

SKRIPSI

ZONASI DAERAH RAWAN BANJIR BERDASARKAN ASPEK HIDROLIKA PADA SUNGAI CITARUM, JAWA BARAT, PROVINSI JAWA BARAT



Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Studi Teknik Geologi
Universitas Sriwijaya

Oleh:
M. Yoga Pratama
NIM. 03071181621021

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JANUARI, 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

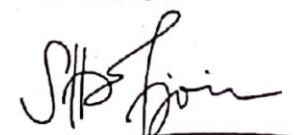
1. Judul Penelitian : Zonasi Daerah Rawan Banjir Berdasarkan Aspek Hidrolik Pada Sungai Citarum, Jawa Barat, Provinsi Jawa Barat.
2. Biodata Peneliti
- a. Nama lengkap : M. Yoga Pratama
 - b. Jenis kelamin : Laki-laki
 - c. NIM : 03071181621021
 - d. Alamat rumah : Jalan Soekarno-Hatta Komplek BSI blok. E3 No. 6, Bukit Baru, Ilir Barat 1, Palembang
 - e. Telepon/hp/faks/e-mail : 083803578244/myogapratama88@gmail.com
3. Nama Penguji I : Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc. (*Edy*)
4. Nama Penguji II : Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. (*Budhi*)
5. Nama Penguji III : Harmani, S.T., M.T. (*Harmani*)
6. Jangka Waktu Penelitian
- a. Persetujuan lapangan : 5 Januari 2020
 - b. Sidang seminar : 11 Januari 2021
7. Pendanaan
- a. Sumber dana : Mandiri
 - b. Besar dana : Rp 1.000.000,-

Menyetujui,
Pembimbing I



Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D
NIP. 195812261988111001

Palembang, Januari 2021
Pembimbing II



Stevanus Nalendra Jati, S.T., M.T.
NIP. 198908302019031011



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadirat Allah SWT. atas kuasa dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis. Selain itu, terima kasih kepada Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Stevanus Nalendra Jati, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan diskusi secara substansi sehingga dapat menyelesaikan laporan penelitian ini sesuai waktu yang telah ditentukan. Selain itu dalam penyusunan laporan ini, saya ingin menyampaikan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak diantaranya:

1. Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc. sebagai Ketua Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya yang telah memfasilitasi dan memotivasi dalam menyelesaikan kegiatan penelitian ini dan Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi yang telah mengajarkan ilmu kegeologian dan membagi pengalamannya mulai dari semester satu sampai sekarang.
2. Orangtua dan adik-adik saya yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Nada Rana Salsabila Putri yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan dorongan untuk selalu bersabar serta pantang menyerah dalam menyelesaikan laporan penelitian ini.
4. Tarivia, Rafly, Suri, Bang Fasha, Anju, Suci, Pipit dan Khairil, yang menemani saya lembur, menghibur, dan berdiskusi malam untuk menyelesaikan laporan ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih. Semoga laporan ini dapat membantu saya maupun orang yang membacanya dalam melakukan kegiatan geologi lapangan. Mohon maaf apabila terdapat penulisan kata yang kurang berkenan. Saya ucapkan terima kasih.

Palembang, Januari 2021
Penulis,



M. Yoga Pratama
NIM.03071181621021

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Palembang, Januari 2021



M-Yoga Pratama
NIM 03071181621021

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTER TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah	2
BAB II ZONASI DAERAH RAWAN BANJIR	4
2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.2. Limpasan Permukaan.....	6
2.3. Proyeksi Iklim.....	7
2.4. <i>Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)</i>	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1. Survei Pendahuluan	10
3.2. Pengumpulan Data	10
3.2.1. Data Primer	10
3.2.2. Data Skunder	11
3.3. Analisis dan Interpretasi Data	12

3.3.1. Analisis Data Curah Hujan	12
3.3.2. Analisis Nilai Koefisien Limpasan	14
3.3.3. Analisis Estimasi Debit Rencana	15
3.4. Luaran Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1. Geologi Lokal	17
4.4.1. Geomorfologi	17
4.4.2. Stratigrafi	18
4.4.3. Geologi Struktur	19
4.2. Analisis Data Curah Hujan	19
4.3. Analisis Koefisien Limpasan	24
4.4. Analisis Estimasi Debit Puncak	31
4.5. Identifikasi Daerah Rawan Banjir	33
BAB V KESIMPULAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Skenario RCP dan Alur Perubahannya.....	8
Tabel 3.1. Nilai koefisien limpasan	15
Tabel 4.1. Hasil perhitungan intensitas curah hujan metode Gumbel	21
Tabel 4.2. Hasil perhitungan intensitas curah hujan metode Mononobe.....	22
Tabel 4.3. Luasan tutupan lahan pada tahun 2014 dan 2019	25
Tabel 4.4. Nilai koefisien tutupan lahan berdasarkan pembobotan Hassing.	26
Tabel 4.5. Nilai koefisien tanah pada daerah penelitian menurut metode Hassing.	28
Tabel 4.6. Nilai koefisien lereng mengacu pada metode Hassing	30
Tabel 4.7. Hasil perhitungan debit rencana menggunakan Metode Rasional.	31

DAFTAR GAMBAR

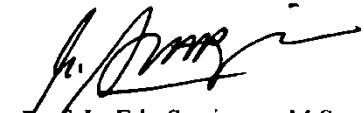
Gambar 1.1. Lokasi administrasi daerah penelitian	3
Gambar 2.1. Daerah penelitian ditinjau dari Peta DEM	6
Gambar 2.2. Tampilan utama (<i>home screen</i>) dari <i>software HEC-RAS</i>	9
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.	10
Gambar 3.2. <i>Webgis</i> Badan Informasi Spasial	11
Gambar 3.3. <i>Webgis</i> Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan	11
Gambar 3.4. Peta Rawan Banjir dari simulasi kedalaman maksimum	16
Gambar 4.1. Kenampakan morfologi daerah penelitian	17
Gambar 4.2. Peta elevasi morfologi daerah penelitian	18
Gambar 4.3. Peta geologi daerah penelitian	18
Gambar 4.4. Pola struktur daerah Jawa Barat	19
Gambar 4.5. Kurva rata-rata curah hujan maksimum bulanan dari ketiga stasiun	20
Gambar 4.6. Curah hujan maksimum pada daerah penelitian	21
Gambar 4.7. Kurva IDF tahun 2010-2019 periode ulang 5 tahun	23
Gambar 4.8. Kurva IDF tahun 2010-2019 periode ulang 10 tahun	23
Gambar 4.9. Peta curah hujan Zona Citarum Tengah	24
Gambar 4.10. Peta tutupan lahan daerah penelitian	25
Gambar 4.11. Kenampakan tiap fromasi pada daerah penelitian	27
Gambar 4.12. Kenampakan lereng pada daerah penelitian.....	28
Gambar 4.13. Peta tingkat kelerengan daerah penelitian.....	29
Gambar 4.14. Kenampakan penampang Sungai Citarum pada bagian hulu	30
Gambar 4.15. Kenampakan penampang Sungai Citarum pada bagian hilir	30
Gambar 4.16. Kurva hidrograf estimasi debit puncak	32
Gambar 4.17. Peta rawan banjir dan zonasi rawan banjir	33

ABSTRAK

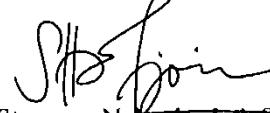
Berdasarkan administrasi daerah penelitian terletak pada Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bandung Barat. Batasan masalah penelitian ini berupa zonasi rawan daerah rawan banjir di Sungai Citarum pada Zona Citarum Tengah. Untuk mendapatkan hasil tersebut, maka dibahaslah aspek yang mempengaruhi terjadinya banjir. Adapun aspek-aspek yang terdapat dalam pembahasan ini yaitu, intensitas curah hujan, nilai koefisien limpasan dan debit rencana aliran. Analisis parameter curah hujan meliputi perhitungan rata-rata curah hujan dan perhitungan durasi frekuensi intensitas curah hujan yang disusun dalam periode ulang 5 dan 10 tahun menggunakan persamaan Gumbel, kemudian diolah menggunakan persamaan Mononobe, selanjutnya memodelkan Kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF). Penentuan koefisien limpasan dalam penelitian ini menggunakan metode Hassing. Koefisien limpasan ditentukan dari penggabungan nilai beberapa parameter yaitu tutupan lahan, jenis tanah, dan kelereng. Dalam mencari estimasi debit puncak limpasan menggunakan metode Rasional dalam perhitungannya yang kemudian dimodelkan menggunakan *software Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS). Hasil penelitian berupa data curah hujan rata-rata bulanan tahun 2010 sampai 2019 dengan nilai curah hujan tertinggi di bulan November 448,07 mm/jam dan terendah di bulan Juli 52,50 mm/jam. Data lainnya berupa luasan perubahan tutupan lahan tahun 2014 dan 2019, luasan variasi jenis litologi dan luasan pembagian kelas lereng yang digunakan untuk menentukan nilai koefisien limpasan yang dimana nilainya adalah 0,54. Berikunya data debit aliran yang meningkat dengan periode ulang 5 dan 10 tahun yang menunjukkan peningkatan sebesar 11,2%. Dari data-data tersebut maka didapatkan hasil berupa peta zonasi daerah banjir Sungai Citarum Zona Citarum Tengah.

Kata Kunci: Tutupan lahan, curah hujan, koefisien limpasan, daerah rawan banjir, Zona Citarum Tengah.

Menyetujui,
Pembimbing I


Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D
NIP. 195812261988111001

Palembang, 19 Januari 2021
Pembimbing II


Stevanus Natendra Jati, S.T., M.T.
NIP. 198908302019031011



ABSTRACT

Based on the administration, the research area is located in Cianjur Regency and West Bandung Regency. The limitation of this research problem is the zoning of flood-prone areas in the Citarum River in the Central Citarum Zone. To get these results, the aspects that influence the occurrence of flooding are discussed. The aspects contained in this discussion are rainfall intensity, runoff coefficient value and flow plan discharge. The analysis of rainfall parameters includes the calculation of the average rainfall and the calculation of the duration of the frequency of rainfall intensity arranged in a 5 and 10 year return period using the Gumbel equation, and next usinh Mononobe equation, then modeling the Intensity Duration Frequency (IDF). The determination of runoff coefficient in this study uses the Hassing method. The runoff coefficient is determined by combining the values of several parameters, namely land cover, soil type, and slope. In looking for the estimate of the peak runoff discharge using the Rational method in the calculation which is then modeled using the Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) software. The results of the study are monthly average rainfall data from 2010 to 2019 with the highest rainfall value in November 448.07 mm / hour and the lowest in July 52.50 mm / hour. Other data include the area of land cover change in 2014 and 2019, the area of variation in lithology types and the area of slope class division used to determine the runoff coefficient value, which value is 0.54. The next data is the flow rate that increases with return periods of 5 and 10 years, which shows an increase of 11.2%. From these data, the results are obtained in the form of a zoning map for the flood area of the Citarum River, Central Citarum Zone.

Keywords: Land cover, rainfall, runoff coefficient, flood-prone areas, Central Citarum Zone.

Menyetujui,
Pembimbing I



Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D
NIP. 195812261988111001

Palembang, 19 Januari 2021
Pembimbing II



Stevanus Naclendra Jati, S.T., M.T.
NIP. 198908302019031011



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai pandangan awal dan landasan dari dilakukannya penelitian tugas akhir ini. Bab pendahuluan ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, lokasi dan kesampaian, dimana hal-hal tersebut akan menjelaskan mengenai pendahuluan dari penlitian tugas akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Perubahan fungsi bentuk lahan dapat mempengaruhi *output* dari sistem hidrologi dalam suatu DAS. Hujan yang jatuh pada permukaan lahan tersebut sebagian besar menjadi aliran permukaan. Semakin besar hujan yang terjadi semakin besar pula aliran permukaannya, sehingga mengakibatkan banjir maupun longsor (Suprayogi dkk, 2014).

Menurut PP No. 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1 menjelaskan daerah aliran sungai yang merupakan suatu wilayah daratan yang satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Hidrologi merupakan ilmu terapan yang mempelajari tentang sifat mekanis fluida baik makro maupun mikro yang digunakan untuk rekayasa sifat fluida dengan memperhatikan parameter hidrologi (Kodoatie, 2001). Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017) parameter hidrologi terdiri dari 5 meliputi, perubahan tutupan lahan, intensitas curah hujan, infiltrasi tanah, jenis dan bentuk saluran, serta estimasi debit limpasan. Dalam penelitian ini menerapkan empat parameter untuk identifikasi dan delinasi kawasan rawan banjir diantaranya, perubahan tutupan lahan, intensitas curah hujan, infiltrasi tanah dan estimasi debit puncak limpasan. Analisis hidrologi yang dimodelkan dalam bentuk statistik dan angka dapat membantu dalam pencegahan banjir serta pedoman dalam kontrol aliran. Kemudian model numerik dalam wujud statistik tersebut dapat digunakan dalam simulasi banjir disekitaran kanal sungai (Wang, 2019)

Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di Provinsi Jawa Barat. Aliran sungai mengarah ke barat, melewati Majalaya dan Dayeuhkolot, lalu berbelok ke barat laut dan utara, menjadi perbatasan Kabupaten Cianjur dengan Kabupaten Bandung Barat, melewati Kabupaten Purwakarta, dan bermuara di Kabupaten Karawang. Sungai Citarum dimanfaatkan sebagai tempat sumber daya perikanan oleh penduduk sekitar, dan juga alirannya dimanfaatkan sebagai waduk pembangkit listrik serta irigasi. Objek penelitian yaitu Sungai Citarum yang menjadi penghubung antara Waduk Saguling dan Waduk Cirata berada pada Zona Citarum Tengah, terletak di Kabupaten Bandung Barat dan Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat.

Hal yang mempengaruhi adanya banjir yaitu intensitas hujan tinggi dan debit limpasan permukaan. Faktor lainnya yaitu perubahan tutupan lahan, jenis litologi dan kelerengan yang juga mempengaruhi adanya banjir. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka dilakukannya penelitian ini bermaksud untuk memodelkan intensitas curah hujan dari tahun 2010-2019, menghitung estimasi debit puncak limpasan pada periode ulang 5 dan 10 tahun, serta mengidentifikasi kawasan rawan banjir pada Sungai Citarum Zona Citarum Tengah yang menjadi penghubung antara Waduk Saguling dan Waduk Cirata.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan pada studi terdahulu tampak jelas adanya beberapa permasalahan yang perlu dirumuskan, diantaranya :

1. Bagaimana pola dan intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah penelitian?
2. Bagaimana perubahan jenis tutupan lahan, jenis lithologi serta tingkat kelerengan pada daerah penelitian?
3. Bagaimana debit puncak limpasannya?
4. Dimana saja kawasan rawan banjir pada daerah penelitian?

1.3. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menzonasikan daerah rawan banjir pada daerah penelitian yaitu Sungai Citarum pada Zona Citarum Tengah yang menjadi penghubung antara Waduk Saguling dan Waduk Cirata. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pola dan intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah penelitian;
2. Menganalisis perubahan jenis tutupan lahan, jenis lithologi dan tingkat kelerengan pada daerah penelitian;
3. Menganalisis debit puncak limpasan;
4. Memodelkan dan membuat zonasi kawasan rawan banjir pada daerah penelitian.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari kegiatan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

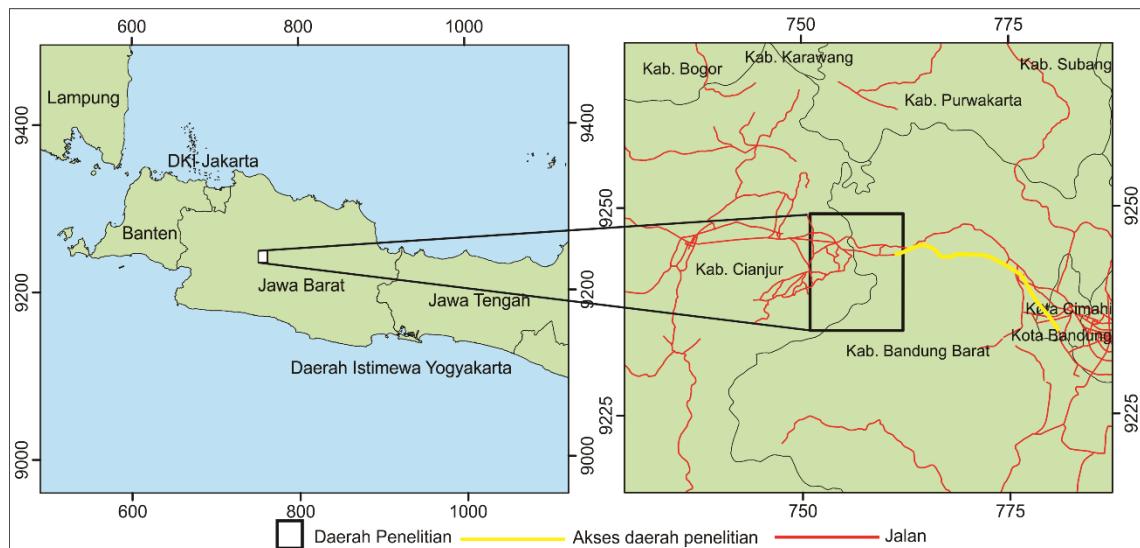
1. Fokus penelitian ini pada Sungai Citarum yang menjadi konektivitas antara Waduk Saguling dan Waduk Cirata pada Zona Citarum Tengah yang terletak di Kabupaten Bandung Barat dan Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat.
2. Objek pengamatan berupa perhitungan intensitas curah hujan dari tahun 2010-2019, perubahan tutupan dari tahun 2014 dan 2019, jenis lithologi, tingkat kelerengan pada daerah penelitian, dan menganalisis debit puncak limpasan pada periode ulang 5 dan 10 tahun yang telah diestimasi dan disimulasikan dengan aplikasi HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*) serta membuat zonasi kawasan rawan banjir berdasarkan data tersebut.

1.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Berdasarkan gambar 1.1 dan 1.2 secara administrasi Zona Citarum Tengah terletak pada Kabupaten Bandung Barat dan Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat dan mencakup beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Cipongkor, Kecamatan Bojongpicung,

Kecamatan Cipatat, Kecamatan Cipendeuy, Kecamatan Ciranjang, Kecamatan Batujajar dan Kecamatan Gunung Halu dengan luasan daerah penelitian sebesar 152 km².

Jarak dari Kota Palembang menuju daerah penelitian jika ditempuh melalui darat yaitu 804 km dengan waktu kurang lebih 20 jam. Namun, bila ditempuh melalui udara kurang lebih 1 jam 30 menit dan dilanjutkan melalui darat 1 jam 30 menit menuju daerah penelitian. Daerah penelitian dapat diakses menggunakan kendaraan roda dua dan juga roda empat, karena sebagian jalan di daerah penelitian merupakan jalan provinsi dan juga jalan desa.



Gambar 1.1. Lokasi administrasi daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad M, 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik*. Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Arsyad S, 2000. *Konservasi Tanah Dan Air*. IPB press, Bogor.
- Asdak, 2004. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ayu Tirtha, Abdur Rauf. 2018. *Nilai Koefisien Limpasan (C) Sub Das Taripa Di Kecamatan Toaya Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah*. Jurnal Warta Rimba Volume 6. Nomor 1.
- Cawley, A.M. and C. Cunnane. 2003. *Comments on Estimation of Greenfield Runoff Rates*. National Hydrology Seminar.
- Faqih, A., 2017. *A Statistical Bias Correction Tool for Generating Climate Change Scenarios in Indonesia based on CMIP5 Datasets*. Earth and Environmental Science.
- Kurniasih Nia. 2002. *Pengelolaan Das Citarum Berkelanjutan*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.3, No. 2, Mei 2002: 82-91.
- Martodjojo, 1984. *Evolusi Cekungan Bogor*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Oosterbaan, R. (1994). *Chapter 6 Frequency and Regression Analysis. In Ritzma, H.P. Drainage Principles and Applications*. Wageningen, The Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI). ISBN 90-70754-33-9.
- Pulunggono, A., dan Martodjojo, Soejono, 1994. *Perubahan Tektonik Paleogen-Neogen, Merupakan Peristiwa Tektonik Penting di Jawa*. Proceeding Geologi dan Geoteknik Pulau Jawa, Nafiri, Yogyakarta: 37-50.
- Samawa, adzicky. Tanpa Tahun . *Estimasi Debit Puncak Berdasarkan Beberapa Metode Penentuan Koefisien Limpasan Di Sub Das Kedung Gong, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta*.
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma.
- Sudjatmiko, 1972. *Peta Geologi Lembar Cianjur*. Skala 1:250.000 Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung
- Suripin, 2002, *Pengelolaan Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Suwarse, T., Rao, S.G., Begum, A., Reddy K, M., Rao P, J., 2019. *2D Flood Simulation and Development of Flood Hazard Map by using Hydraulic Model*, Visakhapatnam: International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, Volume 8, Issue 1, pp. 3096-31-05

Widyatmanti, W., Wicaksono, I., Syam, P. D. R., 2016, *Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping)*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 37(1).

Wang, L., Lian, Y., Li, Zheng, 2019, *Hydraulic Analysis for Strategic Management of Flood Risk Along the Illinois River*, Germany: Environmental Earth Sciences