ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA BERBASIS DATA CURAH HUJAN SATELIT GPM (*GLOBAL PRECIPITATION MEASUREMENT*) DI SUB-DAS MARTAPURA

Noordiah Helda[a], Nilna Amal[b], Humaira Afrila[c],
Muhammad Noralamsyah[d], Erisa[e] dan Dwi Surya Saputri[f]

[abc]Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

[def]Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi: noordiah.helda@ulm.ac.id

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kemuning di Banjarbaru merupakan bagian dari Sub DAS Martapura dengan jumlah penduduk yang padat dan rawan terhadap banjir. Di beberapa tahun terakhir, daerah ini sering sekali mengalami banjir, terutama di musim penghujan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kejadian banjir dengan menggunakan metode Rasional dan pengukuran hidrometri langsung di lapangan pada beberapa titik di ruas Sungai Kemuning. Data curah hujan Satelit GPM (Global Precipitation Measurement) digunakan sebagai pembanding dengan data curah hujan lapangan dari BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) di Trikora untuk periode hujan tahun 2018 sd 2023. Dari analisis hidraulika, didapat debit rata-rata Sungai Kemuning adalah sebesar 1,88 $m^{3/}$d (kondisi normal) dan 75,73 m^3/d (kondisi tampungan sungai jika terisi penuh). Sedangkan dari analisis hidrologi, didapatkan nilai debit banjir rencana dengan kala ulang 1 – 1000 tahun adalah sebesar 15,09 – 111,33 m^3/d (data hujan BMKG) dan 12,13 – 76,52 m^3/d (data hujan GPM). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa data hujan satelit GPM dapat menjadi alternatif dalam memperkirakan debit banjir rencana di sebuah DAS, terutama pada DAS yang sedikit atau tidak memiliki stasiun pengukuran curah hujan lapangan.

Kata kunci: debit banjir, data hujan BMKG, data hujan satelit GPM, DAS Kemuning.

PENDAHULUAN

Kejadian banjir yang sering terjadi di beberapa wilayah Indonesia semakin meningkat kejadiannya, termasuk di provinsi Kalimantan Selatan. Seperti tahun- tahun sebelumnya, kejadian hujan ekstrim pada wilayah ini hampir selalu berakhir dengan banjir yang cukup parah. Hujan yang turun pada tanggal 22 Februari 2023 menyebabkan banjir dengan ketinggian bervariasi sekitar 50 – 200 cm. Intensitas hujan yang tinggi menyebabkan sungai Kemuning meluap (Gambar 1) dan merendam jalan dan banyak rumah warga, sebanyak 1.528 jiwa yang terdampak banjir tersebut di kecamatan Cempaka, Banjarbaru Selatan dan Landasan Ulin (Rahmadi, 2023).

Gambar 1. Kejadian Banjir tanggal 22 Februari 2023 di Sungai Kemuning, Banjarbaru (Sumber: Banjarmasin Post, 2023)

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kemuning di Banjarbaru merupakan bagian dari Sub DAS Martapura dengan jumlah penduduk yang padat dan rawan terhadap banjir. Di beberapa tahun terakhir, daerah ini sering sekali mengalami banjir, terutama di musim penghujan. Pada musim penghujan curah hujan biasanya lebih tinggi sehingga menyebabkan kejadian banjir. Selain itu, kondisi penampang sungai dalam menampung debit banjir juga mempengaruhi hal tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kejadian banjir ditinjau dari besar debit penampang (analisis hidrolika) dan besar debit hujan (analisis hidrologi), yang diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi pemangku kebijakan.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di DAS Kemuning yang terletak di Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Di sepanjang sungai Kemuning terdapat banyak pemukiman warga yang menjadikan daerah ini merupakan Kawasan yang padat di kota Banjarbaru. Sungai Kemuning memiliki panjang 10,41 km dan Luas DAS sebesar 24,08 km^2.

Gambar 2. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dua analisis yaitu analisis hidrolika dan analisis hidrologi. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung ke lapangan (ruas

Sungai Kemuning) dengan menggunakan alat Current Meter (Gambar 3). Data yang diperoleh berupa data kecepatan aliran dan parameter penampang sungai yang akan digunakan pada analisis hidraulika untuk perhitungan debit penampang Sungai. Untuk analisis hidrologi dalam perhitungan debit banjir rencana memerlukan data sekunder curah hujan stasiun BMKG Trikora dan data hujan berbasis satelit GPM (*Global Precipitation Measurement*) untuk periode tahun 2018-2023.

Gambar 3. Pengumpulan Data Primer (03 Agustus 2024)

Dalam penelitian ini data satelit GPM digunakan sebagai pembanding untuk data curah hujan stasiun BMKG Trikora..GPM merupakan salah satu misi gabungan antara NASA, JAXA dan Badan Antariksa Internasional lainnya untuk melakukan pengamatan terhadap curah hujan. GPM menyediakan data penginderaan jauh curah hujan dengan cakupan global. Inilah yang menjadikan data satelit GPM menjadi penting dan banyak digunakan (Sanjaya dkk, 2024) serta memiliki akurasi yang baik (Abiyyu Putra dkk, 2024). Bagi daerah yang masih memiliki stasiun pengamatan hujan yang jarang dan tidak lengkap, maka penggunaan data curah hujan satelit GPM sangat membantu analisis dalam simulasi perkiraan debit banjir.

Analisis Hidraulika

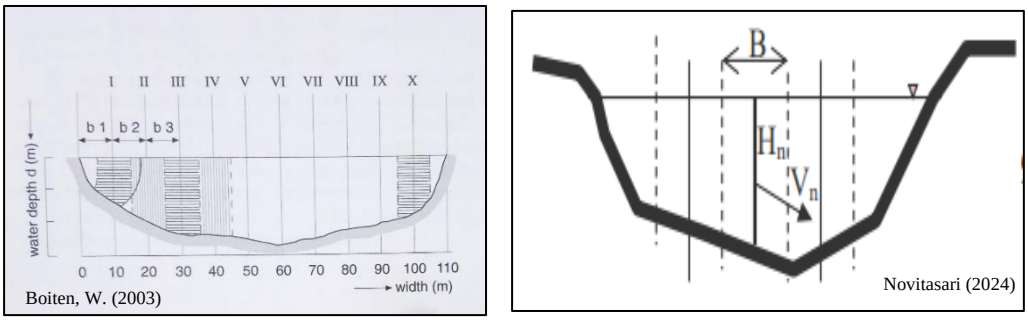
Untuk memudahkan pelaksanaan di lapangan serta analisis selanjutnya, pengukuran ditentukan pada 3 lokasi yang diberi nama HULU, TENGAH dan HILIR. Pada setiap lokasi, dilakukan pengukuran penampang sungai yang meliputi lebar sungai bagian atas dan bagian bawah, tinggi tebing sungai dan kedalaman aliran sungai (Gambar 4).

Selanjutnya, untuk pengukuran kecepatan aliran sungai untuk setiap pias digunakan metode satu atau dua titik yang disesuaikan dengan kedalaman sungai. Pengukuran dimulai dari lokasi Hulu, Tengah dan Hilir secara berkelanjutan mengikuti arah aliran sungai Kemuning yang mengalir dari arah timur ke arah barat. Jika kedalaman mencukupi, maka pengukuran dapat dilakukan dengan metode dua titik, yaitu pada kedalaman 0.2H dan 0.8H. Namun, jika kedalaman aliran rendah, maka dilakukan pengukuran satu titik yaitu pada kedalaman 0.6H.

U

Gambar 4. Lokasi Pengambilan Data Primer

Untuk perhitungan debit banjir berdasarkan kapasitas tampang sungai, digunakan metode *Mid Section*. Metode ini merupakan salah satu dari beberapa metode perhitungan debit total dari suatu tampang lintang sungai atau saluran dimana tampang lintang tersebut dibagi dalam beberapa pias (*panel*) yang disesuaikan dengan lebar sungai. Pengukuran kecapatan aliran didasarkan pada kecepatan aliran pada bagian tengah dari 2 vertikal yang berdekatan seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Mid-Section Method*

Total debit per tampang lintang (Q_p) yang didapat dengan metode *Mid Section* dapat dihitung berdasarkan formula berikut (Boiten, 2003):

$$Q_p = \bar{v}_2 * d_2 * \frac{1}{2}(b_2 + b_3) \quad (1)$$

dengan: $\bar{v}_2$ = kecepatan rata-rata aliran pada vertikal 2
d_2 = kedalaman aliran pada vertikal 2
b_2 = jarak horizontal antara vertikal 1 dan vertikal 2
b_3 = jarak horizontal antara vertikal 2 dan vertikal 3

Atau nilai debit total (Q) dapat disederhanakan sebagai berikut (Novitasari, 2024):

$$Q = \sum H_n * V_n * [B] \quad (2)$$

dengan:
H_n = kedalaman air pada pias ke-n
V_n = kecepatan aliran pada pias ke-n
B = lebar pias

Untuk menghitung debit pada kondisi normal dan kondisi tampang sungai terisi penuh, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan kecepatan aliran (V) yang dididasarkan pada formula Manning (Triatmodjo, 2015) sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

dengan:

n = koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidraulis

S = kemiringan dasar saluran

Sehingga, debit kapasitas Sungai Kemuning (Q) berdasarkan luas tampang sungai (A) dan kecepatan aliran (V) dapat dihitung dengan Persamaan Kontinuitas, yaitu:

$$Q = A * V \quad (4)$$

Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi, data curah hujan memegang peranan penting dalam perhitungan dan perkiraan debit banjir rencana. Pengumpulan data curah hujan meliputi data curah hujan lapangan yang diperoleh dari data BMKG stasiun Trikora di Banjarbaru serta data curah hujan berbasis satelit GPM untuk periode tahun 2018 -2023. Penggunaan data satelit ini diharapkan dapat memberikan alternatif dalam analisis hidrologi terutama perkiraan debit banjir bagi daerah yang tidak atau sedikit memiliki stasiun pencatatan hujan di lapangan.

Pada tahap awal, dilakukan analisis frekuensi untuk menentukan korelasi antara suatu kejadian ekstrem baik untuk kondisi maksimum maupun minimum untuk frekuensi terjadinya hujan berdasarkan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi suatu kejadian (hujan atau debit) memerlukan data *time series* hujan (maupun debit) selama kurun waktu tertentu.

Distribusi probabilitas yang digunakan pada analisis frekuensi meliputi distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson tipe III. Hasil dari analisis frekuensi selanjutnya akan dilakukan pengujian kesesuaian distribusi untuk mengetahui hasil dengan penyimpangan yang paling kecil atau perhitungan distribusi yang terbaik. Metode pengujian yang diguankan adalah metode Chi Kuadrat Smirnov-Kolmogorov. Dari hasil pengujian distribusi probabilitas, hanya distribusi terbaik yang akan digunakan dalam perhitungan intensitas hujan Mononobe dan debit banjir dengan Metode Rasional (Triatmodjo, 2009) sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (5)$$

dengan: I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam

t = lama hujan (jam)

Metode Rasional didasarkan pada formula berikut:

$$Q = 0{,}278\, C * I * A \quad (6)$$

Dengan: Q = debit banjir (m^3/d)
C = koefisien aliran permukaan
I = intensitas hujan (mm/jam)
A = luas DAS (km^2)

Dari analisis hidraulika dan analisis hidrologi akan dapat dilihat perbandingan nilai debit banjir yang terjadi untuk dapat mengevaluasi kejadian banjir dan bagaimana pengaruh tampungan dan kapasitas Sungai Kemuning dalam menerima beban banjir tersebut. Pada akhirnya diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pemangku kebijakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidraulika

Hasil pengukuran kecepatan aliran pada ruas sungai Kemuning dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan lebar sungai, maka setiap pias dibagi sama lebarnya dan dilakukan pengukuran kecepatan aliran.

Tabel 1 Hasil Perhitungan dengan Metode *Mid Section*

Cross Section		Kedalaman, H	Kecepatan, V	Lebar, B	Q *Mid section*	Total Q
Lokasi	Pias	(meter)	(m/d)	(m)	(m3/d)	(m3/d)
HULU	1	0,71	0,15	1,70	0,18	0,62
	2	0,80	0,17	1,70	0,23	
	3	0,76	0,16	1,70	0,20	
TENGAH	1	0,63	0,13	2,80	0,23	0,81
	2	0,53	0,16	2,80	0,24	
	3	0,74	0,16	2,80	0,34	
HILIR	1	0,64	0,10	2,03	0,12	0,38
	2	0,79	0,06	2,03	0,10	
	3	1,00	0,08	2,03	0,16	
Q Rata-rata (*Mid Section Method*)						0,60

Dari Tabel 1 didapatkan nilai kecepatan aliran di bagian hulu yang lebih tinggi dibandingkan bagian tengah maupun hilir. Hasil perhitungan dengan menggunakan Metode *Mid Section* memberikan hasil yang bervariasi, dari 0.38 – 0.81 m^3/d dengan total Q rata-rata adalah 0,6 m^3/d.

Selanjutnya, hasil perhitungan debit ruas Sungai Kemuning berdasarkan persamaan empiris hidraulika.saat kondisi normal (Qnormal) dan saat mencapai maksimum (Qmaksimum) dapat dilihat

pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dikarenakan kondisi tebing dan dasar saluran berupa batuan yang diberi campuran semen, maka nilai koefisien kekasaran Manning digunakan 0.03.

Tabel 2 Perhitungan Debit saat kondisi Normal

No.	Lokasi	B (m)	H (m)	A (m2)	P (m)	I (-)	R (m)	V (m/d)	Q Hidraulika (m3/d)
1	Hulu	5,10	0,71 0,80 0,76	3,22	10,74	0,001	0,30	0,48	1,53
2	Tengah	8,40	0,63 0,53 0,74	4,64	17,12	0,001	0,27	0,45	2,07
3	Hilir	6,09	0,64 0,79 1,00	4,10	12,79	0,001	0,32	0,50	2,04
Q NORMAL									1,88

Tabel 3 Perhitungan Debit saat kondisi Maksimum

No.	Lokasi	B (m)	H (m)	A (m2)	P (m)	I	R (m)	V (m/s)	Q Hidraulika (m3/d)
1	Hulu	9,00	5,60 5,60 5,60	44,24	17,63	0,001	2,51	1,93	85,59
2	Tengah	16,00	2,43 2,43 2,43	24,85	14,48	0,001	1,72	1,51	37,42
3	Hilir	9,27	6,83 6,83 6,83	52,49	20,12	0,001	2,61	1,98	104,17
Q MAKSIMUM									75,73

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat bahwa saat kondisi normal, debit rata-rata ruas Sungai Kemuning bernilai 1,88 m^3/d. Nilai Q meningkat secara signifikan saat terisi penuh mencapai debit rata-rata sebesar 75,73 m^3/d.

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi memegang peranan penting dalam menganalisa kejadian banjir yang diakibatkan oleh hujan yang terjadi. Pada tahap awal, analisis ferkuensi dilakukan untuk menentukan jenis distribusi probabilitas hujan yang terbaik. Setelah dilakukan uji kesesuaikan distribusi menggunakan uji chi kuadrat dan smirnov kolmogorov, diambil kesimpulan bahwa distribusi yang

memenuhi adalah distribusi Log Normal (ditunjukkan dengan warna kolom abu-abu) seperti terlihat pada Tabel 4 (BMKG) dan Tabel 5 (GPM).

Tabel 4. Analisis Frekuensi Data Hujan BMKG Trikora

Kala Ulang	Distribusi Normal	Distribusi Log Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Pearson Tipe III
(tahun)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	3,47	56,69	17,32	76,68
2	142,32	133,84	134,09	125,41
5	192,37	182,44	204,54	177,18
10	218,59	214,57	250,12	221,99
20	240,05	245,03	294,46	277,12
25	244,12	251,28	304,01	289,69
50	264,48	285,02	351,73	349,92
100	281,16	316,01	394,84	420,61
1000	326,45	418,22	536,49	749,34

Tabel 5. Analisis Frekuensi Data Hujan GPM Trikora

Kala Ulang	Distribusi Normal	Distribusi Log Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Pearson Tipe III
(tahun)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	25,48	45,55	32,17	42,50
2	105,37	100,56	100,66	102,00
5	134,17	133,79	141,98	135,16
10	149,26	155,37	168,72	154,48
20	161,60	175,60	194,73	173,41
25	163,94	179,72	200,32	177,47
50	175,66	201,85	228,32	193,40
100	185,26	222,01	253,61	207,89
1000	211,31	287,44	336,69	251,17

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 untuk distribusi Log Normal, dapat dilihat bahwa data hujan satelit GPM memiliki nilai hujan yang lebih rendah (under estimate) daripada nilai hujan stasiun BMKG. Sehingga, dapat diharapkan bahwa nilai debit banjir rencana untuk satelit GPM juga akan memiliki nilai yang lebih rendah daripada stasiun BMKG.

Dengan menggunakan perhitugan intensitas hujan Mononobe dan debit Banjir Metode Rasional didapatkan hasil perhitungan debit banjir rencana (Qn) dengan kala ulang 1 – 1000 tahun untuk data hujan stasiun BMKG Trikora dan GPM Trikora seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Dari analisis hidraulika sebelumnya pada Tabel 3 yang menunjukkan bahwa ruas sungai Kemuning memiliki tampungan maksimum sebesar 75, 73 m^3/d, maka penting untuk membandingkan hasil perhitungan debit banjir dari analisis hidrologi pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana (Qn)

Kala Ulang	Data Hujan Stasiun BMKG Trikora		Data Hujan Satelit GPM Trikora	
n (Tahun)	R (mm)	Qn (m^3/detik)	R (mm)	Qn (m^3/detik)
1	56,69	15,09	45,55	12,13
2	133,84	35,63	100,56	26,77
5	182,44	48,56	133,79	35,61
10	214,57	57,12	155,37	41,36
20	245,03	65,22	175,60	46,74
25	251,28	66,89	179,72	47,84
50	285,02	75,87	201,85	53,73
100	316,01	84,12	222,01	59,10
1000	418,22	111,33	287,44	76,52

Dari kedua analisis yang dilakukan, pada dasarnya Sungai Kemuning masih mampu menampung debit banjir untuk kala ulang sampai 100 tahun menurut data hujan GPM (kotak merah). Untuk data hujan BMKG, Sungai Kemuning hanya mampu menampung debit banjir dengan kala ulang tidak lebih dari 50 tahun. Dalam hal ini, kondisi Sungai Kemuning perlu diberikan perhatian lebih, karena bukan tidak mungkin dengan kondisi iklim yang lebih sulit diprediksi, frekuensi hujan ekstrem di masa mendatang akan cenderung memiliki kala ulang yang lebih dari 100 tahun. Sehingga, penelitian lebih lanjut dengan data stasiun hujan yang lebih lengkap dan *time series* lebih panjang akan meningkatkan akurasi perkiraan debit banjir. Di samping itu, penelitian dengan topik mitigasi dan pemetaan daerah rawan banjir menjadi lebih penting di masa yang akan datang dengan mempertimbangkan perubahan iklim yang terjadi.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran kecepatan aliran pada ruas sungai Kemuning memberikan gambaran awal nilai debit rata-rata sebesar 0,6 m^3/d.
2. Dari hasil analisis hidraulika, debit rata-rata ruas Sungai Kemuning adalah sebesar 1,88 m^3/d saat kondisi normal dan meningkat menjadi 75,73 m^3/d saat terisi penuh (Qmaksimum).
3. Dari hasil analisis hidrologi, nilai hujan satelit GPM cenderung berada di bawah (*under estimate*) dari nilai hujan stasiun BMKG Trikora.
4. Berdasarkan perbandingan dari kedua analisis, Sungai Kemuning masih mampu menampung hujan dengan kala ulang 100 tahun (data GPM) dan tidak lebih dari 50 tahun (data BMKG).
5. Penelitian lebih lanjut dengan data hujan yang lebih lengkap dan time series yang lebih panjang akan meningkatkan akurasi perkiraan debit banjir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada LPPM ULM yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Penelitian Dosen Wajib Meneliti (PDWM) DIPA ULM Tahun 2024 No. SP DIPA-023.17.2.677518/2024, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Abiyyu Putra, A. F., Harisuseno, D., dan Asmaranto, R., 2024. Evaluasi dan Koreksi Data Hujan GPM (Global Precipitation Measurement) terhadap Data Stasiun Hujan Observasi di DAS Dodokan Nusa Tenggara Barat. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air, Vol 04 No. 2, p 1313 -1326.

Boiten, W., 2003. *Hydrometry*. A. A. Balkema Publisher.

Rahmadi, M., 2023. Banjir di Kalsel, Sungai Kemuning Meluap, BPBD Banjarbaru Catat 1.500 Jiwa Lebih Terdampak. Banjarmasin Post Tanggal 23 Februari 2023.

Novitasari., 2024. Buku Modul Panduan Praktikum Hidraulika. FT-ULM.

Sanjaya, S., Yudianto, D., Fitriana, F. and Rusli, S. R., 2024, April. Evaluation and Correction of Satellite-based Rainfall Products (GPM) in the Upstream Part of Bengawan Solo Basin using MCVV Parameterization. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1343, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.

Triatmodjo, B., 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset Yogyakarta.

Triatmodjo, B., 2015. *Hidraulika II*. Beta Offset Yogyakarta.