



Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS
JANABADRA

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

**Prasetya Adi,
Sukamto,
Firly Nopriza**

Pengendalian Defleksi dan Peningkatan Kuat Lentur Profil C dengan Penambahan Batang Vertikal dan Horizontal Menggunakan Sambungan Las

**Titiek Widiasari,
Lalu Dhanny Putrangga**

Perbedaan Hasil Perhitungan Debit Puncak Terukur dengan Debit Puncak JanaFlow_Code_14 Hujan Terukur

**Agung Purwanto,
Edy Sriyono,
Sardi**

Analisis Kebutuhan Air Embung Tambakboyo Sleman D.I. Yogyakarta

**Teguh Widodo,
Robertho Tanduk,
Riyo Rokhmanto**

Pengaruh Kadar Air Pemadatan Pada Kinerja Stabilisasi Semen Tanah Lanau Berlempung

Adityawan Sigit

Studi Komparasi Metode EOQ Dan POQ Dalam Efisiensi Biaya Persediaan Material – Studi Kasus Di Perusahaan Paving Block

RANCANG BANGUN
TEKNIK SIPIL

VOL. 1

No. 1

Hal.

Yogyakarta
Oktober 2017

ISSN



9 772599 313014

DEWAN EDITORIAL

- Penerbit : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
- Ketua Penyunting
(Editor in Chief) : Dr. Tania Edna Bhakty, ST., MT.
- Penyunting (Editor) : 1. Dr. Suwartanti, S.T., M.Sc, Universitas Janabadra
2. Dr. Ir. Edy Sriyono, M.T., Universitas Janabadra
3. Dr. Nindyo Cahyo K, S.T., M.T., Universitas Janabadra
4. Sarju, ST., Universitas Janabadra
- Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta 55231
Telp./Fax: (0274) 543676
Email: tania@janabadra.ac.id
Website: <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Frekuensi Terbit : 2 kali setahun

JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL adalah media publikasi jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta yang diterbitkan secara berkala pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh Penyunting Ahli. Redaksi berhak melakukan perubahan pada tulisan yang layak muat demi konsistensi gaya, namun tanpa mengubah maksud isinya.

DAFTAR ISI

1. Pengendalian Defleksi dan Peningkatan Kuat Lentur Profil C dengan Penambahan Batang Vertikal dan Horisontal Menggunakan Sambungan Las (Prasetya Adi, Sukamto, Firly Nopriza)	1-5
2. Perbedaan Hasil Perhitungam Debit Puncak Terukur dengan Debit Puncak JanaFlow_Code_14 Hujan Terukur (Titiek Widyasari, Lalu Dhanny Putrangga)	6-13
3. Analisis Kebutuhan Air Embung Tambakboyo Sleman DIY (Agung Purwanto, Edy Sriyono, Sardi)	14-18
4. Pengaruh Kadar Air Pemadatan Pada Kinerja Stabilisasi Semen Tanah Lanau Berlempung (Teguh Widodo, Robertho Tanduk, Riyo Rokhmanto)	19-27
5. Studi Komparasi Metode EOQ Dan POQ Dalam Efisiensi Biaya Persediaan Material – Studi Kasus Di Perusahaan Paving Block (Adityawan Sigit)	28-36

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** Volume 1, Nomor 1, Edisi Oktober 2017. Jurnal ini merupakan jurnal edisi perdana yang menampilkan lima artikel di bidang Teknik Sipil.

Penerbitan **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** ini adalah bertujuan untuk menjadi salah satu wadah berbagi hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Harapan kami semoga naskah yang tersaji dapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing.

Redaksi

Perbedaan Hasil Perhitungan Debit Terukur dengan Debit JanaFlow_14 Hujan Terukur

Titiek Widyasari,¹ Lalu Dhanny Putranga,¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57, Yogyakarta
Email: titiekwidyasari@janabadra.ac.id

Abstract

The research on flood design in the river catchment area of Code using synthetic unit hydrograph Gama I is software *JanaFlow_Code_14*. Flood discharge analysis *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF}) using measured rain data and *JanaFlow_Code_14* software. The river debit recorded in the Automatic Water Level Recorder (AWLR) is actual discharge (Q_{aktual}). The result of Q_{aktual} and Q_{JF} calculation there is difference of result which is average of underestimated because average of Q_{JF} is lower than Q_{aktual} . The biggest difference between Q_{aktual} and Q_{JF} occurs on April 22, 2015 with the discharge difference is $-16.73 \text{ m}^3/\text{s}$, and the average difference between Q_{aktual} and Q_{JF} is $-1.98 \text{ m}^3/\text{s}$. Factors that influence the results of different discharge calculations are the rain distribution patterns, the river catchment area characteristics, and the use of synthetic unit hydrograph Gama I in *JanaFlow_Code_14* calculations.

Keywords: river Code, design flood, *JanaFlow_Code_14*

1. Pendahuluan

Banjir di sungai merupakan suatu fenomena alam yang disebabkan oleh limpasan (*direct runoff*) dari intensitas hujan yang tinggi dan lama, serta penampang sungai yang semakin sempit sehingga melebihi kapasitas tampungan. Banjir di sungai tersebut dapat menimbulkan genangan pada tempat yang dianggap memiliki potensi banjir, yaitu daerah pemukiman, areal pertanian atau prasarana perhubungan seperti jalan raya. Genangan cukup tinggi yang terjadi dalam waktu yang relatif lama akan memberikan dampak merugikan bagi hampir semua bentuk kehidupan seperti menyebabkan korban jiwa dan kerugian materiil.

Pada saat musim hujan salah satu sungai di Yogyakarta yang berpotensi terjadinya banjir adalah Sungai Code. Sungai Code merupakan salah satu sungai yang ada di Yogyakarta yang aliran sungai nya melintasi di tengah-tengah kota Yogyakarta, Sungai Code memiliki daerah aliran sungai (DAS) berada di 3 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul.

Pada penelitian yang menghasilkan suatu perangkat lunak komputer (*software*) untuk mempermudah dan cepat dalam perhitungan debit banjir yang diberi nama *JanaFlow_Code_13* yang didasarkan dari metode hidrograf santuan sintetis (HSS) Gama I di daerah aliran sungai (DAS) sungai Code menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 7*. *JanaFlow_Code_13* dapat digunakan untuk menghitung besar debit aliran dengan memasukkan besaran hujan rancangan atau hujan yang terjadi. Dari hasil uji kalibrasi antara debit puncak banjir perhitungan *JanaFlow_Code_13* dengan debit puncak aktual diperoleh penyimpangan sebesar 6 %. Penyimpangan tersebut relatif lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan metode HSS Gama I secara manual (Widyasari & Achmad, 2013).

JanaFlow_Code_13 dikembangkan untuk menghitung genangan dipenggal sungai Code dari stasiun Pogung sebagai hulu sampai di jembatan Kleringan. *JanaFlow_Code_13* digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan sebagai data simulasi banjir kedalam HECRAS. *Software* yang sudah dikembangkan tersebut diberi nama *software JanaFlow_Code_14* (Widyasari & Achmad, 2015).

Penelitian untuk mendapatkan prakiraan banjir dan genangan di wilayah DAS Code dengan menggunakan metode HSS Gama I dengan menghasilkan *JanaFlow_Code_14*, namun belum dilakukan penelitian lebih lanjut terkait membandingkan antara perhitungan debit dari hujan terukur dengan *JanaFlow_Code_14* dibandingkan dengan debit terukur aktual. Penelitian ini menganalisis debit banjir (Q_{JF}) dengan menggunakan data hujan terukur dan *software Janaflow_Code_14*. Debit sungai yang terekam dalam *automatic water level recorder* (AWLR) berupa debit aktual (Q_{aktual}).

2. *JanaFlow_Code_14*

JanaFlow_Code_14 adalah suatu *software* untuk menghitung debit banjir (Q_{JF}) genangan di setiap pias (Widyasari & Achmad, 2015). Penelitian yang dilakukan pertama *JanaFlow_Code_13* yang dapat menghitung debit di stasiun Pogung (Widyasari & Achmad, 2013). *JanaFlow_Code_13* dikembangkan dengan menggabungkan *software HECRAS* sesuai korelasi penampang sungai di tiap-tiap penampang menghasilkan *JanaFlow_Code_14*.

Tujuan *software JanaFlow_Code_14* dibuat untuk mengetahui tinggi genangan di tiap penampang sungai sebesar hujan rancangan dengan menggunakan metode HSS Gama I. Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pemantau tinggi genangan sepanjang Sungai Code berdasarkan debit rancangan sehingga dengan diketahui lokasi yang terjadi genangan atau banjir dan juga dapat digunakan sebagai data pendukung dalam suatu perencanaan

bangunan hidraulik. Tahapan yang telah dilakukan pada pembuatan *software JanaFlow_Code_14* meliputi pengukuran topografi sungai, input data debit banjir rancangan dan kondisi batas hilir sungai kedalam *HECRAS*, melakukan analisis dengan menggunakan program *HECRAS*, dan pengambilan kesimpulan. Tahapan dalam pelaksanaan pengukuran topografi meliputi proses pengambilan data, pengolahan data lapangan, perhitungan, penggambaran dan penyajian data pada laporan. Survey topografi yang dilakukan sepanjang ± 5 km ke arah hilir sungai Code.

Data yang diperlukan sebagai input data ke dalam *HECRAS* antara lain, seperti data geometri sungai, data hidraulik sungai, data debit banjir, dan kondisi batas hilir sungai. Data geometri sungai diperoleh dari hasil pengukuran topografi yang meliputi jarak dan elevasi muka tanah pada sungai dan bantaran sungai, jarak antar pias pengukuran yang dilakukan sepanjang 5 km dengan jarak tiap pias adalah 100 m. Di dalam *JanaFlow_Code_14* terdapat 3 tampilan menu untuk dapat menghasilkan *output* visual genangan dan tinggi elevasi muka air, adapun menu tersebut adalah :

- a. Input data hujan, dalam menu ini semua data hujan yang sudah diidentifikasi kemudian di input ke dalam *JanaFlow_Code_14* untuk mendapatkan grafik hujan efektif.
- b. Kurva banjir, setelah menginput data hujan didapatkan hasil yaitu gambaran kurva banjir berdasarkan data hujan yang telah di input ditampilkan juga besar debit yang terjadi menurut *JanaFlow_Code_14* atau disebut juga *Q JanaFlow (Q_{JF})*.
- c. Visual genangan, menu yang terakhir ini menampilkan visual genangan pada daerah aliran sungai dan juga pada tampilan visual genangan terdapat keterangan tiap-tiap penampang sungai dan bila di klik akan menampilkan detail penampang sungai beserta tinggi elevasi muka air berdasarkan hujan yang telah diinput pada menu sebelumnya.

3. Automatic Water Level Recorder (AWLR)

Alat AWLR ini mencatat elevasi muka air sungai secara kontinyu sepanjang waktu. Alat ukur yang banyak digunakan di Indonesia menggunakan pelampung. Pelampung tersebut mengikuti gerak naik dan turun muka air, dan gerak tersebut ditransfer ke roda gigi yang mereduksi fluktuasi muka air (fluktuasi muka air biasanya lebih besar dari tinggi kertas pencatat). Roda gigi tersebut dihubungkan dengan pena pencatat yang mencatat pada kertas grafik yang digulung pada silinder yang berputar. Untuk menghindari pengaruh gelombang dan arus sungai, pelampung ditempatkan pada sumur pengamatan. Sumur pengamatan dapat ditempatkan di sungai atau ditebing sungai. Sumur tersebut

dihubungkan ke sungai dengan menggunakan pipa. Hasil pencatatan berupa grafik fluktuasi muka air sungai sebagai fungsi waktu, dengan mengaitkan elevasi muka air tersebut dengan tampang melintang sungai dapat dihitung luas tampang aliran.

Debit harian sungai adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Data untuk menghitung debit sungai harus memenuhi ketentuan, sebagai berikut:

- a. Tinggi muka air sungai rata-rata dihitung dengan cara rata-rata hitung, apabila data muka air di catat secara manual.
- b. Tinggi muka air sungai rata-rata dihitung dengan cara "potong dan isi" atau di baca per jam, apabila data muka air di catat dalam bentuk hidrograf.
- c. Nilai penyimpangan debit dan koreksi tinggi muka air dihitung berdasarkan lengkung debit yang dibuat dengan cara analisa grafis.
- d. Tinggi muka air maksimum pada lengkung debit harus sama atau lebih tinggi dari muka air maksimum yang pernah terjadi.

Data yang disiapkan untuk menghitung debit sungai adalah tinggi muka air, luas daerah pengaliran sungai, lokasi, tahun pendirian, jenis alat, keterangan pos duga air yang meliputi yang meliputi, nomor, lokasi, tahun pendirian, jenis alat nilai besarnya penyimpangan tinggi muka air pada setiap pengukuran debit.

Lengkung aliran adalah kurva yang menunjukkan hubungan antar elevasi muka air dan debit pada lokasi penampang sungai tertentu. Lengkung aliran ini dibuat berdasarkan data pengukuran aliran yang dilaksanakan pada elevasi muka air dalam waktu yang berbeda-beda, lengkung aliran disamping berguna untuk dipakai sebagai dasar penentuan besarnya debit sungai di lokasi dan tinggi muka air pada periode tertentu, juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya perubahan sifat fisik dan sifat hidraulis dari lokasi penampang sungai yang bersangkutan, adapun data yang dibutuhkan untuk hasil yang efektif yaitu :

- a. Data debit hasil pengukuran aliran harus cukup dari saat muka air rendah sampai dengan muka air saat banjir.
- b. Data muka air terendah untuk menentukan besarnya debit terkecil dan data muka air tertinggi pada penampang sungai untuk menentukan debit terbesar.
- c. Data titik aliran nol (*Zero Flow*), berguna untuk menentukan arah lengkung aliran pada muka air rendah pada periode tertentu.
- d. Data penampang sungai berguna untuk menentukan arah dan bentuk dari lengkung aliran, serta berguna untuk mempekirakan debit banjir bila belum dilakukan pengukuran aliran pada saat banjir.

- e. Informasi tentang stabilitas dan materi dasar penampang sungai, serta sifat dari bentuk morfologi sungai.
- f. Sifat aliran, seperti informasi tentang kemiringan muka air, kecepatan aliran dan penyebaran arah aliran, sifat kenaikan dan penurunan muka air pada saat banjir.

Perhitungan ini dilakukan dikarenakan ketersediaan data hujan pada saat terjadi debit tertinggi kurang memadai sehingga dianggap kurang memenuhi syarat untuk analisis dalam penelitian ini, dengan demikian cara untuk menentukan debit pada saat terjadinya hujan dengan metode perhitungan Hymos Manning yaitu perhitungan berdasarkan data pengukuran debit pada tahun-tahun terdahulu dengan rumus perhitungan (Akbar, 2016) :

$$Q = 4,782(H_{Max} + (-0,142))^{1,76} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana :

H_{Max} : data AWLR elevasi muka air maksimum

4. Metode Penelitian

4.1 Lokasi penelitian

Penelitian tentang pengamatan elevasi muka air berdasarkan besaran dan lama hujan dengan menggunakan *JanaFlow_Code_14* ini dilakukan di Sungai Code Yogyakarta. Data curah hujan terukur diambil di stasiun curah hujan Prumpung yang berlokasi di Prumpung, Ngaglik, Sleman (07 42' 00" LS / 110 23' 30" BT) dan data debit sungai Code di stasiun AWLR Pogung yang terletak di Pogung, Sidodadi, Sleman (07 46' 19" LS / 110 22' 03" BT).

4.2 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian sebagai berikut:

- a. Penentuan titik lokasi penelitian, pada penelitian ini mengambil lokasi di sungai Code DIY di stasiun AWLR Pogung sebagai titik control atau acuan.
- b. Identifikasi data, dalam tahapan penelitian ini indentifikasi data adalah proses mencari dan memilih data yang perlu atau dibutuhkan untuk perhitungan dalam penelitian. Data yang dipakai adalah data sekunder yang berarti data tersebut bukan data yang didapat dari perhitungan ataupun pengamatan sendiri melainkan didapat dari Dinas Pengelola Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi DIY.
- c. Analisis data AWLR berupa hidrograf elevasi, data debit yang digunakan adalah debit terukur yang terjadi sesuai kejadian hujan. Analisis data debit pada tahun 2015. Analisis dilakukan untuk mencari besarnya elevasi maksimum (H_{Max}) yang terjadi pada tanggal terjadinya hujan, hasil

analisis ini digunakan untuk hitungan debit karena pada kendala sebelumnya ditemukan kurang nya data debit ekstrim ataupun data hujan saat terjadinya debit ekstrim, analisis ini menggunakan data hujan yang terjadi berdasarkan tanggal terjadi nya yang sudah diidentifikasi yaitu saat terjadi hujan dengan besaran diatas 20 mm. Proses analisis untuk mencari elevasi maksimum ini dengan cara memplot hubungan antara sumbu x dan y, dalam data elevasi ini sumbu x adalah elevasi air saat terjadi hujan, sedangkan sumbu y adalah hari dan jam terjadinya hujan, dilihat pada grafik hidrograf lengkung garis yang tertinggi adalah elevasi maksimum pada hari terjadinya hujan, kemudian pada lengkung garis tertinggi tersebut dapat diplot pada sumbu x untuk didapatkan besaran elevasi maksimum.

- d. Analisis perhitungan debit aktual, analisis dilakukan karena kurang nya data debit ataupun data hujan saat terjadi nya debit tinggi, sehingga untuk masuk proses perhitungan pada penelitian ini dirasa terkendala. Analisis ini hanya menggunakan data hujan pada tahun 2015 dikarenakan data hujan pada tahun-tahun terdahulu terdapat kurang lengkap data dan juga analisis ini menggunakan data hidrograf elevasi untuk mencari elevasi maksimum yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan debit.
- e. Proses analisis ini dimulai dari identifikasi data hujan yang besar nya diatas 20 mm kemudian dicatat tanggal terjadinya hujan untuk mengetahui debit yang terjadi pada tanggal tersebut, kemudian dilihat pada data hidrograf elevasi pada tanggal terjadi hujan, setelah diketahui besar elevasi maksimum (H_{Max}) pada hari terjadi nya hujan, kemudian dicari debitnya dengan perhitungan menggunakan Metode *Hymos Manning* yaitu perhitungan berdasarkan data pengukuran debit pada tahun-tahun terdahulu, perhitungan ini memasukan data elevasi maksimum (H_{Max}) agar besar debit aktual (Q_{aktual}) dapat diketahui.
- f. Analisis debit *JanaFlow_Code_14*, setelah melakukan identifikasi data hujan dan juga analisis pada data hidrograf elevasi untuk mengetahui debit terukur (Q_{aktual}), menghitung debit *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF}). Analisis ini menginput data hujan yang sudah diidentifikasi pada awal penelitian, dari analisis menggunakan *JanaFlow_Code_14* dapat menghitung debit dari data hujan terukur.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Identifikasi data hujan

Identifikasi data hujan dilakukan dengan menganalisis data yang diperoleh untuk mendapatkan

data hujan yang diperlukan dalam penelitian. Data hujan terukur diambil di stasiun hujan Prumpung Kecamatan Nganglik, Kabupaten Sleman, DIY. Data yang digunakan adalah data hujan tahun 2015, dalam hasil identifikasi pada bulan Juni hingga Oktober tidak tercatat adanya hujan, hal ini bukan karena tidak adanya ketersediaan data, melainkan pada stasiun hujan Prumpung tidak terjadi adanya hujan sehingga besar hujan 0 mm, berikut ini adalah hasil identifikasi data hujan pada tahun 2015 :

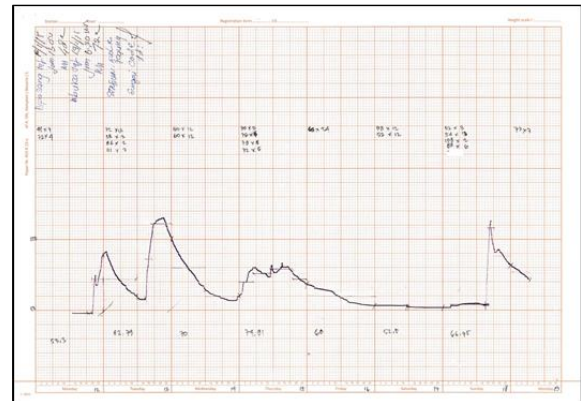
Tabel 1 Hasil identifikasi data hujan

No	Tanggal	Distribusi Hujan
1	1/12/2015	18 ; 20 ; 15 ; 27
2	1/13/2015	8 ; 8 ; 12 ; 9 ; 4 ; 8 ; 5 ; 1
3	1/18/2015	15 ; 5 ; 5 ; 5 ; 8 ; 3 ; 5 ; 5
4	1/25/2015	20 ; 4 ; 2
5	1/30/2015	16 ; 15 ; 5
6	1/31/2015	5 ; 13 ; 7 ; 4
7	2/8/2015	18 ; 24 ; 0 ; 1 ; 0 ; 5 ; 3
8	2/10/2015	18 ; 2 ; 3
9	2/12/2015	68 ; 0 ; 8 ; 2 ; 2 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3.5 ; 0 ; 0 ; 14
10	2/14/2015	27 ; 5 ; 1 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1
11	2/16/2015	27
12	2/17/2015	32 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 2.5
13	2/19/2015	17.5 ; 2.5 ; 10 ; 0 ; 0 ; 3
14	2/23/2015	26.5 ; 20 ; 14.5 ; 1
15	3/1/2015	11 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 23 ; 6
16	3/3/2015	11 ; 2.5 ; 2.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 10 ; 1.5 ; 1.5 ; 1
17	3/5/2015	31.5 ; 5 ; 3 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0.5
18	3/11/2015	21.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0.5 ; 23.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3
19	3/12/2015	7.5 ; 0 ; 11.5 ; 5 ; 5 ; 5
20	3/23/2015	35 ; 25 ; 3
21	3/24/2015	21.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3
22	3/27/2015	25 ; 0 ; 1
23	3/29/2015	13.5 ; 5 ; 5 ; 2
24	4/22/2015	13 ; 5 ; 0 ; 0 ; 1 ; 1 ; 0 ; 2.8 ; 38
25	5/2/2015	15 ; 4.5 ; 2
26	5/4/2015	13 ; 9.5
27	11/10/2015	25 ; 19.5
28	12/7/2015	2.5 ; 19 ; 11 ; 4 ; 1.5
29	12/8/2015	29 ; 6 ; 0.5 ; 0 ; 34.5 ; 60 ; 4 ; 3
30	12/11/2015	19.5 ; 42 ; 0 ; 1.5 ; 1 ; 1
31	12/15/2015	27.5 ; 19.5 ; 2.5 ; 3 ; 2 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0.5
32	12/20/2015	16 ; 6 ; 2.5

5.2 Identifikasi Data AWLR Elevasi Maksimum (H_{Max})

Proses identifikasi data hujan untuk menentukan tanggal terjadinya hujan yang akan menyebabkan aliran di sungai yang tertangkap di alat ukur AWLR untuk mendapatkan data debit terukur (aktual). Data

AWLR dalam bentuk hidrograf elevasi yang diperoleh dari unit hidrometri. Salah satu contoh data AWLR dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hidrograf elevasi 12/01/15 sd 19/01/15

Hasil identifikasi elevasi maksimum (H_{max}) dari grafik AWLR pada tanggal terjadinya hujan sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil elevasi maksimum (H_{Max})

No	Tanggal	H_{Max} (cm)	No	Tanggal	H_{Max} (cm)
1	12/1/2015	90	17	5/3/2015	124
2	13/01/2015	116	18	11/3/2015	102
3	18/01/2015	112	19	12/3/2015	170
4	25/01/2015	78	20	23/03/2015	100
5	30/01/2015	84	21	24/03/2015	108
6	31/01/2015	100	22	27/03/2015	104
7	8/2/2015	82	23	29/03/2015	122
8	10/2/2015	222	24	22/04/2015	244
9	12/2/2015	150	25	2/5/2015	60
10	14/02/2015	116	26	4/5/2015	48
11	16/02/2015	70	27	10/11/2015	58
12	17/02/2015	140	28	7/12/2015	40
13	19/02/2015	140	29	8/12/2015	90
14	23/02/2015	136	30	11/12/2015	62
15	1/3/2015	92	31	15/12/2015	150
16	3/3/2015	128	32	20/12/2015	50

5.3 Hasil Debit Aktual (Q_{aktual})

Analisis debit aktual (Q_{aktul}) untuk mengkalibrasi hasil perhitungan debit *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF}) dari data hujan terukur. Cara menghitung debit aktual dengan metode perhitungan *Hymos Manning* yaitu perhitungan berdasarkan data pengukuran debit pada tahun-tahun terdahulu pada persamaan 1).

Persamaan 1) dihitung dengan menggunakan elevasi untuk menentukan debit yang terjadi (aktual), seperti yang sudah dijelaskan di atas. Dalam penelitian ini elevasi yang digunakan adalah elevasi maksimum (H_{Max}) yang sudah diidentifikasi sebelumnya pada Tabel 2. Di bawah ini adalah hasil

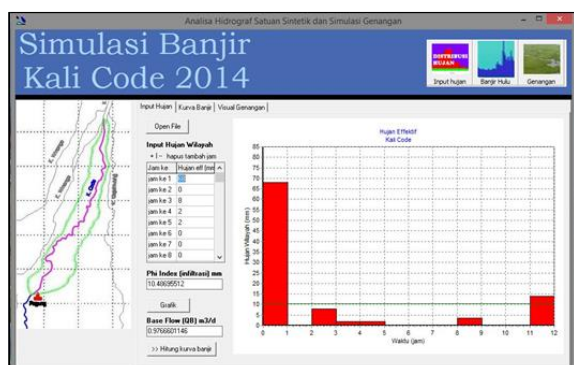
perhitungan debit dengan menggunakan metode *Hymos Manning* :

Tabel 3 Hasil debit aktual (Q_{aktual})

No	Tanggal	Q_{aktual} (m^3/s)	No	Tanggal	Q_{aktual} (m^3/s)
1	12/1/2015	2.94	17	5/3/2015	5.64
2	13/01/2015	4.93	18	11/3/2015	3.8
3	18/01/2015	4.6	19	12/3/2015	10.44
4	25/01/2015	2.17	20	23/03/2015	3.65
5	30/01/2015	2.54	21	24/03/2015	4.27
6	31/01/2015	3.65	22	27/03/2015	3.96
7	8/2/2015	2.41	23	29/03/2015	5.46
8	10/2/2015	17.32	24	22/04/2015	20.68
9	12/2/2015	8.19	25	2/5/2015	1.21
10	14/02/2015	4.93	26	4/5/2015	0.71
11	16/02/2015	1.71	27	10/11/2015	1.12
12	17/02/2015	7.16	28	7/12/2015	0.44
13	19/02/2015	7.16	29	8/12/2015	2.94
14	23/02/2015	6.77	30	11/12/2015	1.3
15	1/3/2015	3.07	31	15/12/2015	8.19
16	3/3/2015	6	32	20/12/2015	0.78

5.4 Hasil Debit *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF})

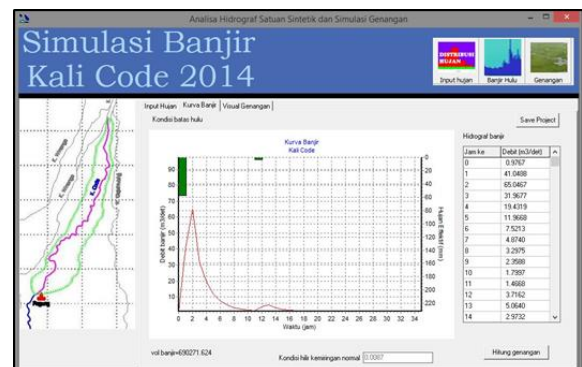
Setelah proses identifikasi pada data hujan terukur di atas, selanjutnya hasil proses identifikasi pada Tabel 1 akan diinput kedalam *software JanaFlow_Code_14* untuk mengetahui besar debit *JanaFlow*. Langkah pertama adalah input data hujan yang terjadi selama satu hari, menginputnya dengan memasukan besaran hujan pada menu Input Hujan, data hujan yang di input dimulai dari awal terjadinya hujan sampai dengan akhir hujan dalam waktu 1 hari, di bawah ini salah satu contoh input data hujan ke dalam *software*, diambil data pada tanggal 12 Februari 2015 dengan besar hujan (R) = 97.5 mm, dengan sebaran hujan 68 ; 0 ; 8 ; 2 ; 2 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3.5 ; 0 ; 0 ; 14, kemudian data tersebut di input maka akan diperoleh grafik hujan seperti Gambar 2.



Gambar 2 Input data hujan terukur 12/02/15

Setelah grafik hujan efektif sudah diperoleh masuk pada langkah berikutnya yaitu pada menu Kurva Banjir, dalam menu ini ditampilkan kurva

banjir yang terjadi sesuai dengan data hujan yang di input sebelumnya. Hasil debit ditampilkan pada kolom Hidrograf Banjir yang diketahui sebagai debit *JanaFlow*, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Kurva banjir 12/02/15

Untuk perhitungan selanjutnya adalah mencari debit *JanaFlow* rata-rata (Q_{JF}) berdasarkan data hujan terukur yang diinput. Hasil Q_{JF} tiap jam tersebut di jumlah dan dibagi sebanyak jumlah jam kejadian. Hasil debit rata-rata (Q_{JF}) yang telah dihitung sesuai pada tanggal terjadinya hujan hasil dari *software JanaFlow_Code_14*.

Tabel 3 Hasil debit *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF})

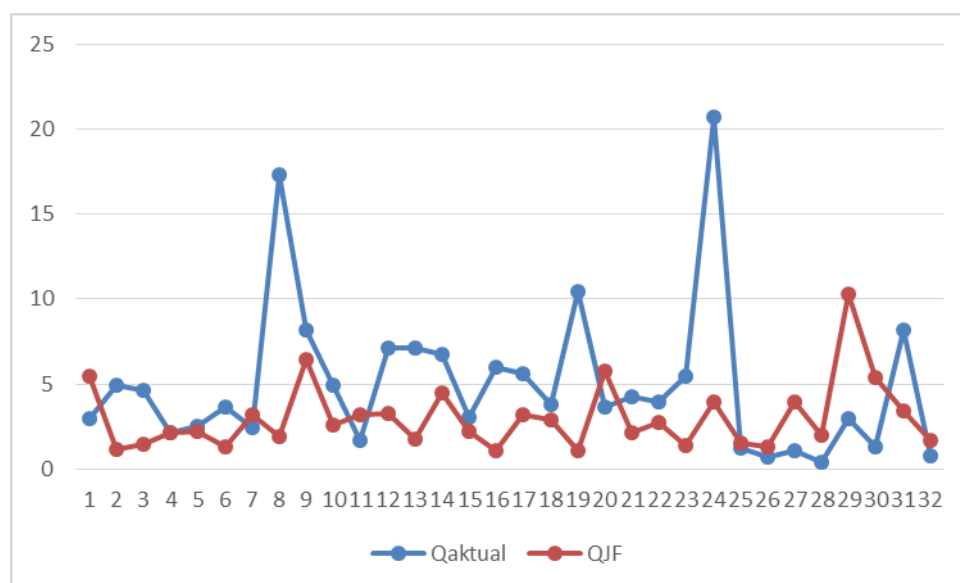
No	Tanggal	Q_{JF} (m^3/s)	No	Tanggal	Q_{JF} (m^3/s)
1	12/1/2015	5.44	17	5/3/2015	3.2
2	13/01/2015	1.16	18	11/3/2015	2.93
3	18/01/2015	1.46	19	12/3/2015	1.12
4	25/01/2015	2.16	20	23/03/2015	5.73
5	30/01/2015	2.22	21	24/03/2015	2.12
6	31/01/2015	1.3	22	27/03/2015	2.76
7	8/2/2015	3.21	23	29/03/2015	1.36
8	10/2/2015	1.92	24	22/04/2015	3.95
9	12/2/2015	6.48	25	2/5/2015	1.55
10	14/02/2015	2.57	26	4/5/2015	1.33
11	16/02/2015	3.17	27	10/11/2015	3.97
12	17/02/2015	3.26	28	7/12/2015	2.02
13	19/02/2015	1.77	29	8/12/2015	10.33
14	23/02/2015	4.45	30	11/12/2015	5.36
15	1/3/2015	2.24	31	15/12/2015	3.41
16	3/3/2015	1.05	32	20/12/2015	1.68

5.5 Analisis Q_{aktual} dan Q_{JF}

Setelah proses identifikasi data kejadian hujan, data AWLR elevasi maksimum, data debit aktual (Q_{aktual}), dan juga data debit rata-rata *JanaFlow* (Q_{JF}). Semua data tersebut direkap untuk mengetahui secara jelas perbandingan antara debit rata-rata *JanaFlow* (Q_{JF}) dengan debit aktual (Q_{aktual}), berikut ini adalah Tabel 4 perbandingan antara Q_{aktual} dan Q_{JF} .

Tabel 4 Hasil debit aktual (Q_{aktual}) dan debit rata-rata *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF})

No	Tanggal	Durasi Hujan (jam)	Hujan Total (mm)	Distribusi Hujan (mm)	Q_{aktual} (m ³ /s)	Q_{JF} (m ³ /s)
1	12/1/2015	4	80.00	18 ; 20 ; 15 ; 27	2.94	5.44
2	13/1/2015	8	55.00	8 ; 8 ; 12 ; 9 ; 4 ; 8 ; 5 ; 1	4.93	1.16
3	18/1/2015	8	51.00	15 ; 5 ; 5 ; 5 ; 8 ; 3 ; 5 ; 5	4.60	1.46
4	25/1/2015	3	26.00	20 ; 4 ; 2	2.17	2.16
5	30/1/2015	3	36.00	16 ; 15 ; 5	2.54	2.22
6	31/1/2015	4	29.00	5 ; 13 ; 7 ; 4	3.65	1.30
7	8/2/2015	7	51.00	18 ; 24 ; 0 ; 1 ; 0 ; 5 ; 3	2.41	3.21
8	10/2/2015	3	23.00	18 ; 2 ; 3	17.32	1.92
9	12/2/2015	12	97.50	68 ; 0 ; 8 ; 2 ; 2 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3.5 ; 0 ; 0 ; 14	8.19	6.48
10	14/2/2015	10	35.00	27 ; 5 ; 1 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1	4.93	2.57
11	16/2/2015	1	27.00	27	1.71	3.17
12	17/2/2015	7	34.50	32 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 2.5	7.16	3.26
13	19/2/2015	6	33.00	17.5 ; 2.5 ; 10 ; 0 ; 0 ; 3	7.16	1.77
14	23/2/2015	4	62.00	26.5 ; 20 ; 14.5 ; 1	6.77	4.45
15	1/3/2015	10	41.00	11 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 23 ; 6	3.07	2.24
16	3/3/2015	11	33.00	11 ; 2.5 ; 2.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 10 ; 1.5 ; 1.5 ; 1	6.00	1.05
17	5/3/2015	7	40.00	31.5 ; 5 ; 3 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0.5	5.64	3.20
18	11/3/2015	16	48.50	21.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0.5 ; 23.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3	3.80	2.93
19	12/3/2015	6	24	7.5 ; 0 ; 11.5 ; 5 ; 5 ; 5	10.44	1.12
20	23/3/2015	3	63	35 ; 25 ; 3	3.65	5.73
21	24/3/2015	8	24.5	21.5 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 3	4.27	2.12
22	27/3/2015	3	26	25 ; 0 ; 1	3.96	2.76
23	29/3/2015	4	25.5	13.5 ; 5 ; 5 ; 2	5.46	1.36
24	22/4/2015	9	60.8	13 ; 5 ; 0 ; 0 ; 1 ; 1 ; 0 ; 2.8 ; 38	20.68	3.95
25	2/5/2015	3	21.5	15 ; 4.5 ; 2	1.21	1.55
26	4/5/2015	2	22.5	13 ; 9.5	0.71	1.33
27	10/11/2015	2	44.5	25 ; 19.5	1.12	3.97
28	7/12/2015	5	38	2.5 ; 19 ; 11 ; 4 ; 1.5	0.44	2.02
29	8/12/2015	8	137	29 ; 6 ; 0.5 ; 0 ; 34.5 ; 60 ; 4 ; 3	2.94	10.33
30	11/12/2015	6	65	19.5 ; 42 ; 0 ; 1.5 ; 1 ; 1	1.30	5.36
31	15/12/2015	11	56	27.5 ; 19.5 ; 2.5 ; 3 ; 2 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0.5	8.19	3.41
32	20/12/2015	3	24.5	16 ; 6 ; 2.5	0.78	1.68



Gambar 4 Debit aktual (Q_{aktual}) dan debit rata-rata *JanaFlow_Code_14* (Q_{JF})

Tabel 5 Selisih Q_{aktual} dan Q_{JF}

No	Tanggal	Q_{aktual} (m^3/s)	Q_{JF} (m^3/s)	ΔQ
1	12/1/2015	2.94	5.44	2.50
2	13/1/2015	4.93	1.16	-3.77
3	18/1/2015	4.60	1.46	-3.14
4	25/1/2015	2.17	2.16	-0.01
5	30/1/2015	2.54	2.22	-0.32
6	31/1/2015	3.65	1.30	-2.35
7	8/2/2015	2.41	3.21	0.80
8	10/2/2015	17.32	1.92	-15.40
9	12/2/2015	8.19	6.48	-1.71
10	14/2/2015	4.93	2.57	-2.36
11	16/2/2015	1.71	3.17	1.46
12	17/2/2015	7.16	3.26	-3.90
13	19/2/2015	7.16	1.77	-5.39
14	23/2/2015	6.77	4.45	-2.32
15	1/3/2015	3.07	2.24	-0.83
16	3/3/2015	6.00	1.05	-4.95
17	5/3/2015	5.64	3.20	-2.44
18	11/3/2015	3.80	2.93	-0.87
19	12/3/2015	10.44	1.12	-9.32
20	23/3/2015	3.65	5.73	2.08
21	24/3/2015	4.27	2.12	-2.15
22	27/3/2015	3.96	2.76	-1.20
23	29/3/2015	5.46	1.36	-4.10
24	22/4/2015	20.68	3.95	-16.73
25	2/5/2015	1.21	1.55	0.34
26	4/5/2015	0.71	1.33	0.62
27	10/11/2015	1.12	3.97	2.85
28	7/12/2015	0.44	2.02	1.58
29	8/12/2015	2.94	10.33	7.39
30	11/12/2015	1.30	5.36	4.06
31	15/12/2015	8.19	3.41	-4.78
32	20/12/2015	0.78	1.68	0.90
Rata-rata penyimpangan				-1.98
Penyimpangan <i>underestimated</i> terbesar				-16.73
Penyimpangan <i>overestimated</i> terbesar				7.39

Tabel 5 di atas adalah perbandingan atau selisih hasil hitungan Q_{JF} dengan Q_{aktual} . Penyimpangan debit terbesar terjadi pada tanggal 22 April 2015 dengan selisih debit sebesar - 16.73 m^3/s untuk hasil yang *underestimated*, sedangkan yang *overestimated* sebesar 7,39 m^3/s terjadi pada tanggal 8 Desember 2015. Rata-rata penyimpangan antara Q_{JF} dengan Q_{aktual} sebesar - 1.98 m^3/s .

Dari Gambar 4 dan Tabel 5 terlihat bahwa Q_{JF} relatif lebih kecil dibanding Q_{aktual} , hal tersebut dapat dikarenakan *JanaFlow_Code_14* diturunkan dari persamaan empiris hidrograf satuan sentetis Gama I yang tidak mempertimbangkan secara detail

kondisi daerah aliran sungai pada musim kemarau maupun musim penghujan sehingga potensi resapan saat musim kemarau akan berbeda dengan kondisi saat musim penghujan yang relatif *saturated* (pori tanah telah terisi air). Selain itu kondisi durasi, jumlah, dan distribusi hujan yang sangat bervariasi. Dari analisis data tahun 2015 ini untuk simulasi *software JanaFlow_Code_14* untuk perhitungan debit rata-rata harian relatif *underestimated*.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut :

1. Penyimpangan debit *underestimated* terbesar negative 16.73 m^3/s , sedangkan yang *overestimated* sebesar positif 7,39 m^3/s .
2. Rata-rata penyimpangan antara Q_{JF} dengan Q_{aktual} sebesar - 1.98 m^3/s simulasi *software JanaFlow_Code_14* untuk perhitungan debit rata-rata harian relatif *underestimated*.
3. Faktor yang mempengaruhi hasil perbedaan hasil perhitungan debit adalah pola distribusi hujan, karakteristik DAS, musim saat terjadi hujan, dan penggunaan hidrograf satuan sintetik (HSS) Gama I di dalam perhitungan Q_{JF} .

6.2 Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dikembangkan antara lain penelitian tentang pengembangan *software JanaFlow_Code_14* dengan menurunkan model perhitungan debit menggunakan metode lain selain HSS *Gama I* seperti hidrograf satuan terukur. Perlu mengkaji ulang tentang ketersediaan data yaitu data hujan yang hilang ataupun data debit yang kurang lengkap.

8. Ucapan Terimakasih

1. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, dan Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah memberi Hibah Penelitian Multitahun Skim Penelitian Produk Terapan (PPT) Tahun ke 2016.
2. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Yogyakarta.

9. Daftar pustaka

- [1] Akbar, Muhamad. *Jurnal Sipil Statik*. Makasar: Universitas Samratulangi, 2016.
- [2] Bambang, Triatmojo. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.

- [3] Chow, Ven Te. *Open Chanel Hydraulics*. USA: University of Illinois, 1959.
- [4] Widyasari, Titiek, and Nizar Achmad. "Map Flood Forecast The Code River in Yogyakarta." *The 5 th International Seminar of HATHI*. Bali: Indonesian Association of Hydraulic Engineers, 2015.
- [5] Widyasari, Titiek, and Nizar Achmad. "Software Janaflow_Code_13 untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Code Yogyakarta." *Proceding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dosen di Lingkungan Universitas Janabadra (LP3M Universitas Janabadra Yogyakarta)*, 2013: 78-85.