

SISTEM DRAINASE SEBAGAI PENGENDALIAN BANJIR KOTA MEDAN

Rumilla Harahap¹, Kemala Jeumpa², Bambang Hadibroto³

¹²³ Jurusan Teknik Sipil, FT, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr.
V Medan, Indonesia 20221, Email: rumi_harahap@yahoo.com

Diterima 25 Februari 2014, disetujui untuk publikasi 26 Februari 2014

Abstract: *Daerah penelitian ini meliputi beberapa daerah diantaranya Kecamatan Medan Selayang, Medan Sunggal, Medan Petisah, Tembung, Medan Barat, Medan Timur, selalu terjadi banjir karena drainase tidak mampu menampung lagi. Model Perencanaan sistem Drainase Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan di analisis melalui metode HEC-RAS 4.0 yaitu pemodelan yang dilakukan dalam menganalisis profil muka air saluran drainase. Perhitungan debit banjir periodik menggunakan Metode Hasper dan Melchior. Hasil penelitian tahun pertama adalah (1) berdasarkan analisis Intensitas hujan saluran drainase di Medan di beberapa tempat di dapat Intensitas Curah Hujan 2 tahun sebesar 166 mm/jam; (2) di dapat debit banjir untuk 2 tahun adalah 1.1396 m³/det, debit banjir rancangan untuk 5 tahun sebesar 1.7475 m³/det. debit banjir untuk 10 tahun adalah 2.3315 m³/det. Sedangkan debit air limbah rumah tangga yang memasuki drainase adalah 0.00137781 m³/det. Saluran penampang drainase yang melimpah diakibatkan padatnya pemukiman atau perubahan cuaca yang tidak menentu yang mengakibatkan debit curah hujan lebih tinggi.; (3) Model perencanaan sistem drainase sebagai pengendalian banjir kota Medan bertitik fokus pada pengelolaan sungai Deli karena sungai Deli yang merupakan sungai utama yang mengalir di pusat kota medan.;(4) Telah terbit dalam bentuk prosiding dari internasional dan jurnal internasional. Manfaat dari penelitian ini mengurangi potensi genangan banjir di sekitar kota Medan*

Kata kunci:

Kota Medan,
Banjir, Sistem
drainase, Metode
HEC-RAS.

Pendahuluan:

Pada saat ini sering kejadian disetiap daerah dimana banjir adalah suatu peristiwa di mana terjadi peluapan air yang berlebihan di suatu tempat. (Sudjarwadi 1997). Curah hujan yang cukup tinggi dan ketidakmampuan drainase menampung air hujan dituding sebagai biang kerok terjadinya banjir. Ribuan orang jadi korban, rumah-rumah penduduk

terendam, bahkan ada beberapa warga yang tewas karena hanyut terbawa banjir. Adanya curah hujan yang merata, intensitas tinggi dan berlangsung terus menerus di beberapa daerah di kota Medan telah menyebabkan bencana banjir dan tanah longsor. Sehingga banyak penduduk yang mengungsi di tempat yang aman (Hasibuan, 2005).

Untuk menyelesaikan persoalan drainase sangat berhubungan dengan aspek hidrologi khususnya masalah hujan sebagai sumber air yang akan di alirkan pada sistem drainase dan limpasan sebagai akibat tidak mempunyai sistem drainase mengalirkan ke tempat pembuangan akhir. Disain hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit pengaliran. Suripin (2004). Judul Penelitian ini Model Perencanaan sistem Drainase Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan. Bermanfaat dari kajian system drainase ini adalah mengurangi potensi genangan banjir di sepanjang perkotaan , sehingga lahan-lahan yang dulunya sering tergenang dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang lain, seperti untuk rekreasi dan lalu lintas jalan raya.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah ; a. Bagaimana menganalisis intensitas hujan dan evaluasi saluran drainase di kota Medan Sumatera Utara .b. Seberapa besar debit banjir periodik secara teknis dengan menggunakan *metode HEC-RAS* sebagai acuan dalam pemodelan profil muka air Drainase. c. kurangnya informasi pengelolaan, koordinasi antara institusi pengelola dan kurangnya peran serta masyarakat dalam pengelolaan, keterbatasan pendanaan dan peraturan. d. Bagaimana Model Perencanaan sistem Drainase Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada wilayah-wilayah sekitar kota Medan yang berada pada satu daerah Sistem Drainase sekitar Kota Medan , Sistem drainase Medan Sunggal, Sistem drainase Medan Selayang, Sistem Drainase Kec.Helvetia dan Medan Timur. Penelitian tahun pertama ini direncanakan dimulai pada April 2014

sampai November 2014. Penelitian tahun kedua ini direncanakan dimulai pada tahun 2015.

2.1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah: Data dari BMG sekitar Kota Medan . Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa: Theodolit, Jalon, Alat current Meter, alat tulis, kamera digital, *global positioning system* (GPS), roll meter, scanner, dan kuesioner.

Metode dalam penelitian ini adalah metode studi lapangan Kota Medan

1. Langkah-langkah persiapan survey.

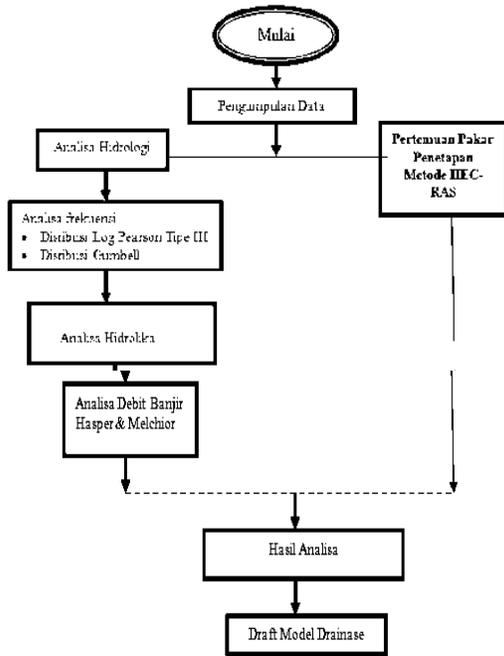
Persiapan berupa, pengkajian dan informasi yang berkaitan dengan pengaruh perubahan pola drainase terhadap terjadinya banjir daerah perkotaan .

- Pengambilan data primer dan data sekunder, data primer yaitu data yang berkaitan dengan penelitian ini.
- Kondisi lahan yang ada sekarang dan perkembangan pembangunan yang terjadi.
- Luas lokasi perubahan pola tata guna lahan.
- Curah hujan yang terjadi (Badan Meteorologi dan Geofisika), metode curah hujan diambil sampai dengan saat ini (tahun 2013).

2. Langkah-langkah persiapan Analisa Lapangan.

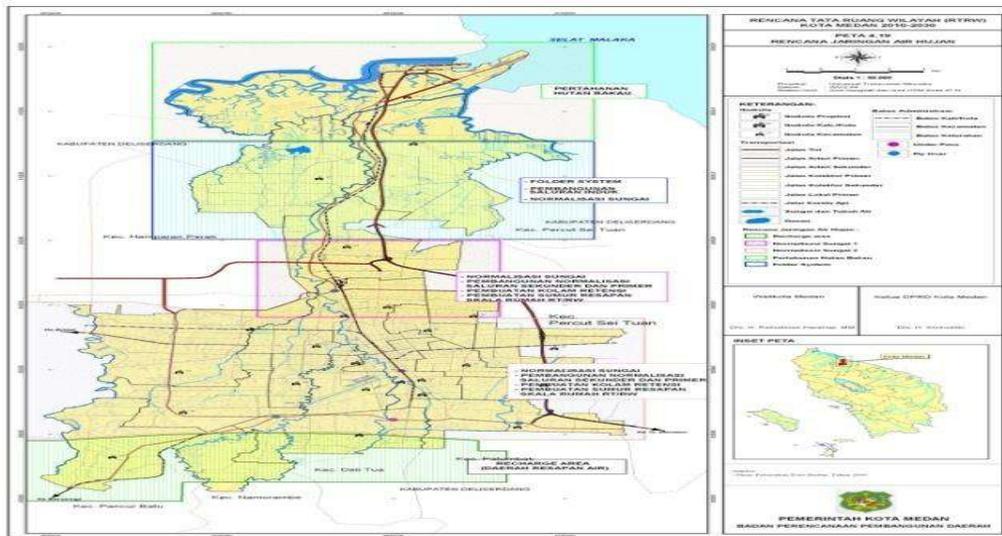
- Persiapan berupa, pengkajian dan informasi yang berkaitan dengan pembuatan model drainase.
- Pembuatan model drainase yang sesuai
- simulasi
 - Pengambilan atau analisa data.

Alur penelitian dalam penelitian ini dapat digambarkan seperti berikut:



Gambar 1. Alur penelitian dalam penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Rencana Pengembangan Jaringan Saluran Drainase Kota Medan

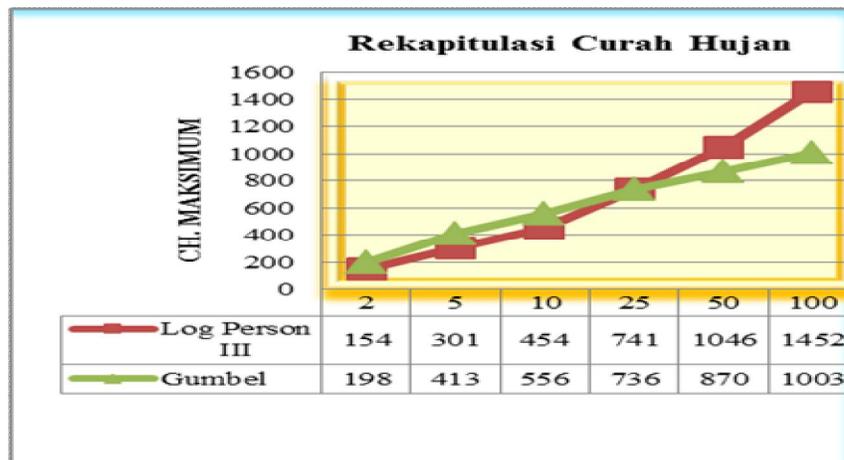


Gambar 3. Daerah sekitar kota Medan

3.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Dalam penganalisaan terhadap frekuensi curah hujan menggunakan 2 metode yaitu :

- a. Metode Log Pearson Type III
- b. Metode Gumbell



Gambar 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Distribusi Log Pearson III & Gumbell

1.2. Uji Chi Square

Langkah-langkah perhitungan cara Chi-square sebagai berikut :

- 1. Menghitung banyaknya kelas dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + (3,322) \log n \\
 &= 1 + (3,3) \log 10 \\
 &= 4,322 \approx 5
 \end{aligned}$$

- 2. Menghitung batas kelas dengan sebaran peluang :

$$\begin{aligned}
 \frac{100\%}{5} &= \frac{100\%}{5} \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

- 3. Menghitung nilai X_T :

❖ Log pearson III

Untuk $Pr = 80\%$, dari Tabel Distribusi Log Pearson Tipe III di dapat $G = -0,855$

$$\begin{aligned}
 \log X_T &= \log X + (G \times S_i) \\
 &= 2,23 + (-0,855 \times 0,32) \\
 &= 1,9602
 \end{aligned}$$

$$X_T = 91 \text{ mm}$$

❖ Gumbel

Untuk $Pr = 80\%$

$$T_r = \frac{1}{\left(\frac{0.01}{100}\right)^{0.25}} = 1,25 \text{ memasukkan nilai } T$$

pada persamaan (2.12)

$$Y_T = - \ln \left[\ln \left(\frac{1,25}{1,25-1} \right) \right]$$

$$= -0,4759$$

$$K = \frac{Y_T - Y_{11}}{S_n} = \frac{-0,4759 - 0,4982}{0,9495}$$

$$= -1,023$$

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_d$$

$$X_T = 222,17 + (-1,023 \times 180,60) = 37,485 \text{ mm}$$

Tabel 1. Uji Chi-Square Log Person III

Tr	Log Xrt	Cs	G	G.Si	log XT	XT (mm)
5	2.23	0.85	0.7745	0.2463	2.4784	301
2.5	2.23	0.85	0.0124	0.0039	2.2361	172
1.67	2.23	0.85	-0.4578	-0.1456	2.0865	122
1.25	2.23	0.85	-0.855	-0.2719	1.9602	91

1.3. Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rancangan diprediksikan berdasarkan data curah hujan dari Stasiun Pencatat Hujan disekitar daerah tangkapan Sungai Deli. Periode ulang yang diperhitungkan dalam analisis debit banjir rancangan ini adalah 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Untuk menentukan analisa debit banjir daerah aliran Sungai Deli akan menggunakan Metode Hasper dan Metode Melchior.

Tabel 2 Hasil Analisa Debit Banjir Rencana Metode Hasper

NO	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm/hari)	Q (m ³ /det)
1	2	154.02	166
2	5	300.89	324
3	10	454.41	490
4	25	741.11	799
5	50	1045.57	1128
6	100	1452.06	1566

Tabel 3: Hasil Analisa Debit Banjir Rencana Metode Melchior

Periode Ulang (tahun)	Curah hujan (Rx) (mm)	QT (m ³ /det)
2	154.02	138
5	300.89	270
10	454.41	408
25	741.11	665
50	1045.57	938
100	1452.06	1303

3.4. Intensitas dan Lama Curah Hujan

Data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2004 s/d 2013 pada pengamatan Stasiun Polonia, Stasiun Tuntungan dan Stasiun Tongkoh.

Untuk Mencari Variabel I (Intensitas dan Lamanya Curah Hujan) dipakai rumus Mononobe. Rumus Mononobe sering digunakan di Jepang, untuk menghitung intensitas curah hujan setiap berdasarkan data curah hujan harian pada persamaan (yaitu:

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

$$I = \frac{134.3518}{24} \left(\frac{24}{0.23} \right)^{2/3} = 166. \text{mm/jam}$$

Analisis hidrolika penampang Sungai Deli di jalan Brigjen Katamsa dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS. Dengan analisis ini dapat diketahui elevasi muka air pada penampang sungai saat suatu debit air melalui sungai tersebut. Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang sungai dengan bantuan software HEC-RAS adalah :

1. Penampang memanjang sungai
2. Potongan melintang sungai
3. Data debit yang melalui sungai
4. Angka manning penampang sungai

Tabel 4. Profil Output Table Saluran Kanan

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
B	605	2 tahun	1.14	17.20	18.25		18.32	0.003575	1.18	0.96	1.05	0.39
B	605	5 tahun	1.75	17.20	18.66		18.74	0.003432	1.25	1.40	1.05	0.35
B	605	10 tahun	2.33	17.20	19.05		19.14	0.003367	1.29	1.81	1.05	0.31
B	500	2 tahun	1.14	16.40	17.64		17.69	0.003600	1.06	1.08	1.05	0.33
B	500	5 tahun	1.75	16.40	18.08		18.15	0.003385	1.13	1.55	1.05	0.30
B	500	10 tahun	2.33	16.40	18.48		18.55	0.003367	1.19	1.97	1.05	0.28
B	400	2 tahun	1.14	16.14	17.34		17.39	0.002463	0.99	1.15	1.05	0.30
B	400	5 tahun	1.75	16.14	17.80		17.85	0.002544	1.08	1.63	1.05	0.28
B	400	10 tahun	2.33	16.14	18.18		18.25	0.002697	1.15	2.03	1.05	0.26
B	300	2 tahun	1.14	15.80	17.14		17.18	0.001801	0.86	1.33	1.05	0.24
B	300	5 tahun	1.75	15.80	17.57		17.62	0.002121	0.98	1.78	1.05	0.24
B	300	10 tahun	2.33	15.80	17.93		17.99	0.002403	1.08	2.16	1.05	0.24
B	200	2 tahun	1.14	15.57	16.89		16.94	0.003195	1.06	1.08	1.05	0.33
B	200	5 tahun	1.75	15.57	17.28		17.35	0.003345	1.17	1.50	1.05	0.31
B	200	10 tahun	2.33	15.57	17.62		17.70	0.003595	1.26	1.85	1.05	0.30
B	100	2 tahun	1.14	15.29	16.67		16.71	0.001744	0.83	1.38	1.05	0.23
B	100	5 tahun	1.75	15.29	17.02		17.07	0.002315	1.00	1.74	1.05	0.25
B	100	10 tahun	2.33	15.29	17.31		17.38	0.002814	1.14	2.05	1.05	0.26
B	0	2 tahun	1.14	15.48	16.02	16.02	16.27	0.020299	2.20	0.52	1.05	1.00
B	0	5 tahun	1.75	15.48	16.18	16.18	16.51	0.022494	2.54	0.69	1.05	1.00
B	0	10 tahun	2.33	15.48	16.32	16.32	16.72	0.024301	2.80	0.83	1.05	1.00

Total flow in cross section.

Tabel 5. Profil Output Table Saluran Kiri

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
A	605	2 tahun	1.14	17.00	17.52		17.63	0.006627	1.48	0.77	1.50	0.66
A	605	5 tahun	1.75	17.00	17.75		17.87	0.005550	1.55	1.13	1.50	0.57
A	605	10 tahun	2.33	17.00	17.98		18.11	0.004932	1.59	1.47	1.50	0.51
A	500	2 tahun	1.14	16.43	17.13		17.19	0.002858	1.09	1.05	1.50	0.41
A	500	5 tahun	1.75	16.43	17.40		17.47	0.002859	1.20	1.45	1.50	0.39
A	500	10 tahun	2.33	16.43	17.64		17.72	0.002871	1.28	1.82	1.50	0.37
A	400	2 tahun	1.14	16.14	16.84		16.90	0.002866	1.09	1.05	1.50	0.42
A	400	5 tahun	1.75	16.14	17.11		17.19	0.002858	1.20	1.45	1.50	0.39
A	400	10 tahun	2.33	16.14	17.35		17.44	0.002882	1.29	1.82	1.50	0.37
A	300	2 tahun	1.14	15.86	16.56		16.62	0.002817	1.08	1.06	1.50	0.41
A	300	5 tahun	1.75	15.86	16.83		16.90	0.002844	1.20	1.46	1.50	0.39
A	300	10 tahun	2.33	15.86	17.06		17.15	0.002900	1.29	1.81	1.50	0.37
A	200	2 tahun	1.14	15.57	16.29		16.34	0.002688	1.06	1.07	1.50	0.40
A	200	5 tahun	1.75	15.57	16.55		16.62	0.002797	1.19	1.46	1.50	0.39
A	200	10 tahun	2.33	15.57	16.77		16.86	0.002933	1.29	1.80	1.50	0.38
A	100	2 tahun	1.14	15.29	16.03		16.09	0.002395	1.02	1.12	1.50	0.38
A	100	5 tahun	1.75	15.29	16.27		16.34	0.002740	1.18	1.48	1.50	0.38
A	100	10 tahun	2.33	15.29	16.47		16.56	0.003036	1.31	1.78	1.50	0.38
A	0	2 tahun	1.14	15.00	15.39	15.39	15.58	0.014688	1.96	0.58	1.50	1.00
A	0	5 tahun	1.75	15.00	15.52	15.52	15.78	0.015478	2.26	0.77	1.50	1.00
A	0	10 tahun	2.33	15.00	15.63	15.63	15.94	0.016240	2.49	0.94	1.50	1.00

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil analisis Intensitas hujan dan evaluasi saluran drainase pada beberapa lokasi atau beberapa tempat di kota Medan Sumatera Utara dengan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III dengan periode ulang 2 tahun sebesar 154 mm, Uji Chi-Square dengan Distribusi Log Pearson Tipe III didapat χ^2 hitung = 2,333 < χ^2 kritis = 5,991 dan uji Chi-Square dengan Distribusi Gumbell didapat χ^2 hitung = 4,667 < χ^2 kritis = 5,991. Maka hasil analisis Intensitas hujan saluran drainase di Medan Sunggal Sumatera Utara di dapat Intensitas Curah Hujan 2 tahun sebesar 166 mm/jam.
2. Hasil debit banjir periodik secara teknis dengan menggunakan metode *HEC-RAS* di dapat debit banjir untuk 2 tahun adalah 1.1396 m³/det, debit banjir rancangan untuk 5 tahun sebesar 1.7475 m³/det. debit banjir untuk 10 tahun adalah 2.3315 m³/det. Sedangkan debit air limbah rumah tangga yang memasuki drainase adalah 0.00137781 m³/det.
3. Draft Model Perencanaan sistem Drainase Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan bertitik fokus pada pengelolaan sungai Deli karena Sungai Deli yang merupakan sungai utama yang mengalir di pusat kota medan secara topografi elevasi sungai deli lebih tinggi dari wilayah timurnya. Sehingga secara alami sungai ini tidak dapat melayani daerah yang ada di sungai. Dengan model perencanaan sistem drainase tersebut maka perlu dilaksanakan

kebijakan pembuatan sistem drainase yang dapat menampung debit yang lebih besar misalnya merubah jaringan sub cachment baru yang membujur ke Utara sampai mendapatkan lokasi saluran yang bisa digunakan atau di tingkatkan dari cachmentnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini tidak lupa peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ucapan terima kasih ditujukan kepada DP2M DIKTI atas pendanaan Hibah penelitian Fundamental, Tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai . Cetakan keempat. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Arifin, H.S. 1998. Effects of Urbanization on the Vegetation Structure of the Home Gardens in West Java, Indonesia. *Japan J.Trop.Agric.* 42(2): 94-102.
- Harahap, R.2010. Peningkatan Sistem Pembelajaran Pada Mata Kuliah Hidrolika , UNIMED.
- Harahap,R. 2011.Pengembangan Kurikulum Berwawasan Peduli Dan Berbudaya Lingkungan. UNIMED.
- Harahap,R. 2013. Penentuan indeks banjir sebagai peringatan Siaga berdasarkan analisis debit pada sungai Asahan, UNIMED.
- Hasibuan, M. 2005. Peran Serta Masyarakat dan Kelembagaan Terpadu Dalam Pengelolaan Banjir Di Kota Medan. Disertasi Doctor, PWD, USU.
- Istiarto, 2009.Aplikasi Model Aliran Satu Dimensi HEC-RAS. Modul Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Jailani. 2005. Kajian Debit Banjir Sungai Way Laay Kecamatan Karya

- Penggawa Kabupaten Lampung Barat. Tesis Master, ITB.
- Kodoatie, Dr.Ir Robert J.M.Eng (2002), 'Banjir'. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.
- Sri Harto,.1993. Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Star, J. dan Estes, J. 1990. Geographic Information Systems an Introduction. New Jersey . Prentice Hall.
- Subramanya, K. 1996. Engineering Hydrology. Tata, Mc Graw - Hill Publishing Company Limited . New Delhi.
- Sudjarwadi. 1997. Teknik Sumber Daya Air. Penerbit Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan, Penerbit Andi, Jakarta.
- Suryadi, Y. 2008. Metoda Penentuan Indeks Banjir Berdasarkan Fungsi Debit Puncak Hidrograf Inflow, Luas Genangan, Kedalaman Genangan dan Waktu Genangan. Disertasi Doktor, Pasca sarjana ITB.