_2)^2$$

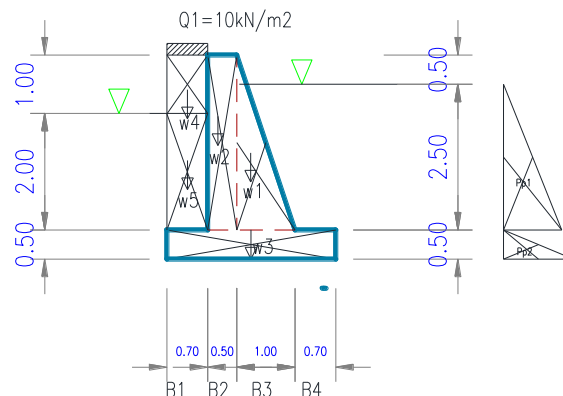
$$Pp1 = \frac{1}{2} \times 1,30 \times 15 \times (2)^2 = 39,00 \text{ kN}$$

$$- Pp2 = \frac{1}{2} \times Kp2 \times Y2 \times (H_3)^2$$

$$Pp2 = \frac{1}{2} \times 1,35 \times 17 \times (0,5)^2 = 2,86 \text{ kN}$$

Tabel 4. Rekap perhitungan Tekanan tanah pasif, Jarak, dan Momen

No.	Tekanan Tanah Pasif (Pp) kN	Jarak (m)	Momen (M)
1	39,00	1	39,00
2	2,86	2	5,72
	$\sum Pp = 31,54$		$\sum Mp = 44,72$



Gambar 3. Tekanan tanah pasif

Menghitung Stabilitas Terhadap Penggeseran

Tahanan Geser pada dinding sepanjang B= 2,9m, dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar. Sehingga sudut geser $\delta_b = \Phi_2$ dan adhesi $C_d = C_2$

$$F_{gs} = \frac{\sum w}{\sum v}$$

$$\sum v = \sum Pa - \sum Pp$$

$$\sum v = 123,63 - 41,86 = 81,77 \text{ kN/m}$$

$$F_{gs} = \frac{\sum W}{\sum V} = \frac{153,55}{81,77} = 1,87 \gg 1,5$$

(Aman)

(Dimensi tidak perlu diperbesar)

Menghitung Stabilitas Penggulingan

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah dibelakang tembok penahan, cenderung menggulingkan tembok, dengan pusat rotasi terletak pada ujung kaki depan tembok penahan tanah.

$$F_{gl} = \frac{\sum Mw}{\sum Ma} \geq 1,5$$

$$= \frac{224,18}{143,71} \geq 1,5$$

$$= \mathbf{1,56} \geq 1,5$$

(Dimensi tidak perlu diperbesar)

Dimana :

F_{gl} = Faktor aman terhadap penggulingan

$\sum Mw$ = Jumlah momen yang melawan penggulingan

$\sum Ma$ = Jumlah momen yang menyebabkan penggulingan

Karena factor aman konstruksi Parapet wall terhadap geser, dan guling lebih dari 1,5 ($\geq 1,5$), maka dimensi konstruksi sudah aman dan tidak perlu diperbesar.

Stabilitas Kapasitas Daya Dukung Tanah

$$\begin{aligned}
 q_{\max} &= q_{\text{kaki}} = \frac{\sum w}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\
 &= \frac{153,55}{2,9} \left(1 + \frac{6 \cdot 1,1}{2,9}\right) \\
 &= 52,9(1 + 2,27) \\
 &= 172,983
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Tabel daya dukung tanah *Terzaghi*

φ°	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1	0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	1,2	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	35,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Maka :

$$q_{ult} = c \times N_c + y \times Df \times N_q + \frac{1}{2} \times y \times B \times N_\gamma$$

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= (0,175 \times 57,8) + (1,7 \times 2 \times 41,44) + \left(\frac{1}{2} \times 1,7 \times 2,9\right) \\
 &\quad \times 42,44)
 \end{aligned}$$

$$q_{ult} = 10,11 + 140,89 + 104,61$$

$$q_{ult} = 255,61 \geq q_{\max} \text{ (Aman)}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada prinsipnya perencanaan Parapet Wall Desa Kanor Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro berfungsi untuk mengantisipasi luapan Sungai Bengawan Solo. Dari hasil perhitungan perencanaan Parapet Wall diperoleh antara lain :

1. Perhitungan diperoleh dimensi :
 - a. Tinggi Parapet Wall = 3,50 meter
 - b. Lebar pondasi = 2.90 meter
 - c. Tebal parapet (berbentuk trapesium) = 0,50 meter
2. Dari perhitungan stabilitas terhadap guling Parapet Wall diperoleh nilai **1,56** \geq faktor aman yang disyaratkan yaitu **1,5** jadi Parapet Wall Desa Kanor Dinyatakan **Aman**.
3. Dari perhitungan stabilitas terhadap geser Parapet Wall diperoleh nilai **1,87** \geq faktor aman yang disyaratkan yaitu **1,5** jadi Parapet Wall Desa Kanor Dinyatakan **Aman**.

Saran

Dari perencanaan yang saya buat, saran yang dapat saya berikan adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya Parapet Wall (Dinding penahan tanah) dilakukan perawatan atau pemeliharaan secara berkala agar jika terjadi pergeseran maupun penurunan bisa segera teratasi.
2. Untuk penelitian lebih lanjut perlu adanya rekayasa nilai karena dengan adanya rekayasa nilai akan dapat di estimasi kuantitas dan harga pada suatu proyek, mengetahui untung dan rugi proyek tersebut.

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000, Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum, (1997), *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*.

- Diklat Teknis Klimatologi dan Kualitas Udara*. Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Hardiyanto, H. C, 2003,"*Mekanika Tanah II*," Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyanto, H. C, 2007," *Mekanika Tanah III*", Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indrawan Sani. 2006, *Analisis Ketersediaan Air Tanah dan Kekeringan dalam Soewarno*. 1995, Hidrolika Statistik Nova Bandung.
- Schwab, et, al, 1981 dalam arsyad 2006, *Koefisien Aliran Permukaan (C) Untuk Daerah Urban*, Pusat Studi Lingkungan Universitas Airlangga.
- Soemarwoto, Otto, 1991, *Analisis Hidrologi*, UGM Press, Yogyakarta.
- Sri Harto, Br. 1981, *analisa Hidrologi terapan jurusan teknik sipil*, UGM.
- Suyono. S. 1987, *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Terzaghi, K, & peck, R. B, 1993, "*Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa*" Penerbit Erlangga, Jakarta.