

Pengaruh Variasi Jarak Celah pada Konstruksi Dinding Pasangan Bata Beton Bertulang
Penahan Tanah Terhadap Deformasi Lateral dan Butiran Yang Lolos Celah dari Lereng
Pasir + 20% Kerikil

Ach. Lailatul Qomar, As'ad Munawir, Yulvi Zaika

Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: achlailatulqomar@gmail.com

ABSTRAK

Dinding pasangan bata beton bertulang dirancang dengan kuat untuk menahan tanah dan diberi celah agar bisa mengalirkan air secara dua arah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi jarak celah antar bata beton bertulang pada dinding penahan tanah terhadap deformasi lateral dan butiran yang lolos celah dari lereng pasir + 20% kerikil. Pengujian dilakukan pada dinding yang mempunyai celah 1 cm; 1,5 cm; dan 2 cm; yang dimasukkan ke dalam boks secara bergantian dengan dibuat pemodelan tanah lereng dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 98 cm, dan tinggi 70 cm. Tanah lereng dilakukan pembebanan untuk mengetahui deformasi lateral dinding dan dilakukan simulasi hujan untuk mengetahui butiran yang lolos celah dinding. Hasil dari percobaan menunjukkan ada pengaruh variasi lebar celah terhadap deformasi lateral dinding meskipun perbedaan deformasi lateralnya tidak terlalu signifikan. Urutan nilai deformasi lateral mulai dari kecil adalah pada dinding bercelah 2 cm; 1,5 cm; dan 1 cm. Sedangkan berat jumlah butiran yang lolos celah juga terdapat pengaruh dari adanya variasi lebar celah meskipun hanya terjadi pada dinding yang tidak menggunakan ijuk. Urutan jumlah butiran yang lolos celah mulai dari yang paling ringan adalah pada dinding bercelah 1 cm; 1,5 cm; dan 2 cm. Kata kunci: celah dinding, pasangan bata beton bertulang, dinding penahan tanah, deformasi lateral, butiran lolos celah, tanah lereng.

Pendahuluan

Dinding penahan tanah umumnya dibuat dari beton atau pasangan batu kali yang kedap air. Dinding penahan tanah juga sering dipasang pipa paralon pada beberapa posisi untuk mengalirkan air. Karena jumlah paralon yang terbatas maka aliran air yang tersalur juga terbatas. Idealnya dinding penahan tanah harus bisa mengalirkan air secara dua arah sehingga infiltrasi air sungai tidak hanya terjadi pada dasar sungai saja namun juga menyamping, baik dari air tanah menjadi air sungai maupun sebaliknya melalui dinding penahan tanah. Infiltrasi air sungai menjadi air tanah merupakan hal penting untuk menjaga volume air tanah. Air tanah yang tersimpan melalui infiltrasi ini akan disimpan dan dikeluarkan kembali ke sungai pada musim kemarau. Dengan proses ini sungai tidak akan kering pada musim kemarau.

Salah satu contoh dinding penahan tanah yang dapat mengalirkan

air secara dua arah adalah bronjong yang tersusun dari batu kali dan diikat dengan kawat. Keuntungan dari bronjong yaitu dapat digunakan pada kondisi kontur tanah atau lereng yang berbeda-beda. Namun kelemahan bronjong terdapat pada kawat pengikatnya yang sering berkarat sehingga mengurangi kekuatan dinding. Dilihat dari keuntungan dan kelemahan bronjong maka diperlukan sistem dinding penahan tanah yang kuat dan mampu mengikuti kontur lereng pada sungai.

Bata dari beton bertulang dapat dijadikan dinding penahan tanah dan disusun sesuai kontur lereng yang ada pada tepi sungai. Dinding dari bata beton bertulang ini diberi celah agar bisa mengalirkan air secara dua arah. Celah ini akan merubah struktur dinding sehingga berpengaruh pada kekuatan dinding dalam menahan beban berupa tanah lereng yang bekerja di belakang dinding. Nantinya, dinding ini akan

mengalami deformasi akibat adanya tekanan tanah lateral yang bekerja secara tegak lurus pada bidang dinding dan akibat beban bangunan di belakang dinding. Sedangkan air yang mengalir melalui celah akan membawa butiran tanah yang lolos celah. Untuk itu diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh jarak celah pada konstruksi dinding pasangan bata beton bertulang penahan tanah terhadap deformasi lateral dan butiran tanah yang lolos celah.

Beberapa tujuan yang dapat diharapkan dalam penelitian ini adalah:

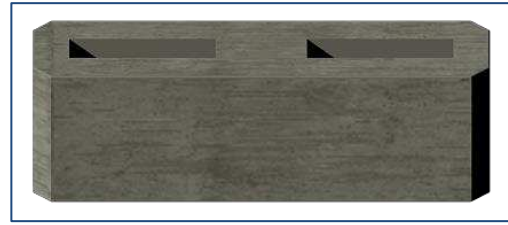
1. Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak celah antar bata beton bertulang pada dinding penahan tanah terhadap deformasi lateral.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak celah antar bata beton bertulang pada dinding penahan tanah terhadap butiran yang lolos celah dari lereng pasir + 20% kerikil.

Metode Penelitian

Percobaan dinding pasangan bata beton bertulang yang dilakukan dalam studi ini terdiri dari dua bagian yaitu pengujian pembebanan untuk mendapatkan deformasi lateral dinding dan pengujian simulasi hujan untuk mendapatkan butiran yang lolos celah dinding.

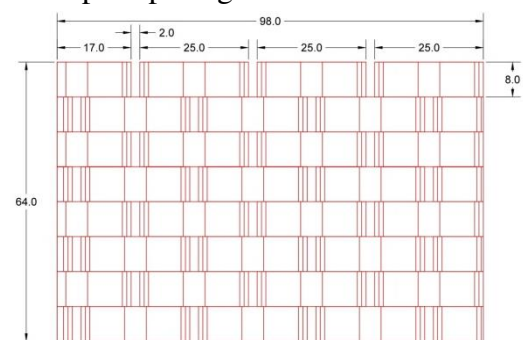
Dinding Pasangan Bata Beton Bertulang

Dinding penahan tanah bercelah tersusun atas pasangan bata beton bertulang. Lubang pengalir air pada kedua arah dibentuk melalui spasi vertikal antar bata beton bertulang yang disusun berjenjang. Sedangkan penguncian elemen dinding dilakukan dengan pengecoran lubang pada bata beton bertulang. Bata beton bertulang yang digunakan memiliki dua lubang yang membentuk angka 8 seperti pada Gambar 1.



Gambar 1: Bata beton bertulang

Dinding berbentuk persegi panjang dari beton bertulang disusun setinggi 8 buah dengan lebar dinding 98 cm yang berjumlah 3 buah dengan lebar pori masing-masing 1 cm; 1,5 cm; dan 2 cm seperti pada gambar 2.



Gambar 2: Dinding pasangan bata beton bertulang

Perbandingan bahan yang digunakan dalam mencetak beton seperti semen, pasir, kerikil, dan air adalah 1:2:2:0,6. Setelah 28 hari bata beton bertulang disusun dengan spesi dan dipasang tulangan pada rongga bata dengan cara *grouting* sehingga menjadi dinding.

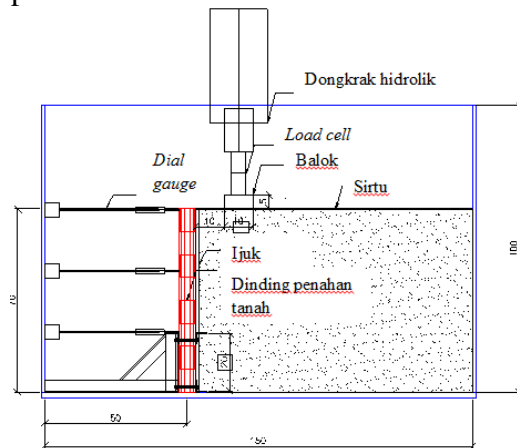
Tanah Lereng

Tanah yang akan digunakan sebagai model lereng diayak terlebih dahulu dengan saringan No.4. Prosentase yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 80% tanah yang lolos saringan No. 4 dan 20% tanah yang tertahan saringan No. 4. Selanjutnya tanah hasil analisa saringan tersebut digunakan sebagai tanah bentukan lereng perbandingan. Tanah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam boks uji dengan volume $100 \times 98 \times 70 \text{ cm} = 686000 \text{ cm}^3 = 24,2 \text{ ft}^3$

yang dibagi dalam 7 lapisan dengan tinggi masing-masing lapisan 10 cm.

Pengujian Pembebanan

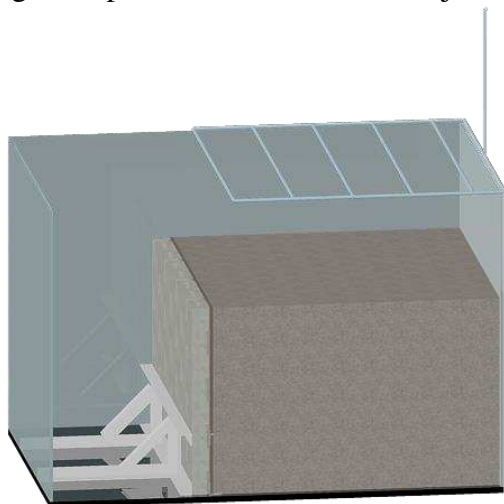
Setelah dinding dan tanah lereng dimasukkan ke dalam boks, pembebanan dilakukan secara bertahap melalui balok sampai mencapai sepertiga beban yang mengakibatkan retak pertama pada dinding saat uji lentur sebelumnya yaitu 200 kg seperti pada Gambar 3.



Gambar 3: Model pembebanan

Pengujian Simulasi Hujan

Pengujian jumlah butiran yang lolos celah dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa pipa berlubang yang dialiri air sebagai bentuk dari simulasi hujan buatan seperti pada Gambar 4. Debit air dijaga agar tetap konstan saat simulasi hujan.

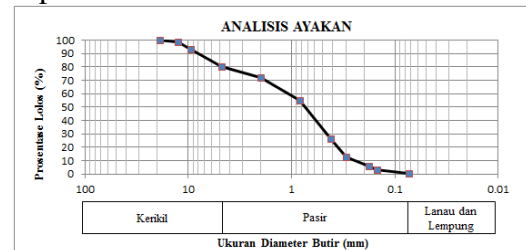


Gambar 4: Model simulasi hujan

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

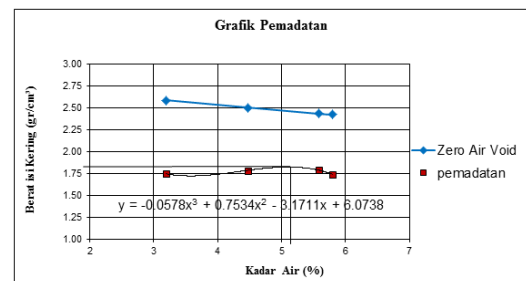
Pada tahap awal penelitian dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah pasir + 20% kerikil seperti hasil berikut:



Gambar 4: Grafik pembagian ukuran tanah

Tabel 1: Berat jenis rata-rata

Labu ukur	A	B
Berat Jenis	2,8235	2,8141
Berat Jenis rata-rata	2,8188	



Gambar 5: Grafik pemadatan tanah standar di laboratorium

Pemadatan di lapangan atau di dalam boks menggunakan kontrol volume. Berat pasir dan kerikil sebesar 183 kg dipadatkan hingga mencapai 10 cm pada setiap lapisan.

Pada pembuatan lereng tanah pasir dan kerikil dilakukan pengecekan kepadatan tanah dan kadar air dengan menggunakan *density ring* dan *water content* pada lapisan 2; 4; dan 6. Selain itu, pemeriksaan uji geser langsung (*direct shear*) juga dilakukan pada lapisan yang sama. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya sudut geser dari lereng tersebut.

Tabel 2: Nilai kepadatan dan kadar air

No.	Celah Dinding (cm)	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)
1	1	9,44	1,317
2	1,5	8,65	1,358
3	2	8,48	1,380

Tabel 3: Nilai sudut geser dalam

Lebar Celah Dinding	Lapisan	Sudut Geser Dalam Ø (°)	Rata-rata Ø (°)
1 cm	2	34,24	35,25
	4	36,05	
	6	35,45	
1,5 cm	2	41,55	36,46
	4	34,23	
	6	33,61	
2 cm	2	33,61	36,76
	4	39,48	
	6	37,22	

Hasil Pengujian Pembebanan

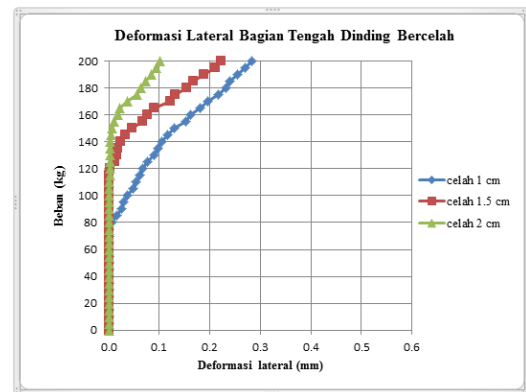
Pembacaan deformasi lateral yang terjadi pada dinding dibaca setiap pemberian beban kelipatan 5 kg. Berikut ini data deformasi lateral yang disingkat tiap 25 kg pada tiga dinding dengan jarak celah yang berbeda, yaitu 1 cm; 1,5 cm; dan 2 cm.

Tabel 4: Deformasi Lateral

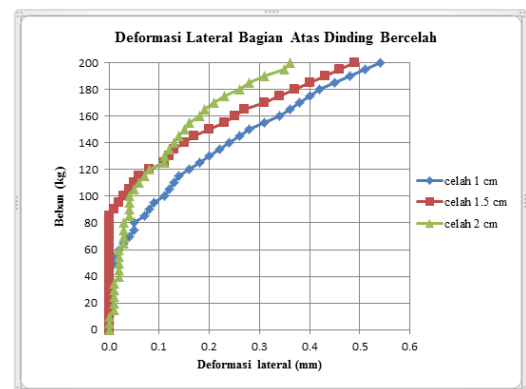
Beban (kg)	Dinding Celah 1 cm			Dinding Celah 1,5 cm			Dinding Celah 2 cm		
	Deformasi Lateral			Deformasi Lateral			Deformasi Lateral		
	Δ1 (mm)	Δ2 (mm)	Δ3 (mm)	Δ1 (mm)	Δ2 (mm)	Δ3 (mm)	Δ1 (mm)	Δ2 (mm)	Δ3 (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010
50	0	0	0,010	0	0	0	0	0	0,020
75	0	0	0,050	0	0	0	0	0	0,030
100	0	0,036	0,110	0	0	0,030	0	0	0,040
125	0	0,076	0,180	0	0,013	0,110	0	0,002	0,110
150	0	0,130	0,280	0	0,047	0,200	0	0,007	0,150
175	0	0,216	0,400	0	0,132	0,340	0	0,055	0,230
200	0	0,283	0,540	0	0,222	0,490	0	0,102	0,360

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil yang didapat dari pengujian pembebanan atau deformasi lateral pada beberapa dinding bercelah memiliki nilai yang berbeda. Dalam penelitian ini, didapatkan bahwa urutan nilai deformasi lateral dari besar ke kecil adalah dinding bercelah 1 cm; 1,5

cm; dan 2 cm seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

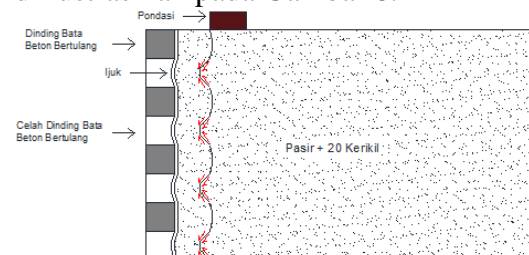


Gambar 6: Grafik deformasi lateral bagian tengah dinding bercelah



Gambar 7: Grafik deformasi lateral bagian atas dinding bercelah

Dari kedua grafik tersebut dapat dikatakan bahwa semakin lebar celah pada dinding maka semakin kecil deformasi lateral yang terjadi. Hal ini disebabkan karena tanah yang ada pada boks akan cenderung mendesak ke arah celah sehingga gaya dorong atau tegangan tanah horizontal terhadap dinding berkurang seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8.



Gambar 8: Pergerakan tanah terhadap dinding bercelah

Dari ilustrasi gambar tersebut dapat dikatakan bahwa gaya dorong tanah akan kecil jika lebar celah dinding besar sehingga deformasi lateral dinding juga kecil begitupun sebaliknya.

Selain itu, nilai kekakuan dari dinding bercelah juga berbeda. Dari pengujian sebelumnya (Alfin Suprayugo, 2013) didapat nilai kekakuan pada dinding bercelah 1 cm sebesar 110,193 kg/cm; dinding bercelah 1,5 cm sebesar 104,712 kg/cm; dan dinding bercelah 2 cm sebesar 261,438 kg/cm. Dari data tersebut menunjukkan nilai kekakuan tidak konsisten sehingga dapat dikatakan bahwa kekakuan tidak memiliki pengaruh yang dominan terhadap deformasi lateral dinding bercelah. Oleh sebab itu, pemeriksaan deformasi lateral dinding secara analitis juga tidak akan konsisten karena perhitungannya diambil dari kekakuan tersebut dimana deformasi lateral atau lendutan sama dengan beban dibagi kekakuan.

Hasil Pengujian Simulasi Hujan

Berikut ini data yang diperoleh dari pengujian butiran yang lolos celah pada dinding pasangan bata beton bertulang penahan tanah:

Tabel 5: Hasil pengujian simulasi hujan dengan ijuk

No.	Lebar Celah Dinding (cm)	Lama Waktu (menit)			Berat Pasir yang Lolos Celah (kg)
		Penghujanan	Air Pertama Keluar Celah	Air Naik Tiap 10 cm	
1	1	135	23	16	0
2	1.5	120	29	13	0
3	2	110	33	11	0

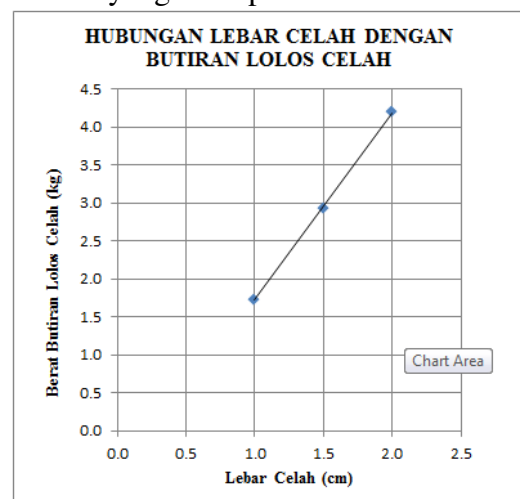
Tabel 6: Hasil pengujian simulasi hujan tanpa ijuk

No.	Lebar Celah Dinding (cm)	Lama Waktu (menit)			Berat Pasir yang Lolos Celah (kg)
		Penghujanan	Air Pertama Keluar Celah	Air Naik Tiap 10 cm	
1	1	120	22	14	1.740
2	1.5	110	26	12	2.920
3	2	100	30	10	4.190

Dari data tersebut menunjukkan bahwa lama penghujanan untuk dinding pasangan bata beton bertulang penahan tanah selisihnya tidak begitu jauh antara yang menggunakan ijuk maupun tanpa

ijuk. Sedangkan untuk jumlah butiran yang lolos celah pada dinding memiliki perbedaan yang sangat signifikan antara dinding yang memakai ijuk dengan tanpa menggunakan ijuk. Untuk dinding yang menggunakan ijuk, tidak ada butiran yang dapat lolos dari dinding. Hal ini dikarenakan pasir dan kerikil yang tertahan oleh ijuk sebagai filter pada dinding. Sedangkan pada dinding tanpa menggunakan ijuk, butiran yang lolos celah berbeda-beda besarnya.

Berikut ini disajikan grafik hubungan lebar celah dengan jumlah butiran yang lolos pada Gambar 9:



Gambar 9: Grafik hubungan lebar celah dengan jumlah butiran yang lolos

Tabel 7: Berat butiran yang lolos celah tiap 1 cm²

No.	Lebar Celah Dinding (cm)	Berat Butiran Lolos Celah (gr/cm ²)
1	1	7.7
2	1.5	8.7
3	2	9.4

Untuk dinding yang menggunakan ijuk, tidak ada butiran yang lolos sedangkan untuk dinding tanpa ijuk, jumlah butiran yang lolos bervariasi. Mulai dari dinding dengan celah 1 cm; 1,5 cm, dan 2 cm jumlah butiran yang lolos celah semakin besar.

Hal ini menunjukkan bahwa jarak celah antar bata beton bertulang pada dinding penahan tanah mempengaruhi jumlah butiran yang lolos celah dinding ketika dilakukan simulasi hujan. Semakin lebar celah dinding maka semakin besar jumlah butiran yang lolos celah pada dinding. Namun hal ini hanya terjadi pada dinding bercelah tanpa menggunakan ijuk.

Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada pengaruh variasi jarak celah pada konstruksi dinding pasangan bata beton bertulang penahan tanah terhadap deformasi lateral dan butiran lolos celah dari lereng pasir + 20% kerikil didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak celah antar bata beton bertulang pada dinding penahan tanah berpengaruh terhadap deformasi lateral meskipun perbedaan deformasi lateralnya tidak terlalu signifikan.
2. Semakin lebar celah dinding maka semakin kecil deformasi lateral yang terjadi. Hal ini disebabkan karena gaya dorong atau tegangan horizontal tanah terhadap dinding berkurang sehingga deformasi lateralnya kecil. Sedangkan pengaruh kekakuan dinding terhadap deformasi lateral tidak terlalu dominan karena nilai kekakuannya tidak konsisten.
3. Jarak celah antar bata beton bertulang pada dinding penahan tanah berpengaruh terhadap butiran yang lolos celah dinding ketika dilakukan simulasi hujan.
4. Semakin lebar celah dinding maka semakin besar jumlah butiran yang lolos celah pada dinding. Namun hal ini hanya terjadi pada dinding yang tidak menggunakan ijuk.

Saran

Melihat banyaknya faktor yang mempengaruhi penelitian ini, adapun beberapa saran yang dapat diberikan :

1. Memilih metode pemadatan lapangan yang lebih baik seperti penggilas (*roller*) atau penggetar karena tanah yang digunakan untuk pembuatan lereng menggunakan pasir dan kerikil.
2. Sebaiknya ijuk diganti dengan geotekstil yang berfungsi sebagai filter karena geotekstil jenis ini lebih kuat dibandingkan dengan ijuk. Ijuk juga bisa diganti dengan filter yang menggunakan sistem drainase pada dinding penahan tanah seperti drainase dasar, belakang, miring, atau horizontal.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan dan analitis mengenai besar gaya dorong tanah pada dinding yang memiliki celah.

Daftar Pustaka

- Badan Standar Nasional. SNI 03-0349-1989 *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Dewi, Sri Murni. 2010. *71 Contoh Statis Taktentu*. Malang: Bargie Media
- Hadihardaja, Joetata. 1997. *Rekayasa Pondasi 1 Konstruksi Penahan Tanah*. Jakarta: Gunadarma
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2012. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Analisis dan Perancangan*

- fondasi Bagian 1*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Analisis dan Perancangan fondasi Bagian 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Indrawahyuni, Herlien. 2008. *Mekanika Tanah 1*. Malang: Bargie Media
- Indrawahyuni, Herlien. 2011. *Mekanika Tanah 2*. Malang: Bargie Media
- International Code Council. 2006. *International Building Code (IBC)*. Country Club Hills: Illinois
- Kaniraj, S. R. 1988. *Design Aids in Soil Mechanics and Foundation Engineering*. New Delhi: Tata McGraw-Hill
- Sitohang, Hendri. 2008. *Analisa Pelat Satu Arah (One Way Slab) Dari Teori M.Levy*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Suprayugo, Alfin. 2013. *Pengaruh Variasi Jarak Celah Antar Elemen Bata Beton Bertulang Terhadap Kuat Lentur Dinding Bercelah*. Malang: Universitas Brawijaya
- Wang, Chu Kia dan Charles G. Salmon. 1993. *Desain Beton Bertulang Jilid 1*. Jakarta: Erlangga