

Volume 2

No. 3

Halaman : 535-610

Juli - Desember 2010

B.(3).11

Jurnal Ilmiah
"SAINTOCH"

(Sain, Teknologi dan Humaniora)



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM)

UNIVERSITAS MOCH. SROEDJI JEMBER

JL. SRIWIJAYA 32 JEMBER TELP. 0331-335728 FAKS. 0331-333721

E-mail : lppm-sroedji@telkom.net

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, redaksi dapat menyelesaikan penyuntingan naskah Jurnal SAINTOCH Volume 2 No. 3 Periode Juli-Desember 2010, yang merupakan terbitan kesembilan.

Pada periode ini masih ada beberapa kekurangan, baik dalam penyajian tampilan maupun editing naskah yang belum sempurna.

Penerbitan jurnal SAINTOCH Volume 2 Nomor 3 ini berisikan hasil-hasil penelitian dosen di kalangan Universitas Moch. Sroedji Jember dan Universitas lain di bidang Sain, Teknologi dan Humaniora.

Dan tak lupa redaksi mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam penerbitan jurnal ini, semoga bermanfaat bagi semuanya, baik itu secara keilmuan maupun dari segi yang lain.

Kritik dan saran selalu diharapkan agar jurnal SAINTOCH dapat berkembang menjadi jurnal yang lebih baik.

Redaksi

DAFTAR JUDUL

	Halaman
Sistem Pola Tanam pada Irigasi Airtanah Dalam di Lahan Kering (Sub Das Bedadung) (Sunardi)	535-547
Perencanaan Penyediaan Sistem Air Bersih Pedesaan di Kabupaten Blitar (Ibnu Hidayat, Kustamar, Sudiro, Candra Dwi R.W.).....	548-558
Analisis Kualitas Pelayanan Publik (Studi Kasus tentang Kualitas Pelayanan pada Pasien Rawat Inap di Rumah Sakit dr. Soebandi Jember) (Handiarto).....	559-567
Tanggung Jawab Orang Tua terhadap Anak yang Melakukan Perbuatan Melawan Hukum Menyebabkan Orang Luka Berat (Heru Guntoro).....	568-583
Korelasi Kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) dan Pemberian Insentif dengan Kinerja Aparatur Kelurahan di Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember (Supardi).....	584-595
Pengaturan Jarak Tanam dan Dosis Phonska sebagai Upaya untuk Meningkatkan Produksi Benih Mentimun (<i>Cucumis sativus</i> L.) (Bibit Lilik Lestari)	596-603
Hubungan Perilaku Kepemimpinan dengan Efektivitas Kerja Bawahan (Sigit Kariyanto)	604-610

PERENCANAAN PENYEDIAAN SISTEM AIR BERSIH PEDESAAN DI KABUPATEN BLITAR

Ibnu Hidayat, Kustamar, Sudiro, Candra Dwi R.W.

Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Untuk mencapai target pemenuhan kebutuhan air minum ke masyarakat maka perlu dibuat suatu Sistem Penyediaan Air minum yang baik dan efisien. Suatu sistem penyediaan air minum yang baik dan efisien adalah yang dapat menyediakan air minum untuk masyarakat secara sehat dan aman (tinjauan dari aspek kualitas), mudah dan murah untuk mendapatkan (dari aspek masyarakat yang memerlukan) serta dapat menjaga kontinuitas dan kualitas.

Faktanya, pemenuhan kebutuhan akan air minum untuk penduduk di Kabupaten Blitar dilakukan oleh sebagian kecil oleh PDAM sedangkan sebagian besar dilakukan masyarakat secara swadaya. Pemenuhan air minum untuk penduduk yang dilakukan oleh PDAM dengan menggunakan sistem pelayanan (transmisi maupun distribusi) yang sudah ada. Sedangkan pemenuhan kebutuhan air minum yang dilakukan atas swadaya dari masyarakat di Kabupaten Blitar adalah dengan memanfaatkan air permukaan dan air tanah, dengan sistem penyediaan yang sederhana. Berdasarkan tinjauan awal diketahui bahwa belum seluruhnya masyarakat Kabupaten Blitar mendapatkan akses air minum secara mudah dan kontinyu.

Data-data terkumpul digunakan untuk menghitung dan melakukan perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih pada daerah kajian. Berikut ini akan disajikan deskripsi kondisi daerah kajian, data-data teknis dan metode penelitian dalam kajian sistem jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Wlingi.

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan data pada bab-bab sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut : 1) kapasitas produksi pada sumber eksisting yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada jaringan I, pada tahun 2018 terjadi kekurangan kapasitas produksi sebesar 40 ltr/dtk dan direncanakan penambahan kapasitas di ambil dari sumber Rambut Monte. Sedangkan sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada jaringan II diambil dari sumber Rambut Monte; 2) kapasitas reservoir pada jaringan I terdapat 2 buah reservoir yaitu reservoir yang memanfaatkan sumber Umbulan memiliki kapasitas sebesar 866,661 m³ dengan dimensi 13,2 x 8,80 x 5,0 m. Sedangkan kapasitas reservoir yang memanfaatkan sumber Slumbang memiliki kapasitas sebesar 734,187 m³ dengan dimensi 12,0 x 8,0 x 5,0 m dan bak pelepas tekan memiliki kapasitas tampung sebesar 144 m³ dengan dimensi sebesar 6,0 x 4,0 x 4,0 m; 3) pada jaringan II untuk alternatif I tidak menggunakan reservoir. Sedangkan untuk alternatif II menggunakan 2 buah reservoir yaitu: Reservoir I yang berfungsi menampung air bersih langsung dari sumber Rambut Monte memiliki kapasitas sebesar 763,219 dengan dimensi 12,50 x 8,30 x 5,0 m. Reservoir II yang berfungsi menampung air bersih untuk melayani Desa Balerejo memiliki kapasitas sebesar 60,966 m³ dengan dimensi sebesar 3,60 x 2,40 x 5,0 m; 4) pompa yang digunakan untuk memompa air dari reservoir I ke reservoir II adalah pompa centrifugal type M-10 dengan kapasitas debit 20-100 m³/hr. jumlah pompa sebanyak 2 buah dengan lama pengoperasian masing-masing pompa selama 13 jam; 6) dari simulasi perencanaan jaringan pipa menggunakan program EPANET 2.0, diketahui pipa yang digunakan berdiameter 25,4 mm (1")-400 mm (16") dengan panjang pipa yang bervariasi; 5) dari hasil analisa didapat bahwa pada saat jam puncak tinggi tekan minimum dan maksimum pada jaringan I dan jaringan II, sesuai dengan batas tekanan yang direncanakan yang berarti pengembangan sistem distribusi secara teknis layak.

Kata Kunci : Air Bersih, Transmisi dan Transmisi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat berguna dan bermanfaat bagi manusia. Penyediaan dan pengembangan air minum merupakan kegiatan yang menyentuh langsung kepada salah satu kebutuhan dasar masyarakat disamping kebutuhan sandang dan papan yang dipergunakan sebagai sumber air minum, mandi, cuci dan aktifitas lainnya. Ketersediaan air minum merupakan suatu keharusan yang apabila terabaikan akan menimbulkan efek yang sangat besar terhadap kehidupan manusia.

Terpenuhinya kebutuhan air minum merupakan salah satu indikator tingkat kualitas hidup manusia di suatu daerah dilihat dari segi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Secara faktual, pertumbuhan dan perkembangan Kabupaten Blitar saat ini baik fisik, sosial maupun ekonomi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Konsekuensi logisnya, perlu upaya penyeimbangan antara kebutuhan (*demand*) dan penyediaan (*supply*) akan prasarana dan sarana kota/kawasan dalam rangka peningkatan kualitas lingkungan. Dalam konsep ini, inisiatif pembangunan diharapkan muncul atau didorong agar muncul dari bawah atau dari masyarakat (*Demand Side*) sementara pihak dari atas atau Pemerintah (*Supply Side*) akan berfungsi sebagai pembina untuk menggerakkan dan mengarahkan inisiatif dan partisipasi masyarakat/komunitas tersebut.

Pada Millenium Summit di New York September tahun 2000 yang dihadiri oleh 189 Negara Anggota PBB termasuk Indonesia, membuat kesepakatan yang kemudian disebut dengan "Millenium Development Goals" (MDGs). MDGs berisi rumusan tentang 8 Tujuan, 18 Target dan 48 Indikator, dimana pada sasaran ke-7, target ke-10 berisi tentang rumusan "Air minum dan sanitasi yang merupakan hak dasar manusia". Sehingga pada KTT Bumi di Johannesburg pada tahun 2015 diharapkan dapat memenuhi target cakupan pelayanan Air minum menjadi 80%. Dimana Target pelayanan air minum MDGs ini oleh Pemerintah Indonesia telah dijabarkan ke dalam rencana aksi nasional yang telah disepakati oleh Pemerintah Pusat, Propinsi dan Kabupaten/Kota. Dan peningkatan pelayanan air minum yang aman (perpipaan dan non

perpipaan) pada tahun 2015 di Indonesia diharapkan mencapai 82% dengan daerah perkotaan sebesar 97% dan 70% di daerah pedesaan.

Kecamatan Wlingi merupakan satu dari dua puluh dua kecamatan yang membagi wilayah administrasi Kabupaten Blitar. Kecamatan Wlingi dengan luas 66,36 km² dibagi menjadi 9 (sembilan) desa yaitu desa Klemunan, Wlingi, Tangkil, Beru, Babadan, Tembalang, Ngadirenggo, Tegalsari dan Balerejo. Berdasarkan data BPS tahun 2008 penduduk yang menempati wilayah administrasi Kecamatan Wlingi sebanyak 59.759 jiwa dengan kepadatan penduduk sekitar 900,53 jiwa/ Km².

Berdasarkan data teknis perkembangan PDAM Kabupaten Blitar untuk daerah pelayanan Kecamatan Wlingi akhir tahun 2008, jumlah penduduk yang terlayani oleh PDAM di daerah layanan Kecamatan Wlingi sekitar 40%. Desa atau kelurahan yang belum terlayani air bersihnya yaitu Desa Balerejo, Desa Tegalsari, Desa Ngadirenggo, kelurahan Klemunan. Oleh karena itu PDAM Kabupaten Blitar khususnya daerah pelayanan Kecamatan Wlingi perlu pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih dan peningkatan pelayanan.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini adalah merencanakan sistem distribusi air bersih untuk melayani dan memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat Kecamatan Wlingi sampai tahun 2018. Sedangkan tujuan dari hasil studi ini diharapkan dapat memberikan desain jaringan sistem distribusi air bersih di wilayah Kecamatan Wlingi Kabupaten Blitar sampai tahun 2018, sehingga masyarakat dapat mendapatkan air bersih yang dibutuhkan setiap saat secara kontinyu dengan kualitas dan kuantitas yang memadai.

Perumusan Masalah

Permasalahan dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem penyediaan air bersih eksisting yang sudah berjalan?
2. Berapa besar prosentase pelayanan air bersih yang ada?

TINJAUAN PUSTAKA

Proyeksi Kebutuhan Air

Proyeksi jumlah kebutuhan air bersih diperoleh berdasarkan perkiraan kebutuhan air untuk berbagai tujuan dikurangi perkiraan kehilangan air. Kebutuhan air pada suatu daerah bervariasi sesuai dengan ketersediaan air, kebiasaan hidup, pola dan tingkat kehidupan, harga air, fasilitas pembuangan air limbah dan kondisi sosial ekonomi.

Setelah diketahui perkembangan kebutuhan air setiap tahunnya dan potensi sumber air yang ada, dapat disusun sistem penyediaan air. Jenis pelayanan air dikenal dengan tiga kategori yang meliputi: sambungan rumah, sambungan halaman dan kran umum. Sambungan rumah dicirikan dengan adanya kran yang disediakan sampai dalam rumah. Penggunaan sambungan rumah terutama ditentukan oleh jumlah populasi rata-rata dalam satu rumah tangga yang dikategorikan sebagai rumah permanen. Untuk sambungan halaman dicirikan dengan adanya kran yang disediakan sampai halaman saja. Sedangkan sambungan umum/ kran umum berupa kran atau tempat pengambilan air yang secara kolektif disediakan pada sekelompok rumah. Kran umum terutama ditujukan untuk daerah berpenduduk padat, sehingga penyambungan rumah tidak mungkin dilakukan. Pada umumnya kebutuhan air untuk berbagai macam tujuan dibagi dalam (Lestari, 2005: 8):

Fluktuasi Kebutuhan Air

Penggunaan air dalam suatu kelompok masyarakat bervariasi hampir secara terus menerus. Pada setiap hari, penggunaan air di waktu malam lebih sedikit daripada penggunaan di siang hari. Kebutuhan air tidak akan selalu sama untuk setiap saat tetapi akan berfluktuasi. Fluktuasi kebutuhan air ini dipengaruhi oleh:

- Jenis dan jumlah pemakaian air.
- Karakteristik pemakaian air pada suatu daerah.

Pada umumnya kebutuhan air dibagi dalam tiga kelompok:

1. Kebutuhan harian rata-rata

Adalah kebutuhan air untuk keperluan domestik dan non domestik termasuk kehilangan air. Biasanya dihitung berdasarkan kebutuhan akan air rata-rata per orang per hari

dihitung dari pemakaian air setiap jam selama sehari (24 jam).

2. Kebutuhan puncak jam maksimum

Adalah pemakaian air yang tertinggi dalam satu hari. Kebutuhan air pada jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air harian rata-rata dengan menggunakan faktor pengali sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan air puncak} = 2,0 \times \text{kebutuhan puncak hari maksimum}$$

3. Kebutuhan puncak hari maksimum

Adalah banyaknya air yang dibutuhkan terbesar dalam satu tahun. Kebutuhan harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air harian rata-rata dengan menggunakan factor pengali sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan air maksimum} = 1,15 \times \text{kebutuhan air rata-rata}$$

Sumber Air Baku

Sumber air baku bagi suatu penyediaan air bersih sangat penting, karena selain kuantitas harus mencukupi juga dari segi kualitas akan berpengaruh terhadap proses pengolahan. Disamping itu letak sumber air dapat mempengaruhi bentuk jaringan transmisi, distribusi dan sebagainya.

Dalam menentukan sumber air baku untuk suatu sistem penyediaan air bersih diperlukan suatu pertimbangan tertentu, agar air baku yang dipilih selain memenuhi persyaratan kuantitas dan kualitas juga lebih mudah diperoleh, baik dari segi teknis maupun ekonomis.

Jenis air baku yang dapat diolah menjadi air bersih untuk kebutuhan hidup manusia sebagaimana siklus air adalah:

- a. Air tanah : air tanah dalam, air tanah dangkal, mata air.
 - Kuantitasnya sangat tergantung dari jumlah air yang terkandung pada tiap lapisan tanah.
 - Kualitasnya cukup jernih dan tidak mengandung zat-zat padat atau tumbuh-tumbuhan mati. Kadangkala juga masih mengandung gas-gas terlarut seperti CO_2 , atau logam-logam Fe, Mn, dan lain-lain.
- b. Air permukaan : air danau/ rawa, air sungai.
 - Kuantitasnya sangat dipengaruhi oleh musim yakni pada musim hujan jumlahnya banyak, namun pada musim kemarau jumlahnya sedikit.

- Kualitasnya pada umumnya banyak mengandung zat organik maupun zat non-organik lebih-lebih bila pencemarannya tinggi.

c. Air hujan

- Kuantitasnya tergantung besar dan lamanya terjadinya hujan.
- Kualitasnya bila belum tercemar air murni H₂O tetapi kenyataannya ada pencemaran udara sehingga air hujan banyak mengandung mineral, bakteri, debu dan kotoran-kotoran lain.

d. Air laut

- Kuantitasnya sangat banyak (melimpah), banyak dimanfaatkan masyarakat pantai yang kebetulan tidak tersedia air permukaan/air tanah.
- Kualitasnya banyak mengandung garam, dapur sehingga rasanya asin.

Kualitas Air Baku

Departemen Kesehatan Republik Indonesia telah mengeluarkan standar kualitas air baku sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 173/ Menkes/ Per/ VII tanggal 3 Agustus 1977. Standar kualitas air baku dibedakan menjadi :

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
3. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, listrik tenaga air.

Instalasi Pengolahan Air (IPA)

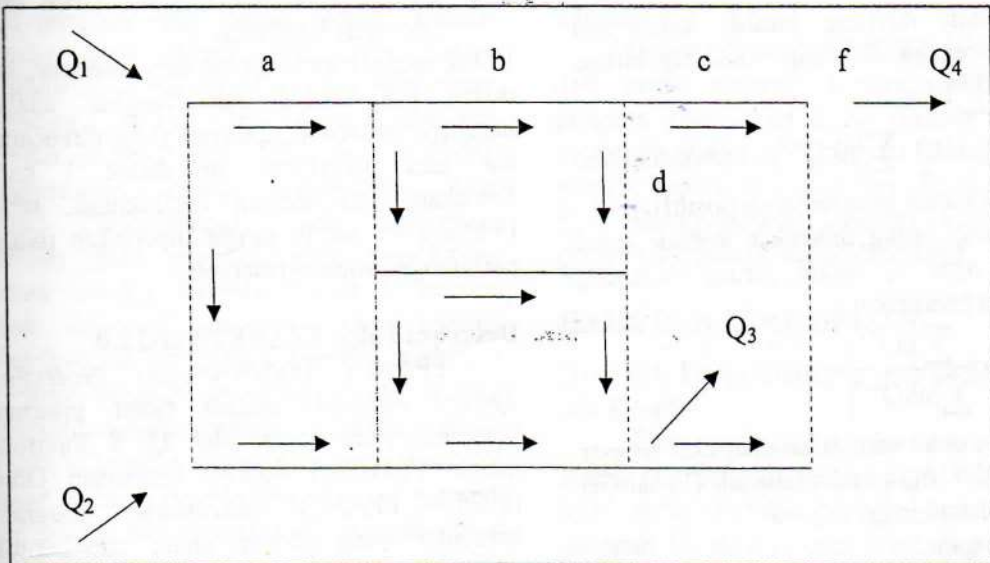
Instalasi Pengolahan Air (*Water Treatment Plant*) bisa berbentuk pengolahan lengkap maupun berbentuk pengolahan sebagian, hal ini sangat tergantung dari kualitas air baku yang akan diolah, dan biasanya pengolahan lengkap dilakukan pada air baku sungai sedangkan pengolahan sebagian pada air baku mata air. Beberapa proses pengolahan adalah sebagai berikut (Purjito, 1999:8):

- a. Aerasi
- b. Koagulasi/ Flokulasi
- c. Pengendapan
- d. Penyaringan
- e. Disinfeksi

Persamaan sistem jaringan pipa

Untuk mempelajari aliran-aliran dalam suatu jaringan pipa, suatu metode yang banyak digunakan pada analisis jaringan pipa tertutup adalah metode "KESEIMBANGAN TINGGI" atau dikenal dengan metode "HARDY CROSS".

Cara penyelesaian yang telah dikembangkan oleh Professor Hardy Cross, terdiri dari memisahkan aliran-aliran di seluruh jaringannya, dan kemudian menyeimbangkan penurunan-penurunan head yang telah hilang (Sasmito, 1985).



Gambar 1. Jaringan-jaring pipa

a. Dasar persamaan sistem jaringan pipa

Dalam bagian ini hanya akan dijelaskan penggunaan metode Hardy Cross dengan persamaan kehilangan tinggi menurut Darcy Weisbach.

Persyaratan yang perlu diingat dari jaringan-jaringan pipa adalah (Lestari, 2005):

1. Pada setiap titik pertemuan $\sum Q$ yang masuk harus sama dengan $\sum Q$ yang keluar (Hukum Kontinuitas).
2. Setiap pipa harus memenuhi rumus Darcy Weisbach, yaitu hubungan tertentu antara h_f dan Q (bila sifat-sifat pipa tertentu).
3. Jumlah aljabar kehilangan tinggi tiap-tiap pipa dalam jaringan yang tertutup harus = 0 ($\sum h_f$).

b. Metode Hardy Cross (Lestari, 2005):

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V_2}{2g} \text{ atau } hf = \frac{8f}{\pi^2 g} \cdot \frac{LQ^2}{D^5}$$

secara umum ditulis:

$$\sum hf = \sum kQ^n$$

dengan:

$$k = \frac{8f}{\pi^2 g} \cdot \frac{LQ^2}{D^5} = \text{koefisien yang tetap untuk pengaliran turbulen yang sempurna.}$$

$n = 2$ (nilai praktis).

Langkah-langkah penyelesaian (Lestari, 2005):

1. Pilih pembagian debit melalui tiap-tiap pipa (Q_0) hingga tetap memenuhi syarat kontinuitas.
2. Pada tiap-tiap pipa dihitung $hf = kQ^n$, kemudian dihitung jumlah kehilangan tinggi tenaga di setiap sekeliling jaring, yaitu $\sum hf = 0$.
3. Hitung nilai $\sum |nkQ^{n-1}|$, untuk tiap-tiap jaring (semua yang bertanda positif).
4. Di setiap jaring dilakukan koreksi debit (ΔQ) agar h_f dalam jaring seimbang dengan persamaan :

$$Q = \frac{\sum kQ^n}{\sum |nkQ^{n-1}|}$$

5. Dengan debit yang telah dikoreksi sebesar $Q = Q_0 + \Delta Q_1$, maka langkah (1) sampai (4) diulang hingga $\Delta Q \approx 0$.

Keterangan:

Q = Debit sebenarnya.

Q_0 = Debit pemisalan.

ΔQ = Debit koreksi.

6. Dalam setiap jaring, mulailah arah aliran searah dengan jarum jam.
7. Jika sebuah pipa menyusun 2 buah jaring, maka koreksi debit (ΔQ) untuk pipa tersebut terdiri 2 buah ΔQ yang diperoleh dari 2 jaring tersebut.

Kriteria Perencanaan Pipa Distribusi

Perencanaan suatu system distribusi air menurut adanya peta detail dari wilayah bersangkutan, yang membuat garis-garis kontur dan jaringan jalan.

Ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam merencanakan suatu sistem distribusi adalah:

- a. Kualitas
- b. Kuantitas
- c. Kontinuitas
- d. Tekanan

Kriteria Perencanaan Tandon Air (Reservoir)

Untuk menentukan volume dari reservoir, didasarkan pada volume variasi dari kebutuhan air pada jam puncak pada hari maksimum oleh konsumen dengan penyediaan air dari air yang telah terolah baik oleh *Water Treatment Plant* atau langsung dari air tanah.

Kapasitas reservoir direncanakan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Volume Reservoir} = X\% \times \text{Kebutuhan air maksimum}$$

Dimana :

$X\%$ = Selisih pemakaian terbesar dalam satu hari-selisih terkecil.

Untuk menentukan volume dari reservoir, hal utama yang harus diperhitungkan adalah besarnya volume tampungan yang direncanakan dari pemakaian air dalam 1 hari. Pemakaian air minum berfluktuasi, tabel fluktuasi air bersih sangat diperlukan dalam perhitungan volume reservoir.

Deskripsi Paket EPANET Versi 2.0

EPANET (*Environmental Protection Agency Network*) adalah paket program komputer yang dibuat oleh U.S Environmental Protection Agency Cincinnati Ohio (1995). EPANET merupakan program komputer yang dibuat untuk membentuk perhitungan simulasi hidrolis aliran dan

mengetahui perubahan sifat kualitas air dalam suatu sistem distribusi air bersih. EPANET dapat mengidentifikasi aliran atau debit tiap-tiap pipa, tekanan pada tiap-tiap titik simpul, ketinggian air pada tandon, dan perubahan konsentrasi senyawa kimia yang ditambahkan pada jaringan dalam sebuah distribusi selama periode simulasi.

EPANET didesain sebagai sarana riset untuk meningkatkan pengetahuan tentang pergerakan air bersih pada sistem distribusinya. Modul kualitas air dari EPANET dilengkapi dengan reaksi antara aliran (campuran/ *bulk*), reaksi pada dinding pipa. Selain itu, EPANET dapat memodelkan pendekatan koordinat dari jaringan hidrolis dan kualitas air. Program ini dapat menghitung penyelesaian dari dua kondisi di atas secara bersamaan atau dapat hanya menghitung hidrolisnya saja dan menyimpan hasilnya di file tertentu atau menggunakan file untuk menjalankan kualitas air.

Ruang Lingkup Paket Program EPANET Versi 2.0

EPANET dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi dalam menganalisis sistem distribusi air bersih, misalnya untuk merencanakan sistem distribusi air bersih, analisa kandungan chlorine pada aliran dalam sistem distribusi, menganalisis ketinggian air di tandon dan lain sebagainya. Secara umum program EPANET terdiri dari tiga program utama yang saling berhubungan, yaitu :

Program simulasi (*simulation routine*) yaitu program yang mensimulasikan kondisi hidrolis pada semua komponen sistem distribusi air bersih untuk kondisi permintaan permanen namun juga dapat dilakukan simulasi hidrolis non permanen. EPANET menggunakan metode penyesuaian titik simpul (*Simultaneous Node Adjustment Method*) yaitu program yang menghitung analisa kondisi hidrolis semua komponen sistem distribusi air bersih pada kondisi kebutuhan air bersih pada kondisi kebutuhan air yang berubah sepanjang waktu dengan mempertimbangkan perubahan fluktuasi muka air tandon (*tank/ reservoir*) dan operasi kontrol pompa, sebagai metode penyelesaian numerik pada analisa jaringan pipa dengan persamaan Hazen-William atau Darcy-Weisbach (dipilih

salah satu) untuk mencari kehilangan tinggi tekan pada jaringan pipa.

Program simulasi kualitas air merupakan program simulasi dinamik untuk kualitas air yang bisa melacak senyawa kimia yang ditambahkan dalam aliran pada suatu sistem jaringan.

Program lama air dan arah aliran, disamping untuk simulasi hidrolis dan simulasi kualitas air EPANET dapat digunakan untuk mengetahui lama air dalam pengaliran pada suatu sistem distribusi air bersih dan juga dapat melacak sumber atau asal dari suatu pengaliran di dalam suatu pipa berasal dari mana.

Batasan Pemodelan Sistem Distribusi Air Bersih dengan Paket Program EPANET Versi 2.0

Paket program EPANET dapat menganalisis suatu sistem jaringan distribusi dengan (*lay out*) tidak terbatas untuk sistem jaringan tertutup (*looped network*). Batasan jumlah titik simpul dari 1 sampai 214783647 buah titik simpul maksimum dengan adanya pengoperasian stasiun pompa, katup peubah tekanan (PRV) dan katup kontrol dengan sedikitnya 1 buah titik simpul kondisi tetap (*tank/ reservoir*) dan beberapa sumber air. Paket program EPANET menggunakan satuan British maupun juga satuan internasional terserah mana yang akan digunakan dalam perencanaan.

Struktur Umum Program EPANET Versi 2.0

Operasi program EPANET dikendalikan dari menu program kontrol utama. Dari program kontrol ini dapat diakses 7 menu utama yang saling terkait yaitu file, edit, view, project, report, dan windows. Struktur menu dari masing-masing program utama pada program kontrol ini sangat interaktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih

Perlu diketahui sebelum merencanakan sistem distribusi air bersih sampai tahun 2018, kita harus terlebih dahulu kondisi awal jaringan (Eksisting) dari kebutuhan air yang akan digunakan sehingga dapat digunakan

untuk menganalisis keseimbangan antara kapasitas produksi dan konsumsi pemakaian eksisting saat ini dengan kapasitas produksi dan konsumsi pemakaian pada tahun proyeksi.

Dalam merencanakan pengembangan jaringan distribusi air bersih untuk wilayah Kecamatan Wlingi, direncanakan 2 Jaringan yaitu:

Tabel 1. Tabel perencanaan pemanfaatan dan penambahan kapasitas sumber dengan kapasitas produksi rata-rata Jaringan II alternatif 1

No	Desa/ Kelurahan	Satuan	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Ngadirenggo	ltr/ dtk	0,000	3,045	3,867	4,929	5,648	6,715	7,406	8,478	9,358	10,208	11,291
2	Tegalsari	ltr/ dtk	0,000	4,439	5,711	7,450	8,692	10,473	11,791	13,703	15,449	17,133	19,346
Jumlah			0,000	7,484	9,578	12,379	14,340	17,188	19,197	22,181	24,807	27,341	30,637
Rencana Kapasitas sumber			ltr/ dtk	0	15	15	15	15	31	31	31	31	31
Sisa/ Kurang			ltr/ dtk	147,0	132,0	132,0	132,0	132,0	116,0	116,0	116,0	116,0	116,0
Kapasitas Sumber Rambut monte			ltr/ dtk	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147

Sumber : Perhitungan

Dari hasil analisa ini dapat diketahui apakah kondisi tersebut memerlukan sumber baru lagi apa tidak, dan perlu dibangun penambahan reservoir apa tidak. Analisa keseimbangan ini dilakukan secara bertahap yang mengacu pada kebutuhan air bersih.

- Jaringan I meliputi: Desa Wlingi, Desa Tangkil, Desa Beru, Desa Babadan, Desa Tembalang, Kelurahan Klemunan.
- Jaringan II meliputi : Desa Ngadirenggo, Desa Tegalsari, Desa Balerejo.

Tabel 2. Perbandingan kapasitas produksi dan fluktuasi kapasitas pemakaian pelayanan reservoir I tahun 2018

Waktu (jam)	Kapasitas Produksi (I) (ltr/dtk)	Kumulatif (KI) (ltr/dtk)	Load Faktor (LF)	Kapasitas Pemakaian (O) (ltr/dtk)	Kumulatif (KO) (ltr/dtk)	Kapasitas Simpanan (KI-KO) (ltr/dtk)	Kapasitas Simpanan (m ³)
00.00 - 01.00	30,637	30,637	0,3	7,169	7,169	23,468	84,484
01.00 - 02.00	30,637	61,274	0,37	8,842	16,011	45,263	162,947
02.00 - 03.00	30,637	91,911	0,45	10,754	26,765	65,146	234,527
03.00 - 04.00	30,637	122,548	0,64	15,294	42,059	80,489	289,761
04.00 - 05.00	30,637	153,185	1,15	27,482	69,540	83,645	301,121
05.00 - 06.00	30,637	183,822	1,4	33,456	102,996	80,826	290,973
06.00 - 07.00	30,637	214,459	1,53	36,562	139,558	74,901	269,642
07.00 - 08.00	30,637	245,096	1,56	37,279	176,838	68,258	245,730
08.00 - 09.00	30,637	275,733	1,42	33,934	210,772	64,961	233,861
09.00 - 10.00	30,637	306,37	1,38	32,978	243,749	62,621	225,434
10.00 - 11.00	30,637	337,007	1,27	30,349	274,099	62,908	226,470
11.00 - 12.00	30,637	367,644	1,2	28,676	302,775	64,869	233,528
12.00 - 13.00	30,637	398,281	1,14	27,243	330,018	68,263	245,748
13.00 - 14.00	30,637	428,918	1,17	27,959	357,977	70,941	255,387
14.00 - 15.00	30,637	459,555	1,18	28,198	386,176	73,379	264,166
15.00 - 16.00	30,637	490,192	1,22	29,154	415,330	74,862	269,504
16.00 - 17.00	30,637	520,829	1,31	31,305	446,635	74,194	267,099
17.00 - 18.00	30,637	551,466	1,38	32,978	479,613	71,853	258,672
18.00 - 19.00	30,637	582,103	1,25	29,871	509,484	72,619	261,428
19.00 - 20.00	30,637	612,74	0,98	23,419	532,903	79,837	287,413
20.00 - 21.00	30,637	643,377	0,62	14,816	547,719	95,658	344,368
21.00 - 22.00	30,637	674,014	0,45	10,754	558,473	115,541	415,948
22.00 - 23.00	30,637	704,651	0,37	8,842	567,315	137,336	494,410
23.00 - 24.00	30,637	735,288	0,25	5,974	573,289	161,999	583,196

Sumber : Perhitungan

Tabel 3. Perbandingan antara kapasitas produksi dan fluktuasi kebutuhan air pelayanan reservoir II tahun 2018

Waktu (jam)	Kapasitas Produksi (l) (ltr/dtk)	Kumulatif (Kl) (ltr/dtk)	Load Faktor (LF)	Kapasitas Pemakaian (O) (ltr/dtk)	Kumulatif (KO) (ltr/dtk)	Kapasitas Simpanan (Kl-KO) (ltr/dtk)	Kapasitas Simpanan (m ³)
00.00 - 01.00	5,004	5,004	0,3	1,480	1,480	3,524	12,687
01.00 - 02.00	5,004	10,008	0,37	1,825	3,305	6,703	24,130
02.00 - 03.00	5,004	15,012	0,45	2,220	5,525	9,487	34,153
03.00 - 04.00	5,004	20,016	0,64	3,157	8,682	11,334	40,802
04.00 - 05.00	5,004	25,02	1,15	5,673	14,355	10,665	38,394
05.00 - 06.00	5,004	30,024	1,4	6,906	21,261	8,763	31,546
06.00 - 07.00	5,004	35,028	1,53	7,547	28,809	6,219	22,389
07.00 - 08.00	5,004	40,032	1,56	7,695	36,504	3,528	12,700
08.00 - 09.00	5,004	45,036	1,42	7,005	43,509	1,527	5,497
09.00 - 10.00	10,008	55,044	1,38	6,808	50,317	4,727	17,019
10.00 - 11.00	10,008	65,052	1,27	6,265	56,582	8,470	30,494
11.00 - 12.00	10,008	75,06	1,2	5,920	62,501	12,559	45,212
12.00 - 13.00	10,008	85,068	1,14	5,624	68,125	16,943	60,996
13.00 - 14.00	5,004	90,072	1,17	5,772	73,896	16,176	58,232
14.00 - 15.00	5,004	95,076	1,18	5,821	79,717	15,359	55,291
15.00 - 16.00	5,004	100,08	1,22	6,018	85,736	14,344	51,640
16.00 - 17.00	5,004	105,084	1,31	6,462	92,198	12,886	46,390
17.00 - 18.00	5,004	110,088	1,38	6,808	99,005	11,083	39,898
18.00 - 19.00	5,004	115,092	1,25	6,166	105,172	9,920	35,714
19.00 - 20.00	5,004	120,096	0,98	4,834	110,006	10,090	36,324
20.00 - 21.00	0	120,096	0,62	3,058	113,064	7,032	25,314
21.00 - 22.00	0	120,096	0,45	2,220	115,284	4,812	17,322
22.00 - 23.00	0	120,096	0,37	1,825	117,109	2,987	10,752
23.00 - 24.00	0	120,096	0,25	1,233	118,343	1,753	6,312

Sumber : Perhitungan

Tabel 4. Perencanaan pemanfaatan dan penambahan kapasitas sumber dengan kapasitas produksi rata-rata Jaringan II alternatif 2

No	Desa/ Kelurahan	Satuan	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Ngadirenggo	ltr/ dtk	0,000	3,045	3,867	4,929	5,648	6,715	7,406	8,478	9,358	10,208	11,291
2	Tegalsari	ltr/ dtk	0,000	4,439	5,711	7,450	8,692	10,473	11,791	13,703	15,449	17,133	19,346
3	Balerejo	ltr/ dtk	0,000	1,755	2,192	2,792	3,255	3,852	4,208	4,801	5,282	5,735	6,325
Jumlah		ltr/ dtk	0,000	9,239	11,770	15,171	17,595	21,040	23,405	26,982	30,089	33,076	36,962
Rencana Kapasitas sumber		ltr/ dtk	0	20	20	20	20	37	37	37	37	37	37
Sisa/ Kurang		ltr/ dtk	147,0	127,0	127,0	127,0	127,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Kapasitas Sumber Rambut Monte		ltr/ dtk	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147

Sumber : Perhitungan

Tabel 5. Perhitungan total kebutuhan air rata-rata untuk jaringan II alternatif 2

No	Desa/ Kelurahan	Satuan	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Ngadirenggo	ltr/ dtk	0,000	2,284	2,900	3,697	4,293	5,103	5,703	6,528	7,299	7,962	8,807
2	Tegalsari	ltr/ dtk	0,000	3,330	4,283	5,588	6,606	7,960	9,079	10,552	12,050	13,364	15,090
3	Balerejo	ltr/ dtk	0,000	1,316	1,644	2,094	2,474	2,927	3,240	3,697	4,120	4,473	4,933
Jumlah		ltr/ dtk	0,000	6,930	8,827	11,379	13,373	15,990	18,022	20,777	23,469	25,799	28,830

Sumber : Perhitungan

Tabel 6. Tabel kapasitas produksi rata-rata desa Balerejo

No	Desa/ Kelurahan	Satuan	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Balerejo	ltr/ dtk	0,000	1,755	2,192	2,792	3,255	3,852	4,208	4,801	5,282	5,735	6,325

Sumber : Perhitungan

Jaringan I merupakan perencanaan pengembangan dari jaringan lama, sedangkan jaringan II merupakan perencanaan jaringan baru.

A. Sumber Air

Selama ini PDAM memanfaatkan sumber air Umbulan dan Slumbung yang terletak di desa Balerejo untuk memenuhi kebutuhan air wilayah Kecamatan Wlingi. Daerah-daerah yang terlayani dalam perencanaan ini yaitu masuk pada jaringan I kecuali untuk Kelurahan Klemunan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk jaringan I memanfaatkan sumber air lama yaitu sumber Umbulan dan Slumbung yang memiliki kapasitas produksi sebesar 45 liter/ detik.

Sumber Rambut Monte terletak di Desa Krisik Kecamatan Gandusari Kabupaten Blitar. Kapasitas sumber Rambut Monte sebesar 147 liter/ detik. Dalam merencanakan pemanfaatan kapasitas produksi sumber air, ditentukan dengan membandingkan antara kapasitas produksi sumber yang ada dengan kapasitas produksi rata-rata masing-masing jaringan dari perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih.

B. Perencanaan Reservoir

Reservoir dibangun untuk menampung air dan menjaga keseimbangan fluktuasi pemakaian air bersih. Reservoir akan terisi jika debit produksi lebih besar dari debit pemakaian. Kebutuhan air ini akan ditampung pada reservoir, dan akan digunakan pada saat debit produksi lebih kecil dari debit pemakaian. Dalam perencanaan distribusi air bersih, air dari instalasi pengolahan disimpan dalam reservoir sebelum didistribusikan. Hal ini dilakukan agar pengeluaran air dapat konstan.

C. Perencanaan jaringan

Dalam perencanaan jaringan dibagi dalam 2 perencanaan antara lain:

1. Perencanaan jaringan I, merupakan perencanaan pengembangan jaringan yang sudah ada (eksisting).
2. Perencanaan Jaringan II, merupakan perencanaan jaringan baru.

Dari Tabel 2 dapat diketahui kapasitas simpanan maksimum adalah sebesar 583,190 m³. Apabila reservoir I juga direncanakan untuk menampung air yang akan digunakan untuk menambah kapasitas produksi pada

pengembangan jaringan I tahun 2018 dan untuk menampung air yang akan dipompa ke reservoir II tahun 2018 maka:

- o Penambahan kapasitas produksi jaringan eksisting adalah 40 ltr/ detik.
- o Kapasitas produksi pompa maksimum desa Balerejo adalah 10,008 ltr/ detik.

Maka besar kapasitas tambahan yang ditampung oleh reservoir I adalah:

Kapasitas tambahan

$$= \text{kapasitas produksi jaringan eksisting} + \text{kapasitas produksi desa Balerejo.}$$
$$= 50,008 \text{ ltr/ detik} = 180,023 \text{ m}^3$$

Sehingga kapasitas tampung dari reservoir I adalah:

Kapasitas reservoir I

$$= \text{Kapasitas simpanan maksimum} + \text{Kapasitas tambahan}$$
$$= 583,190 + 180,023 = 763,219 \text{ m}^3$$

Dalam perencanaan ini, untuk menentukan waktu operasional masing-masing pompa dihitung sesuai dengan fluktuasi kebutuhan air.

KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan data pada bab-bab sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2018 di Kecamatan Wlingi yang dihitung dengan menggunakan metode Geometrik adalah 70.592 jiwa.
2. Peningkatan pelayanan direncanakan pada desa-desa yang sudah terlayani oleh PDAM direncanakan peningkatan pelayanan menjadi 80%, karena pada pengembangan jaringan lama adalah peningkatan pelayanan agar pelanggan PDAM merasa puas karena dari hasil survey pelanggan menyatakan bahwa pelayanan PDAM selama ini dirasa masih sangat kurang sekali. Sedangkan untuk desa-desa yang belum terlayani (jaringan baru) direncanakan tingkat pelayanannya 70%, hal ini dilakukan karena pada jaringan baru pada umumnya jumlah pelanggan masih sedikit sehingga pada pelayanan direncanakan 70% dan ditingkatkan pada pengembangan selanjutnya.
3. Besar kebutuhan air bersih yang diperlukan untuk Kecamatan Wlingi sampai dengan

tahun 2018 adalah sebesar 94,427 ltr/ dtk. Sedangkan kebutuhan air bersih sampai dengan tahun 2018 oleh jaringan I adalah sebesar 65,507 ltr/ dtk, dan kebutuhan air bersih oleh jaringan II adalah sebesar 28,830 ltr/ dtk

4. Kapasitas produksi pada sumber eksisting yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada jaringan I, pada tahun 2018 terjadi kekurangan kapasitas produksi sebesar 40 ltr/ dtk dan direncanakan penambahan kapasitas di ambil dari sumber Rambut Monte. Sedangkan sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada jaringan II diambil dari sumber Rambut Monte.
5. Kapasitas reservoir pada jaringan I terdapat 2 buah reservoir yaitu reservoir yang memanfaatkan sumber Umbulan memiliki kapasitas sebesar 866,661 m³ dengan dimensi 13,2 x 8,80 x 5,0 m. Sedangkan kapasitas reservoir yang memanfaatkan sumber Slumbung memiliki kapasitas sebesar 734,187 m³ dengan dimensi 12,0 x 8,0 x 5,0 m dan bak pelepas tekan memiliki kapasitas tampung sebesar 144 m³ dengan dimensi sebesar 6,0 x 4,0 x 4,0 m.

Pada jaringan II untuk alternatif I tidak menggunakan reservoir. Sedangkan untuk alternatif II menggunakan 2 buah reservoir yaitu : Reservoir I yang berfungsi menampung air bersih langsung dari sumber Rambut Monte memiliki kapasitas sebesar 763,219 dengan dimensi 12,50 x 8,30 x 5,0 m. Reservoir II yang berfungsi menampung air bersih untuk melayani Desa Balerejo memiliki kapasitas sebesar 60,966 m³ dengan dimensi sebesar 3,60 x 2,40 x 5,0 m.

6. Pompa yang digunakan untuk memompa air dari reservoir I ke reservoir II adalah pompa centrifugal type M-10 dengan kapasitas debit 20-100 m³/hr. jumlah pompa sebanyak 2 buah dengan lama pengoperasian masing-masing pompa selama 13 jam.
7. Dari simulasi perencanaan jaringan pipa menggunakan program EPANET 2.0, diketahui pipa yang digunakan berdiameter 25,4 mm (1")-400 mm (16") dengan panjang pipa yang bervariasi.
8. Dari hasil analisa didapat bahwa pada saat jam puncak tinggi tekan minimum dan

maksimum pada jaringan I dan jaringan II, sesuai dengan batas tekanan yang direncanakan yang berarti pengembangan sistem distribusi secara teknis layak.

9. Pada gambar jaringan pengembangan untuk pipa pada desa Tembalang yaitu pipa yang terletak pada Jalan Mastrip, terdapat tiga pipa yaitu pipa PVC diameter 250 mm yang digambarkan dengan warna merah, pipa PVC diameter 200 mm yang digambarkan dengan warna kuning, dan pipa PVC diameter 75 mm yang digambarkan dengan warna hijau. Pada peta ketiga pipa tersebut berhimpit sehingga tidak kelihatan.

2. Saran

1. Agar sistem pendistribusian air minum berjalan dengan baik dan lancar, pemeliharaan terhadap jaringan transmisi dan distribusi perlu dioptimalkan.
2. Perlu adanya pembaharuan sistem distribusi air minum seperti penggantian pipa karena pada umumnya banyak pipa yang sudah tua / bocor yang menyebabkan kebocoran / kehilangan air lebih banyak lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2007. Kecamatan Wlingi Dalam Angka 2007. Blitar: Penerbit BPS Kabupaten Blitar.
- Dake, J. M. K. 1983. Hidrolika Teknik Edisi Kedua. Penerbit CV Teruna Grafika
- Lestari, D. P. A. 2005. Kajian Pengembangan Jaringan Penyediaan Air Bersih Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi. Malang: Perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Lewis, Rossman A. 1995. EPANET Versi 2.0 User Manual. Ohio: Penerbit US Environmental Protection Agency Cincinnati.
- Linsley, Ray K, dan J. B. Franzini. 1996. Teknik Sumber Daya Air. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Purjito, Bambang. 1999. Penyediaan Air Bersih Jurusan Teknik Pengairan. Tidak Diterbitkan.
- Ritonga, Abdurrahman dkk. 2001. Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

- Sularso, T Haruo. 1994. Pompa dan Kompresor. Jakarta: Penerbit PT Pradnya Paramita.
- Sutrisno, C Totok dkk. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Penerbit Rineka Cipta.
- Soufyan, M. Noerbambang., dan Morimura T. 2000. Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem (PLAMBING). Jakarta: Penerbit PT Pradnya Paramita.
- Triadmodjo B, 1996, Hidraulika II. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.
- Utami, P. D. P. 2005. Perencanaan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Banyuwangi. Malang: Perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Yuwana. 2005. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Ibukota Kecamatan Penajan Propinsi Kalimantan Timur. Malang: Perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Zulfiana, Baiq W. 2005. Kajian Peningkatan Pelayanan Air Bersih Menjadi Air Siap Minum di Perumahan Sarana Tidar Indah. Malang: Perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang.