

PENGARUH JUMLAH DATA CURAH HUJAN TERHADAP
DAN JENIS DISTRIBUSI CURAH HUJAN RENCANA



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Surabaya

AGUNG ESTHERIA SITI HANINDA
NIM. 1010100000000000

7
1

**PENGARUH JUMLAH DATA CURAH HUJAN TERHADAP BESAR
DAN JENIS DISTRIBUSI CURAH HUJAN RENCANA**

S
551.577 07
Mut
P
e-09/118
2008



-77902
-18337

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,**

Oleh :

**AGUNG KHAIRUL MUTTAQIEN
NIM. 03043110060**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2008**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**



TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AGUNG KHAIRUL MUTTAQIEN
NIM : 03043110060
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : PENGARUH JUMLAH DATA CURAH HUJAN TERHADAP
BESAR DAN JENIS DISTRIBUSI CURAH HUJAN RENCANA**

Inderalaya, Nopember 2008

Ketua Jurusan,



Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
NIP. 131 472 645

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

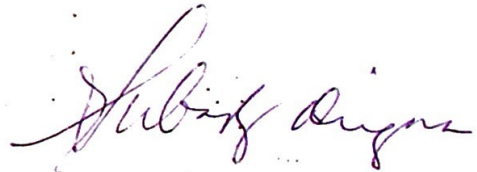
TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AGUNG KHAIRUL MUTTAQIEN
NIM : 03043110060
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : PENGARUH JUMLAH DATA CURAH HUJAN TERHADAP
BESAR DAN JENIS DISTRIBUSI CURAH HUJAN RENCANA

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal

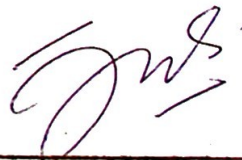
Pembimbing 1



Ir. Subary Adinegara, MT
NIP. 130 817 181

Tanggal

Pembimbing 2



Imroatul C. Juliana, S.T., M.T.
NIP. 132 306 958

Motto :

☺ *Apabila kita ditinggal orang yang sangat disayangi, kita harus bangkit dari keterpurukan untuk menyongsong hari yang baru agar kelak beliau bangga terhadap kerja keras kita.*

☺ *Keberhasilan buah dari hasil usaha kita dan di ridhoi oleh sang pencipta.*

Kupersembahkan kepada: - (alm) Ayah koe yang kucintai

- Ibu koe yang tercinta

- Kakak pertama koe beserta suami dan anak-anaknya

- saudara-saudara koe

PENGARUH JUMLAH DATA CURAH HUJAN TERHADAP BESAR DAN JENIS DISTRIBUSI CURAH HUJAN RENCANA

ABSTRAK

Curah hujan mempunyai pengaruh terhadap daur hidrologi, dan daur ini berguna sebagai titik awal untuk mempelajari hidrologi. Salah satunya adalah perhitungan curah hujan dalam beberapa periode ulang dengan data curah hujan harian maksimum jangka pendek daerah kenten.

Pengukuran curah hujan dapat diukur dengan mempergunakan alat ukur hujan (rain gauge) baik dengan menggunakan alat ukur atau secara dicatat. Data-data yang didapat kemudian dikelompokkan dalam suatu perhitungan distribusi probabilitas dengan menggunakan tipe distribusi yang ada, perhitungan persamaan curah hujan yang didapat harus sesuai dengan standar parameter statistik.

Dalam skripsi ini akan mencoba menggunakan metode uji kecocokan (the goodness of fit test distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan. Dan dilakukan secara berulang-ulang dengan sampel data yang berbeda.

Dari hasil analisis distribusi curah hujan untuk daerah kenten mengikuti tiga pola distribusi yaitu distribusi Normal, Log Normal dan Gumbel untuk jumlah data yang bervariasi, dan semakin lama periode ulang curah hujan direncanakan maka, curah hujan rencana menjadi semakin besar, semakin banyak jumlah data curah hujan yang digunakan tingkat keakuratan pengujian semakin baik.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil Alamin Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Laporan Tugas Akhir yang berjudul PENGARUH JUMLAH DATA CURAH HUJAN TERHADAP BESAR DAN JENIS DISTRIBUSI CURAH HUJAN RENCANA ini dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan dan bimbingan dalam melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Hasan Basri, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S. Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Subary Adinegara, M.T. selaku Dosen Pembimbing Laporan Tugas Akhir.
5. Ir. Sarino, MSCE, selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir.
6. Imroatul C. Juliana S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen dan staf tata usaha Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. BMG stasiun Kenten dan stasiun SMB II yang telah memberikan data
9. (Alm) ayah koe sebagai motivator koe yang koe cinta.
10. Bunda koe yang selalu menyayangi koe
11. Yuk Oviet dan kak rei beserta keponakan koe (Bang Gazi & Dek Rani).
12. Kak ari , teteh sari yang selalu mengomeliku, mereka selalu ada di hati koe.
13. Terima kasih buat eenk, kosannyo tempat aku buat Ta ini, Salam Bro.

14. CivilAttack genk, tempat aku mengaktualisasi diri Songe, io(kibo),okta(sekong),di2en(Petot),rifki(beber),boto',umar(lete'),ojan(kojek), ran(Plak besak), yuda(suneo), aan(Comberan) and the last boedi boeng,

15. Teman-teman angkatan 2004 serta semua pihak yang tak mungkin dituliskan satu persatu atas bantuannya dalam pelaksanaan kegiatan tugas akhir ini.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dan kesalahan serta jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembaca, khususnya civitas akademika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya serta dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Indralaya, 24 Nopember 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Curah Hujan.....	4
2.2. Pengukuran Hujan.....	5
2.2.1. Penakar Hujan Manual.....	6
2.2.2. Penakar Hujan Otomatis.....	7
2.3. Tipe-Tipe Data	10
2.4. Analisa Frekuensi dan Probabilitas	11
2.4.1. Distribusi Normal	15
2.4.2. Distribusi Log Normal.....	17
2.4.3. Distribusi Gumbel.....	18
2.4.4. Distribusi Log Pearson III	19
2.5. Pengeplotan Probabilitas	20

2.6. Uji Kecocokan	21
2.6.1. Uji Chi-Kuadrat	21
2.6.2. Uji Smirnov-Kolmogorov.....	22
2.7. Pengolahan Data Hasil.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Rancangan Kerja Penelitian	25
3.2. Studi Literatur	26
3.3. Pengumpulan Data	26
3.4. Analisis dan Perhitungan	27
3.4.1. Menentukan Parameter Statistik.....	27
3.4.2. Menentukan Besar Distribusi Frekuensi.....	28
3.4.3. Pengeplotan Probabilitas	29
3.4.4. Uji Kecocokan	29
3.4.5. Distribusi Frekuensi Dan Curah Hujan Rencana.....	31
3.5. Pembahasan.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Data Curah Hujan Harian Maksimum	33
4.2. Analisis Data	34
4.2.1. Parameter Statistik Data Curah Hujan.....	34
4.2.2. Analisa Distribusi Frekuensi Curah Hujan.....	39
4.2.3. Analisa Pengeplotan Probabilitas.....	43
4.2.4 Analisa Uji Kecocokan.....	46
4.3. Pembahasan.....	59
4.3.1 Hasil Uji Kecocokan Distribusi Sebaran Frekuensi.....	59
4.3.2 Hasil Curah Hujan Rencana.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69

LAMPIRAN 1	<i>SAMPLE DATA</i> : DATA CURAH HUJAN DAN TABEL-TABEL
LAMPIRAN 2	PERHITUNGAN PARAMETER STATISTIK
LAMPIRAN 3	PERHITUNGAN DISTRIBUSI FREKUENSI
LAMPIRAN 4	PERHITUNGAN UJI CHI-KUADRAT
LAMPIRAN 5	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV-KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 25 TAHUN
LAMPIRAN 6	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 20 TAHUN
LAMPIRAN 7	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 15 TAHUN
LAMPIRAN 8	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 10 TAHUN
LAMPIRAN 9	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 5 TAHUN
LAMPIRAN 10	SURAT-SURAT

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Parameter statistik.....	15
4.1. Data curah hujan jam-jaman maksimum (mm) jangka pendek.....	33
4.2. Hasil Parameter Statistik Curah Hujan 25 tahun.....	35
4.3 Hasil Parameter Statistik Curah Hujan 20 tahun.....	36
4.4. Hasil Parameter Statistik Curah Hujan 15 tahun.....	37
4.5. Hasil Parameter Statistik Curah Hujan 10 tahun.....	38
4.6 Hasil Parameter Statistik Curah Hujan 5 tahun.....	38
4.7. Interpolasi Tabel K Berdasarkan Periode Ulang.....	39
4.8. Interpolasi Tabel K Berdasarkan Periode Ulang.....	40
4.9. Nilai Hubungan Periode Ulang Dengan Reduksi Variat.....	40
4.10. Interpolasi Tabel K Berdasarkan Koefidien Skewness.....	41
4.11. Hasil Analisa frekuensi Curah Hujan Untuk Data 25 Tahun.....	41
4.12 Hasil Analisa frekuensi Curah Hujan Untuk Data 20 Tahun.....	41
4.13 Hasil Analisa frekuensi Curah Hujan Untuk Data 15 Tahun.....	42
4.14 Hasil Analisa frekuensi Curah Hujan Untuk Data 10 Tahun.....	42
4.15 Hasil Analisa frekuensi Curah Hujan Untuk Data 5 Tahun.....	42
4.16 Hasil Perhitungan Probabilitas Untuk Data 25 Tahun.....	43
4.17 Hasil Perhitungan Probabilitas Untuk Data 20 Tahun.....	44
4.18 Hasil Perhitungan Probabilitas Untuk Data 15 Tahun.....	44
4.19 Hasil Perhitungan Probabilitas Untuk Data 10 Tahun.....	45
4.20 Hasil Perhitungan Probabilitas Untuk Data 20 Tahun.....	45
4.21 Hasil Uji Chi-Kuadrat Untuk Data 25 Tahun.....	46
4.22 Hasil Uji Chi-Kuadrat Untuk Data 20 Tahun.....	48
4.23 Hasil Uji Chi- Smirnov-Kolmogorov.Untuk Data 25 Tahun.....	50
4.24 Hasil Uji Chi- Smirnov-Kolmogorov.Untuk Data 20 Tahun.....	52
4.25 Hasil Uji Chi- Smirnov-Kolmogorov.Untuk Data 15 Tahun.....	54
4.26 Hasil Uji Chi- Smirnov-Kolmogorov.Untuk Data 10 Tahun.....	56
4.27 Hasil Uji Chi- Smirnov-Kolmogorov.Untuk Data 5 Tahun.....	57
4.28 Hasil Rekapitulasi Jenis Distribusi Frekuensi.....	59
4.29 Hasil Rekapitulasi Curah Hujan Rencana.....	59
4.30 Persentase Pengaruh jumlah data terhadap curah hujan rencana.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alat Penakar Hujan Manual.....	11
2.2 Alat Penakr Hujan Otomatis (ARR) dengan <i>Tipping Bucket</i>	12
2.3 Distribusi Frekuensi Normal	17
2.4 Kurva Peluang Log Normal.....	18
3.1 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir.....	25
3.2 Diagram Alir Rencana Analisa Perhitungan.....	32
4.1 Grafik Hubungan Jumlah Data Dengan Curah Hujan Tr 2 Tahun.....	60
4.2 Grafik Hubungan Jumlah Data Dengan Curah Hujan Tr 5 Tahun.....	61
4.2 Grafik Hubungan Jumlah Data Dengan Curah Hujan Tr 10 Tahun.....	62
4.2 Grafik Hubungan Jumlah Data Dengan Curah Hujan Tr 25 Tahun.....	63
4.2 Grafik Hubungan Jumlah Data Dengan Curah Hujan Tr 50 Tahun.....	64
4.2 Grafik Hubungan Jumlah Data Dengan Curah Hujan Tr 100 Tahun.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	<i>SAMPLE DATA</i> : DATA CURAH HUJAN DAN TABEL-TABEL
LAMPIRAN 2	PERHITUNGAN ANALISIS PARAMETER STATISTIK
LAMPIRAN 3	PERHITUNGAN DISTRIBUSI FREKUENSI
LAMPIRAN 4	PERHITUNGAN UJI CHI-KUADRAT
LAMPIRAN 5	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV-KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 25 TAHUN
LAMPIRAN 6	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 20 TAHUN
LAMPIRAN 7	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 15 TAHUN
LAMPIRAN 8	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 10 TAHUN
LAMPIRAN 9	PERHITUNGAN UJI SMIRNOV- KOLMOGOROV UNTUK SAMPEL 5 TAHUN
LAMPIRAN 10	SURAT-SURAT

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan *inventarisasi* potensi sumber-sumber air, pemanfaatan dan pengelolaan sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber air seperti air, tanah dan hutan yang telah rusak. Siklus hidrologi seperti besarnya: curah hujan, temperatur, penguapan lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu. Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi itu hanya dapat diukur satu kali dan nilainya tidak akan sama atau tidak akan dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran itu dilaksanakan.

Curah hujan mempunyai pengaruh yang besar terhadap daur hidrologi, dimana daur ini berguna sebagai titik awal untuk mempelajari hidrologi. Hujan terjadi karena penguapan air terutama dari permukaan laut yang naik ke *atmosfir* dan mendingin kemudian menyuling dan jatuh sebagian di atas laut dan sebagian di atas daratan, sebagian meresap kedalam tanah (*infiltrasi*), sebagian di tahan tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*), sebagian menguap kembali (*evaporasi*) dan sebagian menjadi lembab. Air hujan yang menguap, meresap ke dalam tanah, di tahan tumbuh-tumbuhan dan transparasi tidak ikut menjadi aliran air di dalam sungai itu disebut air hilang.

Besarnya curah hujan dari hasil pengamatan badan Meteorologi dan Geofisika dapat digunakan dalam peramalan hidrologi, yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam perencanaan bangunan air pada suatu wilayah tertentu. Jika pemanfaatan dan pembangunan air tidak memperhatikan aspek presipitasi, seperti intensitas, durasi, atau lamanya hujan, maka saat hujan turun pada peristiwa *ekstrim* akan timbul bahaya banjir yang sangat merugikan. Oleh karena itu dalam peramalan hidrologi harus menggunakan pendekatan sesuai agar didapat hasil yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh jumlah data curah hujan yang digunakan dalam peramalan hidrologi dengan besar dan jenis distribusi curah hujan rencana, dari hubungan tersebut dapat diperoleh panjang suatu data curah hujan belum

tentu menghasilkan curah hujan rencana/ramalan maksimal dan jenis distribusi curah hujan yang sama.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penggunaan data curah hujan untuk mencari besar curah hujan rencana dalam beberapa periode ulang dan jenis distribusi frekuensi curah hujan rencana, akan menggunakan metode pendekatan hidrologi statistik. Sampel curah hujan yang digunakan adalah (5 tahun, 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun, dan 25 tahun) pengamatan dari panjang data tersebut. Maka akan diperoleh besarnya curah hujan maksimum rencana dan jenis distribusi yang dipakai dari masing-masing sampel data curah hujan.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa pengaruh jumlah data curah hujan terhadap jenis distribusi frekuensi curah hujan dengan penggunaan jumlah data curah hujan yang berbeda(5 tahun, 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun, dan 25 tahun)
2. Menganalisa pengaruh jumlah data curah hujan terhadap besar curah hujan rencana dalam beberapa periode ulang dengan menggunakan jumlah data curah hujan yang berbeda(5 tahun, 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun, dan 25 tahun).

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Dalam skripsi ini, yang akan dibahas adalah penentuan jenis distribusi curah hujan dengan metode uji kecocokan distribusi frekuensi (*the goodness of fit test*) dan menentukan besar curah hujan rencana maksimum dalam beberapa periode ulang dengan menggunakan jumlah sampel data yang berbeda (5 tahun, 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun dan 25 tahun) pengamatan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dalam jangka waktu 25 tahun pengamatan (tahun 1983 sampai dengan tahun 2007) yang di peroleh dari pos pengamatan hujan. Badan Meteorologi dan Geofisika stasiun Kenten Palembang. Studi ini hanya di batasi untuk mengetahui pengaruh jumlah data curah hujan dengan besar dan jenis distribusi curah hujan rencana dalam beberapa periode ulang.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada laporan tugas akhir ini di uraikan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang analisa hubungan jumlah data curah hujan dengan besar dan jenis distribusi curah hujan rencana serta penulisan laporan tugas akhir ini juga akan membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas secara umum mengenai curah hujan, pengukuran hujan, analisis frekuensi, probabilitas curah hujan, distribusi frekuensi, uji kecocokan distribusi frekuensi (*the goodness of fit test*), metode geometrik, dan lain sebagainya.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini akan membahas tentang metode pelaksanaan perhitungan analisa curah hujan, dimulai dari pengumpulan data sampai analisa pengaruh jumlah data curah hujan terhadap besar dan jenis distribusi curah hujan yang di hasilkan.

Bab IV Analisa dan Pembahasan

Bab ini akan dibahas mengenai analisa curah hujan dan distribusinya dengan metode statistik hidrologi dan menggunakan jumlah sampel data curah hujan yang berbeda, sampai menghasilkan pengaruh penggunaan sampel data curah hujan yang berbeda dengan besar dan jenis distribusi rencana.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menguraikan kesimpulan dari pembahasan dan saran-saran pada bab-bab yang sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto Harimawan .(2003). "Pembuatan Paket Program Aplikasi Analisis Hidrologi".
Tesis Jurusan Teknik Sipil, Program Pasca sarjana UGM, Yogyakarta.
- Asdak, C. (1995). "Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai". Gadjah Mada
University Press, Yogyakarta.
- Chow, V.T. (1964). "Handbook of Applied Hydrology". McGraw-Hill Book Company,
New York.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W (1988). "Applied Hydrology". McGraw-
Hill, New York
- Haan, C.T. (1974). "Statistical Methods in Hydrology". The Iowa State University
Press/Ames.
- Joesron Loebis. (1992). "Banjir Rencana Untuk Bangunan Air". Departemen Pekerjaan
Umum.
- Soemarto, CD. (1987). "Hidrologi Teknik". Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda. (1999). "Hidrologi Untuk Pengairan". P.T. Pradnya
Paramita, Jakarta.
- Sri Harto Br. (1993). "Analisis Hidrologi". PT Gramedia, Jakarta.
- Sri Harto Br. (2000). " Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian". Nafiri, Jakarta.
- Sudjarwadi. (1987). "Teknik Sumber Daya Air". PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- Wanielista, M.P (1990). "Hydrology and Water Quality Control". John Wiley & Sons,
Florida-USA.