

**PENGARUH AMBLESAN TANAH (*LAND SUBSIDENCE*) TERHADAP
PERUBAHAN LUAS GENANGAN AIR PADA DATARAN *ALLUVIAL* KOTA
SEMARANG BAGIAN TIMUR
(STUDI KASUS : KECAMATAN GENUK DAN KECAMATAN PEDURUNGAN)**

Rahmad Fuji¹, Pratikso², Soedarsono²

¹Jurusan Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang Jawa Tengah
Email : rahmadfuji.022113170@gmail.com

²Jurusan Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang Jawa Tengah
Email : pratikso@unissula.ac.id

²Jurusan Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang Jawa Tengah
Email : soedarsono@unissula.ac.id

Abstrak

Amblesan tanah di sebagian Kota Semarang menjadi masalah yang serius. Akibat amblesan tanah, kawasan permukiman menjadi lebih rendah. Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji dan memprediksi besar dan lama amblesan tanah pada dataran aluvial akibat beban dan sifat mekanis tanah serta mengkaji dan memprediksi perubahan luas genangan pada dataran aluvial akibat amblesan tanah. Perhitungan dilakukan dengan dua cara, cara pertama menghitung model fisik dengan pendekatan 1D Terzaghi, sedangkan cara kedua memprediksi amblesan menggunakan program GEO – STUDIO hasilnya berupa prediksi besar dan lama amblesan. Sedangkan untuk menghitung luas genangan menggunakan program GIS (Geographic Information System). Hasil dari penelitian ini yang menggunakan pendekatan 1D Terzaghi, amblesan terkecil 61,2 cm dalam waktu 23,998 tahun, dan amblesan terbesar 87,6 cm dalam waktu 23,645 tahun. Sedangkan melalui program GEOSTUDIO amblesan terkecil, 85,6 cm dalam waktu 23,998 dan amblesan terbesar 102,4 cm dalam waktu 23,645 tahun. Pada tahun 2017 luas genangan mencapai 830,95 Ha sedangkan pada tahun 2040 luas genangan mencapai 1851,58 Ha. Hal ini membuktikan terjadi perubahan luas genangan sebesar 1020,61 Ha. Sampai dengan tahun 2040, dan prediksi perubahan luas genangan tiap tahun sebesar 23,902 Ha.

Kata kunci : *Aluvial, Amblesan, Genangan, GEO – STUDIO, GIS.*

1. PENDAHULUAN

Kota – kota besar di pesisir pantai utara tepatnya di kota Semarang merupakan kota pantai yang terus berkembang dari tahun ke tahun akibat adanya sedimentasi atau endapan aluvial di muara sungai. Endapan aluvial ini merupakan endapan yang belum terlitifikasi sehingga masih dalam proses konsolidasi, konsolidasi adalah proses berkurangnya volume tanah yang disebabkan keluarnya air pori akibat penambahan tekanan. Metode menghitung besarnya penurunan yang sangat umum dipakai adalah perumusan yang diturunkan oleh K. Terzaghi.

Apabila tanah dasar merupakan tanah lempung yang mempunyai kuat daya dukung yang rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kadar air, tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0.002 mm. Partikel – partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1991). Tanah lempung berasal dari pelapukan unsur – unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang, Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das,1994). Perubahan iklim mengakibatkan perpecahan siklus hidrologi wilayah yang berarti, yaitu mengubah evaporasi, transpirasi, *run-off*, air tanah, dan presipitasi. Sebagai akibatnya, hal tersebut akan meningkatkan intensitas air hujan, tetapi dalam periode tertentu juga dapat mengakibatkan musim hujan yang berkepanjangan sehingga bahaya akan banjir juga semakin meningkat. Selain itu, pemanasan global yang berdampak pada kenaikan suhu dan mengakibatkan pencairan gletser dapat mempengaruhi terjadinya kenaikan permukaan air laut. (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) IPCC (2007) diproyeksikan berkisar antara 1.1-6.4^oC. Output model

IPCC menunjukkan tren yang relatif sama. Data muka air berdasarkan IPCC – SRES menunjukkan kenaikan muka air bervariasi dari 4 mm/tahun sampai 8 mm/tahun sampai 2100, berdasarkan skenario SRES untuk tahun 2030 menunjukkan kenaikan dari 10,5 cm sampai dengan 24 cm terhadap kenaikan muka air di tahun 2000. Pada tahun 2080 akan mencapai 28 cm sampai 55 cm, dan pada tahun 2100 dapat mencapai 20 sampai 80 cm, IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) adalah sebuah badan internasional yang mengkaji aspek ilmiah dengan perubahan iklim. Pada penelitian ini akan menghitung besarnya amblesan tanah dan memprediksikan lama waktu amblesan serta luas genangan yang terjadi di dataran Semarang timur, hasil dari lapangan akan di input ke aplikasi hasil dari aplikasi tersebut akan di bandingkan dengan perhitungan manual seperti K. Terzaghi.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat di tarik suatu rumusan masalah, yaitu : (1) Berapa besar penurunan daratan bagian Semarang Timur di Kecamatan Genuk dan Pedurungan ? (2) Berapa lama penurunan daratan bagian Semarang Timur di Kecamatan Genuk dan Pedurungan ? (3) Bagaimana perubahan genangan daratan bagian Semarang Timur di Kecamatan Genuk dan Pedurungan ? Adapun tujuan penelitian ini adalah : (1) Memprediksi besar penurunan daratan bagian Semarang Timur di Kecamatan Genuk dan Pedurungan. (2) Memprediksi lama penurunan daratan bagian Semarang Timur di Kecamatan Genuk dan Pedurungan pada T90%. (3) Memprediksi perubahan genangan penurunan daratan bagian Semarang Timur di Kecamatan Genuk dan Pedurungan akibat dari amblesan pada T90%.

2. METODOLOGI

Penelitian Experimental ini bertujuan menganalisis atau menyelidiki besarnya penurunan dan lama waktu penurunan tanah serta luas genangan air yang terjadi di dataran *alluvial* Kota Semarang secara manual atau perhitungan berdasarkan beberapa teori pakar geoteknik mengenai konsolidasi serta membandingkan besarnya penurunan dengan penggunaan aplikasi khusus geoteknik. berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, serta perkiraan ketersediaan data yang diperlukan maka untuk penelitian amblesan tanah dan perubahan luasan genangan digunakan analisis laboratorium, perhitungan dan pengecekan di lapangan. Penelitian dilakukan di Kota Semarang yaitu Kecamatan Semarang Timur. Lokasi penelitian umumnya berupa permukiman, komplek industri, pusat perdagangan dan jasa.

Untuk menganalisis besarnya perubahan luas genangan, dibutuhkan Peta Kontur Kota Semarang, Peta Amblesan, dan Nilai *Highest High Water Level (HHWL)*. Peta Kontur didapat dari *Digital Elevation Model (DEM)* yang sudah merupakan bagian dari komponen *Geographic Information System (GIS)*, Peta Amblesan didapat dari hasil overlay 1D Terzaghi dan *Software Geo - Studio*, sedangkan HHWL sebagai nilai pasang air laut tertinggi dan tinggi elevasi sungai yang terjadi selama kurun waktu tertentu. Dari ketiga variabel inilah kemudian di overlay menjadi Peta Perubahan Luas Genangan yang nantinya bisa diketahui secara otomatis menggunakan GIS untuk menentukan luas area genangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ini ditujukan untuk menguji hipotesis primer, yaitu beban di atas tanah, sifat mekanik tanah berpengaruh terhadap besar dan lamanya amblesan lahan pada dataran *alluvial* secara spasial dan temporal. Penentuan metode analisis untuk memprediksi besar dan lamanya amblesan aluvial mengacu pendapat Craig (1978), Wesley (1977). dan Das (1988). Prediksi besar dan lamanya amblesan dataran aluvial dapat dijelaskan sebagai berikut. Penelitian ini sifat fisik dan mekanik tanah pada lokasi penelitian berupa data sekunder sebanyak 4 titik bor yang tersebar pada dataran aluvial dengan kedalaman sekitar 25 – 30 m lokasi bor, seperti terlihat pada Gambar 1. Prediksi laju dan lamanya amblesan tanah dihitung dengan endekatan teori konsolidasi 1D dari Terzaghi (1925) yang dikembangkan oleh Craig (1978), Wesley (1977), dan Das (1998). Sifat fisik dan mekanik tanah yang digunakan untuk menghitung yaitu: γ (berat tanah asli), γ' (berat tanah kering), σ (tegangan efektif), C_c (indeks pemampatan), C_v (koefisien konsolidasi), dan e_o (angka pori). Pada penelitian ini sampel sebanyak 3 titik berupa hasil pengeboran dan analisis laboratorium mekanika tanah yang tersebar pada dataran aluvial.

Hasil perhitungan besar dan lamanya amblesan menggunakan pendekatan teori konsolidasi 1D dari Terzaghi dengan 3 lokasi yang telah di tentukan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Dataran Aluvial dengan Pendekatan 1D dari Terzaghi

No	Nama Titik Bor	Lama Penurunan	Terzaghi (cm)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	16,66	65
2	Jalan Muktiharjo Lor	23,99	61
3	Jalan Lingkar Utara	23,65	88

Dari hasil analisis yang didapat, penulis membagi tingkat amblesan sesuai dengan grade yang dibutuhkan agar memudahkan dalam memprediksi besar amblesan dan perubahan luas genangan, didapat 5 kelas rentang nilai kedalaman amblesan tanah pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kedalaman Amblesan Tanah dengan Pendekatan 1D dari Terzaghi

Tingkat Kedalaman	Nilai Kedalaman Amblesan	Lokasi
Tingkat I	0-20 cm	-
Tingkat II	21-40 cm	-
Tingkat III	41-60 cm	-
Tingkat IV	61-80 cm	Muktiharjo Kidul dan Muktiharjo Lor
Tingkat V	>80 cm	Lingkar Utara

Prediksi besar dan lamanya amblesan lahan pada dataran aluvial di sebagian Kota Semarang, dengan pendekatan teori 1D dari Terzaghi setelah dihitung seperti terlihat pada Tabel 1. Untuk melihat kecenderungan besar dan lamanya amblesan diadakan perhitungan ulang dengan *software GEOSTUDIO* agar hasilnya dapat dibandingkan. Parameter model *GEOSTUDIO* dengan menggunakan elemen hingga input data yang terdiri dari: E modulus (*Modulus Young*), *unit weight*, *poisson's ratio*, *stress*, *intial water table*. Pendekatan menggunakan *software GEOSTUDIO*, yaitu pemodelan penurunan tanah secara spasial dengan metode elemen hingga. Pembahasan setiap titik pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Menggunakan Analisis Software GEO – STUDIO

No. Titik Bor	Lokasi	Besar Penurunan (m)	Lama Penurunan (Tahun)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	0,87	16,66
2	Jalan Muktiharjo Lor	0,85	23,99
3	Jalan Lingkar Utara	1,02	23,65

Tabel 4. Kelas Rentang Nilai Kedalaman Amblesan Tanah

Tingkat Kedalaman	Nilai Kedalaman Amblesan	Lokasi
Tingkat I	0-0,2 m	-
Tingkat II	0,21-0,4 m	-
Tingkat III	0,41-0,6 m	-
Tingkat IV	0,61-0,8 m	-
Tingkat V	>0,8 m	Muktihardjo Lor, Muktihardjo Kidul dan Lingkar Utara

Tabel 5. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Menggunakan Perhitungan Terzaghi dan *Software* GEOSTUDIO

NO	Lokasi	Besar Penurunan (cm) Per. Terzaghi	Besar Penurunan (cm) Per. Geostudio	Lama Penurunan (Tahun)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	65	87	16,656
2	Jalan Muktiharjo Lor	61	85	23,998
3	Jalan Lingkar Utara	88	102	23,645

Dengan demikian, dengan adanya tambahan parameter - parameter yang digunakan dalam *software* GEOSTUDIO ini menyebabkan nilai dari hasil *output* akan lebih besar dari perhitungan di banding dengan perhitungan melalui pendekatan 1D Terzaghi.

Pada hasil perhitungan besar dan lamanya amblesan mencapai T90% yang dapat dilihat pada Tabel 5. selanjutnya akan dicari prediksi untuk 5 tahun yaitu pada tahun 2017, 2018, 2019, 2020, dan 2021. Prediksi besar dan lamanya dapat dihitung dengan cara asumsi berdasarkan besar penurunan dibagi dengan lama penurunan maksimum (T90%) maka ada didapat besar penurunan per tahun. Hasil Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6. untuk pendekatan 1D Terzaghi, sedangkan untuk hasil dengan analisis *software* GEOSTUDIO *sigma/w* dapat dilihat pada Tabel 7. Pada tabel tersebut di semua lokasi penelitian terjadi amblesan tanah yang sangat kecil, sehingga masuk dalam kategori tingkat kedalaman I dimana nilainya 0 – 20 cm pada tahun 2017, 2018, 2019, 2020, dan 2021.

Tabel 6. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Per Tahun dengan Pendekatan 1D Terzaghi

No. Titik Bor	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2017 (cm)	Tahun 2018 (cm)	Tahun 2019 (cm)	Tahun 2020 (cm)	Tahun 2021 (cm)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	65	16,66	3,87	3,87	7,77	11,62	15,49	19,36
2	Jalan Muktiharjo Lor	61	23,99	2,55	2,55	5,10	7,65	10,20	12,75
3	Jalan Lingkar Utara	88	23,65	3,71	3,71	7,41	11,12	14,82	18,53

Tabel 7. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Per Tahun dengan Analisis *Software* GEOSTUDIO

No. Titik Bor	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2017 (cm)	Tahun 2018 (cm)	Tahun 2019 (cm)	Tahun 2020 (cm)	Tahun 2021 (cm)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	87	16,66	5,19	5,19	10,39	15,58	20,77	25,97
2	Jalan Muktiharjo Lor	85	23,99	3,57	3,57	7,13	10,70	14,27	17,84
3	Jalan Lingkar Utara	102	23,65	4,33	4,33	4,66	12,99	17,32	21,66

Prediksi besar amblesan tanah untuk selang 5 tahun berikutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti pada perhitungan besar amblesan per tahun. Prediksi tahunan ini untuk melihat perubahan dari tahun 2017 ke tahun 2021, dari tahun 2021 ke tahun 2026, dari tahun 2026 ke tahun 2033 pada tahun 2033 Jalan Muktiharjo Kidul sudah mencapai T90%, dan tahun 2036 ke tahun 2040 dimana amblesan tanah sudah mencapai T90% pada jalan Muktiharjo Lor dan Jalan Lingkar Utara.

Tabel 8. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan untuk Lima Tahunan dengan Pendekatan 1D Terzaghi

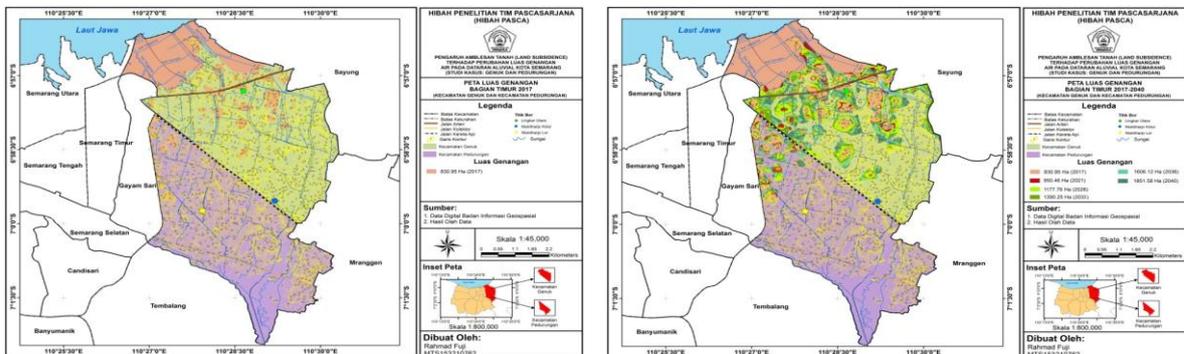
No. Titik Bor	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2017 (cm)	Tahun 2021 (cm)	Tahun 2026 (cm)	Tahun 2033 (cm)	Tahun 2036 (cm)	Tahun 2040 (cm)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	65	16,66	3,87	3,87	19,36	38,72	64	-	-
2	Jalan Muktiharjo Lor	61	23,99	2,550	2,550	12,750	25,500	43,350	51,00	61
3	Jalan Lingkar Utara	88	23,65	3,705	3,705	18,525	37,050	62,985	74,100	88

Tabel 9. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan untuk Lima Tahunan dengan Analisis Software GEOSTUDIO

No. Titik Bor	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2017 (cm)	Tahun 2021 (cm)	Tahun 2026 (cm)	Tahun 2033 (cm)	Tahun 2036 (cm)	Tahun 2040 (cm)
1	Jalan Muktiharjo Kidul	87	16,66	5,19	5,19	25,97	51,93	86,5	-	-
2	Jalan Muktiharjo Lor	85	23,99	3,57	3,57	17,84	35,67	60,64	71,34	85
3	Jalan Lingkar Utara	102	23,65	4,33	4,33	21,66	43,31	73,63	86,62	102

Hasil yang akan di gunakan untuk mengetahui Prediksi besar dan lamanya penurunan untuk lima tahunan adalah hasil dari Analisa *Software* GEOSTUDIO di karenakan, hasil analisisnya perkembangan dari alanisa 1D Terzaghi. Perkembangan yang ada di *Software* GEOSTUDIO adanya penambahan pemodelan parameter dengan menggunakan elemen input data yang terdiri dari : E modulus (*Modulus Young*), *unit weight*, *poisson's ratio*, *stress*, *intial water table*.

Hasil perhitungan besar dan lamanya amblesan telah di didapatkan untuk di overlay menjadi Peta Perubahan Luas Genangan yang nantinya bisa diketahui secara otomatis menggunakan GIS untuk menentukan luas area genangan. Hasil dari ketiga perhitungan variabel tersebut menggunakan analisa *Software* GEOSTUDIO sehingga di dapat hasil prediksi luas genangan selang lima tahunan pada kecamatan genuk dan pedurungan menggunakan program GIS,



a) Luas Genangan Tahun 2017

b) Luas Genangan Tahun 2040

Gambar 1. Peta Luas Genangan

dapat di ketahui bahwa prediksi penurunan pada tahun 2017 di Jalan Muktiharjo Kidul sebesar 5,19 cm, Jalan Muktiharjo Lor 3,57 cm, dan Jalan Lingkar Utara 4,33 cm di dapat luas genangan

seluas $\pm 830,95$ Hektar, pada tahun 2021 di Jalan Muktiharjo Kidul sebesar 25,97 cm, Jalan Muktiharjo Lor 17,84 cm, dan Jalan Lingkar Utara 21,66 cm di dapat luas genangan seluas $\pm 950,46$ Hektar, dengan jarak lima, pada tahun 2026 di Jalan Muktiharjo Kidul sebesar 51,93 cm, Jalan Muktiharjo Lor 35,67 cm, dan Jalan Lingkar Utara 43,31 cm di dapat luas genangan seluas $\pm 1177,67$ Hektar, dengan jarak lima tahun dari tahun 2021 ke 2026 luas genangan tersebut bertambah seluas $\pm 227,3$ Hektar, pada tahun 2033 di Jalan Muktiharjo Kidul sebesar 86 cm, Jalan Muktiharjo Lor 60,64 cm, dan Jalan Lingkar Utara 73,63 cm di dapat luas genangan seluas $\pm 1390,25$ Hektar, dengan jarak tujuh tahun dari tahun 2026 ke 2033 luas genangan tersebut bertambah seluas $\pm 212,49$ Hektar, pada tahun 2036 di Jalan Muktiharjo Kidul penurunan telah mencapai T90%, Jalan Muktiharjo Lor 71,34 cm, dan Jalan Lingkar Utara 86,62 cm di dapat luas genangan seluas $\pm 1606,12$ Hektar, dengan jarak tiga tahun dari tahun 2033 ke 2036 luas genangan tersebut bertambah seluas $\pm 215,87$ Hektar, dan pada tahun 2040 di Jalan Muktiharjo Kidul penurunan telah mencapai T90%, Jalan Muktiharjo Lor 85 cm, dan Jalan Lingkar Utara 102 cm di dapat luas genangan seluas $\pm 1851,58$ Hektar, dengan jarak lima tahun dari tahun 2036 ke 2040 luas genangan tersebut bertambah seluas $\pm 245,46$ Hektar.

Berdasarkan hasil *Software* GIS diketahui bahwa prediksi luas genangan pada tahun 2017 hingga 2040 mencapai $\pm 1020,61$ Ha, perlima tahun $\pm 119,51$ Ha, dan pertahunnya $\pm 23,902$ Ha.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa prediksi amblesan menggunakan pendekatan 1D Terzaghi diketahui amblesan terkecil pada jalan Muktiharjo Lor dengan amblesan 61,2 cm dalam waktu 23,99 tahun, sedangkan amblesan terbesar pada jalan lingkar Utara 87,6 cm dalam waktu 23,65 tahun. Sedangkan melalui *software GEOSTUDIO* didapatkan hasil dengan amblesan terkecil pada jalan Muktiharjo Lor 85,6 cm dalam waktu 23,99 dan amblesan terbesar jalan lingkar Utara 102,4 cm dalam waktu 23,65 tahun. Laju amblesan semakin besar dan waktu amblesan semakin lama, ini dipengaruhi oleh indek pemampatan (Cc), dan koefisien konsolidasi (Cv). Semakin besar Cc amblesan semakin dalam dan semakin kecil Cv waktu amblesan semakin lama. Amblesan lahan pada dataran aluvial terus meningkat akibatnya genangan pada permukiman penduduk yang lokasinya dekat sungai dan pantai terus bertambah luas, pada tahun 2017 luas genangan mencapai 830,95 Ha sedangkan pada tahun 2040 luas genangan mencapai 1851,58. Hal ini membutuhkan terjadi perubahan genangan seluas 1020,63 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles. J. E., (1991). Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah, (Mekanika Tanah), terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Craig. R. F, (1978). *Mekanika Tanah*, terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M, (1988). Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 1, Terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M, (1994). Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 2, Terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Wesley. L.d., (1977). Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.