

KAJIAN NILAI *CURVE NUMBER* PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI MANIKIN DI KABUPATEN KUPANG

Denik Sri Krisnayanti^{1*}, Davianto F. Welkis², Tri M.W. Sir¹,
Wilhelmus Bunganaen¹, dan Alvine C. Damayanti⁴

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Kupang

²Magister Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang

³Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang

*denik.krisnayanti@staf.undana.ac.id

Pemasukan: 9 April 2021 Perbaikan: 4 Mei 2021 Diterima: 19 Mei 2021

Intisari

Daerah Aliran Sungai Manikin terletak di Kabupaten Kupang dengan luasan DAS 45,63 km² dan panjang sungai utama 8,62 km. Pada musim kemarau, sungai utama hampir tidak ada memiliki baseflow dan aliran permukaan muncul pada musim penghujan. Metode prediksi yang handal untuk menghitung jumlah dan laju limpasan yang berasal dari permukaan tanah dan bergerak menuju sungai di suatu DAS yang tidak dilengkapi alat ukur adalah suatu pekerjaan sulit dan memerlukan waktu yang banyak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menunjukkan bahwa metode Curve Number dapat merepresentasikan hubungan curah hujan – limpasan di DAS Manikin. Data yang digunakan ialah data curah hujan diambil dari pos stasiun hujan Baun dan Oeletsala tahun 1977-2018. Untuk data debit observasi diambil dari pos duga air yang terletak di desa Tarus. Analisis curah hujan digunakan metode Distribusi Normal, Log Normal, Log Person Tipe III, Gumbel dan *Generalized Extreme Value* (GEV). Analisis *Curve Number* dilakukan dengan menggunakan peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, dan topografi Manikin perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian yang diperoleh adalah nilai *curve number* berada pada masing-masing sub DAS berada pada kisaran 74,76 - 77,24. Nilai CN komposit pada DAS Manikin diperoleh pada angka 75,76 yang artinya limpasan yang terjadi saat curah hujan turun baik karena daerah DAS Manikin bisa menjadi waduk tampungan air dengan kondisi litologi batuan yang didominasi lempung bersisik. Untuk debit banjir rancangan HSS SCS CN dengan menggunakan nilai CN didapat $Q_2 = 89,80 \text{ m}^3/\text{detik}$ hingga $Q_{1000} = 545,00 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Kata Kunci : litologi batuan, lempung bersisik, hujan limpasan

Latar Belakang

Propinsi Nusa Tenggara Timur termasuk daerah kering dimana musim basah (hujan) hanya terjadi 4-5 bulan dan selebihnya merupakan musim kering (kemarau). Musim basah yang relatif pendek dengan topografi pegunungan dan vegetasi yang jarang, mengakibatkan curah hujan yang kecil (rata-rata 1.250-1.450 mm/th) melimpah sebagai air permukaan dan mengumpul di sungai-sungai sebagai banjir dan selanjutnya terbuang ke laut.

Intensitas hujan yang relatif kecil pada musim basah, mengakibatkan produksi tanaman pangan (padi/palawija) tidak dapat maksimal, bahkan mengakibatkan gagal panen. Dengan fenomena di atas pengembangan waduk merupakan salah satu alternatif untuk mengoptimalkan sumber daya air (hujan) yang terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut di atas, rekayasa teknis dengan membuat sarana penyimpanan air seperti embung dan bendungan sangat diperlukan, salah satunya adalah pembangunan Bendungan Tefmo/Manikin.

Pembangunan Bendungan Tefmo/ Manikin yang telah dilakukan terletak pada Sungai Manikin yang diantara Desa Kuaklalo dan Desa Bokong Kecamatan Taebenu, secara topografis terletak pada koordinat $10^{\circ}13'18.02''$ LS dan $123^{\circ}43'09.79''$ BT.

Metode ini berpatokan pada nilai *Curve Number* (CN) yang merupakan nilai index untuk menentukan besarnya curah hujan yang menjadi aliran dan masuk pada sistem jaringan sungai. Penentuan CN memerlukan ketersediaan peta *Hydrologic Soil Group* (HSG) yang pada kenyataannya harus dibuat melalui peta lain yang mengandung parameter yang dibutuhkan oleh HSG. Transformasi peta yang satu ke peta yang lain memerlukan criteria yang mendasari kedua jenis peta tersebut, setelah itu perlu pengujian validasinya melalui tahap kalibrasi menggunakan Model Hubungan Hujan-Limpasan seperti HEC HMS (Adidarma, 2013).

Penelitian tentang nilai *curve number* sudah banyak dilakukan di DAS-DAS yang ada di Indonesia seperti DAS Ciliwung Hulu (Tikno dkk., 2012); DAS Garang Semarang (Sarminingsih dkk., 2019); DAS Temef di Nusa Tenggara Timur (Welkis dkk., 2020); dan DAS Benanain (Krisnayanti dkk; 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *curve number* di DAS Manikin.

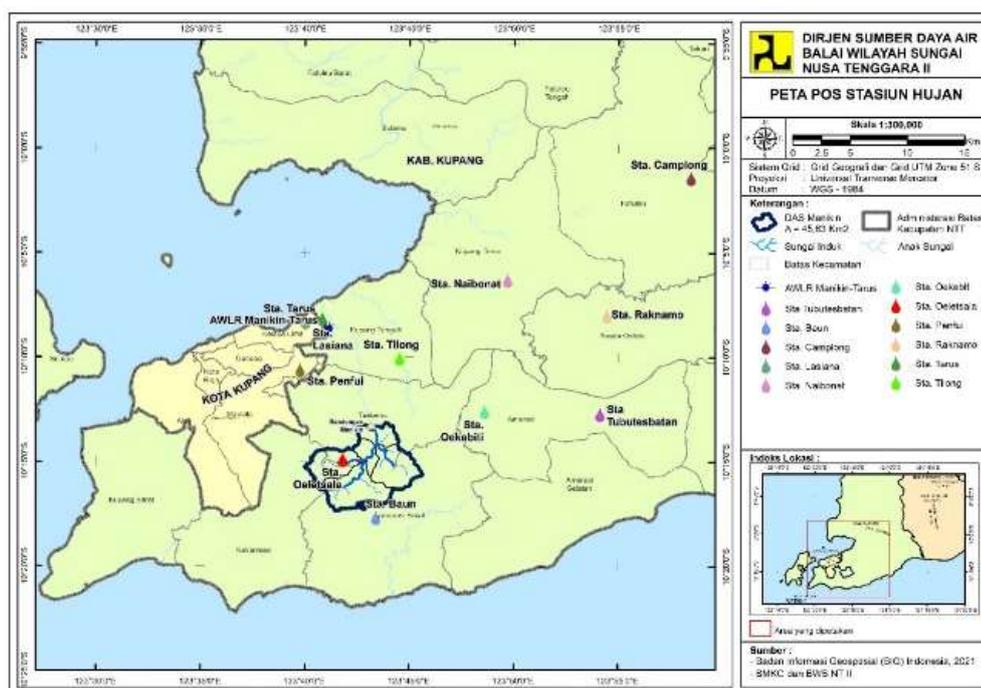
Metodologi Studi

Lokasi penelitian ini adalah pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin yang terletak di Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sungai utama yang dilaluinya adalah sungai Manikin. Letak geografisnya berada pada garis lintang $10^{\circ}08'38''$ LS dan garis bujur $123^{\circ}41'10''$ BT (Gambar 1).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Peta Topografi (*Digital Elevation Model*) skala 1:25.000 diperoleh dari *Global Mapper* yang meliputi DAS Manikin.
- 2) Peta Tata Guna Lahan Tahun 2011 yang diperoleh dari *Website* Dinas Kehutanan
- 3) Peta Hidrogeologi Pulau Timor (Badan Lingkungan Geologi).
- 4) Peta Pembagian Zona Wilayah UTM yang diperoleh dari Bakosurtanal
- 5) Data hujan dari Pos Hujan Baun dan Oelatsala di Kabupaten Kupang dengan panjang data 42 tahun (1977-2018)

Metode SCS dikembangkan dari hasil pengamatan curah hujan selama bertahun-tahun dan melibatkan banyak daerah-daerah pertanian di Amerika Serikat. Metode ini berusaha mengkaitkan karakteristik DAS seperti tanah, vegetasi, dan tata guna lahan dengan bilangan kurva air larian CN (*runoff curve number*) yang menunjukkan potensi aliran untuk curah hujan tertentu.



Gambar 1. Lokasi DAS Manikin di Kabupaten Kupang

Metode CN didasarkan atas hubungan infiltrasi pada setiap jenis tanah dengan jumlah curah hujan yang jatuh pada setiap kali terjadinya hujan. Total curah hujan yang jatuh (P) diatas tanah dengan potensi maksimal tanah untuk menahan (*retention*) air (S) tertentu, akan terbagi menjadi tiga komponen; Air larian (Q), Infiltrasi (F) dan Abstraksi awal (*Initial Abstraction* : Ia), dengan hubungan (Chow, 1988:148)

$$Q = \frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia+S)} \tag{1}$$

Dengan:

- Q = Volume Limpasan permukaan (mm)
- Ia = Abstraksi awal (*Initial Abstraction*)
- P = hujan harian (mm)
- S =Volume dari total simpanan permukaan (*retention parameter*) (mm)

Dalam menentukan kedalaman dari curah hujan berlebih (*depth excess rainfall*) atau limpasan permukaan dapat ditunjukkan dalam persamaan diatas dimana korelasi nilai Ia dengan S adalah (Chow, 1988:148)

$$Ia = 0,2 S \tag{2}$$

Dalam memudahkan perhitungan kelembaban awal (*antecedent moisture condition*), tata guna lahan dan konservasi tanah, US SCS menentukan besarnya nilai S sebagai berikut:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \tag{3}$$

CN = bilangan kurva air larian dengan nilai bervariasi dari 0 sampai 100.

Tabel 1. Nilai CN berdasarkan Tataguna Lahan

No	TUTUPAN LAHAN	A	B	C	D
1	Airport	79	86	90	92
2	Belukar Rawa	100	100	100	100
3	Hutan Lahan Kering Primer	25	55	70	77
4	Hutan Lahan Kering Sekunder	25	55	70	77
5	Hutan Mangrove Primer	100	100	100	100
6	Hutan Mangrove Sekunder	100	100	100	100
7	Hutan Rawa Primer	100	100	100	100
8	Hutan Rawa Sekunder	100	100	100	100
9	Hutan Tanaman Keras	25	55	70	77
10	Pemukiman	79	86	90	92
11	Perkebunan	62	71	78	81
12	Pertambangan	62	71	78	81
13	Pertanian Lahan Kering	51	67	76	80
14	Pertanian Lahan Kering dan Semak	51	67	76	80
15	Rawa	100	100	100	100
16	Savana	30	58	71	78
17	Sawah	59	70	78	81
18	Semak Belukar	29	57	70	77
19	Tambak	59	70	78	81
20	Tanah Terbuka	30	58	71	78
21	Transmigrasi	59	74	82	86
22	Tubuh Air	100	100	100	100

Soil Conservation Service (SCS) telah mengembangkan sistem klasifikasi tanah berdasarkan sifat tanah dan dikelompokkan menjadi empat kelompok hidrologi *Hydrologic Soil Group* (HSG). Adapun definisi pada setiap kelompok tanah tersebut disesuaikan dengan melihat kesamaan terhadap potensi limpasan permukaan pada kondisi cuaca dan tata guna lahan yang sama, dan dikelompokkan berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi *Hydrologic Soil Group*

Kelompok Tanah	Keterangan	Laju Infiltrasi (mm/jam)
A	Potensial Air Larian paling kecil. Termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi.	8-12
B	Potensial Air Larian kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A. tekstur halus sampai sedang, laju infiltrasi sedang.	4-8
C	Potensi Air Larian Sedang. Tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah.	1-4
D	Potensi Air Larian Tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal, dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi sangat rendah.	0-1

Sumber : Asdak, 2002

Penentuan permeabilitas tanah menggunakan konversi peta hidrogeologis melalui konversi ke HSG, yang ditunjukkan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Pengalihan Peta Hidrogeologi ke HSG untuk Muka Air Tanah Dalam (bukan warna biru muda), lebih dari 100 cm

Permeabilitas				
Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah
A				
	B			
		C		
			D	

Sumber: Adidarma, 2013

Tabel 4. Pengalihan Peta Hidrogeologi ke HSG untuk Muka Air Tanah Dangkal (bukan warna biru), kurang dari 100 cm

Permeabilitas				
sangat tinggi	tinggi	sedang	rendah	sangat rendah
A				
	B			
		C		
				D

Sumber: Adidarma, 2013

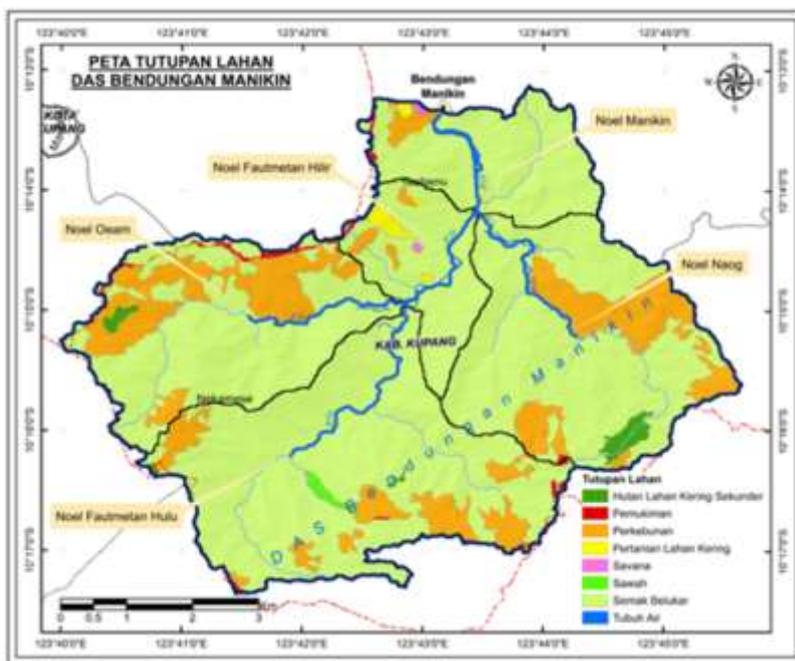
Hasil Studi dan Pembahasan

Berdasarkan hasil digitasi menggunakan ArcGis 10.5 didapatkan luas DAS Manikin sebesar 45,63 km² dan dibagi menjadi 3 Sub-DAS. Teknik penentuan CN menjadi substansi utama studi ini yang membutuhkan pengujian melalui tahap kalibrasi, oleh karena itu hidrograf pengamatan menjadi sangat penting.

Untuk peta tutupan lahan yang ada pada DAS Manikin bisa dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 2.

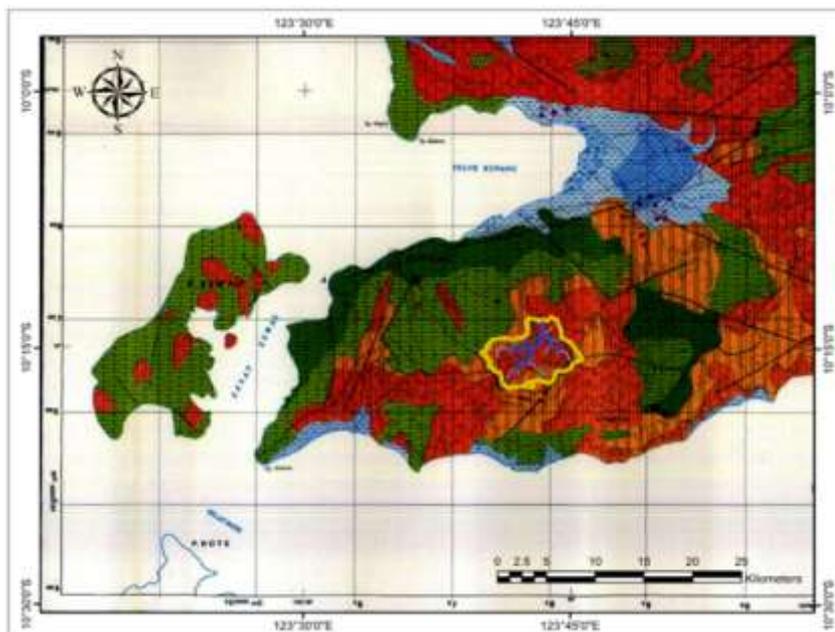
Tabel 5. Tutupan Lahan pada DAS Manikin

No	Tutupan Lahan	Simbologi	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Hutan Lahan Kering Sekunder		0.41	0.89
2	Pemukiman		0.29	0.64
3	Perkebunan		7.42	16.27
4	Pertanian Lahan Kering		0.29	0.63
5	Savana		0.05	0.11
6	Sawah		0.13	0.27
7	Semak Belukar		36.79	80.64
8	Tubuh Air		0.24	0.54
	Total		45.63	100.00

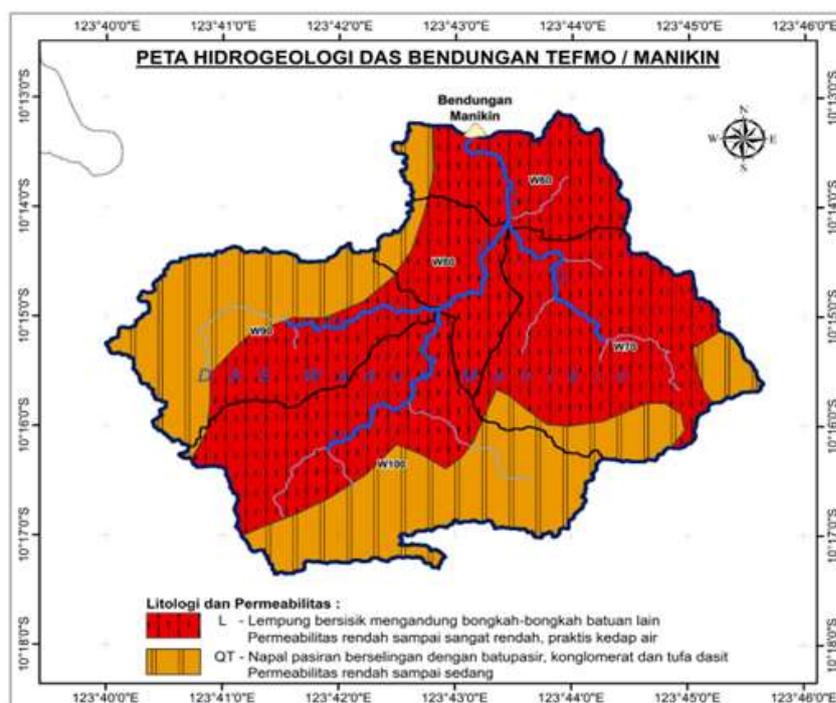


Gambar 2. Peta Tutupan Lahan DAS Manikin

Hasil digitasi dapat diketahui bahwa DAS Manikin didominasi oleh semak belukar seluas 36,79 km² dengan nilai CN berdasarkan Tataguna lahan pada Tabel 1, A=29, B=57, C=70, dan D=77. Untuk peta hidrogeologi pada DAS Manikin ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Hidrogeologi di Pulau Timor



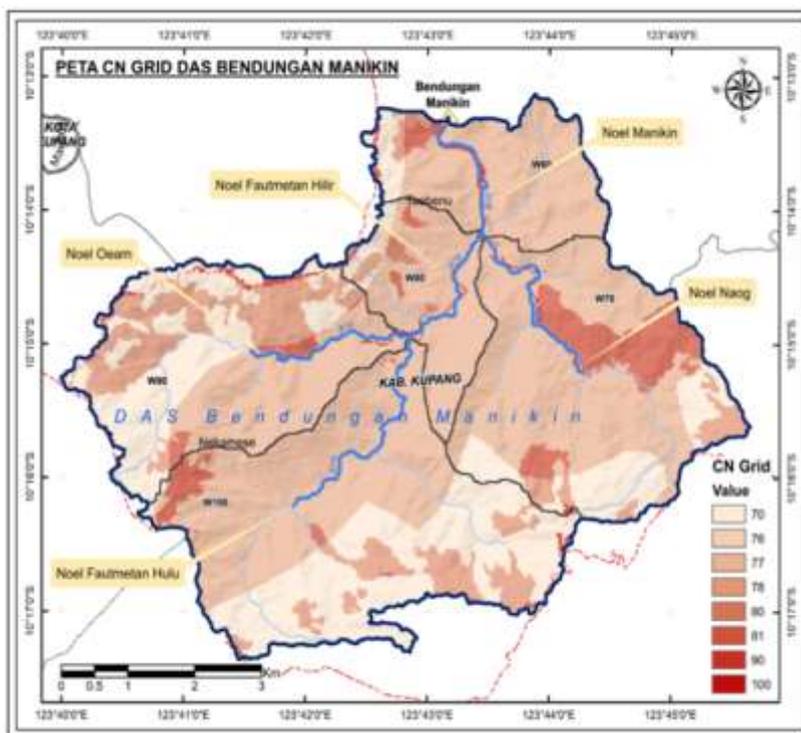
Gambar 4. Peta Hidrogeologi DAS Manikin

Pada Gambar 4 terlihat bahwa DAS Manikin didominasi lempung bersisik mengandung bongkah-bongkah batuan lain sebesar 62,94%, yang artinya saat hujan turun maka peluang air menjadi limpasan lebih besar. Hal ini dikarenakan permeabilitas atau kelulusan dari kondisi tanah tersebut rendah sampai sangat rendah.

Selanjutnya untuk mengetahui kondisi HSG dan tutupan lahan pada DAS Manikin bisa dilihat pada Tabel 6. Untuk nilai *Curve Number* (CN) yang didapatkan dari penggabungan peta hidrogeologi dan tutupan lahan yang sudah ditabulasikan dalam bentuk nilai CN seperti pada Tabel 7.

Tabel 6. Kombinasi HSG Tutupan Lahan pada DAS Manikin

No	Tutupan Lahan	Kombinasi HSG dan Tutupan Lahan				Luas (Km ²)	%
		A	B	C	D		
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	25	55	70	77	0.41	0.89
2	Pemukiman	79	86	90	92	0.29	0.64
3	Perkebunan	62	71	78	81	7.42	16.27
4	Pertanian Lahan Kering	51	67	76	80	0.29	0.63
5	Savana	30	58	71	78	0.05	0.11
6	Sawah	59	70	78	81	0.13	0.27
7	Semak Belukar	29	57	70	77	36.79	80.64
8	Tubuh Air	100	100	100	100	0.24	0.54
Total						45.63	100.00



Gambar 5. Nilai *Curve Number* di DAS Manikin

Nilai *Curve Number* pada DAS Manikin diperoleh pada angka 75,76 yang artinya limpasan yang terjadi saat curah hujan turun baik karena daerah DAS Manikin bisa menjadi waduk tampungan air dengan kondisi litologi batuan yang didominasi lempung bersisik.

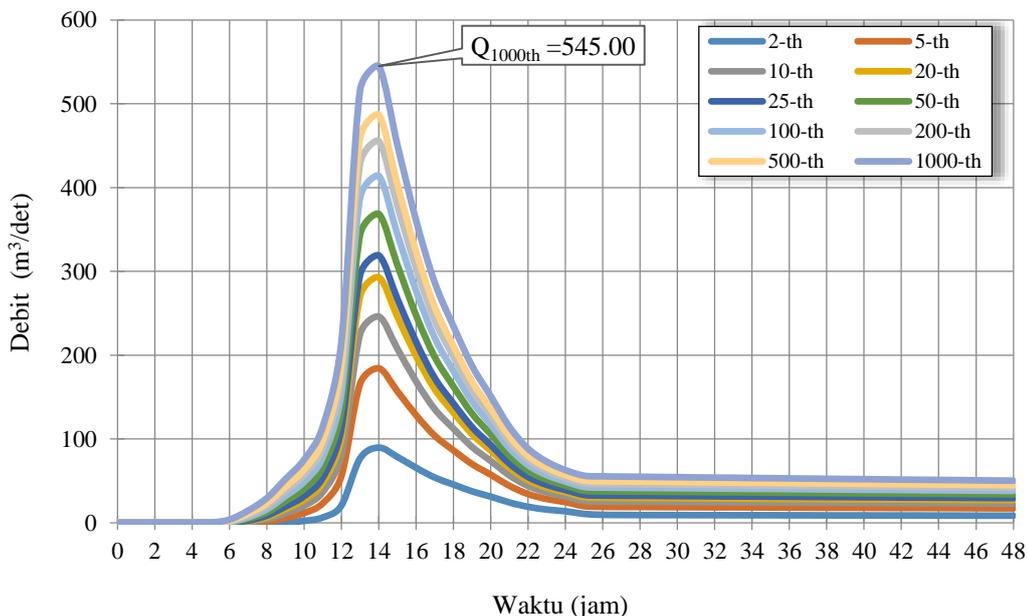
Untuk detil nilai CN pada masing-masing sub DAS di DAS Manikin bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Curve Number* (CN) pada DAS Manikin

No	Nama Sub DAS	CN	S	
			<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	Sub DAS Noel Manikin (W60)	77.17	75.16	15.03
2	Sub DAS Noel Naog (W70)	76.64	77.41	15.48
3	Sub DAS Noel Fautmetan Hilir (W80)	77.24	74.86	14.97
4	Sub DAS Noel Oeam (W90)	74.93	84.99	17.00
5	Sub DAS Noel Fautmetan Hulu (W100)	74.76	85.76	17.15

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai *Curve Number* (CN) pada DAS Manikin berada pada rentang 76 – 77 yang artinya kondisi ini masih bisa melimpaskan air permukaan dalam tampungan waduk.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan HEC HMS didapatkan nilai debit banjir kala ulang pada DAS Manikin seperti Gambar 6.



Gambar 6. Hidrograf Satuan Sintetis SCS CN di DAS Manikin

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa Debit banjir rancangan dengan menggunakan HSS SCS CN didapat $Q_2 = 89,80 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_5 = 184,50 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_{10} = 246,40 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_{20} = 293,00 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_{25} = 319,20 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_{50} = 368,80 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_{100} = 414,10 \text{ m}^3/\text{detik}$; $Q_{500} = 454,80 \text{ m}^3/\text{detik}$; dan $Q_{1000} = 545,00 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Curah hujan rancangan dengan menggunakan Metode Log Pearson III didapat $R_2 = 106,425 \text{ mm}$; $R_5 = 151,285 \text{ mm}$; $R_{10} = 176,093 \text{ mm}$; $R_{20} = 193,236 \text{ mm}$; $R_{25} = 202,423 \text{ mm}$; $R_{50} = 218,989 \text{ mm}$; $R_{100} = 218,989 \text{ mm}$; $R_{500} = 255,258 \text{ mm}$; dan $R_{1000} = 271,594 \text{ mm}$.

DAS Manikin didominasi lempung bersisik mengandung bongkah-bongkah batuan lain sebesar 62,94%, yang artinya saat hujan turun maka peluang air menjadi limpasan lebih besar. Hal ini dikarenakan permeabilitas atau kelulusan dari kondisi tanah tersebut rendah sampai sangat rendah. Nilai *Curve Number* pada DAS Manikin diperoleh pada angka 75,76 yang artinya limpasan yang terjadi saat curah hujan turun baik karena daerah DAS Manikin bisa menjadi waduk tampungan air dengan kondisi litologi batuan yang didominasi lempung bersisik.

Debit banjir rancangan dengan menggunakan HSS SCS CN didapat $Q_2 = 89,80 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $Q_{1000} = 545,00 \text{ m}^3/\text{detik}$, yang artinya DAS Manikin memiliki kemampuan untuk menampung limpasan permukaan untuk dimanfaatkan pada musim kemarau.

Saran

Perlu dilakukan kalibrasi dan kajian terhadap data hujan terbaru guna mendapatkan debit banjir yang mendekati kondisi riil di lapangan terkait perubahan iklim yang cenderung lebih basah.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana dan Balai Wilayah Sungai NT II yang telah membantu secara materiil dan non materiil untuk kebutuhan data.

Daftar Referensi

- Adidarma, W.K., 2013 Teknik Perhitungan Banjir Desain untuk Bendungan dengan Data Terbatas khususnya di Indonesia, *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4(2), pp. 105-116.
- Badan Lingkungan Geologi, 1983. *Hydrogeological Map of Indonesia 1:250.000*. Lembar: Timor.
- Chay, A., 2002. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Chow, V., Maidment, M. & Mays, L., 1988. *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Krisnayanti, D. S., Bunganaen, W., Frans, J. H., Seran, Y. A. & Legono, D., 2021. Curve Number Estimation for Ungauged Watershed in SemiArid Region. *Civil Engineering Journal*, 7(6), pp.1070-1083
- Nasjono, J. K., Utomo, S., & Marawali, U.D.B., 2018. Keandalan Metode *Soil Conservation Services-Curve Number* Untuk Perhitungan Debit Puncak DAS Manikin. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2).
- Sarminingsih, A., Rezagama, A. & Ridwan, 2019. Simulation of Rainfall-runoff process using HEC HMS model for Garang Watershed, Semarang, Indonesia. *IOP Conference Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1217 (2019) 012134. doi:10.1088/1742-6596/1217/1/012134
- Tikno, S., dkk., 2012. Aplikasi Metode Curve Number Untuk Mempresentasikan Hubungan Curah Hujan dan Aliran Permukaan di DAS Ciliwung Hulu – Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(1).
- Triatmodjo. B., 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Ofset, Yogyakarta.
- Welkis, D. Frangky B., Ferry, M., Lobo, I., & Krisnayanti, D. S., 2020. Characteristics of Flood Water Level Based on Hydrologic Soil Group Analysis in Temef Watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/437/1/012005