

ANALISA PARAMETER HIDRAULIK PADA SUNGAI VETERAN KOTA BANJARMASIN

Al Harisnor⁽¹⁾ dan Maya Amalia⁽²⁾

alharisnor@gmail.com, m.maya@unlam.ac.id

⁽¹⁾ Mahasiswa Program Sarjana Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik ULM

⁽²⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik ULM

Ringkasan

Sungai sebagai urat nadi perekonomian dan jalur utama drainase pada kota Banjarmasin menjadi prioritas dalam perencanaan pembangunan kota jangka panjang. Oleh karena itu maka perlu adanya penelitian untuk memberikan inventarisasi data parameter hidraulik Sungai. Sungai Veteran selain berfungsi sebagai drainase alami juga sebagai aset pariwisata kota Banjarmasin. Dalam penelitian ini dilakukan survey lapangan terhadap parameter hidraulik sungai. Pengambilan data kecepatan dan bentuk penampang sungai yang akan digunakan dalam menghitung kapasitas sungai. Kecepatan sungai digunakan dengan metode Manning. Hasil analisa total panjang sungai 1,219 km (dari titik awal pengukuran sampai simpang pasar Kuripan), lebar sungai berkisar antara 4-30 meter dan kedalaman sungai antara 0,4-3 meter, kemiringan rata-rata dasar sungai adalah sebesar 0,00096, serta dengan kapasitas penampang sungai antara 0,347-33,916 m³/s.

Kata kunci : Sungai Veteran, parameter hidraulik sungai, Banjarmasin

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Banjarmasin adalah kota yang terkenal dengan julukan Kota Seribu sungai. Semakin berkembangnya kota menjadi daerah pemukiman dan kawasan perdagangan maka banyak sungai-sungai kecil yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Namun oleh Pemerintah Kota Banjarmasin Sungai di sepanjang jalan Veteran akan dibuat sebagai objek wisata yang juga di fungsikan sebagai saluran drainase alami.

Sungai yang menjadi fokus penelitian ini adalah sungai di sepanjang jalan Veteran yang juga di kenal sebagai sungai Tapekong, sungai ini berfungsi sebagai saluran drainase utama daerah Veteran, namun jika sungai ini tidak dapat berfungsi dengan baik akan berakibat terjadinya genangan pada pemukiman penduduk disekitar sungai. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian mengenai identifikasi karakteristik hidraulik sungai yang meliputi kapasitas penampang, kecepatan aliran, dan bentuk penampang sungai Veteran.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah inventarisasi karakteristik hidraulik sungai Veteran meliputi bentuk penampang sungai dan kapasitas penampang.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Banjarmasin tepatnya di kecamatan Banjarmasin Timur, Jl.Veteran dengan sungai yang dijadikan objek penelitian merupakan sungai Veteran dengan titik awal muara sungai Veteran dekat patung bekantan (Tapekong) sampai pasar kuripan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisa Karakteristik sungai kecil di Banjarmasin yang mempunyai tujuan untuk mengenai analisa karakteristik dari Sungai Benawa, Sungai Telawang, Sungai Gg.Melati, Sungai Skip Lama, Sungai Tatas meliputi perhitungan kapasitas volume penampang (Taufan Limandana, 2012).

Jurnal ilmiah yang berjudul "Kajian Kapasitas Sungai Logawa Dalam Menampung Debit Banjir Menggunakan Program HEC-RAS". Pada penelitian ini, penulis bertujuan untuk mengetahui kapasitas Sungai Logawa dalam menampung debit banjir yang lewat untuk berbagai periode ulang, sehingga dapat diketahui daerah rawan banjir di sepanjang Sungai Logawa. Hasil penelitian tersebut digunakan untuk sebagai masukan kepada masyarakat untuk waspada terhadap bahaya banjir yang sewaktu-waktu dapat mengancam kehidupannya dan juga sebagai masukan

kepada instansi terkait untuk keperluan pemetaan daerah rawan banjir yang terkini (*up to date*) di daerah Purwokerto dan sekitarnya serta langkah-langkah teknis pengendalian banjir (Suroso, 2006).

Penelitian mengenai kapasitas Sungai Riam Kiwa menggunakan alat Bantu HEC-RAS 4.1.0. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas Sungai Riam Kiwa dalam menampung debit banjir yang lewat untuk berbagai periode ulang dan mencoba melakukan upaya pengendalian banjir dengan pembangunan tanggul. Hasil penelitian tersebut digunakan sebagai masukan kepada masyarakat agar waspada terhadap bahaya banjir yang sewaktu-waktu dapat mengancam kehidupan. Kepada instansi terkait penelitian ini juga untuk keperluan pembuatan data penanggulangan daerah rawan banjir yang terkini (*up to date*) di daerah aliran Sungai Riam Kiwa (Utomo, 2013).

Definisi Sungai

Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itu air dari darat mengalir ke laut. Di dalam Bahasa Indonesia, hanya mengenal satu kata "sungai". Sedang di dalam Bahasa Inggris dikenal kata "stream" dan "river". Kata "stream" dipergunakan untuk menyebutkan sungai kecil, sedang "river" untuk menyebutkan sungai besar (Tominaga M, 1994).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.38 Tahun 2011 mengatakan bahwa sungai adalah alur atau wadah air alami dan buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Wilayah sungai adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau-pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km² (dua ribu kilo meter persegi).

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit

tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai itu berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi (Sosrodarsono, 2006).



Gambar 1 Sistem Sungai
(Sumber: imnologifpikub2013.wordpress.com)

Sebagian besar air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah dan setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat, akhirnya melimpah ke danau atau ke laut. Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai.

Mulai dari mata airnya di bagian yang paling hulu di daerah pegunungan dalam perjalanannya ke hilir di daerah dataran, aliran sungai berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya sehingga lambat laun tubuh sungai menjadi semakin besar. Kadang-kadang sungai yang bermuara di sebuah danau atau di pantai laut terdiri dari beberapa cabang. Apabila sungai semacam ini mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang paling penting, yakni sungai yang daerah pengalirannya, panjangnya, dan volume airnya paling besar disebut sungai utama (*main river*), sedangkan cabang-cabang lainnya disebut anak sungai (*tributary*). Kadang-kadang sebelum alirannya berakhir di sebuah danau atau pantai laut, sungai membentuk beberapa buah cabang yang disebut cabang sungai (*effluent*) (Sosrodarsono, 2008).

Batas Teknis Hidrologi

Ada tiga wilayah atau daerah teknis atau hidrologis pengelolaan sumber daya air yaitu :

- a. Cekungan air tanah
Cekungan air tanah atau *groundwater basin* terdiri atas akuifer tertekan (*confined*

aquifer) dan akuifer bebas(*unconfined aquifer*).

b. Wilayah Sungai

Wilayah sungai terdiri dari beberapa DAS

c. DAS(Daerah Aliran Sungai)

Untuk aliran permukaan daerah aliran sungai merupakan satu kesatuan sistem sumber daya air. Sesuai dengan definisinya maka daerah aliran sungai(DAS) merupakan suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah dimana air akan mengalir melalui sungai dan anak sungai yang bersangkutan yang terletak didalam wilayah DAS tersebut. Secara alami sesuai hukum gravitasi, air mengalir dari hulu ke hilir, dari gunung(daerah yang tinggi) menuju ke laut(daerah yang lebih rendah) (Kodoatie, 2006).

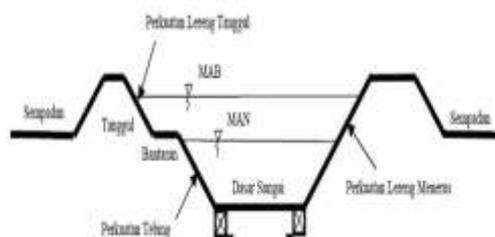
Daerah Aliran Sungai(DAS) bisa juga disebut *catchments area* atau *basin* atau *watershed* adalah daerah dimana semua airnya mengalir kedalam suatu sungai yang dimaksud. Umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasarkan aliran permukaan. Nama DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan. Di dalam suatu DAS, dimungkinkan terdapat beberapa Sub-DAS (Novitasari, 2010).

Daerah Aliran Sungai(DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai. Air Daerah Aliran Sungai(DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut(Wikipedia, 2013).

Daerah pengaliran sebuah sungai adalah daerah tempat presipitasi itu mengkonsentrasi ke sungai. Garis batas daerah-daerah aliran yang berdampingan disebut batas daerah pengaliran, Luas daerah pengaliran diperkirakan dengan pengukuran daerah itu pada peta topografi. Daerah pengaliran, topografi, tumbuh-tumbuhan dan geologi mempunyai pengaruh terhadap debit banjir, corak banjir, debit pengaliran dasar dan seterusnya (Sosrodarsono, 2006).

Penampang Melintang Sungai

Menurut penampang melintangnya, sungai terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut seperti pada Gb (1)



Gambar 1. Penampang Melintang Sungai (Sudaryoko, 1987).

Bantaran Sungai = Lahan pada kedua sisi sepanjang palung sungai dihitung dari tepi sampai dengan kaki tanggul sebelah dalam.

Sempadan Sungai = Daerah yang terletak di luar tanggul sungai dibatasi garis sempadan dengan kaki tanggul sebelah luar/antara garis sempadan dengan tebing sungai tertinggi untuk sungai tidak bertanggul.

Garis batas luar pengaman sungai(garis sempadan) dihitung 5 m dari luar kaki tanggul untuk sungai bertanggul, dan ditetapkan sendiri untuk sungai yang tidak bertanggul dan bangunan-bangunan air sungai. Untuk sungai tak tertanggul, garis sempadan ditetapkan berdasarkan pertimbangan teknis dan sosial ekonomis (Sudaryoko, 1987).

Peranan Sungai

Sungai mempunyai peranan yang sangat besar bagi perkembangan peradaban manusia, yakni dengan menyediakan daerah-daerah subur yang umumnya terletak di lembah-lembah sungai dan sumber air bagi sumber kehidupan yang paling utama bagi kemanusiaan. Demikian pula sungai menyediakan dirinya sebagai sarana transportasi guna meningkatkan mobilitas serta komunikasi antar manusia.

Di daerah pegunungan air digunakan untuk pembangkit tenaga listrik dan juga memegang peranan utama sebagai sumber air untuk kebutuhan irigasi, penyediaan air minum, kebutuhan industri, dan lain-lain. Selain itu sungai berguna pula sebagai tempat yang ideal untuk pariwisata, pengembangan perikanan, dan sarana lalu lintas sungai. Ruas-ruas sungai yang melintasi daerah permukiman yang padat biasanya dipelihara dengan sebaik-baiknya dan dimanfaatkan oleh penduduk sebagai ruang terbuka. Sungai-sungai berfungsi sebagai saluran pembuang untuk menampung air selokan kota dan air buangan dari areal-areal pertanian(Sosrodarsono, 2008).

Hidrolika Sungai

Dalam Buku Bambang Triatmodjo (1993), jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q. Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik (m³/det) atau satuan yang lain(liter/detik, liter/menit, dsb). Dalam prakteknya, sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata V, sehingga debit aliran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

Keterangan:

Q = debit (m³/det)

A = luas penampang basah (m²)

V = kecepatan aliran rata-rata (m/det)

Aliran Air Pada Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik disepanjang saluran, tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa(saluran tertutup) yang tidak penuh(masih ada muka air bebas) masih termasuk aliran melalui saluran terbuka(Triatmodjo, 2008).

Aliran pada saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan/atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen(*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sedangkan berdasarkan fungsi ruang maka aliran dibedakan menjadi aliran seragam(*uniform*) dan tidak seragam(*non-uniform*)(Suripin, 2004).

Aliran berubah dapat dibagi menjadi berubah tiba-tiba(*rapidly varied*) dan berubah lambat laun(*gradually varied*). Aliran disebut berubah tiba-tiba bila kedalamannya mendadak berubah pada jarak yang cukup pendek; sebaliknya, disebut berubah lambat laun. Aliran berubah tiba-tiba juga disebut sebagai gejala setempat(*local phenomenon*), contohnya adalah loncatan hidrolis dan penurunan hidrolis (Ven te Chow, 1997).

Jika partikel zat cair yang bergerak mengikuti alur tertentu dan aliran tampak seperti serat-serat atau lapisan-lapisan tipis yang paralel, maka alirannya disebut aliran laminar. Sebaliknya jika partikel zat cair bergerak mengikuti alur yang tidak beraturan, baik ditinjau terhadap ruang maupun waktu,

maka alirannya disebut aliran turbulen. Jika gaya viskositas yang dominan mana alirannya laminar, sedangkan jika gaya inersia yang dominan, maka alirannya turbulen(Suripin, 2004)

Persamaan Kontinuitas

Apabila zat cair tak kompresibel mengalir secara kontinyu melalui pipa atau saluran terbuka, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua tampang. Keadaan ini disebut dengan hukum kontinuitas aliran zat cair(Triatmodjo, 1993).

Rumus Empiris

Kecepatan aliran(Triatmodjo, 1993) dapat ditentukan melalui beberapa rumus. Seorang ahli dari Islandia, *Robert Manning* mengusulkan rumus berikut ini dalam menentukan kecepatan aliran.

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

Dimana:

C = Koefisien Chezy

n = Kemiringan Dasar Saluran

R = Jari-jari Hidraulis(m)

dengan koefisien tersebut maka rumus kecepatan aliran menjadi :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Tabel 1 Harga Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis Mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

3. METODOLOGI

Metode penelitian yang ditempuh dalam penelitian ini meliputi survei lapangan, studi literatur, pengumpulan data, dan identifikasi karakteristik sungai, pada sungai Veteran.

Pengumpulan Data-data Sekunder

Pekerjaan ini adalah proses pengumpulan data-data sekunder yang akan digunakan dalam analisis. Data-data yang

diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari data survei lapangan dan penelitian oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Selatan. Data sekunder yang diperlukan antara lain :

a. Data Hidraulika

Dimensi saluran, debit air, data sistem jaringan drainase. Data ini di peroleh dari badan wilayah sungai (BWS)/Dep PU/ atau instansi terkait di Banjarmasin.

b. Data Peta Kota Banjarmasin

Peta kota banjarmasin di perlukan untuk memudahkan memplot data yang telah di ukur menggunakan Teodolit serta untuk mengetahui tata telak sungai yang diteliti. Data ini diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air dan Drainase Kota Banjarmasin.

Pengumpulan Data Primer Dengan Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan bertujuan untuk meninjau lokasi studi secara langsung

guna mendapatkan dokumentasi kondisi di lokasi studi terkait dengan :

- a. Tinggi muka air. Untuk mendapatkan data ini dilakukan dengan 2 cara yaitu yang pertama dengan tanya jawab dengan masyarakat sekitar untuk mendapatkan data tinggi muka air histori, dan yang ke dua dengan tercatat yaitu melakukan pengukuran langsung di waktu tinggi muka air tinggi misalnya di waktu sehabis hujan ataupun ketika jam pasang.
- b. Penampang saluran di lapangan dengan sampel minimum pertitik 12 meter sampai 75 meter. Data ini didapat dengan menggunakan form survei dengan pengukuran penampang saluran secara manual dengan roll meter dan Teodolit kemudian mencatatnya.
- c. Menganalisa langsung permasalahan terbaru yang dihadapi oleh sungai Veteran

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Manual

Tabel 2. Hasil Perhitungan Debit Maksimum Berdasarkan Ukuran Penampang Pada Sungai Veteran

Nama	Sta	A (m ²)	P (m)	R	V (m/s)	Q (m ³ /s)
Sta 0	0+000	29	38.857	0.746	0.850	24.641
Sta 1	0+045	30	30	1	1.033	30.984
Sta 2	0+120	42	60.738	0.691	0.808	33.916
Sta 3	0+132	6	10.472	0.573	0.712	4.274
Sta 4	0+160	6.5	20.285	0.320	0.483	3.142
Sta 5	0+200	7.755	18.556	0.418	0.577	4.476
Sta 6	0+240	8.339	20.363	0.409	0.569	4.748
Sta 7	0+280	8.06	17.595	0.458	0.614	4.945
Sta 8	0+340	15.530	36.399	0.427	0.585	9.087
Sta 9	0+380	21	32.852	0.639	0.766	16.092
Sta 10	0+455	11.7	24.539	0.477	0.630	7.373
Sta 11	0+505	11.34	28.325	0.400	0.561	6.360
Sta 12	0+555	10.64	24.455	0.435	0.593	6.308
Sta 13	0+605	13.86	23.208	0.597	0.732	10.150
Sta 14	0+655	8.8	20.682	0.425	0.584	5.140
Sta 15	0+705	7.5	24.245	0.309	0.472	3.542
Sta 16	0+755	13.56	38.185	0.355	0.518	7.021
Sta 17	0+805	4.75	26.086	0.182	0.332	1.575
Sta 18	0+855	5.778	29.974	0.193	0.344	1.990
Sta 19	0+905	13.055	20.032	0.652	0.776	10.134
Sta 20	0+955	11	32.262	0.341	0.504	5.543
Sta 21	1+005	14.395	38.241	0.376	0.538	7.748
Sta 22	1+065	3.044	18.141	0.168	0.314	0.956
Sta 23	1+115	1.204	8.156	0.148	0.288	0.347
Sta 24	1+169	1.204	8.156	0.148	0.288	0.347
Sta 25	1+219	1.204	8.156	0.148	0.288	0.347

Penampang pada titik Sta 0 cukup besar untuk menampung debit aliran air baik itu akibat air hujan dan/atau pasangannya air laut, dan cukup memadai sebagai saluran primer untuk jaringan drainase kota Banjarmasin. Akan tetapi masih ada tumpukan sampah pada bantaran sungai yang mengakibatkan terganggunya aliran permukaan sungai Veteran.



Gambar 1. Kondisi Sungai Veteran pada Sta 15 (0+705)

Pada titik Sta 15 terjadi penyempitan badan sungai yang berakibat pengurangan kapasitas tampungan sungai Veteran, dan adanya bangunan jalan menghambat aliran air pada sungai Veteran.



Gambar 2. Kondisi Sungai Veteran pada Sta 22 (1+065)

Pada titik Sta 22 penyempitan dan pendangkalan saluran membuat daya tampung sungai Veteran sebagai saluran primer dalam jaringan drainas kota Banjarmasin berkurang cukup besar. Ditambah lagi adanya sampah yang mengganggu aliran permukaan. Pada titik Sta 22 adalah titik terakhir yang tinggi muka airnya dipengaruhi oleh pasang surunya air laut. Hal ini

menyebabkan sampah menumpuk dan menjadi sedimen yang mengakibatkan pendangkalan sungai Veteran.



Gambar 3. Kondisi Sungai Veteran pada Sta 23 (1+115)

Titik Sta 23 banyak sampah, pendangkalan, dan penyempitan saluran menjadi penyebab utama berkurangnya kapasitas saluran. Serta saluran yang sudah direkayasa dengan ukuran dan elevasi yang lebih tinggi dibandingkan Sta 22 menyebabkan tinggi muka airnya hanya dipengaruhi oleh air hujan limbah rumah tangga.

Banyak bangunan yang menjorok ke daerah manfaat sungai, sehingga menghambat aliran air dan berdampak air sungai yang sudah tercemar mengendap dan menimbulkan bau dan tidak menyehatkan.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa data yang dilakukan pada Sungai Veteran, dapat disimpulkan bahwa kondisi hidraulik sungai adalah didapatkan geometrik penampang sungai, yaitu total panjang sungai 1,219 km(dari titik awal pengukuran sampai simpang pasar Kuripan), lebar sungai berkisar antara 4-30 meter dan kedalaman sungai antara 0,4-3 meter, kemiringan rata-rata dasar sungai adalah sebesar 0,00096, serta dengan kapasitas penampang sungai antara 0,347-33,916 m³/s.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim². (2013). *Sistem Sungai*. (<https://limnologifpikub2013.wordpress.com/2013/07/16/32/>)
- [2] Alharisnor. (2016). *Inventarisasi Karakteristik Sungai Veteran Kota*

Banjarmasin Dari Tempekong (STA 0+000) Sampai Pasar Kuripan (STA 1+219). Banjarmasin

- [3] Kodoatie, Robert dkk.(2006). *Pengelolaan Bencana Terpadu-Banjir, Longsor, Kekeringandan Tsunami.*Yarsif Watampone. Jakarta
- [4] Sudaryoko, Y.(1987). *Pedoman Penanggulangan Banjir.* Dep. PU. Jakarta.
- [5] Suripin.(2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Andi Offset, Yogyakarta
- [6] Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. (2006). *Hidrologi untuk Pengairan.* Prandya Paramita. Jakarta
- [7] Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tominaga. (2008). *Perbaikan dan Pengaturan Sungai.* Pradnya Paramita. Jakarta
- [8] Tominaga, Masateru. (1994). *River Improvement Works.* PT Pradnya Paramita. Jakarta
- [9] Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika I.* Beta Offset, Yogyakarta.
- [10] Triatmodjo, B. (2008). *Hidrolika II.* Beta Offset. Yogyakarta