

Analisis Kurva Lengkung Debit Sungai Martapura pada Pos Duga Air Gudang Tengah, Kecamatan Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan

Maya Amalia¹ Febry Asthia Miranti²
Meireinda Rahmadania³

¹ Dosen Program Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

² Staf Penatagunaan Sumber Daya Air Balai Wilayah Sungai Kalimantan III

³ Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

✉ m.amalia@ulm.ac.id

Pendahuluan

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana, secara geografis Kabupaten Banjar terletak di daerah dataran rendah dan dilalui beberapa sungai serta dipengaruhi curah hujan yang tinggi sehingga berisiko terjadinya banjir. Menurut Undang-undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air bahwa kegiatan pengelolaan sumber daya air antara lain adalah pengendalian daya rusak air. Hal ini menegaskan bahwa pengendalian banjir adalah merupakan salah satu poin penting yang telah diamanatkan oleh Undang-Undang.

Salah satu sungai yang menjadi perhatian penting adalah sungai Barito. Wilayah sungai Barito mencakup 2 Provinsi, yaitu Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah, dimana bagian hulu Sungainya berada di Kalimantan Tengah, sedangkan bagian tengah dan hilir berada di Kalimantan Selatan. Wilayah Sungai Barito terdiri atas 55 sub DAS yang diantaranya adalah Sub DAS Martapura.

Untuk pemanfaatan maupun pengendalian daya rusak air, data debit sungai merupakan informasi yang sangat dibutuhkan dalam pengelolaan sumber daya air. Pengendalian daya rusak akibat banjir dapat dimitigasi dengan tersedianya informasi berupa hubungan antara tinggi muka air dan debit. Data yang diperoleh pada pos pantau merupakan data tinggi muka air sehingga dibutuhkan lengkung debit untuk mengkonversi data tinggi muka air menjadi debit (Supadi, 2006).

Sungai Martapura merupakan sungai yang melintasi Kabupaten Banjar dan Kota Banjarmasin. Sungai ini bermuara ke Sungai Barito, beberapa tahun terakhir banyak kejadian banjir di daerah aliran sungai (DAS) dan salah satu nya sub DAS Martapura. Kejadian banjir dapat dimitigasi dengan *updating* lengkung debit secara berkala. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis lengkung debit pada Sungai Martapura. Metode yang digunakan adalah metode linear dengan persamaan linier satu peubah, eksponensial, logaritmik, polinomial, dan power dari lengkung debit. Kurva yang menggambarkan hubungan antara tinggi muka air (TMA) dan debit dilakukan dengan cara menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Dari hasil perbandingan metode didapatkan nilai koefisien korelasi (r) adalah kuat dengan nilai $0,5 < r \leq 0,75$. Selain itu juga dilakukan uji dengan *Root Mean Square Error (RMSE)*. Persamaan dengan nilai koefisien r dengan korelasi kuat dan RMSE terpilih adalah metode persamaan logaritmik. Pada kegiatan ini persamaan lengkung debit sesuai dengan SNI 03-2822-1992 dan standar Kementerian Pekerjaan Umum, tentang metode pembuatan lengkung dengan analisis grafis.

Kata kunci: lengkung debit, Sungai Martapura, persamaan logaritmik.

Diajukan: 8 April 2022

Direvisi: 26 Mei 2022

Diterima: 25 Juli 2022

Dipublikasikan online: 31 Juli 2022

Selain untuk dasar perhitungan debit sungai, lengkung debit dapat pula digunakan sebagai penangan sedimen dan perencanaan pengembangan sumber daya air lainnya (Fahmi, Suprayogi, & Fauzi, 2017). Saat ini, kecukupan data debit di sungai Martapura maupun sungai lainnya di wilayah sungai Barito belum memadai. Hal ini di sebabkan persamaan lengkung debit masih belum tersedia. Beberapa lokasi yang telah memiliki lengkung debit adalah hasil analisa dari pengukuran debit yang sudah lama serta belum tersedia pengukuran pada muka air tinggi (banjir).

Kurva lengkung debit adalah hubungan grafis antara tinggi muka air dan debit. Lengkung debit diperoleh dengan cara mengkorelasikan tinggi muka air dan debit sungai di suatu titik kontrol (Nasution, 2019). Hubungan grafis antara tinggi muka air dan debit dilakukan dengan cara sederhana, yaitu menghubungkan titik-titik pengukuran dengan garis lengkung di atas kertas grafik (Togatorof, Kusumastuti, & Tugiono, 2016).

Lengkung debit merupakan sebuah fungsi persamaan dari pencatatan tinggi muka air dan debit sungai yang didapatkan melalui pengukuran kecepatan aliran serta luas tampang basah. Persamaan yang didapat akan digunakan dalam menentukan debit aliran sungai apabila pada pos duga air hanya terdapat tinggi muka air. Beberapa metode yang biasa dipakai dalam menentukan persamaan yaitu metode linier, eksponensial, logaritmik, polinomial, dan *power function* (Susanto, Hatta, & Sumono., 2018).

Pengukuran tinggi muka air dimaksudkan untuk mengetahui posisi muka air (atau kedalaman aliran) suatu sungai di lokasi stasiun hidrometri pada waktu tertentu.

Cara mensitasi artikel ini:

Amalia, M., Miranti, F.A., Rahmadania, M (2022) Analisis Kurva Lengkung Debit Sungai Martapura pada Pos Duga Air Gudang Tengah, Kecamatan Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. *Buletin Profesi Insinyur* 5(2) 051-055



Pengertian waktu dalam hal ini terkait dengan periode pengukuran/pencatatan muka air. Data muka air dapat diperoleh dengan cara membaca posisi muka air pada papan duga berskala pada saat pengukuran atau dengan membaca grafik fluktuasi muka air hasil perekaman oleh alat *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) (Sosrodarsono, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rumus lengkung debit dari persamaan debit (m^3) dan tinggi muka air (m) sungai Martapura pada Pos Duga Air Gudang Tengah, Kecamatan Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. Sungai Martapura merupakan anak sungai Barito, yang mengalir dari hulu terdapat kabupaten Banjar sampai hilir di kota Banjarmasin. Proses pengukuran debit dilakukan dengan perhitungan kecepatan, kedalaman sungai, lebar aliran sungai serta perhitungan luas penampang basah untuk menghitung debit sungai.

Metode

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada Pos Duga Air Gudang Tengah Wilayah Sungai Martapura, Kecamatan Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1). Kabupaten Banjar secara geografis terletak antara $114^{\circ}30'20''$ - $115^{\circ}35'37''$ Bujur Timur dan $2^{\circ}49'55''$ - $3^{\circ}43'38''$ Lintang Selatan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Pos Duga Air Gudang Tengah

Sumber: (Balai Wilayah Sungai Kalimantan III, 2021)



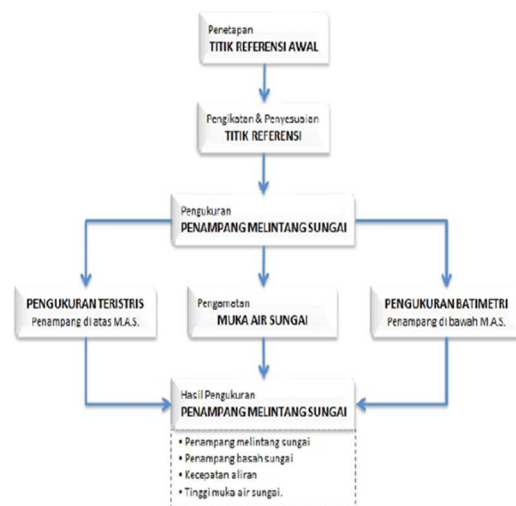
Gambar 2 Peta Lokasi Kegiatan

Sumber: (Balai Wilayah Sungai Kalimantan III, 2021)

Alur Penelitian

Analisis data mencakup data debit yang didapatkan dari hasil pengukuran kecepatan aliran air dan tampang basah sungai. Semua proses pengukuran dilakukan secara langsung. Analisis hidrolika pada tampang sungai menjadi seri data debit sesaat yang dikorelasikan dengan data tinggi muka air yang tercatat secara otomatis pada Pos Duga Air Gudang Tengah setiap jamnya. Kumpulan data tersebut yang menjadi persamaan lengkung debit.

Analisis perhitungan lengkung debit menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Kemudian data debit dan tinggi muka air di analisis menggunakan beberapa metode antara lain metode linear 1 variabel, eksponensial, logaritmik, polinomial, dan power dari lengkung debit. Pilihan kurva berdasarkan dari nilai korelasi (r^2) yang tertinggi, dan prosedur dan instruksi kerja pembuatan lengkung debit yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Sebagai acuan pemilihan lengkung debit juga berdasarkan Standar Nasional Indonesia nomor 03-2822-1992, tentang metode pembuatan lengkung dengan analisis grafis (SNI, 1992). Berikut adalah bagan alir metode pengukuran penampang sungai yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Bagan Alir Pengukuran Penampang Sungai

Pada bagan alir pengukuran, penyesuaian titik referensi bertujuan agar data tinggi muka air (TMA) sungai yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung mempunyai kesamaan datum dengan data hasil pengamatan yang telah tercatat pada Pos Duga Air serta untuk menyeragamkan datum line antara pengukuran terestris dan pengukuran batimetri (*echosounding*) sehingga gambar penampang melintang yang dihasilkan menjadi akurat. Hasil pengukuran meliputi data penampang melintang sungai, penampang basah sungai, kecepatan aliran, dan TMA.

Koefisien Korelasi

Menurut (Goel, 2011), salah satu kriteria tingkat kesalahan yaitu: *Correlation Coefficient* (r) merupakan perbandingan antara hasil prediksi dengan nilai yang sebenarnya. Menurut (Soewarno, 1995), koefisien korelasi adalah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel dibuat kriteria sebagai berikut:

- r = 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel,
- 0 < r ≤ 0,25 : Korelasi sangat lemah,
- 0,25 < r ≤ 0,5 : Korelasi cukup,
- 0,5 < r ≤ 0,75 : Korelasi kuat,
- 0,75 < r ≤ 0,99 : Korelasi sangat kuat, dan
- r = 1,00 : Korelasi sempurna.

RMSE (Root Mean Square Error)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(X - Y)^2}{n}}$$

Dimana:

- X = Debit Observasi
- Y = Debit Linear
- n = Jumlah data

Hasil

Analisis Data

Setelah kegiatan penelitian dilakukan, data yang diperoleh kemudian dianalisis. Data debit observasi dan TMA yang dianalisis sebanyak 24 data seperti terlihat pada Tabel 1.

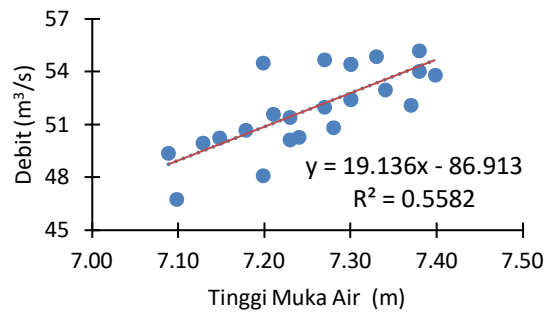
Tabel 1 Data Debit dan Tinggi Muka Air (TMA)

| No. | Observasi | |
|------------------|-----------|---------------------------------|
| | H (m) | Q observasi (m ³ /s) |
| 1 | 7,20 | 48,08 |
| 2 | 7,21 | 51,60 |
| 3 | 7,24 | 50,27 |
| 4 | 7,23 | 50,13 |
| 5 | 7,23 | 51,40 |
| 6 | 7,38 | 54,01 |
| 7 | 7,38 | 55,18 |
| 8 | 7,27 | 54,69 |
| 9 | 7,27 | 51,98 |
| 10 | 7,28 | 50,83 |
| 11 | 7,30 | 52,41 |
| 12 | 7,33 | 54,86 |
| 13 | 7,30 | 54,41 |
| 14 | 7,30 | 54,41 |
| 15 | 7,30 | 52,41 |
| 16 | 7,34 | 52,98 |
| 17 | 7,37 | 52,10 |
| 18 | 7,40 | 53,82 |
| 19 | 7,18 | 50,66 |
| 20 | 7,20 | 54,49 |
| 21 | 7,15 | 50,22 |
| 22 | 7,13 | 49,94 |
| 23 | 7,10 | 46,73 |
| 24 | 7,09 | 49,36 |
| Rata-rata | 7,26 | 51,96 |

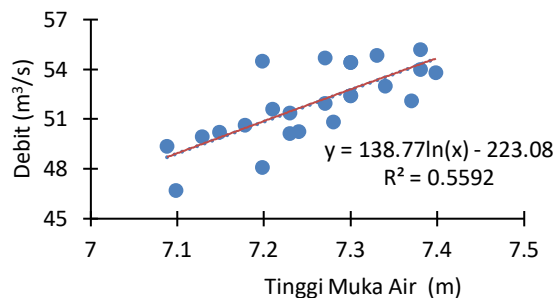
Sumber: (Balai Wilayah Sungai Kalimantan III, 2021)

Dari hasil analisis, hubungan debit aliran dan TMA dapat digambarkan dalam bentuk kurva Lengkung Debit, yang kemungkinannya berbentuk kurva linear, logaritmik, polinomial, power, dan eksponensial seperti terlihat pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 8.

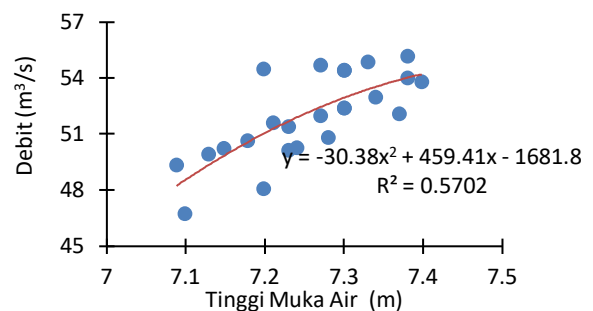
Gambar 4 menyajikan grafik persamaan lengkung debit menggunakan persamaan linear satu peubah dengan nilai R² adalah 0,5582. Gambar 5 menyajikan grafik persamaan lengkung debit menggunakan persamaan logaritmik dengan nilai R² adalah 0,5592. Selanjutnya, grafik persamaan lengkung debit menggunakan persamaan polinomial dengan nilai R² adalah 0,5702 diperlihatkan pada Gambar 6. Gambar 7 menyajikan grafik persamaan lengkung debit menggunakan persamaan berpangkat (power) dengan nilai R² adalah 0,5622.



Gambar 4 Lengkung Debit menggunakan Persamaan Linear satu peubah.



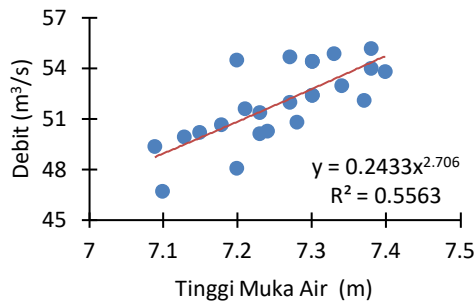
Gambar 5 Lengkung Debit menggunakan Persamaan Logaritmik



Gambar 6 Lengkung Debit Menggunakan Persamaan Polinomial

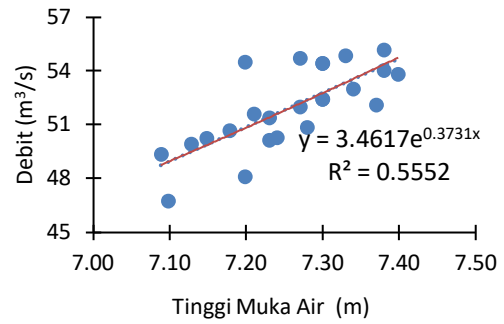
Gambar 8 menyajikan grafik persamaan lengkung debit menggunakan persamaan eksponensial dengan nilai R² adalah 0,5611. Dari grafik metode lengkung debit untuk nilai r² didapatkan nilai r berkisar 0,5 < r ≤ 0,75 yang berarti hubungan korelasi kuat. Selanjutnya, dari nilai RMSE, dapat dilihat bahwa prediksi penggunaan metode linear dan

metode logaritmik lebih akurat. Nilai rekapitulasi koefisien korelasi (r) dan RMSE tiap metode disajikan pada Tabel 2. Sehingga metode yang terpilih adalah metode logaritmik sesuai dengan prosedur pembuatan lengkung debit yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum.



Gambar 7 Lengkung Debit Menggunakan Persamaan Berpangkat (*power*)

Dari hasil persamaan lengkung debit menggunakan 5 metode, maka dapat dilakukan perhitungan data debit dengan memasukkan data tinggi muka air pada persamaan tersebut. Tabel 3 menyajikan rekapitulasi data debit menggunakan 5 metode.



Gambar 8 Lengkung Debit Menggunakan Persamaan Eksponensial

Tabel 2 Rekapitulasi Koefisien Korelasi dan RMSE

| Metode | R ² | r | RMSE |
|--------------|----------------|-------|------|
| Linear | 0.5582 | 0.747 | 1.48 |
| Logaritmik | 0.5592 | 0.748 | 1.48 |
| Polinomial | 0.5702 | 0.755 | 7.39 |
| Power | 0.5622 | 0.750 | 1.49 |
| Eksponensial | 0.5611 | 0.750 | 1.49 |

Tabel 3 Rekapitulasi Data Debit dan TMA

| TMA (m) | Q observasi (m ³ /s) | Q linear (m ³ /s) | Q logaritmik (m ³ /s) | Q polinomial (m ³ /s) | Q Berpangkat (m ³ /s) | Q Eksponensial (m ³ /s) |
|---------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 7.20 | 48.08 | 50.834 | 50.831 | 43.818 | 50.794 | 50.778 |
| 7.21 | 51.60 | 51.058 | 51.056 | 44.059 | 51.017 | 50.999 |
| 7.24 | 50.27 | 51.632 | 51.632 | 44.642 | 51.593 | 51.573 |
| 7.23 | 50.13 | 51.440 | 51.440 | 44.454 | 51.401 | 51.381 |
| 7.23 | 51.40 | 51.440 | 51.440 | 44.454 | 51.401 | 51.381 |
| 7.38 | 54.01 | 54.311 | 54.290 | 46.637 | 54.338 | 54.339 |
| 7.38 | 55.18 | 54.311 | 54.290 | 46.637 | 54.338 | 54.339 |
| 7.27 | 54.69 | 52.206 | 52.206 | 45.170 | 52.174 | 52.154 |
| 7.27 | 51.98 | 52.206 | 52.206 | 45.170 | 52.174 | 52.154 |
| 7.28 | 50.83 | 52.397 | 52.397 | 45.333 | 52.368 | 52.349 |
| 7.30 | 52.41 | 52.780 | 52.777 | 45.643 | 52.759 | 52.741 |
| 7.33 | 54.86 | 53.354 | 53.346 | 46.061 | 53.347 | 53.334 |
| 7.30 | 54.41 | 52.780 | 52.777 | 45.643 | 52.759 | 52.741 |
| 7.30 | 54.41 | 52.780 | 52.777 | 45.643 | 52.759 | 52.741 |
| 7.30 | 52.41 | 52.780 | 52.777 | 45.643 | 52.759 | 52.741 |
| 7.34 | 52.98 | 53.545 | 53.536 | 46.189 | 53.545 | 53.534 |
| 7.37 | 52.10 | 54.119 | 54.102 | 46.534 | 54.139 | 54.136 |
| 7.40 | 53.82 | 54.662 | 54.634 | 46.810 | 54.704 | 54.712 |
| 7.18 | 50.66 | 50.452 | 50.445 | 43.385 | 50.413 | 50.400 |
| 7.20 | 54.49 | 50.834 | 50.831 | 43.818 | 50.794 | 50.778 |
| 7.15 | 50.22 | 49.878 | 49.864 | 42.690 | 49.845 | 49.839 |
| 7.13 | 49.94 | 49.495 | 49.475 | 42.196 | 49.468 | 49.469 |
| 7.10 | 46.73 | 48.921 | 48.890 | 41.410 | 48.907 | 48.918 |
| 7.09 | 49.36 | 48.729 | 48.694 | 41.136 | 48.721 | 48.736 |

Pembahasan

Di berbagai Negara, banyak dilakukan pengukuran debit secara tidak langsung menggunakan metode pengambilan data tinggi muka air tinggi sehingga membantu saat melakukan ekstrapolasi lengkung debit (Ginting & Utama, 2016). Selain penelitian lengkung debit yang dilaksanakan pada saat muka air tinggi, ada pula penelitian lengkung debit yang dilakukan pada musim hujan di daerah aliran sungai Deli (Setiawan & Susanto, 2019). Pada penelitian tersebut tipe lengkung debit yang terpilih adalah lengkung debit dengan metode Polinomial, dengan tingkat korelasi sangat kuat yaitu nilai koefisien korelasi 0,986.

Pada penelitian yang dilaksanakan pada tahun 2021 di AWLR Gudang Tengah ini adalah pada saat keadaan muka air tinggi. Namun, panjang data pengukuran dan jumlah titik pengukuran berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ginting&Utama (2016). Lengkung debit yang terpilih adalah dengan metode logaritmik dengan koefisien korelasi 0,748. Pada perhitungan didapati nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Polinomial namun rekomendasi untuk penggunaan lengkung debit dengan metode logaritmik tidak hanya berdasarkan nilai koefisien korelasi saja namun juga prosedur pembuatan lengkung debit dari Kementerian PUPR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai korelasi untuk masing-masing metode tidak berbeda jauh dan masih dalam satu klasifikasi yaitu korelasi kuat.

Lengkung debit yang terpilih ini adalah lengkung debit sederhana dengan korelasi kuat sehingga dapat digunakan untuk melakukan prediksi debit yang mengalir pada lokasi penelitian. Dengan ketersediaan lengkung debit ini dapat memberikan informasi awal untuk mitigasi bencana banjir khususnya di Kabupaten Banjar.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan debit aliran dan tinggi muka air dianalisis menggunakan 5 metode yaitu metode linear, logaritmik, polinomial, power, dan eksponensial yang digambarkan dalam bentuk kurva lengkung debit.
2. Nilai koefisien korelasi menyatakan bahwa korelasi kuat untuk kelima metode yang digunakan.
3. Metode linear dan logaritmik memiliki tingkat kesalahan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode lainnya.
4. Metode logaritmik adalah metode yang dapat dipilih dan sesuai dengan prosedur pembuatan lengkung debit Kementerian Pekerjaan Umum.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Balai Wilayah Sungai Kalimantan III atas akses data tinggi muka air dan perhitungan debit Sungai Martapura pada PDA Gudang Tengah.

Referensi

- Badan Standarisasi Nasional. (1992). *Metode Pembuatan Lengkung dengan Analisis Grafis*. SNI 03-2822-1992. Jakarta.
- Balai Wilayah Sungai Kalimantan III. (2021). *Updating Rating Curve Sungai Martapura Tahun 2021*. Banjarmasin: Balai Wilayah Sungai Kalimantan III.
- Fahmi, N. M., Suprayogi, I., & Fauzi, M. (2017). Model Hubungan antara Tinggi Muka Air-Debit Menggunakan Pendekatan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) (Studi Kasus : Pos Duga AWLR Stasiun Pantai Cermin). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 1-7.
- Ginting, S., & Utama, R. N. (2016). Pengukuran Debit Banjir dengan Metode Tidak Langsung untuk Pembuatan Lengkung Debit. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Tahun Anggaran 2016* (pp. 1-18). Bandung: Puslitbang Air.
- Goel, A. (2011). ANN-Based Approach for Predicting Rating Curve an Indian River. *International Scholarly Research Network Civil Engineering*, 4 pages.
- Nasional, B. S. (1992). *Metode Pembuatan Lengkung dengan Analisis Grafis*. Jakarta: SNI 03-2822-1992.
- Nasution, S. W. (2019). Penentuan Liku Kalibrasi Debit (Rating Curve) Pada Musim Kemarau di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedagai (Studi Kasus: Sub DAS Bedagai). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Setiawan, A., & Susanto, E. (2019). Penentuan Liku Kalibrasi Debit (Rating Curve) pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) DELI. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 157-165.
- Soewarno. (1995). *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. (2006). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Supadi. (2006). Model Regresi Rating Curve Stasiun AWLR JURUG antara Tinggi Muka Air dan Debit Pada Sungai Bengawan Solo. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 179-188.
- Susanto, E. N., Hatta, & Sumono. (2018). A Rating-Curve Method for Determining Debit for Dry Season in Micro-Scale Watersheds. *Earth and Environmental Science*, 1-7.
- Togatorof, H., Kusumastuti, D. I., & Tugiono, S. (2016). Analisis Sedimentasi di Check DAM (Studi Kasus: Sungai Air Anak dan Sungai Talang Bandung) Desa Talang Bandung, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat. *Journal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, 4: 435-446.