

PENGARUH AMBLESAN TANAH (*LAND SUBSIDENCE*) TERHADAP PERUBAHAN LUAS GENANGAN AIR PADA DATARAN *ALLUVIAL* KOTA SEMARANG UTARA

(Studi Kasus : Semarang Bagian Utara)

Reqsi¹, Soedarsono²

Jurusan Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung
Semarang

Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang Jawa Tengah

Email : reqsisipil@gmail.com

Abstrak

*Kota Semarang merupakan salah satu kota besar yang berada di pesisir utara Pulau Jawa. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji dan memprediksi besar dan lama amblesan tanah (*land subsidence*) pada dataran *alluvial* akibat beban dan sifat mekanis tanah serta mengkaji dan memprediksi perubahan luas genangan pada dataran *alluvial* akibat amblesan tanah (*land subsidence*) karena konsolidasi.*

*Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Perhitungan dilakukan dengan dua cara, cara pertama menghitung model fisik dengan pendekatan 1D Terzaghi, sedangkan cara kedua memprediksi amblesan menggunakan software PLAXIS hasilnya prediksi berupa besar dan lama amblesan dengan variasi beban dan kondisi mekanik tanah yang berbeda. Selanjutnya membandingkan hasil perhitungan menggunakan model fisik dengan hasil perhitungan menggunakan software PLAXIS untuk mendapatkan hasil akhir berapa besar dan lama amblesan lahan serta kecenderungan amblesan. Sedangkan untuk menghitung luas genangan direncanakan perubahan luasan genangan dengan menggunakan software GIS (*Geographic Information System*).*

*Hasil dari penelitian ini yang menggunakan pendekatan 1D Terzaghi untuk T90, didapat amblesan terkecil 83,60 cm selama 23,71 tahun dan amblesan terbesar 96,60 cm selama 25,39 tahun. Sedangkan pendekatan menggunakan software PLAXIS amblesan terkecil yaitu 85,72 cm selama 23,71 tahun dan amblesan terbesar 104 cm selama 25,39 tahun. Kecenderungan amblesan semakin ke utara semakin besar dan waktunya semakin lama. Amblesan lahan pada dataran *alluvial* terus meningkat akibatnya genangan pada pemukiman penduduk yang lokasinya dekat dengan sungai dan pantai terus bertambah luas, antara tahun 2016 sampai 2045 terjadi penambahan genangan seluas 869,28 Ha.*

Kata kunci: *Alluvial, Amblesan, Genangan, GIS, PLAXIS*

1. Pendahuluan

Kota Semarang merupakan salah satu kota besar yang berada di pesisir utara Pulau Jawa. Di Semarang mempunyai jumlah mencapai 2 juta jiwa penduduknya, Hal ini salah satu pemicu tingginya kebutuhan lahan dan reklamasi pantai yang berakibat sering banjir dan rob di wilayah Semarang. Perluasan wilayah untuk pembangunan merambah di wilayah pesisir juga semakin besar sehingga penurunan muka tanah di darat juga ikut berpengaruh terhadap terjadinya banjir rob.

Penyebab dari munculnya air rob ini yaitu adanya penurunan atau amblesnya tanah yang mengakibatkan air melimpas ke daratan. Amblesan tanah merupakan bencana yang berlangsung lambat dan hingga sekarang masih terjadi di daerah pesisir Kota Semarang sejak tahun 1980-an. Proses amblesan tanah terjadi bertahap, meliputi daerah yang luas dan belum sepenuhnya disadari masyarakat meskipun dampak-dampaknya sudah terlihat jelas seperti banjir rob, kerusakan pada bangunan, jalan, jembatan, daerah industri dan kehilangan tempat tinggal. Tipikal bencana amblesan tanah berdampak pada kerugian material dibandingkan dengan kerugian jiwa. Kurangnya kesadaran masyarakat dan pemangku kepentingan dapat menunjukkan kurangnya pengetahuan mengenai proses dan mekanisme amblesan tanah.

Amblesan lahan di sebagian pesisir Kota Semarang menjadi masalah yang sangat serius karena daerah tersebut umumnya merupakan kawasan industri dan permukiman. Akibat amblesan tanah di kawasan industri dan permukiman menjadi lebih rendah, karena lokasi tersebut sebagian dekat dengan pantai, saat terjadi pasang maka air laut akan melimpah ke daratan melalui sungai dan saluran drainase selanjutnya menggenangi daerah tersebut.

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 Utara. Lokasi penelitian umumnya berupa permukiman, kompleks industri, pusat perdagangan dan jasa.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Prediksi Besar dan Lamanya Amblesan

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 lahan *alluvial* mengacu pendapat, Craig (1991), Das (1998), Wesley (1997). Prediksi besar dan lamanya amblesan dataran *alluvial* dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.2 Prediksi Besar dan Lamanya Amblesan Menggunakan Teori 1Dterzaghi

Sifat fisik dan mekanik tanah yang digunakan untuk menghitung yaitu: γ (berat tanah asli), γ (berat tanah kering) σ' (tegangan efektif) C_c (indek pemampatan), C_v (koefisien konsolidasi) dan e_0 (angka pori). Pada penelitian ini sampel sebanyak 4 buah (sampel dengan kedalaman 30m) berupa hasil pengeboran dan analisis laboratorium mekanika tanah yang tersebar pada dataran *alluvial* dihitung besar dan lamanya amblesan.

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

No	Nama Titik Bor	Lama Penurunan (cm)	Terzaghi (cm)
1	Jalan Tambakrejo	30,97	92,06
2	Jalan Muktiharjo Lor	25,39	96
3	Jalan Lingkar Utara	23,71	83,60

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	-
Tingkat V	>80 cm	Tambakrejo, Terboyo, Deli Tanjung Mas

Prediksi besar dan lamanya amblesan lahan pada dataran *alluvial* 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* Plaxis 8.2 agar hasilnya dapat dibandingkan. Parameter model plaxis 8.2 dengan menggunakan elemen hingga input data yang terdiri dari: E modulus (*Modulus Young*), *poisson's ratio*, *cohesion*, dan *shear strength*.

3.3 Prediksi Besar dan Lamanya Amblesan Dataran Alluvial dengan Cara Pemodelan Menggunakan Software Plaxis 8.2

Tabel 3. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Menggunakan Analisis Software PLAXIS 8.2

No. Titik Bor	Lokasi	Besar Penurunan (cm)	Lama Penurunan (Tahun)
1	Jalan Tambakrejo	94,86	30,97
2	Jalan Terboyo	104	25,39
3	Jalan Deli Tanjung Mas	85,72	23,71

Sumber : Hasil analisis dan hasil perhitungan Tahun 2016

Tabel 4. Kelas Rentang Nilai Kedalaman Amblesan Tanah

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	-
Tingkat V	>80 cm	Tambakrejo, Terboyo, Deli Tanjung Mas

Sumber : Hasil analisis dan hasil perhitungan Tahun 2016

3.4 Hasil Perbandingan Perhitungan 1D Terzaghi dengan Perhitungan Plaxis 8.2

Perbedaan hasil amblesan atau penurunan yang terjadi disebabkan oleh software yang selalu up to date dikarenakan pembaruan sistem, selain itu adanya parameter tambahan yang membuat hasil selisih lebih besar.

Tabel 5. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Menggunakan Perhitungan Terzaghi dan Software PLAXIS 8.2

No. Titik Boor	Lokasi Penelitian	Titik	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Teori 1D Terzaghi (cm)	Besar Penurunan Plaxis 8.2 (cm)
1	Tambakrejo		30,97	92,06	94,86
2	Terboyo		25,39	96,60	104
3	Deli Tanjung Mas		23,71	83,60	85,72

Dengan Demikian, dengan adanya parameter-parameter yang digunakan dalam software Plaxis 8.2 ini menyebabkan nilai dari hasil *output* akan lebih besar dari perhitungan dengan pendekatan 1D Terzaghi.

Pada hasil perhitungan besar dan lamanya amblesan dengan menggunakan pendekatan 1D Terzaghi (amblesan setempat) dan pemodelan dengan *Software Plaxis 8.2*, selanjutnya akan dicari prediksi untuk 5 tahun setelah penelitian yaitu pada tahun 2016 sampai tahun 2020. Prediksi besar dan lamanya dapat dihitung dengan cara asumsi membandingkan besar penurunan yang terjadi dengan lama penurunan maksimum (T90%) maka ada didapat besar penurunan per tahun.

3.5 Prediksi Amblesan Tanah per tahun (2016, 2017, 2018, 2019, dan 2020)

Pada hasil perhitungan besar dan lamanya amblesan dengan menggunakan pendekatan 1D Terzaghi (amblesan setempat) dan pemodelan dengan *Software Plaxis 8.2*

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

No.	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2016 (cm)	Tahun 2017 (cm)	Tahun 2018 (cm)	Tahun 2019 (cm)	Tahun 2020 (cm)
1	Tambakrejo	92,06	30,97	2,97	2,97	5,94	8,91	11,88	14,86
2	Terboyo Deli	96,60	25,39	3,80	3,80	7,60	10,57	15,21	19,02
3	Tanjung Mas	83,60	23,71	3,52	3,52	7,05	10,57	14,1	17,62

Tabel 7. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan Pertahun dengan Analisis Software PLAXIS 8.2

No.	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2016 (cm)	Tahun 2017 (cm)	Tahun 2018 (cm)	Tahun 2019 (cm)	Tahun 2020 (cm)
1	Tambakrejo	94,868	30,97	3,06	3,06	6,12	9,18	12,24	15,31
2	Terboyo Deli	104	25,39	4,09	4,09	8,19	12,28	16,38	20,47
3	Tanjung Mas	85,721	23,71	3,61	3,61	7,23	10,84	14,46	18,07

Pada lokasi penelitian di Tambakrejo diketahui besar penurunan 94,86 cm dengan lama penurunan selama 30,97 tahun. Kemudian dihitung didapatkan besar penurunan per tahun sebesar 3,06 cm. Dengan asumsi tersebut dapat dicari penurunan tahun 2020 dengan besar penurunan per tahun maka didapatkan hasil penurunan sebesar 15,31 cm. Pada tahun 2025 didapatkan hasil penurunan 30,62 cm, di tahun berikutnya yaitu tahun 2030 penurunan mencapai 45,93 cm. Pada tahun terakhir 2045 didapatkan hasil penurunan 94,86 cm yang telah mencapai T90% yang dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Prediksi Besar Penurunan Dataran Alluvial pada Perhitungan per lima tahun setelah penelitian dengan pendekatan 1D Terzaghi

No.	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2016 (cm)	Tahun 2020 (cm)	Tahun 2025 (cm)	Tahun 2030 (cm)	Tahun 2035 (cm)	Tahun 2040 (cm)	Tahun 2045 (cm)
1	Tambakrejo	92,06	30,97	2,97	2,97	14,86	29,72	44,58	59,44	74,4	92,06
2	Terboyo	96,6	25,39	3,80	3,80	19,02	38,04	57,06	76,08	95,1	96,6
3	Deli Tanjung Mas	83,60	23,71	3,525	3,52	17,62	35,25	52,87	70,5	83,60	-

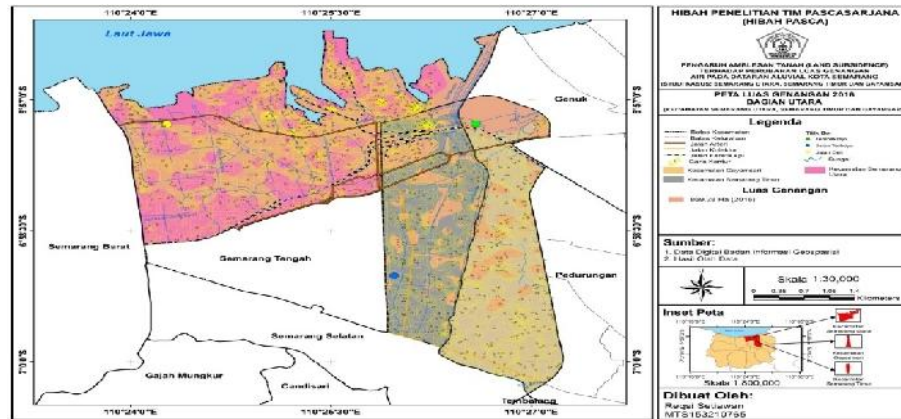
Tabel 9. Prediksi Besar dan Lamanya Penurunan untuk Lima Tahunan dengan Analisis Software PLAXIS 8.2

No.	Lokasi	Besar Penurunan T90% (cm)	Lama Penurunan (Tahun)	Besar Penurunan Per Tahun (cm)	Tahun 2016 (cm)	Tahun 2020 (cm)	Tahun 2025 (cm)	Tahun 2030 (cm)	Tahun 2035 (cm)	Tahun 2040 (cm)	Tahun 2045 (cm)
1	Tambakrejo	94,86	30,97	3,06	3,06	15,31	30,62	45,93	61,24	76,55	94,86
2	Terboyo Deli Tanjung Mas	104	25,39	4,09	4,09	20,48	40,95	61,43	81,91	102,39	104
3	Mas	85,72	23,71	3,61	3,61	18,07	36,15	54,22	72,3	85,72	-

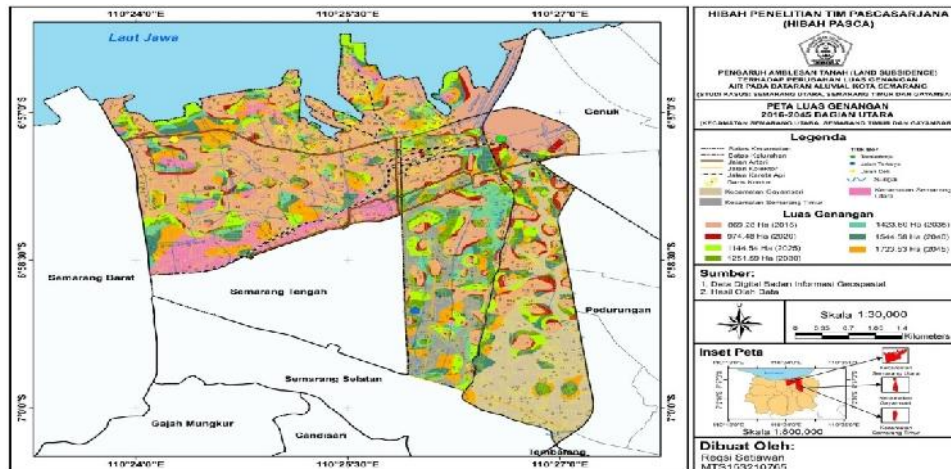
Hasil perhitungan dengan menggunakan software *Plaxis 8.2* pun juga sama dengan pendekatan 1D Terzaghi. Deli Tanjung Mas besar penurunannya pada T90% sebesar 85,72 cm, Sedangkan apabila dikalkulasikan 3,61 x 30 (tahun 2016 ke tahun 2045) sudah mencapai 108,45 cm. Lamanya penurunan pada daerah tersebut yaitu Deli Tanjung Mas 23,71 tahun yang berarti pada tahun ke 30 (tahun 2045) penurunan sudah mencapai T90%.

3.6 Pengaruh Amblesan Tanah terhadap Luas Genangan Air

Penyusunan prediksi banjir rob dibuat berdasarkan komponen-komponen yang mempengaruhi prediksi tersebut. Komponen-komponen itu adalah ketinggian pasang air laut, topografi wilayah kota Semarang dan ancaman penurunan tanah. Untuk mendapatkan nilai pasang tertinggi dari pasut kota Semarang, dilakukan perhitungan data pasang surut dari BMKG kota Semarang dari tahun 2004–2014 untuk mendapatkan nilai *Highest High Water Level* (HHWL) sebagai nilai pasang tertinggi yang terjadi selama kurun waktu tersebut.



Gambar 1. Peta Prediksi Luas Genangan Kecamatan Semarang Utara Tahun 2016



Gambar 2. Peta Prediksi Luas Genangan Kecamatan Semarang Utara Tahun 2045

Hasil Prediksi Luas Genangan semarang utara pada tahun 2016 sampai tahun 2045 bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 10. Prediksi Luas Genangan Semarang Utara pada tahun 2016 sampai 2045 :

No	Tahun 2016	Tahun 2020	Tahun 2025	Tahun 2030	Tahun 2035	Tahun 2040	Tahun 2045
Genangan (Ha)	869,28	974,48	1144,54	1251,59	1423,60	1544,58	1723,53

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa prediksi luas genangan pada tahun 2016 hingga 2045 mencapai $\pm 869,28$ Ha, perlima tahun $\pm 105,2$ Ha, dan pertahunnya $\pm 21,04$ Ha.

Berdasarkan hasil observasi,ditemukan sejumlah genangan pada lokasi penelitian diakibatkan hujan lokal, hujan kiriman, dan sistem drainase yang tidak berfungsi sehingga menimbulkan genangan ketika terjadi hujan dan adanya penurunan tanah yang menyebabkan tanah semakin menurun dan muka air sungai semakin bertambah. Dihasilkan tinggi genangan pada lokasi masing – masing titik bor genangan pada daerah tersebut ± 20 cm.

Akibat genangan yang terus meningkat maka saluran drainase tidak dapat menampung air selain itu masih diperburuk kapasitas saluran yang kurang optimal karena timbunan sedimen dan beberapa saluran banyak yang berkelok-kelok sehingga air membutuhkan waktu yang lama sampai ke sungai.

Kesimpulan

1. Prediksi amblesan yang menggunakan pendekatan 1D Terzaghi dengan T90 didapat amblesan terkecil 83,60 cm selama 23,71 tahun dan amblesan terbesar 96,6 cm selama 25,39 tahun, sedangkan menggunakan program PLAXIS amblesan terkecil 85,72 cm selama 23,71 tahun dan amblesan terbesar 104 cm selama 25,39 tahun. Kecenderungan amblesan sama semakin ke utara (ke laut) amblesannya semakin besar dan waktunya semakin lama. Amblesan lahan pada dataran aluvial disebagian Kota Semarang dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekanik tanah serta beban–beban di atas permukaan tanah.
2. 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. Lama waktu amblesan dipengaruhi dengan besarnya amblesan, semakin besar amblesan waktu amblesan juga semakin besar. Waktu Amblesanyang paling lama terjadi pada daerah Tambakrejo dengan waktu 30,977 tahun dan waktu amblesan tercepat terjadi pada daerah Deli Tanjung Mas dengan waktu amblesan 23,71 tahun.
3. Prediksi perubahan luas genangan yang terjadi pada tahun 2016 sampai tahun 2045 ke depan yaitu sebesar $\pm 869,28$ Ha, perlima tahun $\pm 105,2$ Ha, dan pertahunnya \pm

21,04 Ha. Hasil prediksi tersebut dihitung secara otomatis dengan menggunakan G.I.S yang tergantung dengan turunnya atau amblesnya tanah.

Daftar Pustaka

- Bowles. J. E., [1991]. Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah, (Mekanika Tanah), terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Chapin, F. Stuart, Jr, & Kaiser, Edward J., [1979]. *Urban And Land Use Planning*, University of Illionis Press
- Craig. R. F, [1989]. *Mekanika Tanah*, terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Darmawan, M. [2011] Sistem Informasi Geografi (SIG) Dan Standarisasi Pemetaan Tematik. Badan Koordinasi Survei Dan Pemetaan Nasional.
- Das, Braja. M, [1998]. Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 1 dan 2, Terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Djatismiko. S, Purnomo. E, [1997]. Mekanika Tanah 1 dan 2, Kanisius. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. Mekanika Tanah I dan II Gajah Mada University press.
- Joseph F Murray, Lesley C Ewing, Reinhard E Flick., [2003]. *Trends in United States Tidal Datum Statistics and Tide Range*, Journal Of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, American Society of Civil Engineers.
- Kahar, dkk. [2010]. Dampak Penurunan Tanah Kenaikan Muka Laut Terhadap Luas Genangan Rob Di Semarang. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Liu, Q. [1998]. *Time – dependent Models of Vertical Crustal Deformation from GPS – Leveling Date. Surveying and Lan Information Systems. Journal of the American Congress on Surveying and Mapping*, Vol 58, No. 1.
- Nugroho, SA. [2004]. Pengaruh Genangan Banjir Akibat Pasang Air Laut Terhadap Kondisi Lingkungan Permukiman Di Bandarharjo. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Marsudi, [1994]. *Pengaruh Eksploitasi Air Tanah Terhadap Penurunan Permukaan Tanah Daerah Semarang dan Sekitarnya, Propinsi Jawa Tengah*, Tesis-S2, PPS, ITB, tidak dipublikasikan.
- Shopian, RI. [2010]. Penurunan Muka Tanah Di Kota – Kota Besar Pesisir Pantai Utara Jawa (Studi Kasus : Kota Semarang). Universitas Padjajaran.
- Soedarsono. [2007]. Pengaruh Amblesan Tanah (Land Subsidence) Terhadap Lingkungan Permukiman Di Dataran Aluvial Sebagian Kota Semarang, Program Doktor Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Sukirman, S., [1995]. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova Bandung.
- Wesley. L.d., [1977]. Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yuwono, BD. [2013]. Korelasi Penurunan Muka Tanah Dengan Penurunan Muka Air Tanah Di Kota Semarang. Universitas Diponegoro, Semarang.