

Kajian Potensi Energi Terbarukan Dan Wisata Sungai Cidurian (Depan Universitas Widyatama)

Raden Herdian Bayu Ash Shiddiq¹, Fuad Hasan², Sandy Radhitya Akbar³
Roeshartono Roespinoedji⁴

^{1, 2, 3} Universitas Widyatama, Jalan Cikutra no 204A Bandung
email: raden.herdian@widyatama.ac.id¹, hasan.fuad@widyatama.ac.id²,
sandy.akbar@widyatama.ac.id³, roeshartono.roespinoedji@wiyadatama.ac.id⁴

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.909>

(Received: 08 February 2023 / Revised: 14 August 2023 / Accepted: 23 August 2023)

Abstrak

Salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan yang berkaitan dengan sungai adalah energi bersih dan terjangkau. Sungai dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Kota Bandung dialiri oleh dua Sungai utama Cikapundung dan Sungai Cidurian. Universitas Widyatama menjadi salah satu lokasi yang terlewati oleh aliran sungai Cidurian. Sungai Cidurian yang cukup lebar dengan arus yang cukup deras namun sampai saat ini keberadaan sungai tersebut masih belum dimanfaatkan dengan optimal oleh masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi aliran sungai Cidurian depan kampus Universitas Widyatama secara komprehensif. Dalam penelitian ini dilakukan tahapan analisis hidrologi, pemodelan hidraulik sungai, perhitungan daya listrik dan analisis kualitas air. Dari hasil analisis didapat bahwa dengan bangunan tambahan (bendung) yang berdimensi panjang 5-meter dan terdapat 2 bukaan pada bagian bawah (0.5 x 0.5m) menyebabkan air di belakang bendung mengalami kenaikan muka air, akan tetapi tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap kecepatan aliran. Dari hasil perhitungan didapat debit aliran (Q) pada saluran tertutup di bagian bawah bendung sebesar 0.2 m³/s dengan kecepatan aliran sebesar 0.8 m/s, yang dapat menghasilkan energi listrik sebesar 19.62-Watt untuk satu bukaan bendung/turbin. Dari hasil analisis juga diketahui bahwa air sungai masih memenuhi baku mutu air Kelas II.

Kata kunci: Bandung, Bendung, cidurian, Kualitas Air, Sungai

Abstract

One of the sustainable development goals related to rivers is clean and affordable energy. Rivers can be used as a source of renewable energy. the Cikapundung and Cidurian rivers are the biggest river in Bandung City. Widyatama University is one of the locations that the Cidurian river passes through. The Cidurian River is wide enough with a strong river flow, but until now the existence of this river has not been used optimally by the local community. This study aims to comprehensively examine the potential of the Cidurian river flow in front of the Widyatama University campus. In this research, the stages of hydrological analysis, river hydraulic modeling, electric power calculation and water quality analysis were carried out. From the results of the analysis, it was found that the weir which has a 5-meter long dimension and there are 2 openings at the bottom (0.5 x 0.5m) causes the water behind the weir to increase the water level, but does not significantly affect the flow velocity. From the calculation results, it is obtained that the flow rate (Q) in the closed channel at the bottom of the weir is 0.2 m³/s with a flow velocity of 0.8 m/s, which can generate 19.62-Watt of electrical energy for one turbine. From the results of the analysis it is also known that river water still meets Class II water quality standards.

Keywords: Bandung, weir, cidurian, water quality, river

1. Latar Belakang

Sumber Daya Air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Sungai menjadi salah satu bagian penting bagi manusia yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan sehari-hari. Sungai mendampingi kehidupan kita, baik di daerah pedesaan, pengunungan, dan daerah perkotaan. Akan tetapi keberadaan sungai di Indonesia khususnya di perkotaan masih belum dioptimalkan. Masih banyak masyarakat yang belum sadar akan pentingnya keberadaan sungai, sehingga mereka tidak menjaga dan melestarikannya. Yang terjadi kemudian masyarakat menjadikan sungai sebagai tempat sampah, sehingga saat musim hujan sering terjadi banjir, dan saat musim kemarau sungai menjadi sumber penyakit. Salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan yang berkaitan dengan sungai adalah energi bersih dan terjangkau. Sungai dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Energi ini dapat dimanfaatkan dan diubah menjadi listrik dan pembangkit listrik (Subianto, Yani and Marbun, 2021).

Rencana pendayagunaan harus memuat potensi pemanfaatan atau penggunaan air, pencadangan air berdasarkan ketersediaannya, baik kualitas maupun kuantitas-nya, dan atau fungsi ekologis. Kota Bandung dialiri oleh dua Sungai utama Cikapundung dan Sungai Cidurian. Sungai Cidurian merupakan sungai terpanjang ke-2 setelah Sungai Cikapundung, dari 46 sungai yang mengalir melintasi Kota Bandung. Dengan panjang 24,86 km, sungai Cidurian melintasi 16 kelurahan yang berada di Kota Bandung dan bermuara di Sungai Citarum di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Kota Bandung menjadi salah satu yang terpengaruh oleh pertumbuhan populasi (manusia) akibat urbanisasi, terutama para pendatang yang akhirnya menetap. Pembangunan yang terus menerus mengakibatkan lahan berkurang, Sempadan Sungai merupakan salah satu daerah yang menjadi tujuan untuk pembangunan (Imansyah, 2012). Universitas Widyatama menjadi salah satu lokasi yang terlewati oleh aliran sungai Cidurian. Sungai Cidurian yang cukup lebar dengan arus yang cukup deras namun sampai saat ini keberadaan sungai tersebut masih belum dimanfaatkan dengan optimal oleh masyarakat sekitar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi aliran sungai Cidurian depan kampus Universitas Widyatama secara komprehensif yang bisa dimanfaatkan untuk energi terbarukan dan rekreasi air. Hal ini sesuai dengan Undang- undang no. 7 tahun 2004 di mana tercantum sumber air adalah air, sumber air dan daya air yang terkandung didalamnya dan pengelolaan sumber daya air diantaranya adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau pendayagunaan sumber daya air (Sutriati, 2011). Diharapkan dengan adanya penelitian dapat diketahui potensi sungai Cidurian dari sisi hidrolis yaitu berapa aliran debit yang ada saat terjadinya banjir dengan beberapa kala ulang, kualitas air sungai dan berapa daya hidraulik yang dapat dimanfaatkan dari aliran sungai tersebut jika dibangun fasilitas bendung dengan bukaan tetap di bagian bawah bendung.



Gambar 1 Lokasi penelitian

2. Metode Penelitian

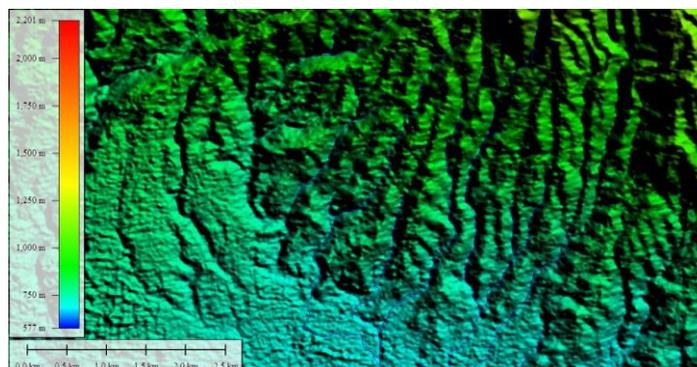
Dalam penelitian ini dilakukan 5 tahap yaitu (1) Pengumpulan data sekunder dan data primer; (2) Analisis hidrologi; (3) Pemodelan hidraulik sungai; (4) Analisis status mutu air; dan (5) Penyusunan program pengelolaan kawasan sungai.

2.1 Pengumpulan data sekunder dan data primer.

Data sekunder yang dikumpulkan diantaranya data hujan di stasiun BMKG Kota Bandung selama 10 tahun terakhir dan data DEMNAS dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

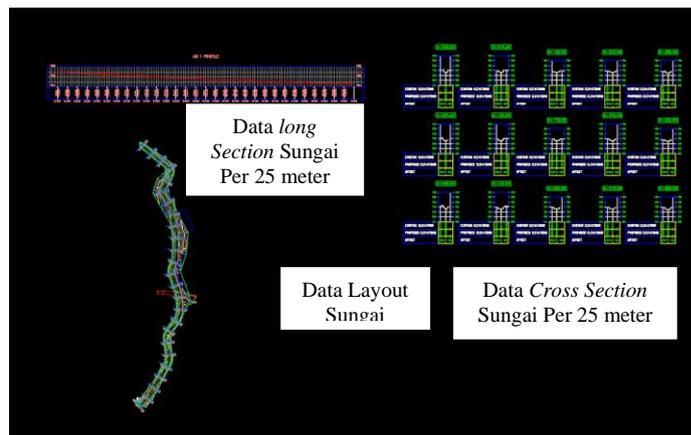
Tabel 1 Data Curah hujan maksimum tahunan 2011-2020

Tahun	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)
2011	73.5
2012	83
2013	68.4
2014	62
2015	77.7
2016	87.1
2017	73.5
2018	85.2
2019	61
2020	84.5



Gambar 2 Data DEMNAS (Sumber: Geospasial Indonesia)

Data curah hujan digunakan sebagai input perhitungan analisis hidrologi untuk menghitung debit aliran air di Sungai Cidurian, sedangkan data DEMNAS dibutuhkan untuk menganalisis daerah aliran Sungai (DAS) yang juga merupakan salah satu input untuk menghitung besarnya debit aliran. Sedangkan untuk data primer yang diambil yaitu data topografi sungai (memanjang dan melintang), data kualitas air dan data elevasi muka air. Survei topografi dilakukan sepanjang 600-meter dengan jarak potongan melintang per 25-meter.



Gambar 3 Data primer hasil pengukuran topografi (layout Sungai, potongan memanjang dan melintang)

Data pengukuran topografi (layout, potongan memanjang dan potongan melintang) digunakan sebagai input untuk pemodelan hidraulis pada perangkat lunak *Hec Ras*.

Data kualitas air didapat dengan mengambil sampel air pada lokasi di dekat kampus Universitas Widyatama, kemudian sampel tersebut diuji di laboratorium. Data hasil uji ini digunakan pada perhitungan baku mutu kualitas air Sungai Cidurian. Untuk data elevasi muka air dilakukan pengamatan secara berkala dengan cara memasang peilschaal di lokasi studi dan juga wawancara dengan masyarakat sekitar.

Tabel 2 Data hasil uji laboratorium kualitas air

No	Parameter Analisa	Satuan	Baku Mutu	Metode Pengujian	Hasil Analisa
1	Bau	-	-	APHA-2150	Tidak Berbau
2	TDS*	mg/L	1000	APHA-2540-C	189
3	Warna*	Pt.Co	50	APHA-2120-B	25
4	Rasa	-	-	APHA-2160-B	Tidak Berasa
5	Kekeruhan*	NTU	25	APHA-2130-B	6.63
6	Temperatur	°C	-	APHA-2550	25.9
7	Besi*	mg/L	1	APHA-3111-B	0.612
8	Flourida*	mg/L	1500	APHA-4500-F-D	0.358
9	Kesadahan*	mg/L	500	APHA-2340-C	100
10	Nitrat (sebagai NO3-N)*	mg/L	10	APHA-4500-NO3-E	0.855
11	Nitrit (sebagai NO2-N)*	mg/L	1	APHA-4500-NO2-B	0.423

12	MBAS	mg/L	0.05	APHA-5540-C	<0.01
13	Mangan*	mg/L	0.5	APHA-3111-B	0.207
14	pH*	-	6500-8500	APHA-4500-H ⁺ B	7.03
15	Sianida Terlarut	mg/L	0.1	APHA-4500-CN-C	<0.001
16	Sulfat	mg/L	400	APHA-4500-SO ₄ -E	15.7
17	Natrium Terlarut*	mg/L	-	APHA-3111-B	19.3
18	Kalium Terlarut	mg/L	-	APHA-3111-B	6.5
19	Klorida*	mg/L	-	APHA-4500-CI-B	33.7

Mengacu kepada air untuk keperluan Higiene Sanitasi. Permenkes No: 32 Tahun 2017

2.2 Analisis Hidrologi

Analisis data yang pertama kali dilakukan adalah analisis hidrologi. Adapun analisis hidrologi meliputi perhitungan curah hujan rencana dan perhitungan debit banjir rencana. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan 4 metode yaitu dengan Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Untuk menentukan curah hujan rencana dengan Distribusi Normal dan Gumbel menggunakan rumus (1):

$$X_T = \bar{X} + K_T S \quad (1)$$

di mana X_T adalah hujan rencana dengan periode ulang T tahun; \bar{X} adalah nilai rata-rata dari hujan (X) mm; S adalah standar deviasi dari data hujan (X) mm; K_T adalah faktor frekuensi, nilai tergantung T .

Sedangkan untuk menentukan curah hujan rencana dengan metode Log Normal dan Log Pearson III menggunakan rumus (2):

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T S \text{Log } X \quad (2)$$

di mana: $\text{Log } X_T$ adalah nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun; $\overline{\text{Log } X}$ adalah nilai rata-rata dari hujan (X) mm; $S \text{Log } X$ adalah standar deviasi dari data hujan (X) mm dan K_T adalah faktor frekuensi, nilai tergantung T .

Kemudian hasil dari perhitungan distribusi tersebut diuji kesesuaiannya dengan uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov untuk dipilih curah hujan rencana dari distribusi mana yang dipakai. Perhitungan dengan metode uji Chi Kuadrat menggunakan rumus (3):

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (3)$$

di mana: X^2 adalah parameter Chi-Kuadrat terhitung; E_f adalah frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya; O_f adalah frekuensi yang diamati pada kelas yang sama dan n adalah jumlah sub kelompok.

Berikut adalah prosedur uji kesesuaian dengan metode Chi Kuadrat 1) Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya; 2) Hitung jumlah kelas; 3) Hitung derajat kebebasan (D_k) dan X^2 kritis; 4) Hitung kelas distribusi; 5) Hitung interval kelas; 6) Hitung Nilai X^2 ; dan 7) Bandingkan X^2 terhadap X^2 kritis (Syarat: $X^2 < X^2$ kritis).

Sementara itu untuk perhitungan dengan metode uji Smirnov Kolmogorov menggunakan prosedur sebagai berikut:

1. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya.

2. Tentukan peluang empiris masing – masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ dengan rumus Weibull (4).

$$P(X_i) = \frac{i}{n+1} \quad (4)$$

di mana:

n = jumlah data

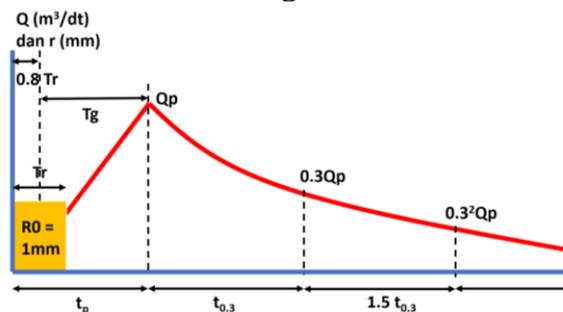
I = nomor urut data (setelah diurut)

3. Tentukan peluang teoritis masing – masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
4. Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap dayang yang sudah diurut dengan rumus (5):

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \quad (5)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P_{kritis}$, jika tidak artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

Hasil dari perhitungan hujan rencana kemudian dijadikan input untuk perhitungan debit banjir rencana dengan metode Nakayasu. Dalam metode Nakayasu parameter yang mempengaruhi besarnya debit adalah luas DAS, Panjang sungai dan koefisien pengaliran. Hasil perhitungan dari analisis hidrologi ini akan dijadikan input pemodelan hidraulik sungai.



Gambar 4 Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu

Berikut adalah urutan dalam membentuk suatu Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu:

1. Menghitung waktu keterlambatan (time lag, t_g) dengan rumus (6) dan (7):

$$t_g = 0.4 + 0.058xL \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (6)$$

$$t_g = 0.4 + 0.058xL \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (7)$$

2. Menghitung waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintetis dengan rumus (8):

$$t_p = t_g + 0.8 T_r \quad (8)$$

3. Menghitung saat debit sama dengan 0.3 kali debit puncak dengan rumus (9):

$$t_{0.3} = \alpha \times 0.8 t \quad (9)$$

4. Menghitung debit puncak hidrograf satuan sintetis dengan rumus (10):

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \times A \times R_0 \times \frac{1}{(0.3 \times t_p + t_{0.3})} \quad (10)$$

di mana: t_g adalah waktu kelambatan (jam); L adalah panjang Sungai (km); $t_{0.3}$ adalah waktu saat debit sama dengan 0.3 kali debit puncak (jam); $1.5 t_{0.3}$ adalah waktu saat debit sama dengan 0.3^2 kali debit puncak (jam); α adalah koefisien, nilainya diantara 1.5 – 3.0; t_p adalah waktu puncak (jam); Q_p adalah debit puncak (m^3/det); A adalah luas DAS (km^2); Tr adalah durasi hujan (jam) = $(0.5xt_g) s/d (1xt_g)$; R_0 adalah satuan kedalaman hujan (mm)

2.3 Pemodelan Hidraulik Sungai

Langkah berikutnya adalah melakukan pemodelan hidraulik sungai dengan bantuan *software HEC RAS*. Adapun data yang dibutuhkan pada pemodelan ini adalah data geometri sungai dan debit banjir rencana. Pada pemodelan ini akan dimodelkan kondisi eksisting dan kondisi desain dengan menambahkan bendung pada alur sungai. Dari hasil pemodelan akan diperoleh gambaran tinggi muka air sungai pada potongan melintang dan memanjang sungai. Juga akan diketahui karakteristik aliran sungainya dilihat dari kecepatan dan jenis alirannya dari hulu sampai dengan hilir (Universitas Bandar Lampung *et al.*, 2020) (Wijayanto and Helda, 2022).

2.4 Perhitungan Daya Hidraulik Tenaga Air

Daya hidraulik yang akan dikeluarkan dari air yang jatuh dinyatakan dengan persamaan berikut (Purwanto, 2017) (Dewi, 2020):

$$Pair = \rho x g x Q x H \quad (11)$$

di mana: $Pair$ adalah daya hidraulik (watt); ρ adalah kerapatan masa air= $1000 kg/m^3$; g adalah percepatan gravitasi= $9.81 m/s^2$ dan Q adalah debit (m^3/s) $H = t$ tinggi air Jatuh (m)

2.5 Analisis Status Mutu Air

Sesuai dengan tujuan awal penelitian ini yaitu untuk mengkaji potensi wisata dari aliran sungai, maka perlu dilakukan pengujian kualitas air sungai. Untuk evaluasi kualitas air sebagai acuan digunakan klasifikasi mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Aristawidya *et al.*, 2020). Pada penelitian ini ditentukan kelas baku mutu air adalah kelas II, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Sedangkan untuk perhitungan nilai kualitas airnya digunakan metode STORET. Metode STORET, digunakan untuk menentukan status mutu air dari data kualitas air yang berupa time series data (Hz *et al.*, 2018). Penentuan status mutu air dengan Metode STORET adalah sebagai berikut:

1. Siapkan data kualitas air hasil pengukuran minimal 3 data (terdiri dari beberapa parameter kualitas air) yang mewakili musim kemarau, hujan, dan peralihan.
2. Ambil nilai minimum, maksimum, dan rata-rata untuk setiap parameter.
3. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan peruntukan air
4. Tentukan nilai/skor untuk penentuan status mutu air dengan kriteria sebagai berikut:

- a) Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu), maka diberi skor 0
 - b) Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor.
 - c) Jika parameter kualitas air yang ada pada baku mutu tidak tersedia datanya atau tidak diukur, maka dianggap melebihi baku mutu dan diberi skor seperti tercantum.
 - d) Hitung jumlah nilai/skor dari seluruh parameter.
5. Tentukan status mutu air berdasarkan jumlah nilai/skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai seperti yang disebutkan pada ketentuan umum.

Tabel 3 Sistem nilai menentukan klasifikasi mutu air dengan metode STORET

Kelas	Kategori Kelas	Skor	Kategori
A	Baik Sekali	0	Memenuhi Baku Mutu
B	Baik	-1 s/d -10	Cemar Ringan
C	Sedang	-10 s/d -30	Cemar Sedang
D	Buruk	> -31	Cemar Berat

2.6 Penyusunan Program Pengelolaan Kawasan Sungai

Setelah dilakukan kajian secara teknis, dan diketahui bagaimana karakteristik aliran dan kualitas air pada sungai tersebut, kemudian ditentukan langkah – langkah pengelolaan kawasan sungai yang berkelanjutan dengan sasaran mewujudkan tujuan SDGs.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Hidrologi

Sebagai input analisis hidrologi berikut adalah rekapitulasi data curah hujan maksimal 10 tahun terakhir dari stasiun BMKG Kota Bandung yang digunakan. Dari data hujan curah hujan maksimum tersebut kemudian dijadikan input untuk perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Didapatkan hasil seperti Tabel 4.

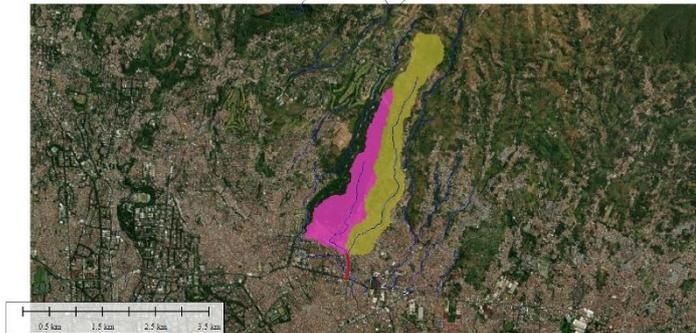
Tabel 4 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencan 4 Metode

T Kala-Ulang	Karakteristik Curah Hujan (mm) Menurut Probabilitasnya							
	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
	X_T	K_T	X_T	K_T	X_T	K_T	X_T	K_T
1.1	63.346	-1.282	63.496	-1.266	65.077	-1.100	63.149	-1.324
2.	75.590	0.000	75.027	-0.059	74.020	-0.164	75.893	0.088
5.	83.631	0.842	83.717	0.851	82.464	0.719	83.870	0.856
10.	87.834	1.282	88.652	1.367	88.054	1.305	87.833	1.210
20.	91.305	1.645	92.947	1.817	93.417	1.866	90.976	1.480
50.	95.212	2.054	98.030	2.349	100.358	2.592	94.357	1.760
100.	97.817	2.326	101.572	2.719	105.559	3.137	96.511	1.934
1,000.	105.115	3.090	112.195	3.831	122.746	4.936	102.089	2.365

Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian untuk masing–masing hasil analisis 4 distribusi tersebut untuk menentukan distribusi mana yang dipakai sebagai input perhitungan debit banjir rencana. Dari hasil uji kesesuaian didapatkan: 1) Menurut Uji Chi-Kuadrat, Distribusi yang terbaik adalah LOG-NORMAL; 2) Dengan nilai

Chi-Kritik = 5.991; 3) nilai Chi-Kuadrat adalah 1.000; 4) Uji Smirnov-Kolmogorov menggunakan nilai delta kritik 0.410; 5) Menurut Uji Smirnov-Kolmogorov, distribusi yang terbaik adalah LOG-PEARSON III; 6) Dengan nilai delta maksimum adalah 0.136.

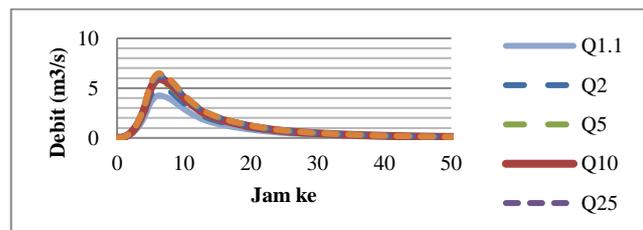
Dari 2 uji kesesuaian tersebut didapat 2 metode yang dapat diambil untuk nilai curah hujan rencana. Dalam penelitian ini digunakan curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III yang digunakan pada perhitungan debit banjir rencana. Langkah berikutnya adalah perhitungan debit banjir rencana.



Gambar 5 DAS Lokasi Penelitian

Untuk mendapatkan banjir rencana dilakukan perhitungan dengan metode hidrograf satuan sintesis (HSS) Nakayasu. HSS Nakayasu ditentukan oleh beberapa parameter seperti luas DAS, panjang sungai dan koefisien aliran. Dari hasil pengamatan data DEMNAS didapatkan total luas DAS lokasi penelitian sebesar 3.5 km² dengan panjang sungai 6.2 km (<15 km). Gambaran total DAS pada hulu sungai di lokasi penelitian seperti Gambar 5.

Hasil perhitungan dari debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayasu tergambar pada grafik dan tabel dibawah. Debit ini akan digunakan sebagai input pemodelan hidraulik Sungai pada HEC RAS.



Gambar 6 Hidrograf Nakayasu

Dari Gambar 6 kemudian diambil masing–masing nilai debit puncak yang akan dijadikan sebagai input pemodelan hidraulik Sungai pada perangkat lunak HEC RAS disajikan pada Tabel 5

Tabel 5 Debit Puncak

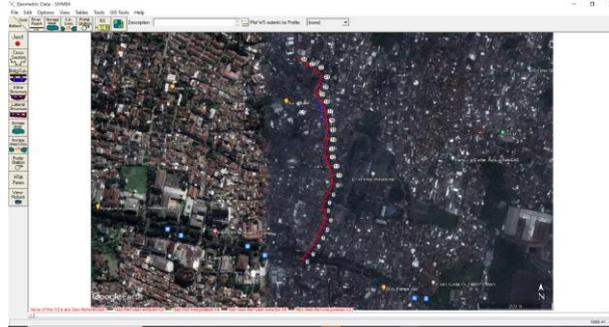
Periode Ulang	Q Model (m ³ /s)
1.1	4.2
2	5.1
5	5.6
10	5.9

25	6.1
50	6.3
100	6.4

Selanjutnya debit maksimal untuk tiap kala ulang tersebut menjadi input pada kondisi batas di hulu pada pemodelan hidraulik sungai.

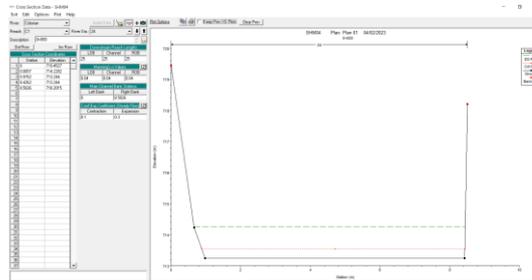
3.2 Pemodelan Hidraulik Sungai

Setelah mendapatkan debit banjir rencana, kemudian dilakukan pemodelan hidraulik sungai dengan bantuan *software* HEC RAS.



Gambar 7 Input geometri (*reach*) sungai pada HEC RAS

Langkah pertama dalam pemodelan adalah input geometri. Geometri yang diinput merupakan hasil dari survei topografi sungai. Input geometri pertama adalah alur sungai (*reach*). Setelah ditentukan alur sungai kemudian diinput potongan melintang sungai pada menu *cross section*.



Gambar 8 Input geometri (*cross section*) sungai pada HEC RAS

3.3 Input Boundary Condition

Selanjutnya adalah input kondisi batas pemodelan di hulu dan hilir sungai. Pada hulu sungai dimasukan nilai debit banjir rencana (2,5,10,25 dan 50 tahun) untuk tiap periode ulang, sedangkan pada hilir sungai disetting *Normal Depth* dengan nilai 0.005.

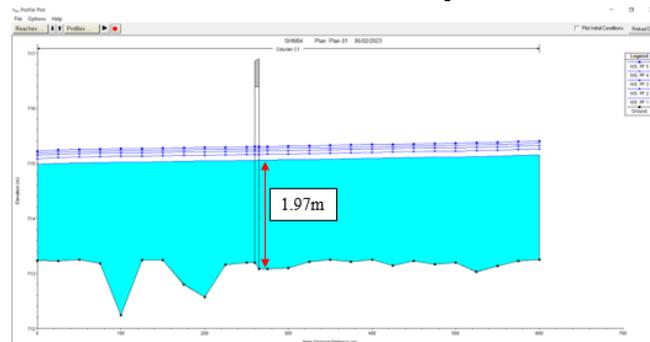
3.4 Pemodelan Eksisting dan Kalibrasi Model

Untuk mendapatkan hasil pemodelan yang mendekati kondisi sebenarnya di lokasi penelitian, maka dilakukan kalibrasi model. Data kalibrasi yang digunakan adalah data pengamatan elevasi muka air sungai dan hasil dari wawancara dengan warga setempat. Dari hasil wawancara dengan warga sekitar, didapat keterangan bahwa elevasi muka air paling tinggi sela 3 tahun terakhir mencapai 2.0 s/d 2.1 meter.



Gambar 9 Pengamatan lapangan untuk kalibrasi model

Dari hasil pemodelan eksisting didapat bawah tinggi muka air di lokasi pengamatan muka air pada saat kala ulang 2 tahunan setinggi 1.97 meter. Hasil ini mempunyai selisih 0.03meter dari data pengamatan lapangan. Sehingga model dapat dinyatakan telah mewakili kondisi sebenarnya.



Gambar 10 Hasil pemodelan kondisi eksisting

3.5 Hasil Pemodelan dengan Perencanaan Bangunan

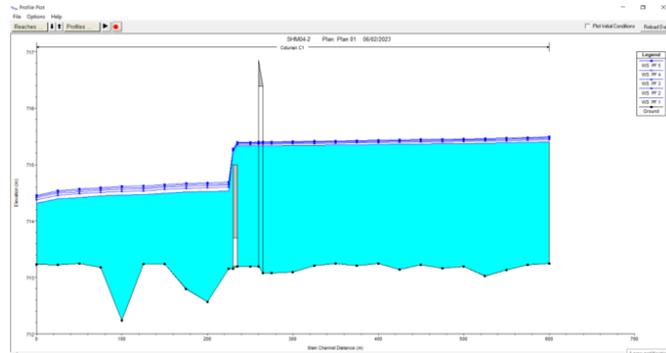
Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk mengkaji potensi energi dan wisata dari sungai, maka didesain sebuah bangunan bendung pada alur sungai dengan tujuan sebagai berikut:

1. Membuat arus sungai di belakang bendung lebih tenang, sehingga kecepatan menurun dan kondisi muka air di belakang bendung akan naik.
2. Bagian bawah bendung akan dimanfaatkan sebagai tempat diletakkannya turbin, sehingga diharapkan air yang melewati bagian bawah bendung dapat memutar turbin tersebut dan menghasilkan energi listrik.

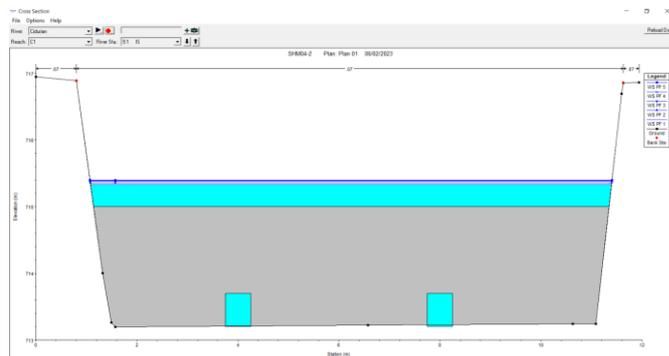
Tinggi bendung 2 meter dengan bukaan bawah sebanyak 2 lubang dengan ukuran 0.5 x 0.5 m. Jenis bendung adalah *Broad Crested Weir*.



Gambar 11 Layout perencanaan bangunan bendung



Gambar 12 Hasil pemodelan arah memanjang dengan perencanaan bangunan bending



Gambar 13 Hasil pemodelan arah melintang (lokasi bendung) dengan perencanaan bangunan bendung

Pada kondisi ini aliran air di belakang bendung mengalami kenaikan muka air sebesar 27 cm dari kondisi eksisting. Kenaikan muka air di lokasi jembatan dinilai masih aman, dikarenakan *clearance* jembatan masih sekitar 1 meter. Sedangkan untuk kecepatan aliran tidak mengalami perubahan signifikan dengan rata – rata 0.2 s/d 0.3 m/s.

3.6 Potensi Energi Listrik

Dari hasil perhitungan didapat debit aliran (Q) pada saluran tertutup di bagian bawah bendung sebesar 0.2 m³/s dengan kecepatan aliran sebesar 0.8 m/s. Dengan kondisi demikian dapat dihasilkan 19.62-Watt untuk satu bukaan bendung/turbin. Untuk mendapatkan energi listrik yang lebih besar maka perlu dioptimalkan beberapa parameter diantaranya:

1. Dimensi bukaan bendung.
2. Kemiringan saluran tertutup.
3. Panjang saluran tertutup.

3.7 Analisis Kualitas Air

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa kondisi air pada lokasi studi masih memenuhi baku mutu air kelas II.

Tabel 6 Hasil Analisis Status Mutu Air

No	Parameter	Satuan	Hasil Lab	Baku Mutu Kelas II	Nilai	Status Mutu Air	
A FISIKA							
1	Temperatur	C	25.9	Deviasi 3	0	Memenuhi Baku Mutu	
2	TDS	mg/L	189	1000	0		
B KIMIA							
1	PH	-	7.03	6-9	0		
2	Besi	mg/L	0.612	-	0		
3	Flourida	mg/L	0.358	1.5	0		
4	Nitrat NO3	mg/L	0.855	10	0		
5	MBAS	mg/L	<0.01	200	0		
C FISIKA							
1	Mangan	mg/L	0.207	-	0		
2	Nitrit NO2	mg/L	0.423	0.06	0		
3	Sianida	mg/L	<0.001	0.02	0		
4	Sulfat	mg/L	15.7	-	0		
5	Klorida	mg/L	22.7	-	0		

3.8 Penyusunan Program Pengelolaan Kawasan Sungai

Untuk menjaga kelestarian dan kebermanfaatan sungai, maka perlu digagas sebuah program yang berkelanjutan dalam upaya memanfaatkan potensi dari sungai, baik itu sebagai sumber air, sumber energi listrik maupun kawasan rekreasi (Muhammad Fardh'lu Rizky, Dadang Mashur, 2022) (Setiawan, 2019) . Dalam penelitian ini dicanangkan suatu program Bernama SUHIRMAN (Sungai Bersih Mengalir dan Bermanfaat). SUHIRMAN adalah sebuah Gerakan yang mengajak masyarakat untuk bisa melestarikan dan memanfaatkan sungai dan kawasannya menjadi sesuatu hal yang dapat meningkatkan kepedulian terhadap lingkungannya dan mendapatkan keuntungan secara ekonomis.

Adapun fokus dari program SUHIRMAN diantaranya:

1. Pemilahan sampah anorganik dan organik.
2. Revitalisasi kawasan sungai.
3. Pemanfaatan arus sungai sebagai sumber energi terbarukan.



Gambar 14 Konsep Revitalisasi Kawasan Sungai Cidurian (Depan Universitas Widyatama)

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Hasil pemodelan pada kondisi eksisting bahwa tinggi muka air di lokasi pengamatan muka air (jembatan) pada kala ulang 2 tahunan setinggi 1.97meter dengan debit 5.1 m³/s. Untuk memanfaatkan potensi energi pada Sungai maka perlu direncanakan pembangkit listrik tenaga arus air yang ditempatkan pada lokasi

sekitar jembatan akses masuk kampus Universitas Widyatama. Sebagai bangunan pendukung pembangkit tersebut perlu dibuat bendung tetap dengan bukaan tetap pada bagian bawah (0.5m x 0.5m) sepanjang 5 meter akan menyebabkan air di belakang bendung mengalami kenaikan muka air sebesar 27 cm dari kondisi eksisting. Kenaikan muka air di lokasi jembatan dinilai masih aman, dikarenakan *clearance* jembatan masih sekitar 1 meter. Kecepatan aliran tidak mengalami perubahan signifikan rata-rata 0.2 s/d 0.3 m/s. Potensi arus dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif dari hasil didapat debit aliran (Q) pada saluran tertutup di bagian bawah bendung sebesar 0.2 m³/s dengan kecepatan aliran 0.8 m/s. Dari kondisi tersebut dapat dihasilkan 19.62-Watt untuk satu bukaan bendung/turbin, sehingga potensi total energi listrik yang dapat dihasilkan adalah 39.24-Watt. Potensi wisata, bisa dibuat wisata air dengan konsep perahu wisata dan rekreasi air. Sebelumnya perlu diketahui terlebih dulu bahwa air pada Sungai tersebut masih layak untuk dijadikan lokasi wisata. Dan dari hasil sampling dan analisis kualitas air dengan metode STORET diketahui bahwa air sungai masih memenuhi baku mutu air Kelas II yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa lokasi Sungai tersebut layak dijadikan lokasi wisata/rekreasi air. Sementara itu untuk menjaga kelestarian dan kebermanfaatan sungai, maka digagas program SUHIRMAN (Sungai Bersih Mengalir Dan Bermanfaat) yang fokus pada 3 hal yaitu pemilahan sampah anorganik dan organik, revitalisasi kawasan sungai dan pemanfaatan arus sungai sebagai sumber energi terbarukan.

4.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya diantaranya diperlukan pengamatan data muka air sungai yang lebih panjang untuk data kalibrasi model. Dibutuhkan pengambilan sampel uji kualitas air pada beberapa titik dan di 3 waktu (pagi, siang dan sore) serta di 2 musim berbeda (hujan dan kemarau) untuk menggambarkan lebih detail terkait kualitas air pada lokasi penelitian. Perlu adanya optimasi desain bendung dan bukaan bawahnya serta jenis turbin yang dipakai untuk mendapatkan daya listrik yang dibutuhkan. Perlu adanya survei konsumsi dan kebutuhan daya listrik di sekitar lokasi penelitian.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada LPPM Universitas Widyatama yang telah mendukung dalam mensukseskan penelitian ini. Kepada para Dosen dan Mahasiswa yang telah bahu membahu dalam menyelesaikan semua hal dari awal sampai dengan akhir penelitian.

Daftar Kepustakaan

Aristawidya, M. *Et Al.* (2020) 'Status Pencemaran Situ Gunung Putri Di Kabupaten Bogor Berdasarkan Metode STORET Dan Indeks Pencemaran', *Limnotek : Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 27(1). Available At: <https://doi.org/10.14203/Limnotek.V27i1.311>.

- Antonio, A. and Das, B. G. (2021) 'Analisis spasial sebaran bangunan pada sempadan sungai cidurian kota bandung', *Prosiding FTSP Series 2*, pp. 307–312.
- Aprizal, A. and Meris, A. (2020) 'Aplikasi Hec-Ras Dalam Pengendalian Banjir Sungai Way Kandis - Lampung Selatan', *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(1), pp. 1–9. doi: 10.21063/jts.2019.v701.01.
- Dewi, R. (2020) 'Analisis Potensi Daya Listrik Aliran Sungai Cibuni', *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), Pp. 25–29. Available At: <https://doi.org/10.30591/Polektro.V9i2.1989>.
- Djamaluddin, I. (2020) 'Pengelolaan Drainase Kota Sebagai Upaya Mitigasi Banjir Kota Makassar', *JURNAL TEPAT: Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, 3(2), pp. 98–112. doi: 10.25042/jurnal_tepat.v3i2.145.
- HEC RAS (2016) 'HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual', *Hydrologic Engineering Center*, (February), p. 547.
- Hz, M. *Et Al.* (2018) 'Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Dua Aliran Sungai Di Kecamatan Tembilahan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau)', *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(2), P. 84. Available At: <https://doi.org/10.31258/Dli.5.2.P.84-96>.
- Imansyah, M. F. (2012). Studi Umum Permasalahan dan Solusi DAS Citarum serta Analisis Kebijakan Pemerintah. *Jurnal Sositoknologi*, April, 18–33. <https://doi.org/https://journals.itb.ac.id/index.php/sostek/article/view/1086>
- Kementerian Pekerjaan Umum (2011) 'Prosedur dan Instruksi Kerja Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indeks Pencemaran', *Direktorat Jendral Sumber Daya Air*, (20), p. 3.
- Laula, B. and Irianto, D. (2014) 'Analisis Penanggulangan Banjir Pada Sistem Drainase Di Jalan Semarang Kecamatan Bubutan Kota Surabaya-Jawa Timur Analysis of Flood Management in Drainage System At Jalan Semarang District Bubutan City of Surabaya-East Java', *Rekayasa Teknik Sipil*, 3, pp. 12–19.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) 'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor R: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik', *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*, pp. 1–13.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2017) 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum', *Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia*, pp. 1–20.
- Muhammad Fardh'lu Rizky, Dadang Mashur (2022) 'Penerapan Sustainable Development Goals Desa Di Desa Perkebunan Sungai Parit Kecamatan Sungai Lala Kabupaten Indragiri Hulu'. Available At: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7049684>.
- Nuryono, B. et al. (2019) 'Kajian Penanganan Banjir Secara Struktural Sungai Cipamokolan Kota Bandung', *Isu Teknologi STT Mandala*, 14(2), pp. 9–18. Available At: <http://dx.doi.org/10.31604/jpm.v6i3.1155-1164>.

- Peraturan Pemerintah (2001) ‘Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001’, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia*, (1), pp. 1–5. doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.03.021.
- Purwanto (Ed.) (2017) *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sebuah Pilihan: Belajar Dari Koperasi Mekar Sari, Subang*. Cetakan Pertama. Menteng, Jakarta: LIPI Press.
- Rochmat, M., Tahadjuddin, T. and ... (2019) ‘Usulan Penanganan Banjir Cileuncang Di Jalan Arief Rahman Hakim Kota Sukabumi’, *Santika: Jurnal Ilmiah*.doi:<http://jurnal.ummi.ac.id/index.php/santika/article/download/556/256>.
- Setiawan, A. (2019) ‘Problematika Ketersediaan Air Baku Dalam Upaya Pencapaian Target Sustainable Development Goals Di Indonesia: Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Batanghari Wilayah Sumatera Barat’.
- Subianto, S., Yani, R.A. And Marbun, A.H. (2021) ‘Pemanfaatan Potensi Aliran Air Sungai Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro’, *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), Pp. 34–41. Available At: <https://doi.org/10.36546/Jte.V10i2.420>.
- Sudipa, N. *et al.* (2020) ‘Status Kualitas Air Di Kawasan Pariwisata Nusa Penida’, *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 14(2), p. 181. doi: 10.24843/ejes.2020.v14.i02.p08.
- Sutriati, A. (2011) ‘Penilaian Kualitas Air Sungai Dan Potensi Pemanfaatannya Studi Kasus : S. Cimanuk’, 7(1).
- Tallar, R. Y. and Sunaris, M. L. (2019) ‘Kajian Nilai Estetika Dan Kualitas Air Dalam Konteks Ekowisata Perairan Berkelanjutan’, *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), pp. 114–121. doi: 10.28932/jts.v15i2.1962.
- Universitas Bandar Lampung *Et Al.* (2020) ‘Aplikasi Hec-Ras Dalam Pengendalian Banjir Sungai Way Kandis - Lampung Selatan’, *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(1), Pp. 1–9. Available At: <https://doi.org/10.21063/JTS.2019.V701.01>.
- Wigati, R., Maddeppungeng, A. and Pratiwi, B. D. (2017) ‘Kajian Alternatif Penanggulangan Banjir (Studi Kasus DAS Ciujung Bagian Hulu, Banten)’, *Konstruksia*, 8(2), p. 11. DOI: <https://doi.org/10.24853/jk.8.2.9-22>
- Wijayanto, M.R. And Helda, N. (2022) ‘Aplikasi Program HEC-RAS 5.0.7 Untuk Pemodelan Banjir Di Sub-Sub DAS Martapura Kabupaten Banjar’, *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4). Available At: <https://doi.org/10.32672/Jse.V7i4.4799>.