

# STUDI PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KECAMATAN NGUNUT KABUPATEN TULUNGAGUNG

Bastyo Tafano, Eko Noerhayati, Azizah Rachmawati

Email: tyotafa@gmail.com

## ABSTRAK

Kecamatan Ngunut merupakan salah satu kecamatan yang ada di sebelah barat Kabupaten Tulungagung dengan luas wilayah adalah 37,70 Km<sup>2</sup>. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut penduduk Kecamatan Ngunut tidak dapat mengandalkan air dari sumber air langsung seperti air permukaan dan hujan karena kedua sumber air yang mudah dijangkau tersebut sebagian besar telah tercemar baik langsung maupun tidak langsung

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air sumber sampai dengan tahun 2029 dan kondisi hidrolis yang ada. Simulasi *WaterCAD v8 XM Edition*. Besarnya kebutuhan air disesuaikan dengan permintaan daerah yang dilayani.

Diketahui debit yang tersedia di Desa Pulotondo sebesar 50 liter/detik. Berdasarkan analisa hasil perhitungan diketahui bahwa besar total debit untuk bisa melayani 100% kebutuhan penduduk sebesar 13,423% detik untuk daerah pelayanan Desa Pulotondo. Perhitungan dilakukan dengan simulasi kondisi tidak permanen dengan kebutuhan air berubah sesuai dengan kebutuhan tiap jamnya.

Berdasarkan hasil akhir simulasi dengan menggunakan program *WaterCAD v8 XM Edition*, bahwa sistem jaringan pipa dapat berjalan dengan baik. Hal ini berdasarkan kondisi tekanan, kecepatan dan headloss yang sudah sesuai dengan syarat perencanaan dan volume tandon yang mampu memenuhi kebutuhan air bersih di daerah studi.

*Kata kunci: air bersih, jaringan pipa, jaringan perpipaan, simulasi program*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan penduduk yang cukup tinggi serta semakin meningkatnya kesejahteraan sosial, maka kebutuhan akan pemenuhan air bersih akan meningkat.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut penduduk Kecamatan Ngunut tidak dapat mengandalkan air dari sumber air langsung seperti air permukaan dan hujan karena kedua sumber air yang mudah dijangkau tersebut sebagian besar telah tercemar.

Dalam “Studi Perencanaan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Ngunut

Kabupaten Tulungagung”, kajiannya secara teknis merupakan suatu sistem jaringan yang melayani Desa Pulotondo Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung.

### 1.2. Identifikasi Masalah

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk, meningkatnya sosial ekonomi, serta meningkatnya aktifitas masyarakat maka kebutuhan akan air semakin bertambah dan sumber air belum dipergunakan secara optimal.

Sistem pendistribusian kebutuhan air bersih masih kurang baik karena sumber air tidak dipergunakan secara menyeluruh dari pihak pemerintah maka perlu

dilakukan suatu perencanaan kebutuhan air bersih dengan memanfaatkan sumber air.

Sistem jaringan pipa tidak mampu mengalirkan air dengan baik dikarenakan seringnya terjadi kebocoran pipa maka perlu diadakan perencanaan ulang.

### 1.3. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari studi perencanaan ini adalah:

1. Berapa jumlah penduduk di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung pada tahun 2029?
2. Berapa jumlah kebutuhan air bersih untuk melayani kebutuhan penduduk di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung mulai tahun 2014 sampai batas umur yang direncanakan tahun 2029?
3. Bagaimana sistem penyediaan air bersih sampai tahun 2029?
4. Bagaimana perencanaan sistem jaringan pipa distribusi air bersih di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung?

### 1.4. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari pelaksanaan studi ini adalah untuk:

1. Mengetahui pengembangan distribusi air apakah air yang ada dapat memenuhi kebutuhan penduduk di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung.
2. Perencanaan ini diharapkan mampu menyediakan air bersih bagi seluruh penduduk secara kontinu dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta memenuhi persyaratan.

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah untuk memberikan kontribusi pemikiran dan sebagai bahan pertimbangan bagi instansi terkait agar kualitas hidup masyarakat Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung lebih meningkat dengan tersedianya air bersih yang mudah diakses oleh setiap penduduk.

### 1.5. Lingkup Pembahasan

Terkait dengan beberapa rumusan masalah diatas, maka permasalahan-

permasalahan yang dibahas dalam penulisan ini meliputi:

1. Analisa proyeksi kebutuhan air
  - 1.1 Didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk
  - 1.2 Kebutuhan Air sampai tahun 2029
2. Sumber kebutuhan air yang akan dimanfaatkan
  - 2.1 Kapasitas air
  - 2.2 Kualitas air
  - 2.3 Lokasi sumber air dan daerah yang akan dilayani
3. Sistem Perencanaan Air
  - 3.1 Sumber air baku dan sistem produksi
  - 3.2 Sistem jaringan distribusi air bersih menggunakan program komputer
  4. Perencanaan sistem jaringan pipa
    - 4.1 Kehilangan tekanan air dalam pipa
    - 4.2 Jenis pipa yang akan dipakai
    - 4.3 Kriteria rancang bangun untuk sistem perpipaan
    - 4.4 Perlengkapan pipa

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Perkembangan Penduduk

Agar dapat menentukan air bersih pada masa mendatang perlu terlebih dahulu diperhatikan keadaan yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk di masa mendatang. Metode yang digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk dimasa mendatang yaitu:

1. Metode Geometrik
2. Metode Aritmatik
3. Metode Eksponensial

### 2.2 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Macam kebutuhan air bersih umumnya dibagi atas dua kelompok yaitu kebutuhan domestik dan non domestik.

### 2.3 Hidraulika Aliran Pada Sistem Jaringan Pipa Air Bersih

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih

besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Aliran tersebut memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya, yaitu energi kinetik, tekanan dan ketinggian (Dwi Priyantoro, 1991:5)

## 2.4 Komponen Sistem Jaringan Pipa Air

Komponen sistem jaringan pipa bersih yang dipakai untuk menyalurkan dan mendistribusikan air bersih bagi masyarakat Kabupaten Tulungagung antara lain: Pipa, sambungan pipa, katup dan meteran air.

## 2.5 Mekanisme Pengaliran Dalam Pipa

Mekanisme pengaliran air bersih dalam pipa terdiri dari gabungan pipa-pipa yang disambung menggunakan sambungan seri atau paralel.

## 2.6 Metode Analisa Dalam Jaringan Pipa

Keluaran yang utama dari analisa pada jaringan pipa adalah nilai tinggi tekan pada tiap titik simpul dan besarnya debit pada tiap pipa. Pada setiap jaringan pipa terdapat dua kondisi dasar yang harus dipenuhi (Webber, 1971:122):

1. Hukum Konversi Energi
2. Hukum kontinuitas

## 3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai metode penelitian untuk mengkaji sistem penyediaan air bersih pada daerah kajian. Untuk mengkaji sistem tersebut diperlukan suatu tahapan penelitian yaitu dengan cara mengumpulkan data-data teknis dan pendukungnya.

Adapun data-data yang diperlukan dalam kajiannya antara lain sebagai berikut:

1. Data kondisi daerah studi
2. Data teknis sistem jaringan distribusi air bersih
3. Data jumlah penduduk yang akan dilayani

Data yang terkumpul selanjutnya digunakan untuk menghitung dan

melakukan perencanaan sistem penyediaan air bersih pada daerah kajian.

## 3.1 Data Kependudukan

Tahun	Jumlah penduduk (Jiwa)	Pertambahan Penduduk	
		jiwa	%
2010	77940		
2011	78391	451	0.58
2012	78774	383	0.49
2013	88739	9965	12.6
2014	77259	11480	14.8
Jumlah		10799	28.47
Rata - rata		5569.75	7.12

## 3.2 Kondisi Sumber Air dan Wilayah Pelayanan

Tinjauan pada lokasi sumber air ini adalah untuk dilakukan studi potensi keberadaan sumber air bersih sebagai sumber penyediaan air baku atau simulasi kemampuan pelayanan di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung.

## 3.3 Visualisasi Kondisi Lapangan



Sumber: Google Earth

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode geometrik, metode aritmatik dan metode eksponensial., untuk menentukan metode mana yang akan dipakai untuk menghitung proyeksi kebutuhan air.

Tabel 4.3 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Daerah Pulotondo 2014 – 2029

Area Rencana Pelayanan PDAM (Jiwa)				
No	Tahun	Geometrik	Aritmatik	Ekspensial
1	2014	3220	3220	3220
2	2015	3449	3449	3458
3	2016	3695	3695	3713
4	2017	3958	3958	3987
5	2018	4240	4240	4281
6	2019	4542	4542	4597
7	2020	4865	4865	4936
8	2021	5211	5212	5300
9	2022	5582	5583	5692
10	2023	5980	5980	6112
11	2024	6406	6406	6563
12	2025	6862	6862	7047
13	2026	7350	7351	7567
14	2027	7874	7875	8125
15	2028	8434	8435	8725
16	2029	9035	9036	9369

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih pada Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung sebagai berikut:

##### 1. Kebutuhan Domestik dan Non Domestik

Macam kebutuhan air bersih ada 2 macam yaitu, kebutuhan domestik dan non domestik. Berdasarkan beberapa faktor dari letak geografis maupun kondisi sosial ekonominya Kecamatan Ngunut termasuk dalam golongan pedesaan dengan asumsi kebutuhan air bersih sebesar 60 liter/orang/hari, sedangkan kebutuhan non domestik ditujukan untuk berbagai fasilitas umum.

##### 2. Fluktuasi Kebutuhan Air

Besarnya pemakaian air pada daerah studi berbeda pada setiap jamnya, hal ini dikarenakan terjadinya fluktuasi pada setiap jam yang dipengaruhi oleh pemakaian/faktor beban konsumen.

##### 3. Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan besar air yang hilang selama proses pendistribusian air. Berdasarkan Permen PU Tentang

Penyelenggaraan Pengembangan SPAM kehilangan air karena faktor teknis maksimal sebesar 15% dan faktor non teknis mendekati nol.

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan air yang telah dilakukan, dengan debit yang tersedia sebesar 50 liter/detik dan didapatkan pula debit yang dibutuhkan untuk memenuhi seluruh sambungan rumah yang ada di area terlayani sampai tahun 2029 sebesar 13,423 ltr/dtk.

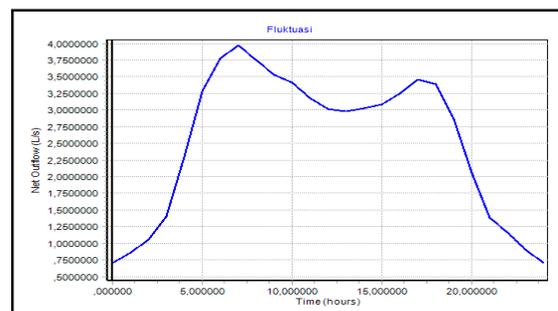
#### 4.3 Perhitungan Kebutuhan Air Tiap Junction

Fungsi dari suatu sistem jaringan distribusi air bersih adalah untuk menyediakan besarnya kebutuhan bagi konsumen dengan tekanan yang cukup pada berbagai macam kondisi permintaan.

Kondisi permintaan pada studi ini didefinisikan sebagai fluktuasi dari kebutuhan harian di suatu titik simpul (debit pembebanan) yang diakibatkan oleh suatu urutan corak perubahan kebutuhan sepanjang hari, kebutuhan puncak harian dan adanya kebutuhan krisis ketika terjadi kerusakan pada pipa.

Kriteria dan asumsi yang dipakai untuk mengevaluasi adanya variasi debit pembebanan di setiap titik simpul pada studi ini adalah sebagai berikut:

- Corak variasi kebutuhan air bersih harian yang terjadi pada titik simpul dihitung dengan metode pendekatan penelitian corak fluktuasi kebutuhan air bersih yang dilakukan oleh Ditjen Cipta Karya Departemen PU (Anonim, 1994:24).



Sumber: Departemen PU. 1994

Label Junction	Elevasi m	Debit Input	Debit Kebutuhan Jam Puncak (07.00) m/s	Garis Energi m	Tekanan m H <sub>2</sub> O
J-2	103	-	0	109,72	6,7109
J-3	103	-	0	109,72	6,7073
J-5	105	0,140	0,216	109,72	4,7098
J-6	101	0,080	0,1234	109,72	8,7034
J-7	104	-	0	109,72	5,7038
J-8	105	0,068	0,1049	109,72	4,7057
J-9	105	-	0	109,71	4,7045
J-10	100	0,220	0,3393	109,71	9,6912
J-11	103	0,100	0,1542	109,71	6,7011
J-12	101	-	0	109,72	8,7041
J-13	100	-	0	109,72	9,7015
J-15	98	0,132	0,2036	109,72	11,6963
J-17	101	-	0	109,72	8,7044
J-18	102	0,112	0,1727	109,72	7,7059
J-20	104	-	0	109,73	5,7139
J-21	105	0,136	0,2098	109,72	4,7151
J-22	104	-	0	109,74	5,7236
J-23	105	-	0	109,75	4,7411
J-24	105	-	0	109,76	4,7482
J-25	105	-	0	109,77	4,7586
J-26	108	0,355	0,5491	109,99	1,9897
J-27	103	-	0	109,75	6,7331
J-28	107	0,284	0,438	109,74	2,7356
J-29	102	-	0	109,74	7,72
J-30	106	0,188	0,29	109,73	3,7254
J-31	103	-	0	109,73	6,7123
J-32	105	0,220	0,3393	109,72	4,7126
J-33	106	0,256	0,3949	109,77	3,7589
J-34	105	0,124	0,1913	109,72	4,7152
J-36	105	-	0	109,72	4,7102
J-37	105	0,052	0,0802	109,72	4,7101
J-38	103	-	0	109,72	6,7056
J-39	105	0,108	0,1666	109,72	4,7095
J-41	107	-	0	109,99	2,9884

- b. Variasi kebutuhan air akibat kebutuhan puncak harian yang terjadi pada titik simpul dengan pendekatan faktor kebutuhan air puncak (*peak factor*) pada sistem distribusi air bersih diasumsikan sudah terwakili dalam corak fluktuasi kebutuhan air bersih harian dengan metode pendekatan hasil penelitian Ditjen Cipta Karya tersebut. Kebutuhan jam puncak harian terjadi pada jam ke-8 dengan *peak factor* sebesar 1,56 dari kebutuhan rata-rata.

#### 4.5 Perencanaan Dimensi Pipa

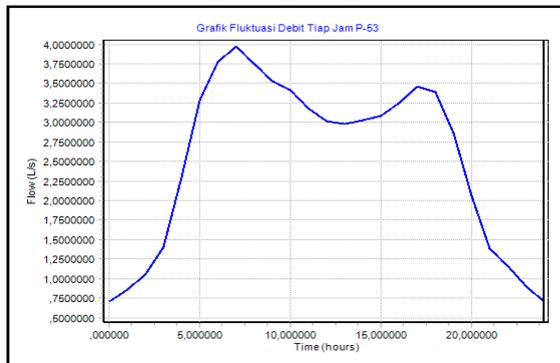
Dimensi pipa didasarkan pada *masterplan* PDAM setempat, berikut adalah tabel dimensi pipa yang menjadi input *WaterCAD v8 XM Edition*.

Tabel 4.6 Dimensi Perencanaan Pipa

Kode Pipa	Panjang Pipa m	Diameter Rencana mm	Bahan Pipa	Koefisien Kekasaran Hazen Williem (c)
P-3	14,32	150	Galvanized iron	120
P-6	125,33	150	Galvanized iron	120
P-8	48,67	150	Galvanized iron	120
P-9	66,57	150	Galvanized iron	120
P-10	215,24	150	Galvanized iron	120
P-11	206,89	150	Galvanized iron	120
P-13	35,32	150	Galvanized iron	120
P-14	27,54	150	Galvanized iron	120
P-16	191,9	150	Galvanized iron	120
P-18	24,33	150	Galvanized iron	120
P-20	145,06	150	Galvanized iron	120
P-23	162,05	150	Galvanized iron	120
P-24	94,3	150	Galvanized iron	120
P-25	109,22	150	Galvanized iron	120
P-26	191,83	150	Galvanized iron	120
P-27	99,88	150	Galvanized iron	120
P-30	136,59	150	Galvanized iron	120
P-33	52,75	150	Galvanized iron	120
P-34	295,51	150	Galvanized iron	120
P-36	44,89	150	Galvanized iron	120
P-37	287,56	150	Galvanized iron	120
P-38	25,68	150	Galvanized iron	120
P-39	49,33	150	Galvanized iron	120
P-40	285,91	150	Galvanized iron	120

P-41	90,86	150	Galvanized iron	120
P-42	160	150	Galvanized iron	120
P-44	126,65	150	Galvanized iron	120
P-45	65,94	150	Galvanized iron	120
P-46	34,84	150	Galvanized iron	120
P-47	27,42	150	Galvanized iron	120
P-48	78,3	150	Galvanized iron	120
P-49	60,19	150	Galvanized iron	120
P-51	259,71	150	Galvanized iron	120
P-52	36,85	150	Galvanized iron	120
P-53	14,79	150	Galvanized iron	120

#### 4.6 Analisa Kondisi Pipa Perhitungan Reservoir pada jam puncak.



Gambar 1. Grafik Fluktuasi Debit Tiap Jam Pada P-53

#### 4.7 Analisa Perhitungan Distribusi Reservoir

##### 4.7.1 Analisa Perhitungan Distribusi Reservoir pada jam puncak.

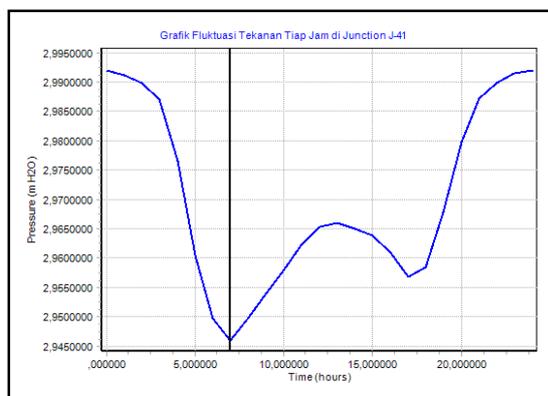
Tabel 4.7 Hasil Analisa Perhitungan Distribusi Reservoir Pulotondo pada jam puncak.

Tabel 4.8 Hasil Analisa Perhitungan Distribusi Reservoir Pulotondo Pada Jam Terendah.

Label Junction	Elevasi m	Debit Input	Debit Kebutuhan Jam Terendah Jam 24.00 (m/s)	Garis Energi m	Tekanan m H <sub>2</sub> O
J-2	103	-	0	109,99	6,974
J-3	103	-	0	109,99	6,974
J-5	105	0,14	0,0384	109,99	5,4978

		0			
J-6	101	0,080	0,022	109,99	5,8,970
J-7	104	-	0	109,99	3,5,976
J-8	105	0,068	0,0187	109,99	3,4,978
J-9	105	-	0	109,99	3,4,978
J-10	100	0,220	0,0604	109,99	1,9,968
J-11	103	0,100	0,0274	109,99	3,6,974
J-12	101	-	0	109,99	5,8,970
J-13	100	-	0	109,99	5,9,968
J-15	98	0,132	0,0362	109,99	44,11,96
J-17	101	-	0	109,99	5,8,970
J-18	102	0,112	0,0307	109,99	5,7,972
J-20	104	-	0	109,99	7,5,976
J-21	105	0,136	0,0373	109,99	7,4,978
J-22	104	-	0	109,99	1,5,977
J-23	105	-	0	109,99	7,4,979
J-24	105	-	0	109,99	4,98
J-25	105	-	0	109,99	5,4,980
J-26	108	0,355	0,0977	110	7,1,995
J-27	103	-	0	109,99	6,6,975
J-28	107	0,284	0,078	109,99	4,2,983
J-29	102	-	0	109,99	1,7,973
J-30	106	0,188	0,0516	109,99	1,3,981
J-31	103	-	0	109,99	7,6,974
J-32	105	0,220	0,0604	109,99	6,4,978
J-33	106	0,256	0,0703	109,99	4,3,982
J-34	105	0,12	0,034	109,99	7,4,978

		4			
J-36	105	-	0	109,99	4,978 5
J-37	105	0,05 2	0,0143	109,99	4,978 5
J-38	103	-	0	109,99	6,974 4
J-39	105	0,10 8	0,0296	109,99	4,978 5
J-41	107	-	0	110	2,993 7



Gambar 2. Grafik Fluktuasi Debit Tiap Jam Junction J-41

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari Studi Perencanaan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung adalah sebagai berikut:

1. Prediksi jumlah penduduk yang harus dilayani 15 tahun mendatang pada 2029 adalah 9369 jiwa dan sambungan rumah (SR) berjumlah 1874.
2. Debit air bersih yang dibutuhkan sampai 2029 adalah 8,605 lt/det dengan tingkat kebocoran 15%.
3. Sistem penyediaan jaringan air bersih yang di simulasikan di dalam software *Watercad V8 XM Edition* sudah memenuhi kriteria yang sudah direncanakan. Tekanan berkurang dimulai pada saat kebutuhan air

meningkat yaitu pada pukul 06.00 – 08.00. Tekanan tinggi saat kebutuhan air mulai menurun yaitu pada pukul 08.00 – 18.00. Kemudian tekanan kembali menurun pada pukul 16.00 – 18.00 seperti ditunjukkan pada koefisien Faktor Pengali (*Load Factor*) terhadap kebutuhan air bersih.

4. Berdasarkan hasil simulasi *Watercad V8 XM Edition* diperoleh spesifikasi jaringan pipa yang digunakan pada perencanaan tahun 2029 yaitu untuk jenis pipa yang dipakai adalah pipa baja (*Galvanized Iron*), diameter berkisar 50,8 mm – 152,4 mm dan total panjang pipa sekitar 3892,22 m.

### 5.2 Saran

Untuk lebih sempurnanya studi ini, beberapa saran yang dapat diajukan antara lain:

1. Ketersediaan data yang ada sangat membantu dalam perencanaan sistem distribusi jaringan pipa.
2. Keakuratan data kebutuhan air juga akan membantu perhitungan sehingga tidak terjadi eksploitasi sumber air yang ada.
3. Adanya kerjasama antara pihak yang bertanggung jawab serta penduduk sekitar untuk menjaga kelestarian sumber air dan fasilitas yang ada untuk menjaga kontinuitas dan kualitas mata air tersebut.
4. Pemenuhan fasilitas jaringan listrik sangat dibutuhkan untuk membantu dalam memaksimalkan pelayanan kebutuhan air bersih pada daerah studi.

### DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya. 1996. *Analisis Kebutuhan Air Bersih*, Jakarta.

Haestad Bentley Methods. 2007. *User's Guide WaterCAD v8 for Windows*

*WATERBUY CT. USA: Bentley.*  
Press.

Haestad Methods. 2001. *User Guide*  
*WaterCAD v 4.5 for Windows.*  
Waterbury CT, USA : Haestad  
Press. Jumarwan.-. *Modul*  
*Pelatihan Sistem Penyediaan Air*  
*Minum Malang : PDAM*  
Kabupaten Malang.

Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini.  
1996. *Teknik Sumber Daya Air.*  
Jilid I dan II, *Edisi Ketiga,*  
*Terjemahan Ir. Djoko Sasongko,*  
*M.Sc, Jakarta : Erlangga.*

Muliakusumah, Sutarsih. 2000. *Proyeksi*  
*Penduduk.* Jakarta: Fakultas  
Ekonomi UI.

Priyantoro, Dwi. 1991. *Hidraulika Saluran*  
*Tertutup.* Malang: Jurusan  
Pengairan Fakultas Teknik  
Brawijaya.

Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidraulika*  
*II.* Edisi kedua. Yogyakarta: Beta Offset.