

**PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR
DI KOTA BANDUNG**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil



oleh:

Jodie Sutawijaya

1704653

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR DI KOTA BANDUNG

Oleh :
Jodie Sutawijaya

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil S-1

© Jodie Sutawijaya 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR
DI KOTA BANDUNG**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



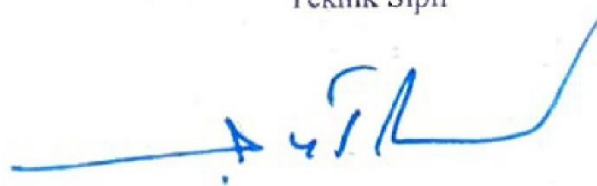
Rakhmat Yusuf, M.T

NIP. 19640424 19910 1 1001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



Dr. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng

NIP. 197703072008121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini dengan judul “PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR DI KOTA BANDUNG” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau tindakan plagiat dari sumber lain. Pengutipan materi maupun sumber kajian pendukung lainnya telah sesuai dengan cara-cara dan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan terhadap tugas akhir ini.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

Jodie Sutawijaya

NIM. 1704653

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia, petunjuk, dan kehendak-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR DI KOTA BANDUNG” ini dengan baik dan lancar. Penulisan Tugas Akhir ini dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

Selesainya laporan ini tidak lain karena banyaknya bantuan yang penulis terimadari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang begitu besar kepada:

1. Bapak Rakhmat Yusuf, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasehat, arahan, dan dukungan semangat dari proses awal hingga selesainya Tugas Akhir ini.
2. Dr. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng. Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan arahan dan dukungan semangat kepada mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2017 dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen teknik sipil dan asisten yang telah memberikan arahan dan ilmu kepada penulis.
4. Ibu Fauziah selaku staff administrasi yang senantiasa membantu proses seminar hingga sidang.
5. Semua instansi yang telah membantu penulis dalam memenuhi data yang dibutuhkan dalam penelitian.
6. Kedua orang tua, Bapak Suwaldi dan Ibu Demasari, serta anggota keluarga penulis, yang selama ini telah mendidik, membesarkan, dan tanpa henti mendukung baik secara rohani, moril, maupun materiil demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman keluarga Teknik Sipil B 2017 yang senantiasa membantu memberi dukungan, dan perhatian kepada penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas ini

dalam bentuk apapun yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna karena masih adanya keterbatasan ilmu penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dalam perkembangan ilmu teknik sipil khususnya di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR DI KOTA BANDUNG

Jodie Sutawijaya, Rakhmat Yusuf ¹

*Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia
E-mail : jodiesutawijaya@upi.edu
rakhmatyusuf@upi.edu*

ABSTRAK

Kota Bandung merupakan kota berkembang yang mengalami penurunan muka tanah tiap tahunnya. Apabila penurunan muka tanah dapat diperkirakan maka dapat membantu pencegahan hal-hal seperti banjir dan kerusakan bangunan. Oleh karena itu dicari hubungan antara penurunan muka tanah terhadap banjir. Dilakukan penelitian penurunan muka tanah menggunakan sistem *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar* (DInSAR) dengan aplikasi SNAP. Data yang digunakan adalah penurunan muka tanah 2014-2023 menggunakan Citra Sentinel 1-A sebanyak 20 citra untuk penelitian tahunan. Hasil penurunan rata-rata tiap tahun dari October 2014 hingga Juli 2023 adalah -0.0270 m dan zona rawan banjir pada beberapa Kecamatan di selatan Kota Bandung dengan nilai koefisien determinasi regresi polinomial sebesar 29.02%. Bila dilihat dari bentuk garis polinomial yang mengarah ke atas, artinya setiap peningkatan dalam variabel penurunan tanah maka diikuti oleh peningkatan dalam variabel banjir dan hal ini juga dapat diartikan bahwa banjir juga dapat terjadi akibat faktor-faktor lain selain penurunan muka tanah.

Kata Kunci: Penurunan Muka Tanah (*Land Subsidence*), Banjir (*Flooding*), *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar* (DInSAR)

THE IMPACT OF LAND SUBSIDENCE ON FLOODING IN THE CITY OF BANDUNG

Jodie Sutawijaya, Rakhmat Yusuf ¹

*Civil Engineering Study Program, Faculty of Technical and Industrial Education,
Indonesia University of Education
E-mail : jodiesutawijaya@upi.edu
rakhmatyusuf@upi.edu*

ABSTRACT

The city of Bandung is a developing urban area that experiences land subsidence each year. Predicting this subsidence could assist in preventing issues such as flooding and structural damage. Therefore, the relationship between land subsidence and flooding is being investigated. A study on land subsidence was conducted using the Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR) method with the SNAP application. The data utilized includes land subsidence from 2014 to 2023, using 20 Sentinel-1A images for annual analysis. The average annual subsidence from October 2014 to July 2023 was -0.0270 meters, with flood-prone zones identified in several districts in the southern part of Bandung, showing a polynomial regression determination coefficient of 29.02%. The upward trend in the polynomial curve suggests that an increase in land subsidence is followed by an increase in flooding, indicating that flooding can also result from factors other than land subsidence.

Keyword: Land Subsidence, Flooding, Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar(DInSAR)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penurunan Muka Tanah.....	5
2.1.1 Penyebab Penurunan Muka Tanah.....	5
2.1.2 Dampak Penurunan Muka Tanah.....	8
2.2. Banjir	10
2.2.1 Penyebab Banjir	11
2.2.2 Dampak Banjir	14
2.3 Sentinel-1.....	16
2.4 DInSAR	21
2.4.1 <i>Two-Pass</i> DInSAR	22
2.4.2 <i>Three-Pass</i> DInSAR.....	23
2.4.3 <i>Four-Pass</i> DInSAR.....	23
2.5 SNAP.....	23
2.6 Analisis Regresi.....	24

2.7 Penelitian Terdahulu.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Lokasi Penelitian	28
3.2 Metode Penelitian.....	28
3.3 Populasi dan Sampel	28
3.4 Instrumen Penelitian.....	28
3.5 Sumber Data	29
3.6 Teknik Analisis Data	30
3.7 Kerangka Berpikir	37
3.8 Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Hasil	39
4.1.1 Penurunan Muka Tanah di Kota Bandung.....	39
4.1.2 Banjir di Kota Bandung	69
4.2 Pembahasan	82
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	104
5.1 Simpulan	104
5.2 Implikasi	104
5.3 Rekomendasi.....	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik dampak Peurunan Muka Tanah.....	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi Citra Sentinel-1	17
Tabel 2. 4 Resolusi pada akuisisi SLC Level 1	19
Tabel 4. 1 Penurunan Muka Tanah Oktober-Desember 2014.....	51
Tabel 4. 2 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2015	52
Tabel 4. 3 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2016	53
Tabel 4. 4 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2017	54
Tabel 4. 5 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2018	55
Tabel 4. 6 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2019	56
Tabel 4. 7 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2020	57
Tabel 4. 8 Penurunan Muka Tnah Januari-Desember 2021	58
Tabel 4. 9 Penurunan Muka Tanah Januari-Desember 2022	59
Tabel 4. 10 Penurunan Muka Tanah Januari-Juli 2023.....	60
Tabel 4. 11 Penurunan Muka Tanah 2014-2023	62
Tabel 4. 12 Tabel Nilai rata-rata kedalaman banjir.....	80
Tabel 4. 13 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2014.....	82
Tabel 4. 14 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2015.....	84
Tabel 4. 15 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2016.....	86
Tabel 4. 16 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2017.....	88
Tabel 4. 17 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2018.....	90
Tabel 4. 18 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2019.....	92
Tabel 4. 20 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2021.....	96
Tabel 4. 21 Penurunan muka tanah dan kedalaman banjir tahun 2022.....	98
Tabel 4. 22 Penurunan muka tanah dan elevasi banjir tahun 2023	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penurunan muka tanah alami.....	7
Gambar 2. 2 Penurunan muka tanah pengambilan bahan dari dalam tanah	7
Gambar 2. 3 Penurunan muka tanah oleh beban bangunan	8
Gambar 2. 4 Banjir di Jalan Soekarno Hatta Bandung	11
Gambar 2. 5 Sentinel-1 Product Modes	18
Gambar 2.6 Fase gelombang.....	20
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kota Bandung	28
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengolahan DInSAR.....	35
Gambar 3. 3 Lanjutan Diagram Alir Pengolahan DInSAR.....	36
Gambar 3. 4 Kerangka Berpikir	37
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4. 1 Deformasi Kota Bandung 2014.....	40
Gambar 4. 2 Deformasi Kota Bandung 2015	41
Gambar 4. 3 Deformasi Kota Bandung 2016.....	42
Gambar 4. 4 Deformasi Kota Bandung 2017	43
Gambar 4. 5 Deformasi Kota Bandung 2018.....	44
Gambar 4. 6 Deformasi Kota Bandung 2019	45
Gambar 4. 7 Deformasi Kota Bandung 2020.....	46
Gambar 4. 8 Deformasi Kota Bandung 2021	47
Gambar 4. 9 Deformasi Kota Bandung 2022.....	48
Gambar 4. 10 Deformasi Kota Bandung 2023.....	49
Gambar 4. 11 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2014	64
Gambar 4. 12 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2015	64
Gambar 4. 13 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2016	65
Gambar 4. 14 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2017	65
Gambar 4. 15 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2018	66
Gambar 4. 16 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2019	66
Gambar 4. 17 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2020	67
Gambar 4. 18 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2021	67
Gambar 4. 19 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2022	68

Gambar 4. 20 Rata-Rata PMT Kota Bandung Tahun 2023	68
Gambar 4. 21 Flood Mapping Kota Bandung 2014	70
Gambar 4. 22 Food Mapping Kota Bandung 2015	71
Gambar 4. 23 Flood Mapping Kota Bandung 2016	72
Gambar 4. 24 Flood Mapping Kota Bandung 2017	73
Gambar 4. 25 Flood Mapping Kota Bandung 2018	74
Gambar 4. 26 Flood Mapping Kota Bandung 2019	75
Gambar 4. 27 Flood Mapping Kota Bandung 2020	76
Gambar 4. 28 Flood Mapping Kota Bandung 2021	77
Gambar 4. 29 Flood Mapping Kota Bandung 2022	78
Gambar 4. 30 Flood Mapping Kota Bandung 2023	79
Gambar 4. 31 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2014.....	83
Gambar 4. 32 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2014.....	84
Gambar 4. 33 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2015.....	85
Gambar 4. 34 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2015.....	85
Gambar 4. 35 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir 2016.....	87
Gambar 4. 36 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2016.....	87
Gambar 4. 37 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2017.....	89
Gambar 4. 38 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2017.....	89
Gambar 4. 39 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2018.....	91
Gambar 4. 40 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2018.....	91
Gambar 4. 41 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2019.....	93
Gambar 4. 42 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2019.....	93
Gambar 4. 43 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2020.....	95
Gambar 4. 44 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2020.....	95
Gambar 4. 45 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2021	97
Gambar 4. 46 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2021.....	97
Gambar 4. 47 Perbandigan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2022.....	99
Gambar 4. 48 Regresi Linear Nilai Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2022	99
Gambar 4. 49 Perbandingan Penurunan Muka Tanah dan Banjir tahun 2023	101
Gambar 4. 50 Regresi Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir tahun 2023.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Nilai Rata-rata Penurunan Muka Tanah 2014-2023
- Lampiran 2. Nilai Minimal Penurunan Muka Tanah 2014-2023
- Lampiran 3. Nilai Maksimal Penurunan Muka Tanah 2014-2023
- Lampiran 4. Nilai Rata-rata Kedalaman Banjir 2014-2023

DAFTAR PUSTAKA

- Adlani, Y. (2017). Strategi Adaptasi Masyarakat Wonokerto Terhadap Dampak Banjir Rob (Studi Kasus: Masyarakat Nelayan di Pantai Utara, Pekalongan) (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Jakarta).
- Archenita, D., Nengsih, S., Hamid, D., Natalia, M., & Misriani, M. (2015). Kajian Land Subsidence Untuk Perkuatan Tanah (Studi Kasus Sawahlunto). *Jurnal Rekayasa Sipil Politeknik Negeri Andalas*, 12(2), 10-18.
- Bisri, M. (2012). Air Tanah. Universitas Brawijaya Press.
- Danaryanto H., Djaendi Hadipurwo., dkk., 2005. Air Tanah Indonesia dan Pengelolaannya. Editor Hadi Darmawan Said, Dit Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Ditjen Geologi dan Sumber Daya Mineral, Dep. Energy dan Sumber Daya Mineral.
- ESA, 2016. "Sentinel 1 Product Mode" (URL : <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/acquisition-modes>) Dikunjungi pada Maret 2023.
- Fetter, C. W. (1994). *Applied Hydrogeology*. 3'd ed. Prentice Hall, Engiewood Cliffd, New Jersey.
- Freeze, R. A. and Cherry, J. A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Ciiffs, New jersey.
- Hutabarat, L. E. (2017). Studi Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) Akibat Pengambilan Air Tanah Berlebihan Di DKI Jakarta. *Kumpulan Karya Ilmiah Dosen Universitas Kristen Indonesia*, 360-374.
- Indonesia. Undang-undang RI Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Indonesia. Undang-undang RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Islam, L. J. F., Prasetyo, Y., & Sudarsono, B. (2017). Analisis Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) Kota Semarang Menggunakan Citra Sentinel-1 Berdasarkan Metode Dinsar Pada Perangkat Lunak SNAP. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(2), 29-36.

- Johnson, E. E. (1972). *Ground Water and Wells*. Johnson Division, Universal Oil Products Co.:Saint Paul, Minnesota.
- Kodoatie, R. J. (2021). *Tata ruang air tanah*. Penerbit Andi.
- Kurniawan, A., & Deviantari, U. W. (2022). *Literatur Review: Perbandingan Berbagai Teknik Pemodelan Land Subsidence*. *Geoid*, 17(2), 267-272.
- Mispaki, S. W., Prasetyo, Y., & Awaluddin, M. (2015). *Analisis Deformasi Sesar Kaligarang Menggunakan Metode Dinsar dan Geomorfologi Tahun 2007-2008*. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(4), 221-230.
- Nusantara, A. F., & Sari, D. K. (2021). *Deteksi Penurunan Muka Tanah Menggunakan Metode Dinsar Dengan Data Sentinel 1-A (Studi Kasus: Wilayah Cekungan Bandung, Tahun 2020-2021)*. *Prosiding FTSP Series*, 288-294.
- Puspitarini, Z. A. (2022). *Aplikasi metode DInSAR pada citra sentinel 1 untuk menentukan penurunan permukaan tanah di daerah Pesisir Kaligawe, Semarang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim)*.
- Putra, K. N. (2020). *Ta: Analisis Korelasi Antara Penurunan Muka Tanah dan Bahaya Banjir di Cekungan Bandung Berdasarkan Metode DInSAR (Studi Kasus: Cekungan Bandung) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung)*.
- Ramadhanis, Z., Prasetyo, Y., & Yuwono, B. D. (2017). *Analisis korelasi spasial dampak penurunan muka tanah terhadap banjir di Jakarta Utara*. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(3), 77-86.
- Resmi, A. C. L., Anjasmara, I. M., & Kurniawan, A. (2009). *Analisis Land Subsidence Menggunakan Teknik Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR)*.
- Rosyidie, A. (2013). *Banjir: fakta dan dampaknya, serta pengaruh dari perubahan guna lahan*. *Jurnal perencanaan wilayah dan kota*, 24(3), 241-249.
- Salim, M. A., & Siswanto, A. B. (2021). *Kajian penanganan dampak banjir kabupaten pekalongan*. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 295-303.
- Saputro, R. A., & Sari, D. K. (2023). *Aplikasi Metode DInSAR untuk Memantau*

- Penurunan Muka Tanah Menggunakan Data Sentinel 1A (Area Studi: Kawasan Cekungan Bandung, 2018–2022). Prosiding FTSP Series, 944-951.
- Sebastian, L. (2008). Pendekatan pencegahan dan penanggulangan banjir. Sulaiman, M. E., Setiawan, H., Jalil, M., Purwadi, F., Brata, A. W., & Jufda, A. S. (2020). Analisis penyebab banjir di kota samarinda. *Jurnal Geografi Gea*, 20(1), 39-43.
- Syahputra, I. (2015). Kajian hidrologi dan analisa kapasitas tampang Sungai Krueng Langsa berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 1(1), 15-28.
- Wigati, R., & Soedarsono, S. (2016). Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1. 0 (Studi Kasus Sub DAS Ciberang HM 0+ 00-HM 34+ 00). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2).
- Yuwono, B. D. (2013). Korelasi Penurunan Muka Tanah Dengan Penurunan Muka Air Tanah di Kota Semarang. *Teknik*, 34(3), 188-195.