

## Perencanaan Normalisasi Sungai Untuk Penanggulangan Banjir di Daerah Pertambangan

### *River Normalization Planning for Flood Control in Mining Areas*

Risal Gunawan<sup>1</sup>, Abdul Jalil<sup>2</sup>, Yogi La Ode Priyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari

Korespondensi Email: risalgunawan92@gmail.com

#### ABSTRAK

Aktivitas penambangan di dekat sungai dapat mengakibatkan sedimentasi yang dapat mengakibatkan berkurangnya kemampuan daya tampung sungai dalam menampung air sehingga terjadinya peluapan atau banjir. Banjir merupakan suatu peristiwa dimana level air sungai meluap dan menggenangi daerah di sekitarnya yang dapat menyebabkan kematian, kerugian harta benda, dan kerugian ekonomi karena terganggunya kegiatan ekonomi, untuk itu penulis melakukan studi *literature review* dengan tujuan perencanaan normalisasi sungai untuk penanggulangan banjir di daerah pertambangan, berdasarkan studi hal yang perlu dipersiapkan: Data curah hujan minimal 10 tahun terakhir merupakan data yang penting pendukung untuk memprediksi curah hujan di daerah penelitian, analisis data hidrologi seperti analisis frekuensi curah hujan rencana dan analisis debit sesuai rencana, Analisis air Limpasan, pengukuran penampang sungai, perencanaan atau desain ulang saluran sungai, Analisis profil aliran yang sudah di normalisasi menggunakan dengan software pendukung yang bisa di gunakan yakni program HEC-RAS.

**Kata kunci:** Banjir, Normalisasi Sungai, Pertambangan

#### ABSTRACT

*Mining activities near rivers can cause sedimentation which can reduce the river's capacity to accommodate water, resulting in overflow or flooding. Flooding is an event where the river water level overflows and inundates the surrounding area which can cause death, property loss, and economic loss due to disruption of economic activities, for that the author conducted a literature review study with the aim of river normalization planning for flood control in mining areas, based on the study of things that need to be prepared: Rainfall data for at least the last 10 years is important supporting data for predicting rainfall in the research area, hydrological data analysis such as analysis of planned rainfall frequency and analysis of planned discharge, Runoff water analysis, river cross-section measurement, planning or redesign of river channels, Analysis of normalized flow profiles using supporting software that can be used, namely the HEC-RAS program.*

**Keywords:** Flood, River Normalization, Mining

#### How to Cite:

Gunawan, R., Jalil, A., Priyana, Y.L.O. 2024. Perencanaan Normalisasi Sungai Untuk Penanggulangan Banjir di Daerah Pertambangan. Mining Science and Technology Journal, 3 (2): 71-78.

---

#### Published By:

Program Studi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

#### Address:

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota  
Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

#### Article History:

Submit 5 Agustus 2024  
Received in from 29 Agustus 2024  
Accepted 29 Agustus 2024

## PENDAHULUAN

Sungai adalah alur atau wadah air alami atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Dalam perkembangannya, sungai bukan hanya sebagai sumber mata air melainkan menjadi tumpuan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Disamping itu dengan adanya penambangan di sekitar sungai dapat mempengaruhi kondisi seperti cepat sedimentasi sehingga dengan cepat terjadi perubahan penampang sungai [Pitanggi, dkk 2017].

Penumpukan sedimentasi yang dapat mengakibatkan berkurangnya kemampuan daya tampung sungai dalam menampung air sehingga terjadinya peluapan, sedimentasi terbentuk karena adanya pengikisan lapisan permukaan DAS sungai oleh air hujan dan juga disebabkan oleh aktivitas penambangan yang terjadi di lokasi Sungai. Sungai merupakan area perairan tidak dapat dipisahkan dari aspek hidrologi, yang meliputi kebutuhan air bersih, air larian, air konsumsi, untuk dapat menuju keberlanjutan maka penggunaan sungai tersebut harus diatur dengan cara normalisasi sungai [Akbar, dkk 2022]. Aktivitas penambangan di daerah dekat dengan sungai maka untuk mengembalikan fungsi sungai yang terganggu karena tertutup dari kegiatan penambangan, hal tersebut dapat diatasi dengan cara membuat tanggul yang lebih tinggi dan perbaikan penampang atau disebut normalisasi sungai sehingga, dapat mencegah resiko banjir [Ainnia dan Jirzanah., 2021].

Pada perencanaan normalisasi sungai dipertimbangkan dari dua aspek yaitu aspek struktur dan aspek hidrolis. Aspek hidrolis dimaksudkan agar bangunan air mampu mengalirkan dengan debit tertentu dengan aman tanpa menimbulkan kerusakan pada bangunan dan lingkungan sekitar. Beberapa data yang dibutuhkan sebelum melakukan perencanaan hidrolis saluran yakni data karakteristik daerah pengaliran, data iklim, data curah hujan dan data debit. Jika dimensi dibuat lebih besar akan lebih aman dalam mengalirkan debit tertentu. Namun akan berdampak pada biaya yang mahal atau melampaui batas-batas ekonomis. Sebaliknya jika dimensi dibuat kecil akan menjadi kurang aman dalam mengalirkan debit tertentu, atau bahkan tidak hanya dimensi saja, namun curah hujan di begitu besar sehingga dampaknya dapat mengakibatkan banjir [Wangsa, dkk 2021]. Salah satu kegiatan untuk mengurangi banjir adalah dengan penghijauan kembali dan mengembalikan lagi fungsi dari hulu sebagai daerah resapan. Kegiatan ini bisa kita lakukan dengan normalisasi sungai [Yani, 2020]. Oleh karena itu penulis bertujuan bagaimana perencanaan normalisasi sungai untuk penanggulangan banjir di daerah pertambangan yang efektif.

## METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dengan *literature review* yang merupakan proses kritis mendalam dan evaluasi terhadap penelitian sejenis sebelumnya [Gunawan, dkk, 2021]. Dalam kajian ini, didasarkan pada studi literatur jurnal nasional dan internasional, buku dan publikasi lainnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran pertimbangan dan pemilihan metode yang tepat untuk analisis rencana normalisasi wilayah pertambangan sungai [Sudjana N, Ibrahim, 2001].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian *literature review*, data yang penting dipersiapkan dalam perencanaan normalisasi sungai untuk penanggulangan banjir di daerah pertambangan diantaranya dijabarkan dibawah ini:

- a. Data curah hujan merupakan data yang penting pendukung untuk melihat dan memprediksi curah hujan di daerah penelitian. Alat penakar hujan bila melakukan secara langsung yakni ada dua jenis alat yang bisa dipakai untuk mengukur curah hujan, yaitu alat pencatat hujan dan alat penakar hujan. Adapun jenis alat pencatat hujan meliputi penakar hujan biasa, penakar hujan rata tanah, penakar hujan Inggris, *interim reference precipitation gauge*, sementara alat pencatat hujan meliputi pencatat jungkit dan pencatat pelampung. Adapun

frekuensi pengukuran bisa dilakukan sekali dalam sehari atau sekali dalam seminggu atau sebulan, yang dilakukan dengan alat pencatat otomatis [Limantara, 2018]. Sedangkan data curah hujan dapat diperoleh secara sekunder biasa dari data stasiun pencatat curah hujan yang berada di Wilayah sekitar, Badan Pusat Statistik, dan perusahaan di tempat penelitian dan lain-lain. Curah hujan untuk digunakan dalam perencanaan sebagai data sekunder minimal 10 tahun terakhir [Gunawan, 2023].

b. Analisis Hidrologi

1) Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Terdapat 12 distribusi Pearson, namun yang paling umum digunakan dalam analisis hidrologi adalah distribusi Log Pearson III. Distribusi ini dikenal dengan Log Pearson III karena memerlukan perhitungan tiga parameter statistik tanpa persyaratan khusus lainnya [9]. Ketiga parameter tersebut meliputi *mean* (rata-rata), penyimpangan baku (*standard deviation*), dan kepengcengan (skewness). Bentuk kumulatif dari distribusi log-Pearson Tipe III pada kertas probabilitas log menyediakan model matematika.

$$\log X = \overline{\log X} + k (sd)$$

Keterangan:

$\log X$  = logaritma curah hujan rancangan (mm)

$\overline{\log X}$  = logaritma rerata curah hujan

k = konstanta

Sd = standar deviasi [Febryana, dkk 2024]

Sedangkan menurut Triadmodjo, tahun 2008 dalam Chendratama tahun 2013 dijabarkan dalam persamaan matematika sebagai berikut :

Distribusi	Syarat
Normal	$Cs \approx 0 ; Ck \approx 3$
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv ; Ck = Cv^6 + 6Cv^4 + 15Cv^2 + 3$
Gumbel	Gumbel $Cv = 1.1396 ; Ck = 5.4002$
Log Pearson III	$Cs = \text{selain sebelumnya} ; Ck = \text{selain sebelumnya}$

Intensitas curah hujan dihitung menggunakan persamaan Monobe. Nilai intensitas curah hujan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung limpasan ke alur sungai. Perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

T = Lama Waktu hujan atau waktu konstan (jam).

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum (mm). [Chendratama tahun 2013]

2) Analisis debit rancangan

Debit aliran air tinggi yang direncanakan adalah nilai debit aliran yang mencapai atau melebihi nilai tersebut pada suatu wilayah dengan periode ulang tertentu. Nilai desain limpasan banjir memerlukan curah hujan setiap jam dan dapat ditentukan dari analisis distribusi curah hujan setiap jam. Kajian metode ini biasanya menggunakan karakteristik sebaran curah hujan yang mendekati kondisi alam di Indonesia. Prediksi debit banjir pada penelitian ini dihitung menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu untuk sub DAS 1, 2, 4, 6, dan 7. Sebaliknya, beberapa DAS lain di lokasi penelitian dipetakan menggunakan hidrografi satuan komposit karena beberapa DAS tersebut terletak di

tengah-tengah sistem sungai, biasanya tidak besar, dan tidak mempunyai anak sungai yang dapat diidentifikasi [Febryana, dkk 2024].

c. Air Limpasan

Air limpasan adalah ketika sebagian dari curah hujan mengalir di atas permukaan bumi ke dalam selokan dan selokan, di mana mereka bergabung membentuk anak-anak sungai dan akhirnya sungai yang mengalir menuju danau dan laut. Limpasan ini terjadi karena beberapa faktor seperti infiltrasi air hujan yang sampai ke permukaan tanah akibat intensitas hujan yang melebihi kapasitas infiltrasinya, kemiringan lereng, bentuk dan kepadatan permukaan tanah, serta vegetasi pada perencanaan sugai di daerah pertambangan menggunakan koefien limpasan 0,9 seperti yang disajikan pada tabel 1.

Perhitungan debit air limpasan dilakukan dengan menggunakan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q_{Maks} = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan:

$Q_{maks}$  = Debit airlimpasan maksimum (m<sup>3</sup>/detik).

C = Koefisien air limpasan (Tabel 1).

I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

A = Luas daerah tangkapan hujan (Km<sup>2</sup>).

**Tabel 1.** Nilai Koefisien Limpasan

Kemiringan	Tutupan lahan	Nilai C
Kemiringan < 3%	Persawahan dan rawa-rawa	0,2
	Hutan dan perkebunan	0,3
Agak Miring (3-15%)	Pemukiman	0,4
	Pemukiman	0,5
	Vegetasi ringan	0,6
Curam Kemiringan (> 15%)	Tanah gundul	0,7
	Hutan	0,6
	Pemukiman	0,7
	Vegetasi ringan	0,8
	Daerah Tambang	0,9

Sumber : Aldrian dkk, 2011 [18]

Salah satu parameter penting dalam model limpasan pada daerah tangkapan hujan di atas adalah waktu konsentrasi ( $T_c$ ) yang didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh limpasan yang terjadi pada titik terjauh secara hidraulik dari titik pengamatan. Waktu konsentrasi pada dasarnya adalah jumlah dari waktu tempuh (*travel time*,  $T_t$ ) dari semua segmen aliran. Waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir dari suatu tempat ke tempat lain. Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu tempuh dan waktu konsentrasi adalah:

- Kekasaran permukaan: areal yang terbuka karena kegiatan penambangan akan meningkatkan kecepatan aliran, namun dengan terbentuknya jenjang-jenjang penambangan maupun di areal timbunan secara keseluruhan waktu tempuh akan berkurang
- Bentuk saluran dan pola aliran: areal penambangan dalam bentuk jenjang akan mengurangi aliran permukaan (*overland flow*) karena aliran segera diarahkan ke saluran dengan demikian waktu tempuh keseluruhan akan berkurang

- Kemiringan: pada areal penambangan maupun penimbunan kemiringan dapat meningkat pada bagian-bagian tertentu atau berkurang pada bagian lainnya
- Beberapa rumus perhitungan waktu konsentrasi yang sering digunakan dalam analisis daerah tangkapan hujan yakni :
  - a. Rumus Kirpich (1940)

$$T_c = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

Dimana :

T dalam menit, L adalah panjang lereng dalam meter dan S adalah kemiringan dalam m/m

- b. Rumus Ragan & Duru (1972)

Waktu konsentrasi dibagi menjadi  $T_e$ , atau waktu tempuh aliran permukaan menuju sarana penyaliran dan  $T_s$ , atau waktu tempuh aliran di dalam saluran yang dihitung dengan kecepatan penuh aliran.

$$T_e = 7 (Ln)^{0,6} S^{-0,3} I^{-0,4}$$

Dimana  $T_e$  dalam menit, L adalah panjang lintasan aliran permukaan (m), n adalah koefisien kekasaran Manning (tanpa satuan), S adalah kemiringan aliran permukaan (m/m), dan I adalah intensitas hujan dalam mm/jam [Guatama, 2022].

- d. Pengukuran penampang sungai

1. Pengukuran Penampang sungai Tujuan dalam pengukuran penampang sungai untuk mengetahui kondisi awal profil penampang sungai dan sebagai pertimbangan dasar untuk melakukan normalisasi sungai. [Surya dan Setiawan, 2021]. Titik-titik pengambilan sampel di tentukan berdasarkan panjang sungai. Pengukuran penampang langkah yang harus dikerjakan dalam memperoleh data primer adalah dengan melakukan pengukuran langsung menggunakan alat ukur waterpass, kemudian dilakukan pengukuran profil muka air sungai dilakukan disepanjang sungai dan bersamaan dengan pengukuran profil melintang dan memanjang sungai. Data yang diperoleh dari pengukuran ini akan digunakan untuk menghitung debit sungai eks isting.
2. Pengukuran kecepatan aliran Sungai biasanya menggunakan alat bantu *Current Meter tipe Flowatch FL-03* [Gunawan, 2023].

- e. Perbaikan saluran sungai

Sebelum dilakukan perbaikan pada saluran sungai yang berbentuk menyerupai trapesium namun terisi batuan dipengaruhi oleh aktivitas penambangan. Pada saluran terbuka memiliki berbagai jenis penampang yang umum digunakan pada daerah tambang adalah bentuk trapesium yang memiliki bentuk jenjang yang baik terhadap aliran air serta bentuk penampang trapesium cenderung mudah dibentuk, perencanaan saluran terbuka menggunakan debit yang paling tinggi, berdasarkan data aktual diperoleh. [Gunawan, 2023] Selanjutnya dicoba memperhitungkan dimensi sungai alternatif untuk dapat menampung debit banjir rencana mulai dari titik tinjau di hulu sampai ke hilir secara berurutan. Dalam perhitungan dimensi sungai ini, debit aliran yang terjadi pada dimensi sungai yang telah dinormalisasi ( $Q_s$ ) harus lebih besar dari debit rencana ( $Q_r$ ) pada periode ulang yang sudah ditentukan, jenis saluran yang sering digunakan yakni penampang saluran terbuka bentuk trapesium [Wigati, dkk 2016]. Perhitungan dimensi saluran terbuka menggunakan rumus *Manning* sebagai berikut :

$$Q = \frac{1}{n} \times S^{\frac{2}{3}} \times R^{\frac{2}{3}} \times A$$

Keterangan :

$Q$  = Debit ( $m^3/detik$ )

$R$  = Jari-jari hidrolik (m)

$S$  = Kemiringan saluran (%)

$A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )

$N$  = Koefisien kekasaran Manning [ Suripin, 2004].

Berikut disajikan pada table 2 kekarasan manning disajikan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Tipikal harga koefisien kekarasan *Manning n*,

No.	Tipe Saluran	Harga <i>n</i>		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	Beton di poles	0,011	0,012	0,014
2	Saluran pembuang dengan baik control	0,013	0,015	0,017
	Tanah lurus dan seragam			
	Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih dan telah melapuk	0,018	0,022	0,025
3	Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
	Saluran alam			
	Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,35
	Saluran di belukar	0,035	0,040	0,07

Sumber: [Sanusi dan Pratiwi 2019]

f. Software pendukung

Analisis profil aliran menggunakan pada ketinggian permukaan air pada saluran sungai diperlukan untuk mengetahui sisi saluran sungai mana yang meluap. Bisa juga digunakan untuk mencari rintangan yang muncul di alur sungai. Tujuannya untuk mengetahui skala perbaikan sungai. Dalam analisis ini digunakan program HEC-RAS sebagai alat analisis profil muka air [Febryana, dkk 2024].

### KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur dari berbagai referensi terkait metode dalam perencanaan normalisasi sungai untuk penanggulangan banjir di daerah pertambangan, maka hal yang perlu di perhatikan yaitu:

1. Data curah hujan merupakan data yang penting pendukung untuk melihat dan memprediksi curah hujan di daerah penelitian
2. Analisis Hidrologi ini dilakukan guna mendapatkan karakteristik hidrologi daerah penelitian yakni analisis frekuensi curah hujan rencana dan analisis debit sesuai rencana
3. Air Limpasan yakni ketika sebagian dari curah hujan mengalir di atas permukaan bumi ke dalam selokan dan selokan, di mana mereka bergabung membentuk anak-anak sungai dan akhirnya sungai yang mengalir menuju danau dan laut untuk itu perlu dilakukan analisis mendalam
4. Pengukuran penampang sungai untuk mengetahui kondisi awal profil penampang sungai dan sebagai pertimbangan dasar untuk melakukan normalisasi sungai

## 5. Perbaikan saluran sungai

Pada saluran terbuka memiliki berbagai jenis penampang yang umum digunakan pada daerah tambang adalah bentuk trapesium memiliki bentuk jenjang yang baik terhadap aliran air serta bentuk penampang trapesium cenderung mudah dibentuk,

## 6. Software pendukung, analisis profil aliran menggunakan pada ketinggian permukaan air pada saluran sungai diperlukan untuk mengetahui sisi saluran sungai mana yang meluap. Alat bantu yang bisa di gunakan yakni program HEC-RAS.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan syukur dan terima kasih untuk seluruh rekan-rekan dan Dosen Teknik Pertambangan Universitas Sulawesi Tenggara, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga, sehingga Penulis dapat menyelesaikan paper ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., Budiman, dan Karmini M., 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Kedepatian Bidang Klimatologi, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Jakarta.
- Ainnia D, K., dan Jirzanah., (2021) Analisis Deep Ecology Arne Naess terhadap Aktivitas Penambangan Pasir (Studi Kasus: Penambangan Pasir Merapi di Sekitar Sungai Gendol Cangkringan Sleman Yogyakarta). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19 (1): 98-106.
- Akbar, I., Rizqullah, M. F., Diana Anggraeni, D. 2022. Desain Konsep Naturalisasi Sungai Pasca Tambang dengan Pendekatan Nature Based Solution (Nbs) (Studi Kasus : Sungai Daeng Bangka Barat). *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat UBB*, 9 (2): 9-17.
- Chendratama, E., Dian, P., Sriyana, A. W., Pranoto, S. 2013. Perencanaan Normalisasi Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2 (2): 228-240.
- Febryana, A. A., Suprijanto, H, Sisinggih. D. 2024. Studi Perencanaan Normalisasi Sungai Sebagai Upaya Mereduksi Banjir Sungai Tabanio di Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4 (1):1042-1055.
- Gunawan, R., Nurkhamim dan Izza, R.F., 2021. Overview Metode Perencanaan Pengelolaan Lahan Bekas Penambangan. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI Tahun 2021 (ReTII)* :345-350.
- Gunawan, R., 2023. Model Penataan Lahan Komoditas Sirtu di Area Rawan Bencana (Studi Kasus: Tambang di Aliran Sungai Apu Hulu Gunung Merapi). *Tesis*. FTM Teknik Pertambangan. UPNYK.
- Guatama, R.S. 2022. Sistem Penyaliran Tambang. ITB Pres. Bandung:145-148.
- Limantara, L, M. 2018. Rekayasa Hidrologi. CV. Andi Offset. Yogyakarta. 51-57.
- Pitanggi, G, T., Lestari, I, T., Darsono, S., Salamun. 2017. Normalisasi Sungai Dolok Semarang-Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6, (4) : 367-375
- Sanusi dan Pratiwi. 2019. Evaluasi Koefisien Manning Pada Berbagai Tipe Dasar Saluran. *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik*.
- Sudjana N, Ibrahim. *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Sinar Baru. Algesindo. 2001.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Surya, A., dan Setiawan, B., (2021). Analisis Kecepatan Arus Air Menggunakan Current Meter Dan Karakteristik Sungai Tuan Haji Besar Muhammad Arsyad Al Banjari Kabupaten Banjar. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4 (2): 335-344.



- Wangsa, A, A, R, R., Pradnyadari, N, L, M, A.M., Ramadhana M, A. 2021. Analisis Kapasitas Saluran Pada Proyek Normalisasi Sungai di Desa Adat Peminge Banjar Sawangan Nusa Dua Bali. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 10 (2): 86-96
- Wigati, R., Soedarsono., Pribadi. 2016. Normalisasi Sungai Ciliwung Menggunakan Program HEC-RAS 4.(Studi Kasus Cililitan – Bidara Cina). *Jurnal Fondasi*. 5 (1): 1-12
- Yany, H, I, A. 2020. Optimalisasi Pengendalian Banjir Sistem Sungai Kedunglarangan Berdasarkan Analisa Biaya dan Manfaat. *Tesis*. Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember