

**ANALISIS STABILITAS LERENG PADA BADAN JALAN DAN PERENCANAAN PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH**  
(Studi Kasus Jalan Raya Selemadeg, Desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan).

Tjokorda Gde Suwarsa Putra<sup>1)</sup>, Made Dodiek Wiryana Ardana<sup>1)</sup>, dan Made Aryati<sup>2)</sup>  
<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar  
<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

**Abstrak :** Studi ini membahas tentang kemantapan lereng (permukaan tanah yang membentuk sudut terhadap bidang horizontal) pada badan jalan di desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan. Jalan yang menghubungkan kota Denpasar-Gilimanuk ini selalu dipadati oleh arus lalu lintas. Longsor yang terjadi saat musim hujan pada bulan Januari 2006, menyebabkan kemacetan yang panjang, mengakibatkan perubahan kontur pada lereng dan memungkinkan terjadinya longsor susulan. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan analisis terhadap kemantapan lereng pada saat lereng dalam kontur alami dan dengan pembebanan lalu lintas.

Analisis ini menggunakan Metode Irisan Bishop yang disederhanakan dengan membagi lereng menjadi tiga bagian sesuai dengan jenis tanah dan letak koordinatnya.

Berdasarkan hasil analisis kemantapan lereng pada jenis tanah 1 baik yang berada pada bagian bawah badan jalan maupun pada bagian atas badan jalan didapat bahwa angka keamanan terhadap longsor rata-rata lebih kecil dari 1. Untuk mencegah terjadinya longsor, maka direncanakan konstruksi alternatif berupa dinding penahan kantilever dengan beton bertulang pada bagian bawah badan jalan, dan dinding penahan gravitasi dengan pasangan batukali pada bagian atas badan jalan sampai mencapai angka kestabilan ( $F_s > 1,5$ ).

Berdasarkan hasil yang diperoleh setelah lereng bagian atas badan jalan dibangun dinding penahan tipe gravitasi (dengan rusuk) setinggi 1,5 meter didapat angka stabilitas terhadap guling dan geser lebih besar dari 1,5 dan stabilitas terhadap daya dukungnya lebih kecil dari daya dukung tanah yang diijinkan. Demikian juga untuk lereng pada bagian bawah badan jalan setelah dibangun dinding kantilever setinggi 8 meter didapatkan hasil yang sesuai disyaratkan di atas.

**Kata kunci: stabilitas lereng, angka keamanan, dinding penahan tanah, longsor**

**SLOPE STABILITY ANALYSIS ON ROAD AND REINFORCED  
RETAINING WALL DESIGN**

(Case Study Selemadeg Road, Bantas Village, East Selemadeg District, Tabanan Regency).

**Abstract :** The stability of the slope, a soil surface that forms an angle to the horizontal plane, on the road in the Bantas village, East Selemadeg District, Tabanan Regency is discussed in this paper. The road which connects the city of Denpasar-Gilimanuk is always packed with traffic flow. Landslides that occurred during the rainy season in January 2006 caused long traffic jams, the changes in the contour slopes and the possibility for landslide aftershocks. Slope stability analysis is conducted on naturally slope contour and that with the traffic loading.

The analysis was carried out using the simplified Bishop's Method by dividing the slope into three parts according to soil type and location of its coordinates. Based on the results conducted on slope stability analysis for type 1 soil both at the bottom and at the top of the road, the average safety factor of slope stability was less than 1. To prevent the occurrence of landslides, it was planned an alternative form of construction namely cantilever retaining walls with reinforced concrete at the bottom of the road and gravity retaining walls with stone at the top of the road until reaching a stable rate ( $F_s > 1.5$ ).

The results obtained for the upper slopes of the road built with 1.5 meters retaining walls of gravity type (with ribs) are number of safety of overturning and shear stability which is greater than 1.5 and the actual bearing capacity which is smaller than its allowable bearing capacity. Likewise for the slope at the bottom of the road after the 8 meters cantilever wall was built, the results obtained meet the safety requirements.

Keywords: slope stability, safety factor, retaining wall, landslide

**PENDAHULUAN**

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak kearah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor.

Di desa Bantas kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan terdapat daerah berlereng yang tingginya 22 meter dengan kondisi tanah secara visual adalah tanah lempung dan sangat rawan akan bahaya kelongsoran. Pada daerah ini dilalui oleh jalan raya yang menghubungkan kota Denpasar-Gilimanuk dengan arus lalu lintas yang tinggi. Pada saat musim hujan bulan Januari 2006 lereng ini longsor, sehingga mengganggu lalu lintas dan menyebabkan kemacetan yang panjang.

Untuk mencegah terjadinya kelongsoran susulan pada lereng tersebut dan menanggulangi lereng yang sudah longsor, diperlukan suatu konstruksi yang mempunyai fungsi untuk menahan kelongsoran. Dalam hal ini akan dianalisis stabilitas lereng pada badan jalan dan perencanaan perkuatan dinding penahan tanah (Retain-

ing Wall) yang digunakan untuk meningkatkan kestabilan lereng.

Untuk mendukung analisis dan perencanaan perkuatan diperlukan parameter – parameter tanah dengan penyelidikan tanah di lapangan secara langsung dengan mengambil sampel secara acak sesuai dengan beda ketinggian di lokasi. Sample tanah yang diambil merupakan tanah yang telah terganggu (*disturb samples*) dan contoh tanah yang tidak terganggu yang berupa bongkahan-bongkahan besar (*undisturb samples*) yang selanjutnya dipakai sebagai bahan penyelidikan di laboratorium.

**MATERI DAN METODE**

Berdasarkan data tanah yang didapat dari hasil pengujian di laboratorium, dianggap bahwa tanah di lokasi tersebut merupakan tanah homogen dengan meratakan data yang ada menjadi 3 jenis tanah seperti yang tertera pada Tabel 1 dibawah ini:

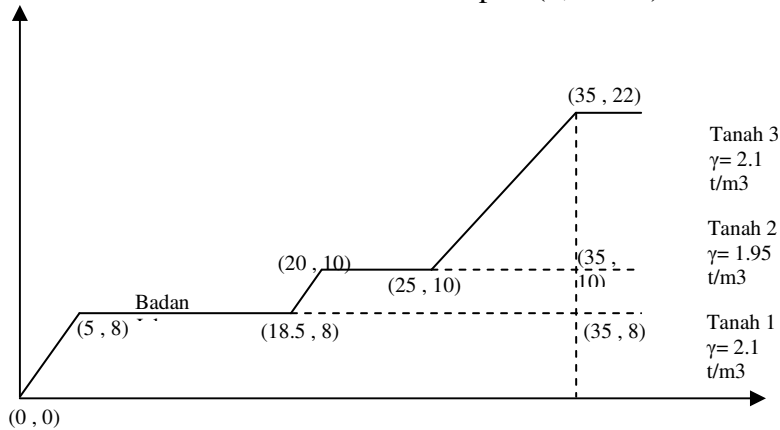
Tabel 1. Data tanah hasil uji laboratorium

No	Jenis Pemeriksaan	Tanah 3 (22,0m - 12,0m)	Tanah 2 (12,0m - 8,0m)	Tanah 1 (8,0m - 0,0m)
1	Berat isi $\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	2,1	1,95	2,1
2	Kohesi $c$ (ton/m <sup>2</sup> )	0,18	0,29	0,18
3	Sudut geser $\phi$ (derajat)	24	15	24

Pembagian jenis tanah pada kontur lereng dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah. Dimana pada pembahasan selanjutnya akan direncanakan perkuatan dinding penahan pada jenis tanah 1 untuk mengatasi kelongsoran pada bagian bawah badan jalan dan perkuatan dinding penahan pada

jenis tanah 2 untuk badan jalan pada bagian atas.

Data pembebanan diperoleh dari data sekunder sebesar 482,5 kg/m<sup>2</sup> untuk beban perkerasan jalan raya dan untuk beban roda kendaraan berupa beban sumbu tunggal beroda ganda (truk 3 as) seberat 18.000 pon (8,16 ton).



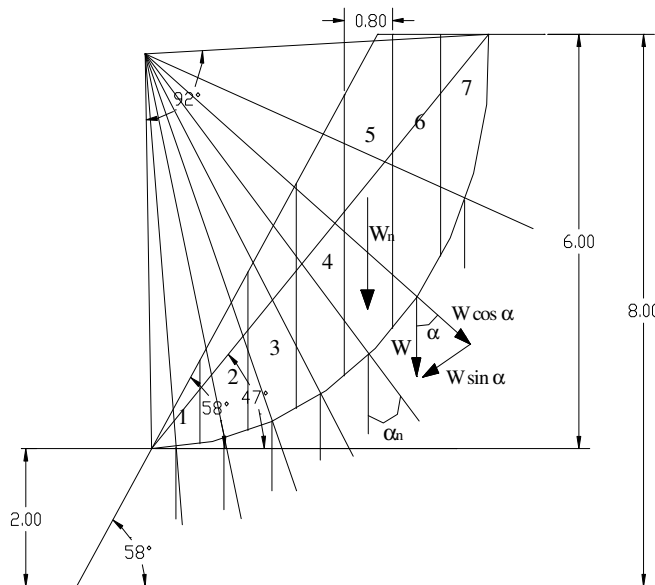
Gambar 1. Sketsa Kondisi Lereng

Perhitungan analisis stabilitas lereng pada badan jalan ini menggunakan Metode Irisan Bishop yang disederhanakan, karena penyelesaiannya lebih teliti dan akan mendapatkan harga Fs dengan lebih tepat. Analisis ini juga menggunakan lengkung longsor coba-coba (trial slip circle) atau beberapa lengkung longsor. Penampang bidang longsor dibagi dalam beberapa bagian atau irisan pada arah verti-

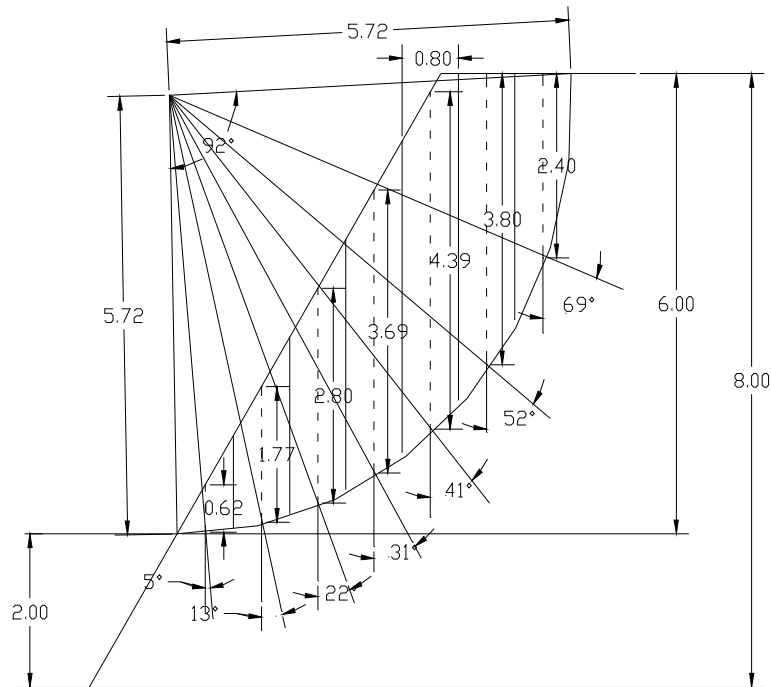
kal, dan pengaruh gaya-gaya pada sisi tepi tiap irisan juga diperhitungkan.

Persamaan faktor keamanan yang digunakan (menggunakan Metode Irisan Bishop yang disederhanakan) :

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c \cdot b_n + W_n \cdot \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \cdot \sin \alpha_n} \cdot \frac{1}{m \alpha_{(n)}}$$



Gambar 2. Irisan lereng dengan Methode Irisan Bishop yang disederhanakan



Gambar 3. Gambar irisan lereng

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perhitungan kemandapan lereng dihi-tung dengan membangun dinding penahan tanah coba-coba pada beberapa ketinggian tertentu pada masing-masing lapisan tanah untuk menentukan angka keamanan lereng terhadap kemungkinan longsor dan hasil-nya dilihat pada Tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Angka keamanan pada lereng yang ditinjau

No.	Keterangan	Fs
2.1	<u>Lereng 1</u>	
1	dicoba dengan DPT 2 m	0,779
2	dicoba dengan DPT 2,5 m	0,738
3	dicoba dengan DPT 4 m	0,828
4	dicoba dengan DPT 5 m	0,897
5	Kelongsoran sampai dasar lereng	0,709

2.2 Lereng 1 dengan pembebanan

1	dicoba dengan DPT 2 m	0,727
2	dicoba dengan DPT 2,5 m	0,738
3	dicoba dengan DPT 4 m	0,700
4	dicoba dengan DPT 5 m	0,785
5	Kelongsoran sampai dasar lereng	0,687

2.3 Lereng 2

1	Kelongsoran sampai dasar lereng	0,935
2	Kelongsoran sampai dasar lereng	0,906
3	dicoba dengan DPT 1 m	1,180
4	dicoba dengan DPT 1,5 m	2,056

2.4 Lereng 3

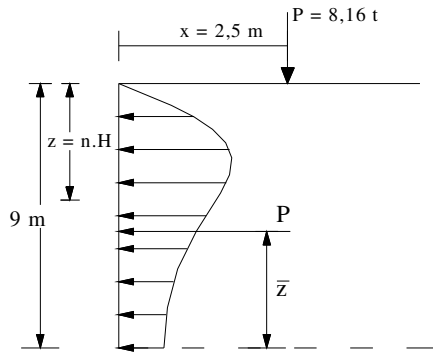
1	Kelongsoran sampai dasar lereng	0,860
2	Kelongsoran sampai dasar lereng	0,857
3	Kelongsoran sampai 6m	0,863

Melihat Tabel 2 di atas, maka pada tanah lapisan 1 angka keamanannya lebih kecil dari 1, sehingga memerlukan dinding pe-nahan sampai ketinggian 8 meter, dan pa-da lapis 2 cukup dibangun sampai keting-gian 1 meter atau 1,5 meter. Sedangkan pada lapis 3 bisa dilaksanakan dengan me-ngurangi kecuraman lereng.

Perhitungan dinding penahan tanah lapis 1.

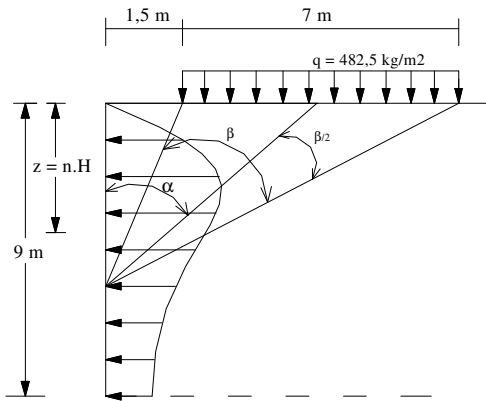
Pembebanan.

Untuk beban titik (P) diatas tanah urug, diuraikan sebagai berikut :



$P = 0.713 \text{ t/m}$   
 $\bar{z} = 5,809 \text{ m}$

Untuk beban terbagi merata (q) diatas tanah urug, diuraikan sebagai berikut :



$P = 1,636 \text{ t/m}$   
 $\bar{z} = 3,809 \text{ m}$

Tabel 3. Kombinasi gaya vertikal dan horizontal :

	Gaya vertikal (V)	Jarak mendatar (x)	Momen tahanan (M <sub>R</sub> )	Gaya Horizontal (Ph)	Momen guling (Mo)
Berat sendiri	104,400		415,084		
Berat Pembebanan	1,636	4,700	7,687		
Tek. Tanah Horizontal	0,7135	4,700	3,353		
				37,025	109,871
				16,289	-11,654
Σ	106,749		426,124	20,736	98,217

Kapasitas dukung pondasi memanjang :

$$q_{ult} = c.N_c + (p_o + q_o).N_q + 0,5.B.\gamma.N_\gamma$$

$$q_{ult} = 298,096 \text{ t/m}^2$$

$$\bar{\sigma} = \frac{q_{ult}}{SF} = \frac{298,096}{3} = 99,365 \text{ t/m}^2$$

**Stabilitas Terhadap Penggulingan**

$$F_s = \frac{\sum M_R}{\sum M_o} = \frac{426,124}{98,217} = 4,339 > 1,5$$

**Stabilitas Terhadap Geser**

$$F_s = \frac{106,749.\tan \frac{2}{3}.24 + 6,7,0,18}{20,736} = 1,541 > 1,5$$

**Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah**

Kontrol terhadap daya dukung tanah

$$\sigma_{maks} = 19,903 \text{ t/m}^2 < 99,365 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{min} = 11,963 \text{ t/m}^2 > 0$$

Tabel 4. Kontrol Stabilitas :

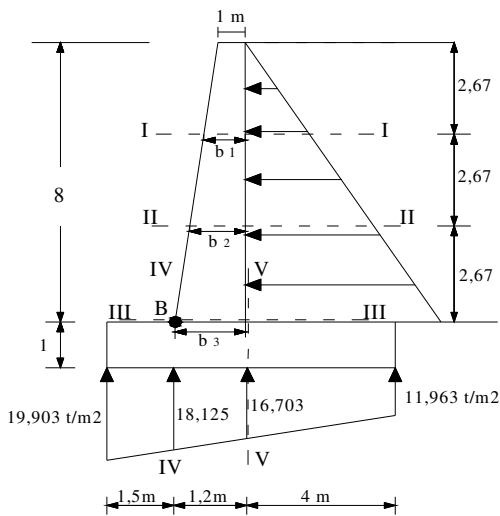
No	Stabilitas	gaya yang Mendorong	gaya yang menahan	Keamanan yang terjadi	Keamanan yang disyaratkan
1	<b>Fs guling</b> M <sub>R</sub> Mo Fs(guling) = M <sub>R</sub> / Mo	98,217	426,124	4,339 >	1,5
2	<b>Fs geser</b> ΣFR=Σ V.tan δ + B.c ΣFd=Σ Pa h Fs =ΣFR/ΣFd	20,736	31,843	1,541 >	1,5
3	<b>Daya dukung tanah</b> M <sub>net</sub> = M <sub>R</sub> - Mo Σ V e = B/2 - (M <sub>net</sub> /ΣV) σ max σ min	106,749	327,907	0,278 < 19,903 < 11,963 >	1,12 99,365 0

**Stabilitas Terhadap Kekuatan Konstruksi**

Kekuatan konstruksi ditinjau pada setiap potongan :

Mutu baja tulangan  $f_y = 400 \text{ Mpa}$   
 Mutu beton  $f'_c = 25 \text{ Mpa}$

Tebal selimut beton  $d = 75 \text{ mm}$



Potongan I-I :

$$S_y = 6,427 \text{ ton} = 64,27 \text{ kN}$$

$$V_u = 64.270 \text{ N}$$

$$V_c = 0,75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 1000 \times 1000 =$$

$$625.000 \text{ N}$$

$$V_c > V_u \text{ (ok)}$$

Tabel Nilai gaya lintang ( $S_y$ ) dan momen ( $M_y$ ) pada potongan

Potongan	Tebal (m)	$S_y$ (t)	$M_y$ (t.m)
I – I	1	6,427	6,616
II – II	1,067	21,592	41,931
III – III	1,2	28,837	76,556
IV - IV	1	24,921	19,025
V - V	1	54,038	114,396

Demikian juga untuk potongan II , III, IV, V dengan  $S_y = 21,592 \text{ ton}$  ,  $28,837 \text{ ton}$ ,  $24,921 \text{ ton}$  dan  $54,038 \text{ ton}$  masih memenuhi persyaratan.

Penulangan Lentur pada masing-masing potongan

Potongan III-III :

Tebal dinding = 1200 mm

$$M = 76,556 \text{ tm}$$

$$A = 3904,25 \text{ mm}^2 \text{ ( D19 – 70)}$$

$$A' = 1952 \text{ mm}^2 \text{ ( D19 – 140)}$$

Tulangan bagi ( D13 – 160)

Potongan IV-IV :

Tebal pondasi = 1000 mm

$$M = 19,025 \text{ tm}$$

A = dipasang tulangan min ( D19 – 70)

A' = dipasang tulangan ( D19 – 140)

Tulangan bagi ( D13 – 160)

Potongan V-V :

Tebal dinding = 1000 mm

$$M = 114,396 \text{ tm}$$

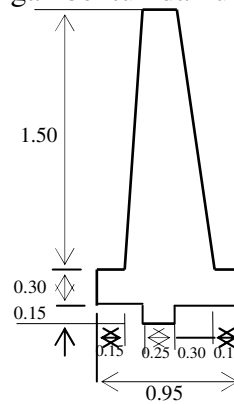
$$A = 4073,9 \text{ mm}^2 \text{ ( D19 – 70)}$$

$$A' = 2037 \text{ mm}^2 \text{ ( D19 – 140)}$$

Tulangan bagi ( D13 – 160)

Dinding penahan tanah lapis 2.

Pada lapis 2 dibangun dengan dinding tipe gravitasi dengan pasangan batu kali dengan bentuk dan ukuran sebagai berikut:



### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perhitungan terhadap kestabilan lereng pada badan jalan di desa Bantas kecamatan Selemadeg-Tabanan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa kemandapan lereng dengan menggunakan cara analitis, yaitu dengan Metode Irisan Bishop yang disederhanakan diketahui bahwa nilai rata-rata keamanan lereng pada kontur alami  $< 1$  untuk lereng bagian bawah badan jalan (lereng 1), sehingga memerlukan dinding penahan tanah setinggi lereng tersebut yaitu 8 meter. Pada lereng bagian atas badan jalan (lereng 2), untuk mencapai keamanan sebesar 2,056 memerlukan dinding 1,5 meter. Sedangkan untuk mencapai nilai keamanan  $> 1$  (lereng 3) diusahakan dengan mengurangi kecuraman lereng.
2. Berdasarkan hasil yang diperoleh setelah lereng bagian atas badan jalan

dibangun dinding penahan setinggi 1,5 m tipe gravitasi (dengan rusuk) dengan pasangan batu kali didapatkan angka stabilitas terhadap guling = 4,918 > 1,5. Stabilitas terhadap geser = 1,675 > 1,5. Stabilitas terhadap daya dukung tanah;  $\sigma_{\min} = 1,921 \text{ t/m}^2 > 0$  dan untuk  $\sigma_{\max} = 4,372 \text{ t/m}^2 < \bar{\sigma} = 7,167 \text{ t/m}^2$ .

Untuk lereng pada bagian bawah badan jalan yang menggunakan dinding penahan tanah tipe kantilever dengan beton bertulang, diperoleh hasil stabilitas terhadap guling = 4,339 > 1,5. Stabilitas terhadap geser = 1,541 > 1,5. Stabilitas terhadap daya dukung tanah;  $\sigma_{\min} = 11,963 > 0$  dan  $\sigma_{\max} = 19,903 < \bar{\sigma} = 99,365 \text{ t/m}^2$ . Tulangan pada badan dinding dan pondasi dinding dipasang tulangan tarik D19-70, tulangan tekan D19-140, dan tulangan memanjang D13-160.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1984, Physical and Geotechnical Properties of soils, McGraw Hill, NY.
- Bowles, J.E., 1996, Foundation Analysis & Design, McGraw Hill, NY.
- Coduto, Donald, P., 1994, Foundation Design – Principles & Practice, Prentice Hall, New Jersey.
- Das, B.M., 1985, Terjemahan Jilid 1 & 2: Noor Endah & Indrasurya B. Mochtar, 1993, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1990, Principles of Foundation Engineering, PWS-Kent, Boston.