

SIMULASI POMPA BANJIR UNTUK MENGATASI BANJIR DI JALAN SEI MASANG KOTA DUMAI

Rozi Yusuf¹⁾, Siswanto²⁾, Manyuk Fauzi²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru

28293

E-mail: rozzi.yusuf@gmail.com

ABSTRACT

Flood is a frequent disaster in Dumai City and become problems from year to year so that require special attention to handle this matter. This study tries to solve the problem by using a pump. Pumping method can be able to function with optimally, it is necessary to be given temporary pond reservoirs. The pump is used to help accelerate drainage water collected in ponds. Case study area observed is Sei Masang street. this study conducted a pumps simulation with ponds reservoirs by water balance method. The discharge had been calculated by Rational method and IDF curve by Mononobe method. Ponds reservoirs sized (65m x 65m x 2m) requires pumping capacity of 0,5 m³ / sec to handle the floodwaters. So a pump 0,5m³ / sec can be to pump of water from ponds reservoirs to the sea as channel waster.

Keywords: flood, drainage system, pond reservoirs, pumps

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Topografi Kota Dumai termasuk dalam kategori daerah daerah yang datar dengan tingkat kemiringan lereng 0 – 3%, dimana sebelah utara Kota Dumai umumnya merupakan dataran yang landai dan ke selatan semakin bergelombang (Badan Koordinasi Penanaman Modal, 2012).

Kota Dumai merupakan daerah yang sangat rawan terhadap banjir dan menjadi permasalahan dari tahun ke tahun sehingga membutuhkan perhatian khusus untuk menangani hal ini.

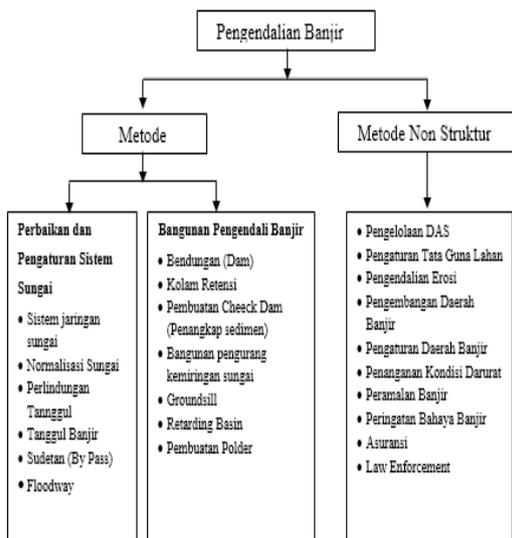
Banjir yang terjadi di beberapa wilayah timur Kota Dumai dikategorikan sebagai banjir rob, yaitu banjir yang diakibatkan oleh naiknya air pasang laut sehingga terjadi genangan air pada daerah permukaan. Genangan air ini diakibatkan karena saluran-saluran drainase yang ada tidak dapat lagi menampung air, terutama akibat dari air

laut pasang maupun saat musim hujan datang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Banjir adalah suatu kondisi dimana aliran air melebihi kapasitas saluran dan limpasan mengalir keluar permukaan sehingga mengakibatkan genangan di kawasan yang tidak seharusnya tergenang dan menimbulkan kerugian (Istiarto, 2002).

Pengendalian banjir prinsipnya ada 2 metode yang dapat dilakukan yaitu metode struktur dan metode non-struktur, secara lebih detail kedua metode ini ditunjukkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Pengendalian Banjir Metode Struktur & Non-Struktur. (Sumber: Robert J.K & Roestam Sjarief, 2010)

Periode ulang adalah waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit rencana untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai.

Tabel 1 Rekomendasi periode ulang banjir rencana untuk proyek pengendalian banjir.

Sistem Saluran	Berdasarkan: Tipe proyek pengendalian banjir Jumlah penduduk	Tahap Awal	Tahap Akhir
Sungai	-Proyek mendesak	5	10
	-Proyek baru	10	25
	Proyek peningkatan -Untuk daerah pedesaan atau perkotaan dengan Jumlah penduduk kurang dari 2 juta jiwa -Untuk perkotaan dengan Jumlah penduduk lebih dari 2 juta jiwa	25	50
Sistem saluran drainase utama (luas DPS > 500 ha)	-Pedesaan	2	5
	-Perkotaan dengan jumlah penduduk kurang dari 500 ribu jiwa	5	10
	-Perkotaan dengan jumlah penduduk antara 500 ribu s/d 2 juta jiwa	5	10
	-Perkotaan dengan jumlah penduduk lebih besar dari 2 juta jiwa	10	25
Sistem saluran drainase sekunder (luas DPS < 500 ha)	-Pedesaan	1	2
	-Perkotaan dengan jumlah penduduk kurang dari 500 ribu jiwa	2	5
	-Perkotaan dengan jumlah penduduk antara 500 ribu s/d 2 juta jiwa	2	5
	-Perkotaan dengan jumlah penduduk lebih besar dari 2 juta jiwa	5	10
	Sistem saluran drainase tersier (luas DPS < 10 ha)	pedesaan dan perkotaan	1

Sumber: Kriteria Desain Bangunan Pengendali Banjir, Puslitbang Sumber Daya Air

Curah hujan rencana adalah hujan terbesar yang mungkin terjadi disuatu daerah pada periode ulang tertentu yang dipakai sebagai dasar perhitungan perencanaan suatu bangunan.

Dengan menggunakan data pengamatan stasiun otomatis maka untuk mencari intensitas hujan dapat dihitung dengan Persamaan 1 Mononobe (Hasmar, 2002) di bawah ini :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

Dengan: I adalah intensitas hujan (mm/jam), t adalah waktu curah hujan (jam) dan R₂₄ adalah curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Kawasan yang terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka nilai C yang digunakan adalah koefisien kawasan yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 di bawah ini :

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2)$$

Dengan : A_i adalah luas lahan dengan jenis penutup tanah i, C_i adalah koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i dan n adalah jumlah jenis penutup lahan.

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase di daerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional atau dengan hidrograf satuan. Tabel 2 berikut menyajikan standar desain saluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”.

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (Tahun)	Metode perhitungan debit banjir
<10	2	Rasional
10 - 100	2 - 5	Rasional
101 - 500	5 - 10	Rasional
>500	10 - 25	Hidrograf satuan

Tabel 2 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan.

Adapun matematik Metode Rasional dapat dilihat Persamaan 26 di bawah ini :

$$Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (3)$$

Dengan : Q_p adalah laju aliran permukaan (debit) puncak dalam m^3/dt , C adalah koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$), I adalah intensitas hujan dalam mm/jam dan A adalah luas lahan dalam Ha.

Kolam penampungan (retensi) adalah suatu bangunan atau konstruksi yang berfungsi untuk menampung sementara air banjir atau hujan dan sementara itu sungai induknya tidak dapat menampung lagi debit banjir yang ada. Daerah di mana kolam tampungan dibangun umumnya merupakan daerah dengan topografi datar bahkan memiliki elevasi muka tanah lebih rendah dibanding dengan elevasi muka air banjir dan muka air laut pasang, sehingga pada daerah tersebut akan sering terjadi genangan. Perencanaan kolam penampungan ini dikombinasikan dengan pompa sehingga pembuangan air dari kolam penampungan bisa lebih cepat. Untuk menghitung volume tampungan serta kapasitas pompa dilakukan berdasarkan hidrograf banjir yang masuk ke pompa dan kolam sebagai berikut:

$$Q_i - Q_o = \frac{dV}{dt} \quad (4)$$

Dengan: Q_i adalah laju aliran masuk, m^3/dtk , Q_o adalah laju aliran keluar atau kapasitas pompa, m^3/dtk , dV adalah volume tampungan, m^3 , dan dT adalah waktu, detik.

Klasifikasi pompa tergantung dari konstruksi, kapasitas dan spesifikasinya. Berdasarkan Suripin (2004), klasifikasi pompa terbagi dua kelompok, yaitu:

1. Pompa turbo

Berdasarkan arah aliran fluida dalam melewati roda putar atau sudu-sudu, pompa turbo dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu pompa sentrifugal, pompa aliran campuran (mixed flow pumps) atau pompa ulir (screw pumps) dan pompa aksial (axial pumps) atau pompa propeller (propeller pumps).

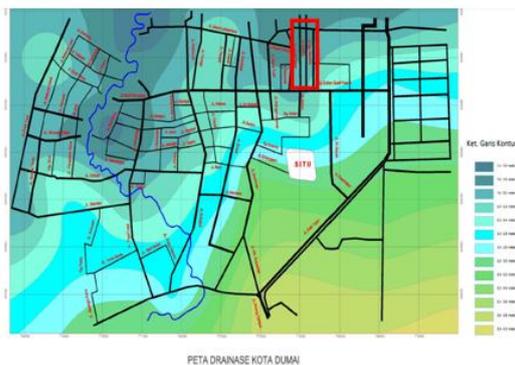
2. Pompa non turbo

Pompa non turbo terdiri dari pompa regeneratif, pompa torak (reciprocating pumps), pompa vacuum, pompa jet dan air lift.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Umum

Lokasi penelitian terletak wilayah Jalan Sei Masang Kota Dumai yang pembuangan akhir dari saluran-saluran drainasenya menuju laut. Luas wilayah penelitian sebesar ± 11 ha. Lokasi wilayah penelitian terlihat pada Gambar 2 di bawah ini.



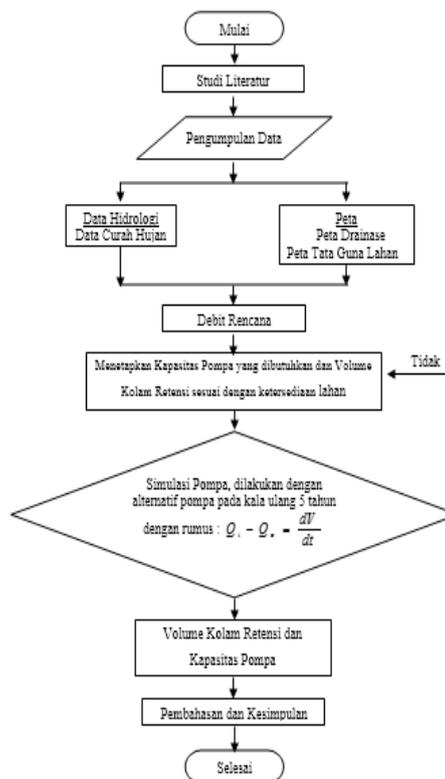
Gambar 2 Lokasi Pelabuhan Dumai

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dari berbagai instansi yaitu data curah hujan harian, peta topografi dan peta drainase. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 15 tahun terakhir dari tahun 2001 s.d 2015 pada stasiun hujan Pinang Kampai yang diperoleh dari balai Wilayah Sungai Sumatera III. Sedangkan peta drainase, dimensi saluran, topografi lahan, lokasi genangan, arah aliran saluran, *catchment area* dan data perencanaan pompa yang digunakan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Dumai.

Tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian secara umum dituangkan ke dalam diagram alir penelitian, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Frekuensi

Data curah hujan yang digunakan berupa data curah hujan harian selama 15 tahun (2001 s.d 2015) pada stasiun hujan Pinang Kampai Kota Dumai. Hasil perhitungan parameter statistik (Tabel 3). Dapat disimpulkan bahwa distribusi yang sesuai dengan data tersebut adalah Log Pearson III.

Tabel 3. Parameter Statistika data

No	Parameter Uji	Nilai	Batas Kritis	Hasil
1	Chi Kuadrat	31,083	5,991	0
2	Smirnov Kolmogorov	4,032	0,340	0,061

Pemilihan distribusi diuji dengan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dan Chi-kuadrat yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. di bawah ini. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa

distribusi Log Pearson III dapat diterima atau mewakili distribusi frekuensi data yang tersedia.

Tabel 4. Hasil Uji Kecocokan Distribusi

No	Parameter Statistik	Nilai
1	Simpangan Baku (s)	31,083
2	Koefisien variansi (Cv)	0,322
3	Koefisien kemencengan (Cs)	-0,773
4	Koefisien Kurtois (Ck)	4,032

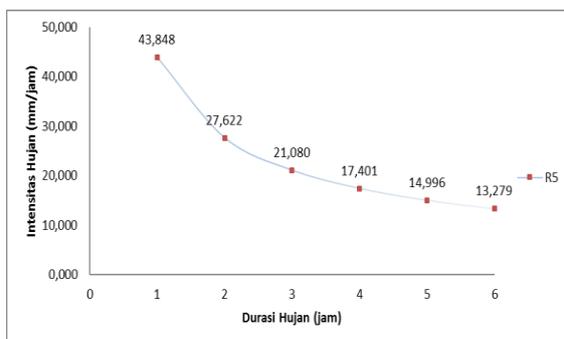
Hujan rancangan berupa hujan rancangan harian (Tabel 5). Berdasarkan hujan rancangan ini dianalisa nilai intensitas hujan dengan metode Mononobe. Hasil perhitungan intensitas curah hujan dapat dilihat dalam Tabel 6 dan grafik IDF (intensitas durasi dan frekuensi) seperti pada Gambar 4.

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III.

Kala Ulang	Rt (mm)
5	126,479

Tabel 6. Intensitas Curah Hujan.

t (menit)	t (jam)	Rt (mm)	I (mm/jam)
60	1	126,479	43,848
120	2	126,479	27,622
180	3	126,479	21,080
240	4	126,479	17,401
300	5	126,479	14,996
360	6	126,479	13,279



Gambar 4. Kurva Intensitas Curah Hujan.

Kondisi tata guna lahan diperlukan untuk menentukan besarnya koefisien limpasan (C) pada suatu daerah. Berdasarkan pengamatan dilapangan, kondisi tata guna lahan di wilayah Jalan Sei Masang Kota Dumai diperoleh nilai C komposit sebesar 0,65.

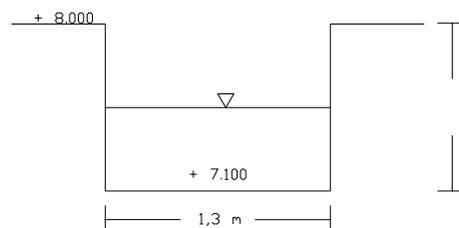
Analisa Kapasitas Saluran Eksisting

Saluran eksisting merupakan saluran utama yang akan berfungsi sebagai pembawa debit rencana sampai ke rumah pompa. Analisa kapasitas saluran eksisting ini untuk menghitung kemampuan tampung /alir saluran utama. Hasil analisa kapasitas saluran ini akan dibandingkan dengan debit rencana (Tabel 7), untuk menentukan apakah saluran yang ada dapat mengatasi debit rencana atau tidak.

Tabel 7. Debit Rencana

t (jam)	Q ₅ (m ³ /dtk)
1	0,926
2	0,583
3	0,445
4	0,368
5	0,317
6	0,280

Gambar 5. merupakan tipikal penampang saluran utama Jalan Sei Masang. Saluran memiliki penampang persegi dengan lebar (b) 1,3 m, tinggi dinding saluran (h) 0,90 m dan panjang (l) 875 m. Penampang saluran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



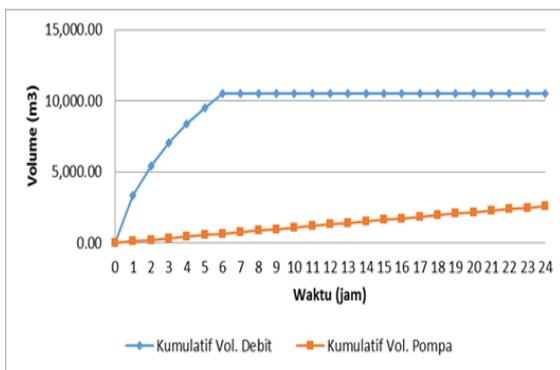
Gambar 5. Penampang Saluran

Kapasitas saluran eksisting lebih kecil dari kapasitas rencana. Dapat disimpulkan saluran utama Jalan Sei Masang tidak dapat menampung debit rencana sehingga air meluap dari saluran.

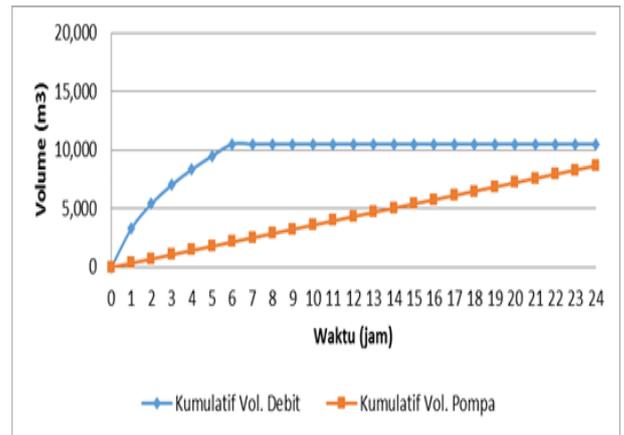
Simulasi Pompa Banjir Kala Ulang 5 Tahun.

Karena keterbatasan lahan, kolam tampungan direncanakan terdiri dari 6050 m³ (55 x 55 x 2) m kolam retensi, ditambah volume long storage sebesar 1023,75 m³ dan memperkirakan luasan yang tergenang di Jalan Sei Masang Kota Dumai.

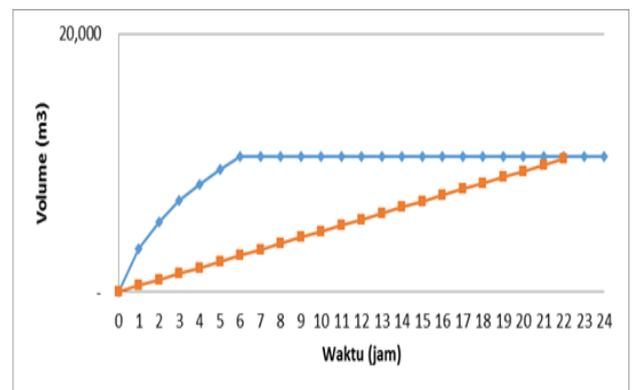
Pada simulasi pompa digunakan beberapa kapasitas pompa rencana yang diperkirakan memungkinkan untuk melayani debit banjir yang ada, yaitu 0,03 m³/dtk, 0,1 m³/dtk, 0,13 m³/dtk, dan 0,16 m³/dtk. Simulasi dilakukan selama 6 jam dalam satu hari dengan syarat batas muka air minimum pada saat awal dan akhir simulasi. Kemudian hasil perhitungan kumulatif volume debit dan kumulatif pompa diplot ke dalam grafik yang disajikan dalam Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 dibawah ini.



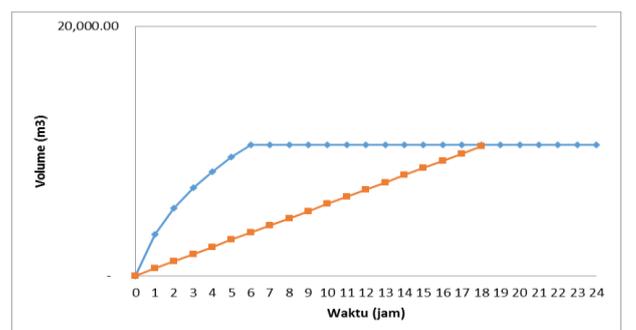
Gambar 6. Hubungan kapasitas tampungan dengan pompa 0,03 m³/detik terhadap waktu.



Gambar 7. Hubungan kapasitas tampungan dengan pompa 0,1 m³/detik terhadap waktu



Gambar 8. Hubungan kapasitas tampungan dengan pompa 0,13 m³/detik terhadap waktu.

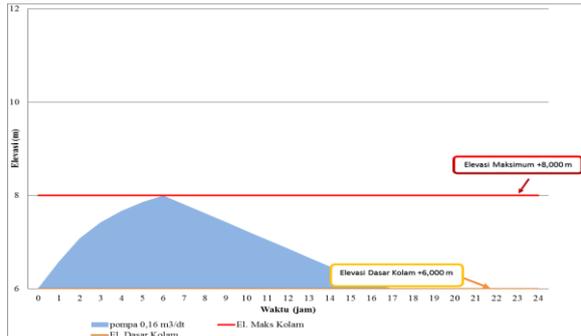


Gambar 9. Hubungan kapasitas tampungan dengan pompa 0,75 m³/detik terhadap waktu.

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin besar kapasitas pompa yang digunakan maka akan semakin cepat dalam menanggulangi banjir genangan yang terjadi.

Simulasi Pompa Kala Ulang 5 Tahun dengan Kolam Retensi

Simulasi dilakukan selama 6 jam dalam satu hari dengan syarat batas muka air minimum pada saat awal dan akhir simulasi. Simulasi dilakukan dengan alternatif kapasitas pompa yaitu 0,03 m³/detik, 0,1 m³/detik, 0,13 m³/detik dan 0,16 m³/detik.



Gambar 10. Simulasi Pompa Kala Ulang 5 tahun dengan kapasitas 0,16 m³/detik.

Pada Gambar 10 menunjukkan hasil simulasi pompa yang mampu menanggulangi genangan banjir pada Jalan Sei Masang Kota Dumai. Dari simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar kapasitas pompa yang digunakan maka akan semakin cepat dalam menanggulangi banjir genangan yang terjadi. Akan tetapi pemilihan kapasitas pompa yang besar harus mempertimbangkan biaya operasional dan pemeliharaan pompa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil Studi dan analisa pompa pengendalian banjir genangan pada Jalan Sei Masang Kota Dumai diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Curah hujan rencana Kota Dumai Kala Ulang 5 Tahun (R₅) adalah 126,479 mm, Debit rencana maksimal menggunakan metode rasioanal pada kala ulang 5 tahun adalah 0,926 m³/detik.

- Untuk mengatasi banjir di Jalan Sei Masang Kota Dumai diperlukan Kolam Tampungan 6050 m³ (55 m x 55 m x 2 m) dengan menggunakan pompa minimal 0,16 m³/detik.

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

- Pemeliharaan dan perbaikan saluran drainase sebaiknya dilakukan secara berkala, guna meminimalisir adanya sampah ke saluran drainase yang nantinya akan menambah semakin kecilnya kapasitas dari saluran tersebut (penyumbatan).
- Sistem pompa dan kolam tampungan dapat menghabiskan biaya yang besar untuk investasi dan operasionalnya, oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan dan hasilnya dapat berfungsi secara optimal dalam penanggulangan banjir yang terjadi di Jalan Sei Masang Kota Dumai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini "Hidrolika Saluran Terbuka". Penerbit CV. Citra Media Surabaya.
- Bambang Triatmodjo, 2008. "Hidrologi Terapan" Penerbit Beta Offset. Yogyakarta.
- Harto, S. 1993. Analisa Hidrologi. Yogyakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hasmar A.Halim, 2002. "Drainase Perkotaan" Penerbit Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Kusnaedi, 2004. "Drainase Untuk Pemukiman Pedesaan Dan Perkotaan" Jakarta.
- Kodoatie Robert J, 2002. "Hidrolika Terapan" Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suyono Sosrodarsono, 2003."Hidrologi" Penerbit PT. Pradya Pramita, Jakarta.

- Suripin, 2004. "*Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*". Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Soemarto, 1995. "*Hidrologi Teknik*". Penerbit PT Gelora Angkasa Pratama, Erlangga. Jakarta.
- Wesli, 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Ven Te Chow, 1985. "*Hidrolika Saluran Terbuka*" Penerbit Erlangga, Jakarta.