



**STUDI KOMPARASI PENGADAAN POMPA DAN PEMINDAHAN RESERVOIR
PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA SINGAWADA KECAMATAN
RAJAGALUH KABUPATEN MAJALENGKA**

Supriyanto¹⁾, Ucu Sugihari²⁾

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Pelita Bangsa
supriyanto@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Sistem penyediaan air bersih di desa singawada diharapkan dapat mendistribusikan air bersih secara merata dan seimbang ke seluruh lokasi jaringan sesuai kebutuhan masing-masing. Air bersih yang ada di Desa Singawada mengandalkan dari sumber mata air yang ada, yaitu mata air Sindangpano. Dari sumber tersebut dialirkan dengan menggunakan jaringan pipa. Jaringan distribusi yang ada hanya mencakup sebagian wilayah desa dan tidak mencukupi kebutuhan air bersih warga di Desa Singawada. Hasil Komparasi Pengadaan Pompa dan Pemindahan Reservoir Dilihat dari berbagai jenis faktor. Seperti Faktor Maintenance, Faktor Ekonomis, dan Perhitungan epanet. Berdasarkan hasil perhitungan Epanet menunjukan bahwa nilai Flow, pressure, dan velocity pada alternatif pemindahan reservoir cukup baik.

Informasi Artikel

Diterima : 5 Juli 2019

Direvisi : 5 Agustus 2019

Dipublikasikan : 16 September 2019

Keywords

emulsion, reverse demulsifier, flocculant, bottle test, mini wemco/jar test



I. Pendahuluan

Air merupakan keperluan pokok bagi kehidupan, khususnya untuk manusia dimuka bumi sebagai unsur penting penyangga kehidupan sehari - hari. Dalam segala kegiatan yang dilakukannya manusia membutuhkan ketersediaan air terutama air bersih. Karena pentingnya kebutuhan akan air bersih, maka hal yang wajar jika sektor air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena berkaitan langsung dengan kehidupan orang banyak. Guna mendapatkan air bersih diperlukan perencanaan, desain, cara pengumpulan, pemurnian, transmisi, dan distribusi yang baik. Untuk mendistribusikan air bersih kepada masyarakat, diperlukan sistem jaringan distribusi yang baik, karena dengan sistem jaringan distribusi yang baik maka itu akan memperlancar pendistribusian air bersih keseluruh masyarakat atau penduduk dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas, dan tekanan air. Untuk pemenuhan kebutuhan air bersih, pembangunan disektor air bersih sangatlah penting, kerana dapat meningkatkan kualitas air bersih dan juga dapat meningkatkan prasarana seperti sektor perkotaan, sektor kesehatan, sektor ekonomi dan sektor lain. Sistem penyediaan air bersih di desa singawada diharapkan dapat mendistribusikan air bersih secara merata dan seimbang ke seluruh lokasi jaringan sesuai kebutuhan masing-masing. Air bersih yang ada di Desa Singawada mengandalkan dari sumber mata air yang ada, yaitu mata air Sindangpano. Dari sumber tersebut dialirkan dengan menggunakan jaringan pipa. Jaringan distribusi yang ada hanya mencakup sebagian wilayah desa dan tidak mencukupi kebutuhan air bersih warga di Desa Singawada. Sesuai dengan 2 data dari pihak Desa Singawada bahwa keinginan masyarakat untuk mendapatkan pelayanan air bersih sangat besar. Dengan meningkatnya kebutuhan air bersih pada pelanggan, maka jalan yang terbaik adalah merencanakan dan mengembangkan kebutuhan air bersih untuk Desa Singawada pada saat sekarang dan masa yang akan datang agar keinginan masyarakat

untuk mendapatkan pelayanan distribusi air bersih dapat terpenuhi.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Tumanan, 2017).

2.2 Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan (bila diperlukan), dan reservoir distribusi (Masduqi, 2008).

Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, dan pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi pengolahan menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air. Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampung air yang telah diolah (reservoir distribusi), yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter air untuk menentukan banyak air yang digunakan, dan keran kebakaran. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan (Masduqi, 2008).

2.3 Sumber Air

Menurut Fauzi (2014), Air yang didistribusikan dalam sistem penyediaan air bersih/minum haruslah memenuhi baku mutu tertentu sebagai bahan baku untuk air bersih/minum. Air ini

disebut air baku. Air baku diperoleh dari berbagai sumber air, antara lain adalah air permukaan, air hujan, air tanah dan mata air. Untuk menentukan sumber air baku mana yang dipakai perlu diperhatikan kualitas, kuantitas dan kontinuitas sumber air baku tersebut.

2.4 Kecepatan Aliran

Nilai kecepatan aliran dalam pipa yang diijinkan adalah sebesar 0,3 – 3 m/s pada debit jam puncak. Kecepatan yang terlalu kecil menyebabkan endapan yang ada dalam pipa tidak dapat terdorong sehingga dapat menyumbat aliran pada pipa. Sedangkan kecepatan yang terlalu besar dapat mengakibatkan pipa cepat aus dan mempunyai headloss yang tinggi (Taju & ALEX, 2017).

III. Metodologi

Penelitian ini merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara terencana dan sistematis untuk mendapatkan jawaban pemecahan masalah terhadap fenomena - fenomena tertentu penelitian ini telah ditetapkan, maka jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif menurut Sugiyono (2010), adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menemukan keterangan mengenai apa yang ingin kita ketahui. Penelitian dengan metode pendekatan kuantitatif yang merencanakan dan mengembangkan pelayanan air bersih. Pendekatan kuantitatif dilakukan untuk mengoptimalkan penyediaan air bersih di Desa Singawada. Metode penelitian kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang lebih sistematis, spesifik, terstruktur dan juga terencana dengan baik dari awal hingga mendapatkan sebuah kesimpulan.

3.1 Variabel

Menurut Arikunto (2006), Variabel adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian. Jadi variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y).

- a. Variabel bebas atau independen variabel X adalah variabel yang 19 mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen

(terikat). Pada penelitian ini sebagai variabel bebas adalah kebutuhan air yang diperlukan untuk Desa Singawada.

- b. Variabel terikat atau dependen variabel Y adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah seluruh masyarakat Desa Singawada terdistribusikan air bersih. Penelitian ini sangat berpengaruh pada keadaan masyarakat dalam mendapatkan air bersih.

3.2 Sumber Data

Menurut Margono (2000), Data merupakan sumber yang paling penting untuk menyingkap suatu permasalahan yang ada, dan data jugalah yang diperlukan untuk menjawab masalah penelitian atau mengisi hipotesis yang sudah dirumuskan. Dalam melakukan penelitian ini data-data yang diperlukan dari dua sumber yaitu :

1. Data Primer, Menurut Margono (2000), Data primer adalah data yang bersumber dari informan yang mengetahui secara jelas dan rinci mengenai masalah yang diteliti. Sedangkan informan adalah orang yang dimanfaatkan untuk memberikan informasi tentang situasi dan kondisi yang dijadikan obyek penelitian Yaitu data yang diperoleh langsung di lapangan, baik dengan metode survei maupun observasi. 20 Dari data yang sudah didapatkan peneliti diharapkan untuk selalu mengadakan analisis secara maksimal dan teliti guna mengantisipasi adanya kebohongan dalam pengungkapan data dari informan. Dalam penelitian ini data primernya adalah , perhitungan kebutuhan air, perhitungan Epanet, dan Detail Junction. Adapun yang menjadi informan dalam penelitian adalah orang-orang yang dipredisikan mengetahui benar tentang Proyek pengembangan optimalisasi sistem penyediaan air bersih di Desa Singawada antara lain :
 - a. Kepala Desa di Desa Singawada
 - b. Masyarakat Desa Singawada
2. Data Sekunder, Data sekunder peneliti dapatkan dari arsip-arsip yang ada di kantor Desa Singawada, data jumlah penduduk, dan profil Desa Singawada. Dengan begitu peneliti dapat memperkuat data yang

diperoleh ketika dalam proses penelitian, selain itu juga dapat dijadikan perbandingan data yang telah diperoleh peneliti. Walaupun data tersebut sudah peneliti dapatkan, peneliti seharusnya memberikan inovasi terbaru dalam penyusunan dan hasilnya. Sehingga dalam hasil laporan penelitian.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Jenis pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuantitatif yaitu penelitian yang mendasarkan pada perhitungan angka- angka atau statistik.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data adalah telaah atau pencarian makna dari data yang diperoleh untuk menemukan jawaban dari masalah penelitian. Analisis data disesuaikan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis perhitungan Debit air bersih yang dibutuhkan , analisis proses Optimalisasi sistem penyediaan air bersih yang bertujuan agar daerah pelayanan dapat terdistribusikan air bersih. Menurut Hidayat (2012), Optimalisasi Sistem penyediaan air bersih adalah penyempurnaan sistem dalam mendistribusikan air bersih pada daerah pelayanan.

3.4 Analisis Perhitungan Debit Kebutuhan Air

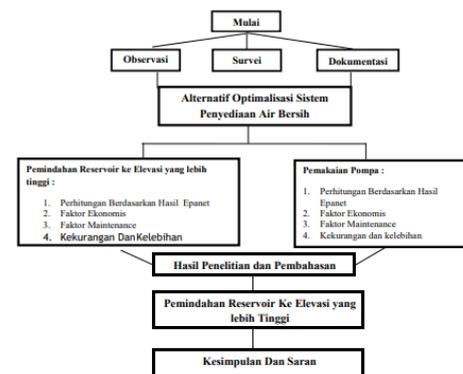
Perhitungan kebutuhan air digunakan untuk mendistribusikan air bersih ke seluruh masyarakat Desa Singawada dengan mengetahui jumlah penduduk. Standar kebutuhan air mengacu berdasarkan SNI No 03-7065-2005 bahwa kebutuhan air setiap harinya sekitar 120 L/Orang/Hari.

3.5 Analisis Optimalisasi Sistem penyediaan air bersih

Analisis Optimalisasi Sistem penyediaan air bersih Menurut Hidayat (2012), Optimalisasi Sistem penyediaan air bersih adalah penyempurnaan sistem dalam mendistribusikan air bersih pada daerah pelayanan. Optimalisasi sistem penyediaan air bersih ini dilakukan untuk mempermudah masyarakat Desa Singawada dalam mendapatkan air bersih. Strategi untuk mengoptimalkan sistem penyediaan air bersih yaitu dengan cara meredesign jaringan pipa dan mengembangkan

sistem jaringan pipa air bersih dengan menggunakan beberapa macam alternatif

3.6 Diagram Alir Penelitian



IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perbandingan Optimalisasi Penyediaan Air Bersih

Tabel 1. Perbandingan Optimalisasion

No	Pengadaan Pompa	Pemindahan Reservoir
1	Faktor Maintenance	
	1) Faktor Non Teknis	
	Biaya Sumber Daya Manusia	Biaya Sumber Daya Manusia
	Biaya Listrik	Biaya Perawatan Pipa
	Biaya Perawatan Pipa	
	Biaya Service Pompa	
	2) Faktor Teknis	
	Perbaikan Pipa	Perbaikan Pipa
	Perawatan Pompa	Pengurusan Reservoir
	Pengurusan Reservoir	

4.1.1 . Faktor Non teknis

Faktor non teknis ini berkaitan dengan biaya suku cadang pemeliharaan dan

perawatan pada suatu sistem jaringan pipanisasi. Ada beberapa faktor Non teknis yang berkaitan dengan pemeliharaan dan perawatan sistem, Sebagai berikut :

1) Pengadaan Pompa

- Biaya Sumber Daya Manusia

Biaya Sumber daya manusia ini di perlukan agar ada operator yang merawa dan mengecek jaringan pipa air bersih yang sudah di pasang. Bertujuan agar setiap pendistribusian dapat terkontrol dengan baik.

- Biaya Listrik

Biaya listrik pada pemasangan pompa membutuhkan banyak sekali jumlah listrik yang digunakan. Pada pemasangan listrik ini merupakan hal yang penting dalam pemasangan

pompa pada jaringan air bersih di Desa Singawada. Pemasangan listrik akan sangat dibutuhkan. Biaya listrik ini akan cukup besar karena penggunaan pompa yang terus menerus mengakibatkan biaya listrik semakin banyak .

- Biaya perawatan Pipa

Biaya maintenance disini sangat diperlukan. Karena bertujuan untuk perawatan pipa, menghindari adanya kebocoran Pipa. Jika terjadi kebocoran pipa maka pendistribusian air bersih akan terhambat.

- Biaya service Pompa

Biaya maintenance pompa yang dimaksud seperti, biaya perawatan dan biaya servis pompa jika terjadi kendala.

2) Pemindahan Reservoir

- Biaya Sumber Daya Manusia

Biaya Sumber daya manusia ini diperlukan agar ada operator yang merawat dan mengecek jaringan pipa air bersih yang sudah di pasang. Bertujuan agar setiap pendistribusian dapat terkontrol dengan baik.

- Biaya perawatan Pipa

Biaya maintenance disini sangat diperlukan. Karena bertujuan untuk perawatan pipa, menghindari adanya kebocoran Pipa. Jika terjadi kebocoran pipa.

4.1.2 . Faktor Teknis

Berikut beberapa faktor yang termasuk kedalam faktor teknis dalam pemasangan pompa dan pemindahan reservoir pada daerah distribusi air bersih di Desa Singawada, sebagai berikut :

1) Pengadaan Pompa

- Perbaikan Pipa

Perbaikan pipa adalah perbaikan atau penggantian pipa ketika ada kebocoran atau kerusakan pada pipa yang disebabkan oleh tekanan pompa, atau terkena aktivitas masyarakat seperti, tergilas mobil, adanya galian, dan kegiatan masyarakat lainnya.

- Perawatan Pompa

Perawatan pompa di bagi menjadi 2 (dua), yaitu :

1) Perawatan Secara berkala

Perawatan ini dilaksanakan secara rutin dalam waktu berkala dalam jangka waktu 3 bulan, 6 bulan, atau 1 tahun sekali. Perawatan ini untuk meminimalisir kerusakan yang fatal pada pompa.

2) Perawatan Ketika terjadi kerusakan

Perawatan ini dilaksanakan ketika kerusakan terjadi. Kerusakan yang terjadi secara tak terduga.

- Pengurasan Reservoir

Pengurasan Reservoir membersihkan lumpur dari endapan Intake. Pengurasan ini berguna untuk menjaga rutinitas kebersihan dan menjaga kualitas air agar tetap bersih ketika didistribusikan ke masyarakat.

2) Pemindahan Reservoir

- Perbaikan Pipa

Perbaikan pipa adalah perbaikan atau penggantian pipa ketika ada kebocoran atau kerusakan pada pipa yang disebabkan oleh tekanan pompa, atau terkena aktivitas masyarakat seperti, tergilas mobil, adanya galian, dan kegiatan masyarakat lainnya.

- Pengurasan Reservoir

Pengurasan Reservoir membersihkan lumpur dari endapan Intake . Pengurasan ini berguna untuk menjaga rutinitas kebersihan dan menjaga kualitas air agar tetap bersih ketika didistribusikan ke masyarakat.

4.1.3 Faktor Ekonomis

a. Pengadaan Pompa

Penggunaan Pompa untuk daerah distribusi air bersih di Desa Singawada dengan menggunakan Pipa Centrifugal dengan Spesifikasi Pompa Air Ebara 100X80 Fsja 45 Kw - 3000 Rpm (Ebara Transfer Pump). Berikut Spesifikasi jenis Pompa yang digunakan :

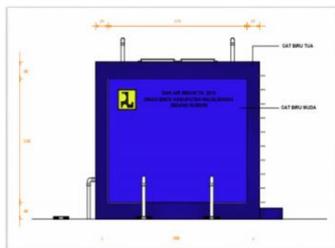
Tabel 2. Spesifikasi Pompa

Merk	EBARA Pompa
Type	100 x 80 FS2JA
Cap	800 - 2500 LPM
Head	40 - 100 Mtr
Sealling	Mechanical Seal dan Gland Packing
Power	45kw, 380 V, 50 HZ, 2 Pole, 3000 Rpm
C/W Motor, Coupling, Base Plate	

b. Pemindahan Reservoir

Faktor ekonomis pada sistem penyediaan air bersih ini bertujuan agar lebih efektif dalam meminimalisir biaya. Karena Faktor ini berkaitan dengan rincian biaya pemindahan reservoir. Faktor ekonomis untuk suatu perencanaan sangat berpengaruh karena hal ini berkaitan dengan jumlah anggaran biaya yang akan dikeluarkan.

Berikut contoh bak reservoir yang dibangun di Desa Singawada, Bak ini yang digunakan pada alternative pemindahan Reservoir. Pada Pemindahan Reservoir ini di pindahkan ke tempat elevasi yang lebih tinggi. Berikut gambar reservoir :



Gambar 2. Bak Reservoir

4.2 Hasil Penelitian

Setelah kita membandingkan alternatif dari beberapa faktor diatas , kita dapat menyimpulkan bahwa alternatif yang dapat kita pakai untuk memenuhi daerah pelayanan Desa Singawada adalah dengan menggunakan alternatif pemindahan Reservoir ke Elevasi yang lebih tinggi. Hasil ini dilihat berdasarkan perbandingan dari beberapa faktor, yaitu Faktor Maintenance, Faktor Ekonomis dan Perhitungan Epanet. 57 Hasil perbandingan menunjukkan bahwa banyak kelebihan pada alternatif tersebut serta alternatif ini merupakan alternatif yang paling optimal untuk pendistribusian air bersih di Desa Singawada. Dapat kita lihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Perbandingan Alternatif

No	Pengadaan Pompa	Pemindahan Reservoir
1	Faktor Maintenance	
	1) Faktor Non Teknis	
	Biaya Sumber Daya Manusia	Biaya Sumber Daya Manusia
	Biaya Listrik	Biaya Perawatan Pipa
	Biaya Perawatan Pompa	
	Biaya Service Pompa	
2) Faktor Teknis		
	Perbaikan Pipa	Perbaikan Pipa
	Perawatan Pompa	Pengisian Reservoir
	Pengisian Reservoir	
2	Faktor Ekonomis	
	Harga Pengadaan Pompa, meliputi :	Harga Pemindahan Reservoir, meliputi :
	Pembuatan Reservoir	Pembuatan Reservoir
	Pembelian Pompa	Pengadaan Pipa dan Accessories Distribusi
	Pengadaan Pipa dan Accessories Distribusi	Pengadaan Pipa dan Accessories Retikulasi
Pengadaan Pipa dan Accessories Retikulasi	Total harga Rp. 314.366.960,8	
	Total Harga Rp. 388.966.960,8	
3	Perhitungan Epanet	
	Flow	Flow
	Velocity	Velocity
	Pressure	Pressure
	Head	Head
	Diameter	Diameter

Dilihat dari tabel diatas bahwa hasil dari perbandingan menunjukkan banyak faktor yang lebih baik adalah dengan menggunakan alternatif pemindahan Reservoir ke elvasi yang lebih tinggi. Selain dilihat dari segi biaya, faktor teknis sangat berpengaruh dalam alternatif ini. Faktor teknis sangat penting karena optimalisasi ini bertujuan agar dapat memenuhi air bersih ke seluruh warga masyarakat Desa Singawada.

V. Kesimpulan

Hasil Komparasi Pengadaan Pompa dan Pemindahan Reservoir Dilihat dari berbagai jenis faktor. Seperti Faktor Maintenance, Faktor Ekonomis, dan Perhitungan epanet. Berdasarkan hasil perhitungan Epanet menunjukkan bahwa nilai Flow, pressure, dan velocity pada alternatif pemindahan reservoir cukup baik. Karena hasil perhitungan menunjukkan semua daerah pelayanan mendapatkan air bersih. Berdasarkan perbandingan dari beberapa faktor maka alternatif yang baik untuk sistem penyediaan air bersih Di Desa Singawada adalah dengan memindahkan Reservoir ke elevasi yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

Fauzi, Muhammad. 2017. Perencanaan Jaringan Distribusi Pada Peningkatan Sistem Penyediaan Air Minum di Kota Balikpapan {Tugas Akhir}. Samarinda. Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945.

Hidayat, Muhammad Alfan., dan Taufiq Mohammad. 2013. Studi Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kecamatan Kubu Kabupaten Karangasem. Journal Teknik, Volume 6 No.2, Tahun 2013 : 651-685.

Hidayat, Guswhakid. Kajian Optimalisasi Sumber Daya Air Di Kabupaten

- Rembang Jawa Tengah {Skripsi}. Semarang, Jurusan Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro.
- Joko, Tri. 2010. Unit Produksi dan Sistem Penyediaan Air Minum. Edisi I. Yogyakarta.
- Kaunang, Chrisianse Dirk, Lingkan Kawet, Dan f. Halim. 2015. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Maliambao Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Journal Sipil Statik*, ISSN : 2337- 6732. Volume 3 No.6, Juni 2015 : 361-372
- Kurniawan, Arif. 2014. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Kota Salatiga . *Journal Karya Teknik Sipil*. Vol.3 No.4, Tahun 2014 : 985 – 994
- Masduqi, Ali.2008. Sistem Penyediaan Air Bersih Berbasis Masyarakat. *Journal Teknik*. Volume 3, No 1, Tahun 2008.
- Naway, Ridwan. 2013. Pengembangan Sistem Pelayanan Air Bersih. *Journal Sipil Statik*, ISSN :2337-6732.Volume 1 No.6, Mei 2013: 444-451
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.122 Tahun 2015 Tentang : Sistem Penyediaan Air Minum. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 Tentang : Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- P. Joko Subagyo. Metode Penelitian dalam Teori dan Praktek. (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2004), hlm. 63.
- Prof. Dr. Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan: Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, hlm.61.
- Rizal, Mohammad.2012. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum Kota Probolinggo {Skripsi}. Surabaya. Program Sarjana Fakultas Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rosadi, Mukti Imron. 2011. Perencanaan Pnegembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Durenan Kabupaten Trenggalek {Tugas Akhir}. Surabaya. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- S. Margono. Metodologi Penelitian Pendidikan, (Jakarta: Rineka Cipta, 2000), Cet. 2, hlm. 167-168. Sjaries, Roestam.2005. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Andi. Yogyakarta.
- Suharsimi Arikunto. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. (Jakarta:Rineka Cipta, 2006). Cet.13, hlm. 139.