

STUDI TENTANG PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP KOMPLEKS
PERUMAHAN RUMAH SEDIKIT DI DAERAH RING PALEMBANG
DENGAN MENDUKUNG PROGRAM WASHICARD



KORPRIKUMHUB

INDONESIA

1975

R.24139/29689

**EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KOMPLEKS
PERUMAHAN ATLET TIPE 70 JAKABARING PALEMBANG
DENGAN BANTUAN PROGRAM WATERCAD**



S
627.123 07
Mif
e
2011
Ci. 120064

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

MIFTAH ALFARID
03071001004

Dosen Pembimbing
Ir. H. Sarino, MSCE

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

2011

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MIFTAH ALFARID
NIM : 03071001004
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH
KOMPLEKS PERUMAHAN ATLET TIPE 70
JAKABARING PALEMBANG DENGAN BANTUAN
PROGRAM WATERCAD

Inderalaya, November 2011

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Ir.H.SARINO, MSCE
NIP. 195909061987031004

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

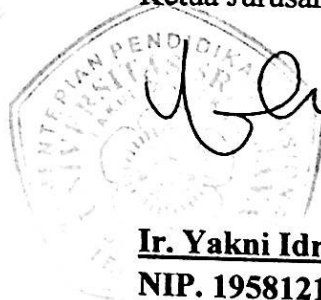

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MIFTAH ALFARID
NIM : 03071001004
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH
KOMPLEKS PERUMAHAN ATLET TIPE 70
JAKABARING PALEMBANG DENGAN BANTUAN
PROGRAM WATERCAD

Inderalaya, November 2011

Mengetahui,

Ketua Jurusan,



Ir. Yakni Idris M.Sc., MSCE
NIP. 195812111987031002

EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KOMPLEKS PERUMAHAN ATLET TIPE 70 JAKABARING PALEMBANG DENGAN BANTUAN PROGRAM WATERCAD

ABSTRAK

Peningkatan jumlah pelanggan PDAM dari tahun ke tahun menuntut adanya maksimalisasi dalam hal pelayanan pemenuhan kebutuhan air bersih. Salah satu bentuk kegiatannya adalah evaluasi jaringan perpipaan dalam suatu periode dan daerah tertentu untuk mengetahui kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Evaluasi berupa analisa kejadian hidrolika dalam pipa.

Daerah kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring Palembang merupakan salah satu contoh daerah yang sudah menerapkan sistim pengaliran selama 24 jam. Untuk menganalisa jaringan yang ada di daerah tersebut dalam memenuhi asas kapasitas, kontinuitas dan tekanan selama pengaliran dilakukan dengan metode manual menggunakan metode Hardy-Cross dan menggunakan bantuan program WaterCAD. Setelah dilakukan perhitungan dengan memasukkan data-data berupa data pelanggan, peta jaringan, karakteristik pipa, karakteristik pompa, pola pengaliran selama 24 jam dan fluktuasi reservoir, hasil dari kedua metode tersebut tidak terlalu jauh perbedaannya. Tetapi dari segi kecepatan analisis dan keakuratan, WaterCAD dianggap lebih mumpuni.

Setelah dianalisis, tekanan pada jaringan masih berada di bawah tekanan standar yang dipakai dalam analisis yang berlaku di Indonesia, yaitu 50 mka. Tetapi kehilangan energi yang terjadi di jaringan tersebut juga relatif sangat kecil, jauh di bawah 10m/km. Maka dapat disimpulkan bahwa jaringan yang ada di kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring Palembang masih mampu untuk menyediakan kebutuhan air masyarakat disana baik dari segi debit atau pun tekanan.

Kata kunci: Air Bersih, Tekanan, WaterCAD.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayahNya jualah penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ini tepat pada waktunya.

Atas persetujuan yang diberikan pembimbing dengan penyusunan Tugas Akhir ini, maka penulis mengambil judul “EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KOMPLEKS PERUMAHAN ATLET TIPE 70 JAKABARING PALEMBANG DENGAN BANTUAN PROGRAM WATERCAD”.

Harapan penyusun semoga laporan Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil khususnya dan civitas akademika pada umumnya. Penyusun menyadari akan adanya kekurangan dalam laporan ini, sehingga semua saran dan kritik yang sifatnya membangun akan penyusun terima dengan senang hati.

Dalam kesempatan ini, penyusun ingin menyatakan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Ir.H. Yakni Idris,M.Sc.,M.S.C.E, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir.H. Sarino,M.S.C.E, selaku Dosen Pembimbing 1 dalam Tugas Akhir ini.
5. Ibu Imroatul C.Juliana,ST.,MT selaku Dosen Pembimbing 2 dalam Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir.H. Imron Fikri Astira,MS selaku dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak M. Baitullah AlAmin,ST.,M.Eng yang memberikan berbagai masukan dan saran berkenaan dengan materi penelitian yang dibahas.
8. Seluruh staf dan pekerja PDAM Tirta Musi Palembang, Unit Instalasi Ogan yang telah menyediakan data guna dijadikan masukan dalam laporan ini.
9. Seluruh staf dan pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah membantu selama ini.
10. Kedua orang tua, adik-adik dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

11. Teman-teman penulis yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

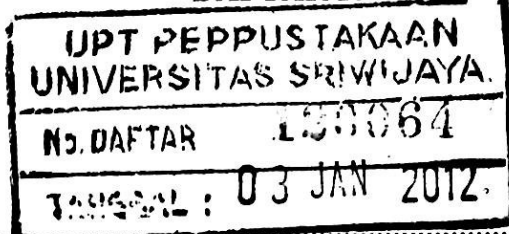
Penulis menyadari di dalam penyusunan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan dalam penulisan berikutnya.

Semoga Tuhan membalas segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama penulisan laporan ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya, Amin.

Palembang, November 2011

Penyusun

DAFTAR ISI



	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan penulisan.....	3
1.4 Ruang lingkup	
1.4.1 Ruang lingkup wilayah.....	3
1.4.2 Ruang lingkup penulisan	3
1.5 Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan pustaka sebelumnya	
2.1.1 Analisa Teknis Sistem Distribusi Air Bersih Pekanbaru Selatan.....	5
2.1.2 Kajian Jaringan Air Bersih Pdam Tirta Gemilang Kabupaten Magelang.....	8
2.1.3 Pengaruh Penambahan Debit Kebutuhan Pada Zona Pelayanan Air Bersih Di Pdam Tirta Meulaboh	11
2.2 Dasar teori	
2.2.1 Air Baku Dan Kebutuhan Air Bersih	13
2.2.2 Persyaratan Air Bersih	15
2.2.3 Sistem dan Mekanisme Aliran Dalam Pipa.....	17
2.2.4 Pola kebutuhan air dan pola pengambilan air	20
2.2.5 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih	21

2.2.6 Analisa Jaringan Pipa	24
2.2.7 Menentukan Diameter Pipa	37
2.2.8 Menentukan Debit aliran	37
2.2.9 Analisa Dengan WaterCAD	38
2.2.10 Metode Hardy-Cross	41
BAB III MEODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Persiapan	43
3.2 Pengumpulan data	43
3.3 Pengolahan data	43
3.4 Bagan alir penelitian	45
BAB IV DATA ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data	
4.1.1 Data Jumlah Pemakaian Air	46
4.1.2 Kapasitas Aliran Masuk Jaringan Pipa	47
4.2 Analisa	
4.2.1 Perhitungan debit di tiap pipa	50
4.2.2 Perhitungan debit di setiap <i>junction</i>	53
4.2.3 Analisa jaringan dengan <i>WaterCAD</i>	54
4.2.4 Analisa Jaringan dengan Metode Hardy Cross	64
4.3 Pembahasan	78
4.3.1 Debit di setiap pipa dan <i>junction</i>	78
4.3.2 Tekanan di setiap <i>junction</i>	78
4.3.3 <i>Headloss</i> atau kehilangan energi	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
Daftar Pustaka	82

DAFTAR TABEL

Tabel	hal
2.1 Kategori kebutuhan air tipe rumah tangga	13
2.2 Kebutuhan Air Non Domestik.....	14
2.3 Nilai Re untuk tiap jenis aliran.....	27
2.4 Tinggi kekasaran rata-rata untuk pipa komersial	28
2.5 Konstanta Kv Untuk Berbagai Jenis Valve.....	36
4.1 Pemakaian Air Bersih Kompleks Perumahan Atlet Tipe 70 Jakabaring	
Palembang Bulan Desember 2010-Mei 2011	46
4.2 Total pemakaian Air Bersih	46
4.3 Hasil Pencatatan Debit Masuk di Meteran Induk Kompleks Perumahan Atlet	
Tipe 70 & 54 Jakabaring,Palembang	47
4.4 Sebaran debit di setiap pipa.....	52
4.5 Sebaran debit di setiap Junction	54
4.6 Pola pengaliran selama 24 jam di kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring	55
4.7 Fluktuasi tinggi reservoir IPA Ogan	55
4.8 Taksiran debit di setiap pipa untuk analisa dengan Hardy-Cross	64
4.9 Iterasi I untuk loop 1	67
4.10 Iterasi I untuk loop 2	68
4.11 Iterasi I untuk loop 3	69
4.12 Iterasi I untuk loop 4	69
4.13 Iterasi I untuk loop 5	70
4.14 Iterasi I untuk loop 6	71
4.15 Iterasi I untuk loop 7	71
4.16 Iterasi I untuk loop 8	72
4.17 Iterasi I untuk loop 9	73
4.18 Iterasi I untuk loop 10	74
4.19 Iterasi I untuk loop 11	74
4.20 Iterasi I untuk loop 12	73

4.21 Iterasi I untuk loop 13	76
4.22 Hasil perhitungan debit pipa setelah iterasi ke-7	76
4.23 Perbandingan hasil perhitungan debit di <i>junction</i> program <i>WaterCAD</i> dan metode <i>Hardy-Cross</i> pada saat jam puncak	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1.1 Peta kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring Palembang.....	2
2.1 Grafik Perbandingan <i>Head</i> Terhadap Koefisien Pipa (CH) pada Sistem Pompa Paralel Alternatif 1.....	7
2.2 Grafik Perbandingan <i>Head</i> Terhadap Koefisien Pipa (CH) pada Sistem Pompa Alternatif 2.....	7
2.3 Grafik Perbandingan <i>Head</i> Terhadap Koefisien Pipa (CH) pada Sistem Pompa Alternatif 3.....	7
2.4 Sistem Distribusi Percabangan.....	18
2.5 Sistem distribusi tertutup.....	18
2.6 Sistem distribusi campuran	19
2.7 Pipa yang disusun secara seri	19
2.8 Pipa yang disusun secara paralel	20
2.9 <i>Junction</i> dengan satu <i>inflow</i> -dua <i>outflow</i>	20
2.10 Pola pengambilan air bersih	21
2.11 Sketsa aliran melalui pipa	25
2.12 Masukan pipa	31
2.13 Keluaran pipa	31
2.14 Penyempitan pipa secara berangsur-angsur	32
2.15 Pembesaran pipa secara berangsur-angsur.....	33
2.16 Profil pembesaran penampang secara optimal	33
2.17 Pembesaran penampang secara mendadak.....	34
2.18 Penyempitan penampang secara mendadak	34
2.19 Sebuah belokan pipa.....	35
2.20 Sebuah elbow	35
2.21 Valve pada pipa.....	35
2.22 Bagan Proses Simulasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Program <i>WaterCAD</i>	40
3.1 Bagan alir Penelitian	45

4.1 Skema Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Kompleks Perumahan Atlet Tipe 70 Jakabaring Palembang.....	49
4.2 Ilustrasi simplifikasi perhitungan debit di pipa 21	50
4.3 Hasil input peta jaringan di program <i>WaterCAD</i>	56
4.4 Hasil masukan data pipa ke program <i>WaterCAD</i>	57
4.5 Hasil masukan data debit di setiap <i>junction</i>	58
4.6 Proses <i>validate</i> program berjalan dengan sukses	59
4.7 Debit di <i>junction</i> 1-31 dengan waktu pengaliran 24 jam	60
4.8 Debit di <i>junction</i> 31-60 dengan waktu pengaliran 24 jam	61
4.9 Tekanan di <i>junction</i> 1-30 dengan waktu pengaliran 24 jam	62
4.10 Tekanan di <i>junction</i> 31-60 dengan waktu pengaliran 24 jam	63
4.11 Loop 1 jaringan pipa	67
4.12 Loop 2 jaringan pipa	68
4.13 Loop 3 jaringan pipa	68
4.14 Loop 4 jaringan pipa	69
4.15 Loop 5 jaringan pipa	70
4.16 Loop 6 jaringan pipa	70
4.17 Loop 7 jaringan pipa	71
4.18 Loop 8 jaringan pipa	72
4.19 Loop 9 jaringan pipa	73
4.20 Loop 10 jaringan pipa	73
4.21 Loop 11 jaringan pipa	74
4.22 Loop 12 jaringan pipa	75
4.23 Loop 13 jaringan pipa	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Diagram Moody

Lampiran 2 : Kubikasi pemakaian air pelanggan di kompleks perumahan atlet tipe 70
Jakabaring,Palembang bulan April-September 2011

Lampiran 3 : Hasil iterasi dengan metode Hardy Cross

Lampiran 4 : *Report* program *WaterCAD* untuk *Extend Period Simulation*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan kemajuan teknologi yang sangat pesat dan disertai dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun, maka kebutuhan manusia akan air semakin bertambah pula. Telah banyak usaha yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air bagi manusia yang kian hari kian meningkat, misalnya dengan lebih mendayagunakan sumber-sumber air yang ada baik itu air tanah maupun air permukaan. Akan tetapi, usaha ini tidak selalu dapat menjangkau semua daerah tempat tinggal penduduk yang membutuhkan air terutama pada musim kemarau.

Sejak beberapa dekade ini untuk memenuhi permintaan akan kebutuhan air bersih terutama di kota-kota, dibuatlah suatu jaringan air bersih. Jaringan air bersih tersebut, penanganannya dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) atau instansi khusus lainnya. Meski demikian, tidak semua penduduk dapat dan atau berlangganan air dari PDAM tersebut. Masih banyak pula yang menggunakan sumur gali atau sumur pompa sebagai sumber air bersih utama di rumah-rumah mereka. Belum maksimalnya jangkauan jaringan air bersih dan jumlah pelanggan yang ada, dikarenakan jangkauannya yang masih sangat terbatas. Selain itu, kesadaran dari masyarakatnya sendiri untuk menggunakan air bersih dari PDAM juga belum sesuai dengan yang diharapkan.

Jaringan distribusi air bersih yang telah ada perlu dianalisa dalam periode tertentu terhadap kemampuannya untuk menyediakan kebutuhan air (persyaratan kapasitas), keterjaminan tersedianya tekanan air yang cukup untuk menjangkau daerah paling ujung dari jaringan (prinsip tekanan) dan mengalirkan air bersih bagi pelanggan yang secara terus menerus tanpa adanya giliran dalam setiap harinya (prinsip kontinuitas). Pada awalnya analisa tersebut dilakukan secara manual dengan berlandaskan pada kaidah-kaidah dalam hidrolika khususnya aliran dalam pipa. Metode ini tentu saja memakan waktu yang lama dan belum tentu menghasilkan ketelitian yang tinggi, sehingga diperlukan metode baru yang lebih efisien dan cepat. Jaringan distribusi air bersih kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring, Palembang merupakan salah satu jaringan distribusi yang sudah menerapkan pengaliran selama 24 jam. Daerah ini sangat cocok untuk dijadikan objek penelitian

karena mempunyai topografi yang relatif datar, adanya meteran induk yang memudahkan petugas untuk mencatat debit air yang dipompakan masuk ke jaringan, pipa yang sudah menggunakan jenis PVC, alat pembaca tekanan atau manometer yang ditempatkan di setiap sub-zona pengaliran masih berfungsi dengan baik serta jarak dengan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) dalam hal ini IPA Ogan relatif dekat, sehingga diperkirakan *losses* yang terjadi kecil.



Gambar 1.1 Peta kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring Palembang

I.2 Perumusan Masalah

Sistem jaringan pipa merupakan komponen utama dari sistem distribusi air bersih. Dewasa ini sering terjadi permasalahan permasalahan seperti kebocoran, besarnya tinggi tenaga yang hilang dan penurunan tingkat layanan penyediaan air bersih untuk konsumen. Permasalahan tersebut lebih diperparah lagi dengan meningkatnya sambungan baru untuk daerah-daerah pemukiman dengan tanpa memperhatikan kemampuan ketersediaan air dan kemampuan sistem jaringan air minum tersebut. Penelitian ini memfokuskan mengenai kajian dari segi hidrolika dalam jaringan perpipaan, seperti kapasitas, kontinuitas dan energi atau tekanan yang terjadi di dalam pipa. Hal-hal yang berkenaan dengan masalah kualitas air dalam pipa tidak akan dibahas. Dengan adanya kemajuan teknologi khususnya dalam bidang pemrograman komputer memungkinkan perencanaan dan analisa suatu jaringan pipa

menjadi lebih cepat dan akurat. Salah satu program yang digunakan adalah *WaterCAD*, yang dapat mensimulasikan perilaku hidrolika dan kualitas air dalam jaringan pipa dan mempunyai kelebihan dapat digunakan untuk simulasi pengaliran selama 24 jam.

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini antara lain :

1. Menghitung kebutuhan air pada jaringan pipa..
2. Menghitung debit dan tekanan pada *junction* yang ada di jaringan pipa.
3. Menghitung *headloss* atau kehilangan energi pada pada pipa

1.4 Ruang Lingkup

1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah pada daerah penelitian adalah kompleks perumahan atlet tipe 70 Jakabaring, Palembang. Kompleks tersebut terdiri dari 10 Blok, yaitu Blok AA, Blok BB, Blok CC, Blok FF, Blok GG, Blok D-F, Blok HH, Blok II, Blok I dan Blok M.

1.4.2. Ruang Lingkup Penulisan

Penelitian difokuskan pada aliran air dalam pipa untuk menghitung *head* dan debit di setiap *junction*. Tinjauan lain seperti kapasitas *reservoir*, kecepatan air pada pipa dan kualitas air, tidak ditinjau. Secara singkat langkah-langkah penelitian adalah :

1. Menghitung jumlah kebutuhan air bersih.
2. Memodelkan kinerja jaringan pipa distribusi air bersih yang telah ada.
3. Mengevaluasi jaringan pipa untuk pegaliran selama 24 jam.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi penjelasan mengenai alasan mengapa perlu mengevaluasi jaringan pipa distribusi air minum, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan teknik analisis, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi hasil kajian pustaka tentang air baku dan kebutuhan air bersih, sistem jaringan air bersih, komponen perpipaan, analisa kehilangan energi selama pengaliran di dalam pipa serta program dan metode lainnya yang digunakan dalam analisa jaringan perpipaan.

BAB III METODOLOGI

Berisi bagan alur prosedur penelitian, langkah-langkah yang dilakukan mulai dari studi literatur, pengumpulan dan analisis data, hingga analisis hasil penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi pengolahan data sesuai dengan metodologi yang dipakai dalam mengevaluasi jaringan distribusi air bersih, analisa dengan program *WaterCAD* yaitu menggunakan metode *Extend Period Simulation (EPS)*, analisa dengan metode Hardy-Cross dan pembahasan mengenai hasil dari evaluasi jaringan distribusi air bersih tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang diambil dari keseluruhan hasil penelitian dan juga berisi saran yang berguna untuk mengoptimalkan penelitian-penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyuni, Intan dan Bambang Utoyo., *Perhitungan Jaringan Pipa Air Bersih Perumahan Polygon Untuk Pengaliran 24 Jam Dengan Program Watercad*, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2009.
- Haribowo, Riyanto., *Kajian Jaringan Air Bersih Pdam Tirta Gemilang Kabupaten Magelang*. Jurnal AGRITEK VOL. 17 NO. 4 JULI 2009.
- Klass, K.S.A.Y Dua., *Desain Jaringan Pipa*. Mandar Maju, Bandung, 2009
- Kodoatjie, R., *Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Andi, Yogyakarta, 2002.
- Sandhyavitri, Ari, dkk., *Analisa Teknis Sistem Distribusi Air Bersih Pekanbaru Selatan*. Skripsi S1. Program Studi teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, 2005.
- Swamee, K.P., dan Ashok, K.S., *Design of Water Supply Pipe Networks*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 2008.
- Syahputra, Benny., *Pengaruh Penambahan Debit Kebutuhan Pada Zona Pelayanan Air Bersih Di Pdam Tirta Meulaboh*. Jurnal PONDASI Vol. 11 No. 2 Desember 2005.
- Triatmadja, Radiana., *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*, Beta Offset, Yogyakarta, 2009.
- Triadmodjo, B., *Hidrolika I, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik*, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, 1996.
- Triadmodjo, B., *Hidrolika II, Pusat antar universitas Ilmu Teknik*, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, 1996.