

**EVALUASI JARINGAN PERPIPAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DUSUN JATEN DESA
SELOTAPAK KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO MENGGUNAKAN
EPANET 2.0**

Rama Afdillah, Danayanti Azmi Dewi Nusantara

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: ramaafdillah66@gmail.com

Abstrak

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat mendasar bagi kehidupan makhluk hidup khususnya manusia. Ketersediaan air bersih secara terus menerus dapat dicapai salah satunya yaitu dengan cara didistribusikan melalui jaringan perpipaan. Pendistribusian air bersih melalui pipa tentu saja memiliki kendala tak terkecuali pendistribusian air bersih pada Dusun Jaten Desa Selotapak permasalahan tersebut meliputi nilai kehilangan kecepatan aliran yang rendah. Dengan masalah tersebut maka perlu dilakukan penelitian dengan memiliki tujuan yaitu mengetahui besar kebutuhan air warga Dusun Jaten, menganalisa model jaringan perpipaan yang ada sehingga diketahui nilai dari besar debit, kehilangan energi, dan kecepatan aliran, dan mengetahui permodelan perpipaan sesuai SNI 03-7065-2005 dan Permen PU No.18 Tahun 2007. Dalam penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Pengumpulan data dengan cara mencari informasi melalui pendamping program PAMSIMAS (Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat) Dusun Jaten dan instansi pemerintahan Desa Selotapak. Penelitian menggunakan program bantu yaitu *Google Earth Pro*, *Global Mapper*, dan *EPANET V.2.0*. Hasil penelitian pada kondisi *eksisting* yang telah didapatkan dari *running* program *EPANET v.2.0* didapatkan nilai kehilangan tekanan yang tinggi yaitu sebesar 80.26 m/km dan kecepatan aliran yang rendah yaitu sebesar 0.01 m/s sehingga perlu dilakukan modifikasi pada jaringan perpipaan agar memenuhi dari standarisasi perencanaan jaringan perpipaan yang diatur dalam SNI 03-7065-2005 dan Permen PU No.18 Tahun 2007. Modifikasi jaringan perpipaan dilakukan dengan metode *trial error* dengan menambahkan pipa, pompa, dan penggantian dimensi sehingga jaringan perpipaan mampu mendistribusikan debit sampai dengan 2.12 l/d yang akan terjadi pada tahun 2032 atau sama dengan tahun ke-10 dari perencanaan.

Kata kunci: distribusi air bersih, *EPANET*, *headloss*.

Abstract

Clean water is a very basic need for the life of living things, especially humans. Availability of clean water continuously can be achieved, one of which is by distributing it through a pipeline network. The distribution of clean water through pipes, of course, has obstacles, including the distribution of clean water in the Jaten Hamlet, Selotapak Village, the problems include the low loss of flow velocity. With these problems, it is necessary to conduct research with the objectives of, knowing the water needs of the residents of Dusun Jaten, analyzing the existing piping network model so that the value of the discharge, energy loss, and flow velocity is known, knowing the piping modeling according to SNI 03-7065-2005 and Permen PU No.18 the year 2007. This research uses a descriptive quantitative method. Collecting data by seeking information through the PAMSIMAS program assistant (Community-Based Water Supply and Sanitation Program) in the Jaten Hamlet and the Selotapak Village government agency. The research uses assistive programs, namely Google Earth Pro, Global Mapper, and EPANET V.2.0. The results of the research on the existing conditions that have been obtained from running the EPANET v.2.0 program obtained a high-pressure loss value of 80.26 m/km and a low flow velocity of 0.01 m/s so it is necessary to modify the piping network to meet the planning standards piping network regulated in SNI 03-7065-2005 and Permen PU No.18 of 2007. Modification of the piping network is carried out by trial error method by adding pipes, pumps, and changing dimensions so that the piping network is able to distribute the discharge up to 2.12 l/d which will occur in 2032 or equal to the 10th year of planning.

Keywords: clean water distribution, *EPANET*, *headloss*.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia, oleh karena itu pemanfaatan kebutuhan air pun tidak terbatas (Azmeri et al. 2018). Ketersediaan air bersih sangatlah penting bagi kehidupan manusia, karena air bersih merupakan kebutuhan utama manusia. Kebutuhan air bersih akan meningkat seiring bertambahnya waktu. Pertumbuhan penduduk dan teknologi yang begitu pesat di seluruh dunia mengakibatkan peningkatan kebutuhan air bersih (Alkali et al. 2017). Untuk itu sangat penting direncanakan suatu sistem penyediaan air bersih yang dikelola dengan baik (Kalensun et al. 2016).

Dengan alasan yang telah disebutkan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa keberadaan air bersih yang terjangkau dan berkelanjutan amat sangat diperlukan. Salah satu cara menjaga keberadaan air bersih salah satunya ialah dengan cara menjaga sumber mata air yang digunakan sebagai sumber air bersih. Mata air merupakan air tanah yang muncul ke permukaan akibat adanya perpotongan topografi, kontak antar batuan, atau rekanan pada batuan (Fitri, Hudawan, and Sungkowo 2021).

Dalam usaha menyediakan air bersih dengan skala berkelanjutan, dibutuhkan jaringan distribusi yang baik. Jaringan distribusi air merupakan sistem penting dalam industri masyarakat, yang tujuan utamanya adalah menyalurkan air ke titik-titik konsumsi pada tekanan dan kecepatan yang sesuai (Caballero and Ravagnani 2019). Pendistribusian air bersih dari sumber menuju konsumen dapat melalui beberapa cara yaitu dengan cara langsung dari sumber air bersih yang disalurkan langsung melalui sistem perpipaan dan cara lainnya yaitu dengan cara ditampung pada *reservoir* yang kemudian disalurkan melalui jaringan sistem perpipaan. Sistem perpipaan berfungsi mengalirkan zat cair dari satu tempat ke tempat lain (Sitompul 2016)

Sistem distribusi air terdiri dari elemen-elemen seperti pipa, tangki (*reservoir*), bak, katup, dll (Shital et al. 2016). Dalam kenyataan di lapangan seringkali didapati kasus tidak seimbangnya antara debit air konsumsi dengan debit produksi sehingga pelanggan tidak mendapatkan aliran air. Permasalahan ini terjadi disebabkan oleh jaringan distribusi yang tidak beroperasi dengan baik. Permasalahan pada jaringan perpipaan bisa terjadi

dikarenakan adanya kerusakan pada beberapa jaringan distribusi dikarenakan faktor teknis atau non teknis.

Di wilayah Desa Selotapak Kecamatan Trawas kabupaten Mojokerto sudah menerapkan sistem penyediaan air bersih yang merupakan program dari PAMSIMAS (Program Nasional Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat). Dalam pengoperasian sistem distribusi air bersih di Desa Selotapak tentunya tidak luput dari permasalahan seperti yang dijabarkan diatas. Masalah sering terjadi adalah pada jaringan perpipaan sehingga pendistribusian air bersih tidak mendapatkan hasil yang maksimal, dimana pada jam tertentu air yang keluar memiliki debit yang rendah.

Dilihat dari latar belakang tersebut maka perlu diadakannya evaluasi pada sistem penyediaan air bersih pada wilayah Dusun Jaten. Evaluasi memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui besar kebutuhan air warga Dusun Jaten 10 tahun kedepan, menganalisa model jaringan perpipaan yang ada sehingga diketahui nilai dari besar debit, kehilangan energi, dan kecepatan aliran, dan mengetahui permodelan perpipaan sesuai SNI 03-7065-2005 dan Permen PU No.18 Tahun 2007.

METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode deskriptif diartikan sebagai penelitian yang bermaksud untuk memaparkan data dengan menganalisis data yang diperoleh sehingga mendapatkan gambaran yang jelas (Sugiyono 2014). Metode deskriptif kuantitatif adalah suatu pendekatan yang dipergunakan dalam penelitian dengan cara mengukur indikator-indikator pada variabel penelitian sehingga dapat diperoleh gambaran diantara variabel-variabel tersebut.

Adapun tahap-tahap penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama yang dilakukan ialah melakukan studi literatur dan survey lapangan guna mendapat pengetahuan mengenai jaringan perpipaan dan variabel yang mempengaruhi.
2. Tahap kedua adalah yaitu tahapan pengumpulan data yang memiliki pengaruh terhadap keperluan analisa jaringan perpipaan seperti data jumlah penduduk, data topografi,

jenis sistem pengaliran, dan peta sebaran jaringan perpipaan yang ada.

3. Tahap ketiga adalah tahap analisa jaringan perpipaan kondisi yang ada (*eksisting*) menggunakan *EPANET v.2.0* dengan acuan persamaan *Hanzen William* yang dijabarkan dalam rumus 1 dan 2 sebagai berikut:

Dimana:

Q = Debit aliran dalam pipa (m^3/det)

C = Koefisien kekasaran pipa *Hazen William*

D = diameter pipa (m)

$S = \text{Kemiringan hidrolis (m/m)}$

Dimana:

H_f = Kehilangan tekanan pada pipa (m)

Ω = Debit aliran dalam pipa (m^3/det)

$C = \text{Koefisien kekasaran pipa Hazen William}$

D = diameter pipa (m)

Dalam analisa kondisi *eksisting* acuan perhitungan kebutuhan air mengacu pada Ditjen PU Cipta Karya Tahun 1996 sedangkan untuk batasan hasil perhitungan mengacu terhadap Permen PU No.18 Tahun 2007 yaitu untuk nilai kehilangan tekanan pada pipa maksimal 10 m/km dan kecepatan aliran dalam pipa dengan nilai 0.3 m/s - 2 m/s.

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk tahun rencana (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)

r = Rata-rata pertumbuhan penduduk
(jiwa/tahun)

$n = \text{Selisih tahun dasar dengan proyeksi}$
 (tahun)

Pertumbuhan penduduk digunakan guna memproyeksikan kebutuhan air pada tahun ke N.

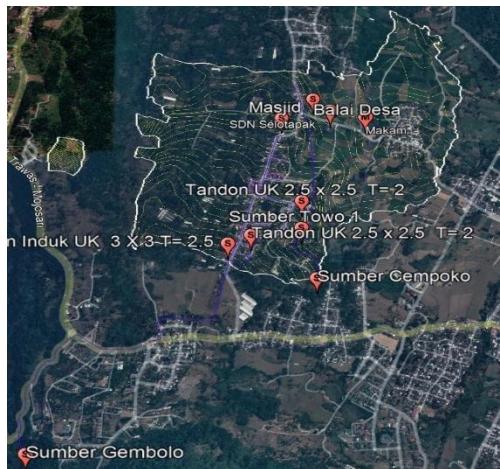
6. Tahap keenam yang dilakukan adalah melakukan analisa hasil perencanaan jaringan perpipaan yang sudah sesuai dengan Permen PU No. 18 Tahun 2007 dan SNI 03-7065-2005 yang disesuaikan dengan proyeksi kebutuhan air pada tahun ke N.
 7. Tahap ketujuh adalah tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran terhadap penelitian yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemetaan Situasi

Dusun Jaten yang merupakan bagian dari Desa Selotapak berada dalam lingkup kawasan pegunungan di wilayah administratif Kabupaten Mojokerto. Wilayah pegunungan memiliki kontur yang relatif memiliki nilai beda tinggi yang cukup beragam. Dalam perencanaan saluran perpipaan distribusi air bersih, suatu kontur wilayah perencanaan sangat mempengaruhi terhadap perencanaan jaringan. Oleh sebab itu maka pemetaan situasi dari wilayah lokasi perencanaan perlu dilakukan.

Dalam penelitian ini pemetaan situasi wilayah akan dicari dengan cara menggunakan program bantu aplikasi *Google Earth Pro* dan aplikasi *Global Mapper*. Dalam program bantu aplikasi *Google Earth Pro* akan dibuat sketsa lokasi melalui titik koordinat yang sudah diketahui. Titik koordinat akan digunakan sebagai acuan untuk membuat sketsa lokasi. Ketika sketsa lokasi sudah didapatkan maka kemudian dilanjutkan menggunakan program bantu aplikasi *Global Mapper*. Aplikasi *Global Mapper* memiliki fungsi yaitu mencari kontur pada wilayah yang sudah di sketsakan melalui *Google Earth Pro*. Berikut adalah hasil peta kontur pada wilayah Dusun Jaten Desa Selotapak yang disajikan pada gambar 1:



Sumber: *Google Earth*
Gambar 1 Peta Kontur Dusun Jaten Desa Selotapak

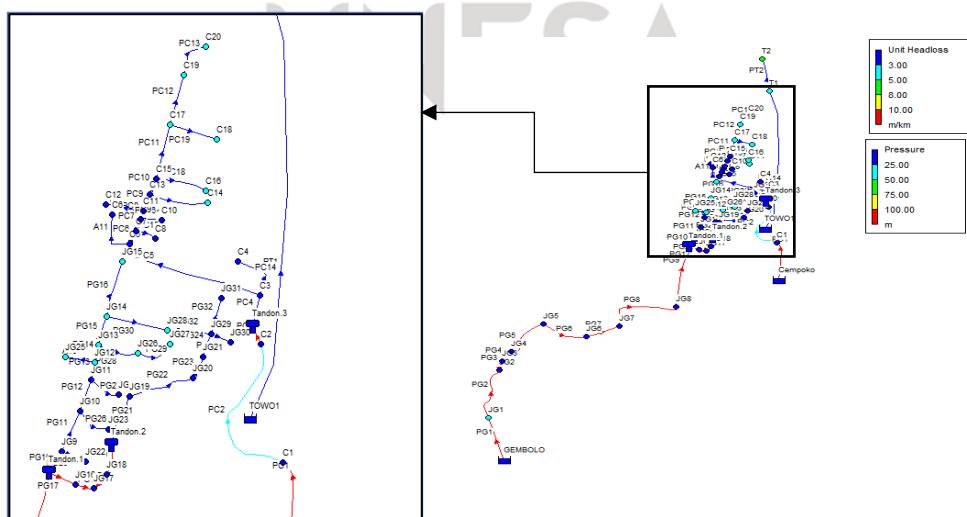
2. Kondisi *Eksisting*

Pendistribusian air bersih bersumber dari tiga mata air yaitu sumber mata air Gembolo, Cempoko, dan Towo Satu. Sumber mata air terletak pada ketinggian yang berbeda yaitu 819 m untuk sumber Gembolo, 715 m untuk sumber Cempoko, dan 692.5 m untuk sumber Towo. Sumber mata air memiliki debit masing-masing yaitu sebesar 3.5 liter/detik, 3 liter/detik, dan 15 liter/detik.

Dalam pendistribusian air bersih dari sumber mata air menuju warga menggunakan sistem gravitasi. Pada sistem gravitasi letak penampungan cukup tinggi sehingga air dapat mengalir dengan prinsip gravitasi dengan tersedia tekanan yang cukup (Salim 2017). Akan tetapi tekanan yang tersedia lebih banyak hilang akibat gesekan pipa transmisi . Dalam pendistribusian air bersih juga menggunakan reservoir guna menampung air dan menjaga

kestabilan debit yang disalurkan pada warga. Dusun Jaten memiliki tiga reservoir dimana reservoir paling besar memiliki kapasitas 21 m^3 dan dua reservoir yang lebih kecil memiliki kapasitas 12.5 m^3 . pendistribusian air dari sumber mata air menuju reservoir menggunakan pipa PVC berdiameter 1.5 inchi (45.5 mm), 2 inchi (57 mm), dan 3 inchi (84.8 mm) sedangkan pipa distribusi ke masyarakat menggunakan pipa PVC berdiameter 2 inchi (57 mm) dan 3 inchi (84.8 mm).

Jumlah penduduk Dusun Jaten pada tahun 2022 berjumlah 1232 jiwa dengan perhitungan kebutuhan air yang mengacu terhadap peraturan Ditjen PU Cipta Karya Tahun 1996 dalam peraturan tersebut untuk menghitung nilai kebutuhan air meliputi perhitungan kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik, dan kebocoran pipa. Dalam Ditjen PU Cipta Karya Tahun 1996 untuk kebutuhan domestik tingkat desa memiliki nilai 60-80 liter/orang/hari, untuk kebutuhan non domestik bergantung dari fungsi bangunan gedung dan di Dusun Jaten untuk kebutuhan non domestik berupa tempat peribadatan yaitu masjid sehingga memiliki nilai kebutuhan air sebesar 3000 liter/hari, dan untuk nilai kebocoran pipa untuk desa diambil nilai 20%-30%. Berdasarkan acuan perhitungan tersebut maka didapatkan hasil kebutuhan air rata-rata sebesar 1.44 liter/detik, kebutuhan air maksimum sebesar 1.73 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 2.15 liter/detik. Kondisi *eksisting* ini akan dianalisa menggunakan program bantu EPANET v.2.0 yang akan disajikan pada gambar 2 dan tabel 1 sebagai berikut:



Sumber: Hasil *Running EPANET v.2.0*
Gambar 2 Hasil *Running EPANET v.2.0* Kondisi *Eksisting*

Tabel 1 Tabel Hasil *Running EPANET v.2.0* Kondisi *Eksisting*

Link ID	Links at 17:00 Hrs					
	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe PC1	245	57	2.41	0.94	24.46	0.031
Pipe PC2	245	84.8	2.41	0.43	3.53	0.032
Pipe PC3	20	57	2.41	0.94	24.46	0.031
Pipe PC4	64	84.8	1.3	0.23	1.13	0.035
Pipe PC5	264	84.8	1.23	0.22	1.03	0.036
Pipe PC5A	87	57	0.06	0.03	0.03	0.053
Pipe PC6	27	84.8	1.17	0.21	0.93	0.036
Pipe PC7	28	84.8	0.48	0.08	0.18	0.041
Pipe PC8	12	84.8	0.41	0.07	0.13	0.042
Pipe PC8A	74	57	0.07	0.03	0.03	0.052
Pipe PC9	35	84.8	0.34	0.06	0.09	0.044
Pipe PC10	33	84.8	0.26	0.05	0.06	0.045
Pipe PC11	102	84.8	0.19	0.03	0.03	0.047
Pipe PC12	99	84.8	0.12	0.02	0.01	0.051
Pipe PC13	82	84.8	0.06	0.01	0	0.061
Pipe PC14	106	57	0.07	0.03	0.03	0.053
Pipe PC15	28	57	0.69	0.27	2.43	0.037
Pipe PC16	41.5	57	0.07	0.03	0.04	0.052
Pipe PC17	208	57	0.08	0.03	0.04	0.051
Pipe PC18	105	57	0.07	0.03	0.04	0.051
Pipe PC19	94	57	0.07	0.03	0.03	0.052
Pipe PG1	185	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG2	142	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG3	41	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG4	53	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG5	459	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG6	220	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG7	220	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG8	380	57	2.53	0.99	26.78	0.031
Pipe PG9	380	45.5	2.53	1.56	80.26	0.03
Pipe PG10	50	84.8	0.76	0.14	0.42	0.038
Pipe PG11	82	84.8	0.65	0.12	0.31	0.039
Pipe PG11A	50	57	0.1	0.04	0.06	0.049
Pipe PG12	58	84.8	0.52	0.09	0.21	0.041
Pipe PG13	32	84.8	0.41	0.07	0.13	0.042
Pipe PG14	33	84.8	0.31	0.06	0.08	0.044
Pipe PG15	60	84.8	0.17	0.03	0.02	0.046
Pipe PG16	104	84.8	0.12	0.02	0.01	0.052
Pipe PG17	50	29.6	0.76	1.11	70.71	0.033
Pipe PG18	50	29.6	0.76	1.11	70.71	0.033
Pipe PG19	25	29.6	0.76	1.11	70.71	0.033
Pipe PG20	59	29.6	0.76	1.11	70.7	0.033
Pipe PG21	103	45.4	0.5	0.31	4.02	0.038
Pipe PG22	122	39.5	0.45	0.37	6.55	0.038
Pipe PG23	40	39.5	0.35	0.29	4.2	0.039
Pipe PG24	45	39.5	0.27	0.22	2.6	0.04
Pipe PG25	86	57	0.11	0.04	0.08	0.048
Pipe PG26	64.5	57	0.13	0.05	0.11	0.048
Pipe PG27	70	57	0.11	0.04	0.09	0.049
Pipe PG28	60	57	0.14	0.06	0.13	0.046
Pipe PG29	88	57	0.14	0.06	0.13	0.047
Pipe PG30	118	57	0.05	0.02	0.02	0.055
Pipe PG31	26	19.8	0.06	0.21	5.15	0.046
Pipe PG32	87	23.7	0.11	0.26	6.05	0.043
Pipe PG33	65	23.7	0.1	0.22	4.55	0.044
Pipe PT1	912	84.8	1.05	0.19	0.75	0.037
Pipe PT2	168.5	57	1.05	0.41	5.22	0.035

Sumber: Hasil *Running EPANET v.2.0*

Analisa kondisi *eksisting* disimulasikan pada saat jam puncak berlangsung yaitu pukul 17.00. Berdasarkan hasil simulasi program bantu *EPANET v.2.0* pada kondisi *eksisting* didapatkan hasil yaitu sebagian besar aliran dalam pipa memiliki kecepatan lebih kecil dari batas minimum kecepatan aliran yang telah diatur dalam Permen PU No.18 Tahun 2007 untuk kecepatan minimal aliran dalam pipa untuk PVC adalah 0.3 m/s – 0.6 m/s. Hasil analisa juga menunjukkan nilai headloss yang tinggi pada jaringan pipa yang mendistribusikan air dari sumber menuju tandon yaitu sebesar 80.26 m/km dimana batas maksimal untuk nilai dari *headloss* adalah 10m/km. Nilai *headloss* yang tinggi pada pipa yang menuju tandon akan memiliki akibat yaitu tidak maksimalnya debit yang masuk menuju tandon

3. Perencanaan Desain Model Jaringan Perpipaan

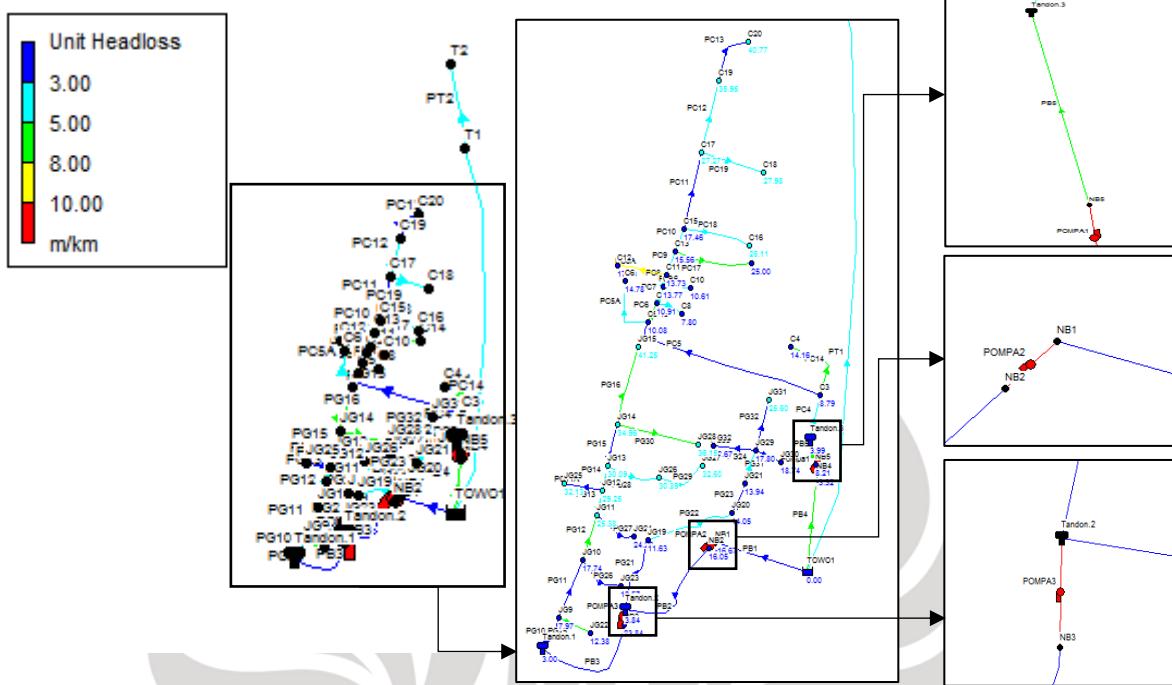
Dalam kondisi *eksisting* terdapat nilai *headloss* yang melebihi ambang batas maksimum yaitu pada pipa yang menghubungkan sumber air ke tandon (*reservoir*). Besar nilai *headloss* sangat dipengaruhi oleh panjang saluran perpipaan sehingga dalam perencanaan saluran akan digunakan sumber air terdekat sehingga nilai *headloss* dapat diperkecil. Dalam perencanaan jaringan perpipaan tahun 2022 akan dilakukan perencanaan ulang dengan cara mengganti dimensi pipa, penambahan pompa, dan penambahan pipa pada beberapa titik agar didapatkan hasil mendekati atau sesuai dengan SNI 03-7065-2005 dan Permen PU No.18 Tahun 2007. SNI 03-7065-2005 sedikit memiliki perbedaan dengan acuan yang digunakan dalam perencanaan *eksisting*. Berdasarkan SNI 03-7065-2005 nilai kebutuhan air bersih domestik memiliki nilai 120 liter/orang/hari dan untuk kebutuhan non domestik seperti rumah ibadah didapatkan nilai 5 liter/orang.

Berdasarkan SNI 03-7065-2005 kebutuhan air bersih didapatkan nilai sebesar 2.08 liter/detik. Debit tersebut terdiri dari 1232 jiwa penduduk, dan 500 orang yang beribadah di masjid. Dalam perencanaan jaringan kecepatan aliran dalam pipa akan mengacu kepada Permen PU No.18 Tahun 2007 dimana

dalam peraturan tersebut kecepatan minimum 0.3-0.6 m/det.

Dalam analisa menggunakan program bantu EPANET v.2.0 dengan menggunakan sistem *trial and error* dengan menambahkan pompa pada 3 titik, penambahan pipa baru, dan mengganti sebagian besar pipa dengan diameter

yang paling efektif. Berikut adalah hasil percobaan jaringan perpipaan paling efektif dan sesuai SNI 03-7065-2005 dan Permen PU No. 18 Tahun 2007 yang akan disajikan pada gambar 3 dan tabel 2:



Sumber: Hasil *Running EPANET v.2.0*

Gambar 3 Hasil *Running EPANET v.2.0* Kondisi Rencana Tahun 2022

Tabel 2 Tabel Hasil *Running EPANET v.2.0* Kondisi Rencana 2022

Links at 17:00 Hrs													
Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor	Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
	m	mm	LPS	m/s	m/km			m	mm	LPS	m/s	m/km	
Pipe PB1	135	84.8	1.37	0.24	1.23	0.035	Pipe PG11	82	57	0.76	0.3	2.87	0.036
Pipe PB2	167	84.8	1.37	0.24	1.24	0.035	Pipe PG11A	50	29.6	0.12	0.18	2.33	0.044
Pipe PB3	184	57	0	0	0	0	Pipe PG12	58	45.4	0.63	0.39	6.15	0.036
Pipe PB4	135	84.8	3.23	0.57	6.1	0.031	Pipe PG13	32	45.4	0.51	0.31	4.14	0.038
Pipe PB5	35	84.4	3.23	0.58	6.24	0.031	Pipe PG14	33	39.5	0.39	0.32	4.92	0.038
Pipe PC4	64	57	0.8	0.31	3.15	0.036	Pipe PG15	60	39.5	0.24	0.2	2.06	0.041
Pipe PC5	264	57	0.73	0.29	2.67	0.037	Pipe PG16	104	23.7	0.12	0.27	6.88	0.043
Pipe PC5A	87	23.7	0.08	0.19	3.49	0.045	Pipe PG21	103	57	0.63	0.25	2.02	0.037
Pipe PC6	27	45.4	0.64	0.4	6.44	0.036	Pipe PG22	122	45.4	0.55	0.34	4.74	0.037
Pipe PC7	28	45.4	0.56	0.34	4.9	0.037	Pipe PG23	40	45.4	0.42	0.26	2.9	0.039
Pipe PC8	12	45.4	0.47	0.29	3.53	0.038	Pipe PG24	45	39.5	0.3	0.24	3.04	0.04
Pipe PC8A	74	19.8	0.08	0.27	8.09	0.044	Pipe PG25	86	23.7	0.12	0.27	6.88	0.043
Pipe PC9	35	39.5	0.38	0.31	4.85	0.038	Pipe PG26	64.5	29.6	0.13	0.19	2.63	0.044
Pipe PC10	33	39.5	0.3	0.25	3.17	0.04	Pipe PG27	70	29.6	0.12	0.18	2.33	0.044
Pipe PC11	102	39.5	0.22	0.18	1.79	0.042	Pipe PG28	60	29.6	0.14	0.21	3.27	0.043
Pipe PC12	99	29.6	0.14	0.21	3.27	0.043	Pipe PG29	88	29.6	0.14	0.21	3.27	0.043
Pipe PC13	82	23.7	0.07	0.15	2.25	0.047	Pipe PG30	118	23.7	0.12	0.27	6.88	0.043
Pipe PC14	106	19.8	0.07	0.22	5.9	0.045	Pipe PG31	26	23.7	0.06	0.15	2.15	0.047
Pipe PC15	28	23.7	0.09	0.2	3.87	0.045	Pipe PG32	87	29.6	0.12	0.18	2.33	0.044
Pipe PC16	41.5	23.7	0.09	0.2	4.01	0.045	Pipe PG33	65	29.6	0.11	0.16	2.05	0.044
Pipe PC17	208	19.8	0.08	0.26	7.51	0.044	Pipe PT1	912	57	1.01	0.4	4.93	0.035
Pipe PC18	105	23.7	0.08	0.18	3.25	0.045	Pipe PT2	168.5	57	1.01	0.4	4.93	0.035
Pipe PC19	94	23.7	0.08	0.18	3.13	0.046	Pompa 1	-	-	3.23	0	-11.53	0
Pipe PG10	50	57	0.88	0.34	3.77	0.038	Pompa 2	-	-	1.37	0	-32.71	0
							Pompa 3	-	-	0	0	-20	0

Sumber: Hasil *Running EPANET v.2.0*

4. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk pada Dusun Jaten memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui jumlah dari penduduk pada tahun-tahun mendatang. Dalam melakukan perhitungan proyeksi digunakan metode geometri. Metode Geometri adalah salah satu metode untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa datang menggunakan ekstrapolasi dengan fungsi matematik. Dalam model Metode Geometri menganggap perkembangan jumlah penduduk akan berganda dengan sendirinya (Rahayu 2020). Menurut data dari Kantor Desa Selotapak persentase pertumbuhan penduduk memiliki persentase sebesar $r = 2\%$. Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk akan dilakukan sampai dengan 10 tahun kedepan dengan tahun awal yaitu tahun 2022.

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk akan disajikan pada contoh perhitungan dan tabel 3 sebagai berikut:

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Diketahui

$$P_0 = 1232$$

$$a = 2 \%$$

$$n = 10$$

$$P_{2032} = 1232 (10 + 0.02)^{10}$$

$$P_{2032} = 1502$$

Tabel 3 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Dusun Jaten

No	Tahun	n	Metode Geometrik
			$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$
1	2022	0	1232
2	2023	1	1257
3	2024	2	1282
4	2025	3	1308
5	2026	4	1334
6	2027	5	1361
7	2028	6	1388
8	2029	7	1416
9	2030	8	1444
10	2031	9	1473
11	2032	10	1502

Sumber: Perhitungan

5. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih akan mengacu kepada SNI 03-7065-2005. Dalam SNI 03-7065-2005 untuk kebutuhan air bersih

disebutkan pasal 5.1 tentang kebutuhan air minum dan disebutkan secara rinci dalam tabel 1. Kebutuhan air dalam tabel 1 dibedakan berdasarkan penggunaan gedung. Daerah yang dilayani jaringan perpipaan di Dusun Jaten memiliki fungsi gedung meliputi rumah tinggal dan peribadatan yang dimana menurut tabel 1 nilai dari kebutuhan air untuk gedung dengan fungsi tersebut yaitu sebesar 120 liter/penghuni/hari dan 5 liter/orang.

Jumlah kebutuhan air akan dihitung dari tahun 2022-2032 yang akan dijabarkan dalam tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4 Perhitungan Kebutuhan Air Tahun 2022-2032

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Domestik	Kebutuhan Non Domestik	Total	Total
			(l/hari)	(l/detik)		
1	2022	1232	147840	2500	150340	1.75
2	2023	1257	150840	2500	153340	1.78
3	2024	1282	153840	2500	156340	1.81
4	2025	1308	156960	2500	159460	1.85
5	2026	1334	160080	2500	162580	1.89
6	2027	1361	163320	2500	165820	1.92
7	2028	1388	166560	2500	169060	1.96
8	2029	1416	169920	2500	172420	2
9	2030	1444	173280	2500	175780	2.04
10	2031	1473	176760	2500	179260	2.08
11	2032	1502	180240	2500	182740	2.12

Sumber: Perhitungan

6. Analisa Jaringan Perpipaan Untuk Tahun 2032

Desain perencanaan pipa pada tahun 2022 yang sudah mendekati dan memenuhi SNI 03-7065-2005 dan Permen PU No.18 Tahun 2007 akan dilakukan analisa ulang yang bertujuan untuk memastikan kelayakan jaringan perpipaan sampai dengan tahun 2032. Dalam pengujian akan dilakukan beberapa perubahan yaitu perubahan kebutuhan air tiap *junction* (*water demand*) yang disesuaikan dengan jumlah kebutuhan air pada tahun 2032 dengan total *water demand* sebanyak 2.12 liter/detik. Berikut adalah tabel 5 yang berisi hasil *running* dari program bantu EPANET v.2.0:

Tabel 5 Tabel Hasil Running EPANET v.2.0 Kondisi Rencana 2032

Links at 17:00 Hrs														
Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor	Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor	
	m	mm	LPS	m/s	m/km			m	mm	LPS	m/s	m/km		
Pipe PB1	135	84.8	1.74	0.31	1.93	0.034	Pipe PG11	82	57	0.9	0.35	3.93	0.036	
Pipe PB2	167	84.8	1.74	0.31	1.94	0.034	Pipe PG11A	50	29.6	0.15	0.22	3.54	0.043	
Pipe PB3	184	57	1.03	0.4	5.09	0.035	Pipe PG12	58	45.4	0.74	0.46	8.41	0.035	
Pipe PB4	135	84.8	3.31	0.59	6.35	0.031	Pipe PG13	32	45.4	0.59	0.37	5.55	0.037	
Pipe PB5	35	84.4	3.31	0.59	6.5	0.031	Pipe PG14	33	39.5	0.44	0.36	6.34	0.038	
Pipe PC4	64	57	0.96	0.38	4.44	0.035	Pipe PG15	60	39.5	0.29	0.24	2.89	0.04	
Pipe PC5	264	57	0.88	0.34	3.77	0.036	Pipe PG16	104	23.7	0.14	0.33	9.64	0.042	

Pipe PC5A	87	23.7	0.1	0.24	5.28	0.044	Pipe PG21	103	57	0.85	0.33	3.52	0.036
Pipe PC6	27	45.4	0.77	0.48	9.03	0.035	Pipe PG22	122	45.4	0.73	0.45	8.18	0.036
Pipe PC7	28	45.4	0.68	0.42	7.05	0.036	Pipe PG23	40	45.4	0.59	0.36	5.44	0.037
Pipe PC8	12	45.4	0.58	0.36	5.3	0.037	Pipe PG24	45	39.5	0.44	0.36	6.34	0.038
Pipe PC8A	74	19.8	0.09	0.29	9.3	0.044	Pipe PG25	86	23.7	0.14	0.33	9.64	0.042
Pipe PC9	35	39.5	0.49	0.4	7.68	0.037	Pipe PG26	64.5	29.6	0.15	0.22	3.61	0.042
Pipe PC10	33	39.5	0.4	0.33	5.31	0.038	Pipe PG27	70	29.6	0.15	0.22	3.47	0.043
Pipe PC11	102	39.5	0.3	0.24	3.04	0.04	Pipe PG28	60	29.6	0.15	0.22	3.61	0.042
Pipe PC12	99	29.6	0.19	0.28	5.56	0.041	Pipe PG29	88	29.6	0.15	0.22	3.61	0.042
Pipe PC13	82	23.7	0.1	0.24	5.28	0.044	Pipe PG30	118	23.7	0.14	0.33	9.64	0.042
Pipe PC14	106	19.8	0.08	0.26	7.8	0.044	Pipe PG31	26	23.7	0.14	0.33	9.65	0.042
Pipe PC15	28	23.7	0.1	0.22	4.55	0.044	Pipe PG32	87	29.6	0.15	0.22	3.47	0.043
Pipe PC16	41.5	23.7	0.1	0.22	4.55	0.044	Pipe PG33	65	29.6	0.15	0.22	3.4	0.043
Pipe PC17	208	19.8	0.09	0.29	9.3	0.044	Pipe PT1	912	57	1.24	0.49	7.2	0.034
Pipe PC18	105	23.7	0.1	0.24	5.28	0.044	Pipe PT2	168.5	57	1.24	0.49	7.2	0.034
Pipe PC19	94	23.7	0.1	0.24	5.28	0.044	Pompa 1	-	-	3.31	0	-10.56	0
Pipe PG10	50	57	1.04	0.41	518	0.037	Pompa 2	-	-	1.74	0	-32.32	0
							Pompa 3	-	-	1.03	0	-14.68	0

Sumber: EPANET v.2.0

Dari hasil program bantu EPANET v.2.0 didapatkan *head loss* tertinggi sebesar 9.65 m/km, *velocity* terendah 0.22 m/s, *pressure* terendah 7.74 m.

7. Perbandingan Perhitungan EPANET Dengan Perhitungan Manual

Dalam melakukan perhitungan program bantu EPANET v.2.0 memiliki dasar perhitungan yang sama dengan perhitungan manual, akan tetapi perhitungan pada program bantu EPANET v.2.0 lebih kompleks. Perhitungan EPANET v.2.0 yang lebih kompleks akan menyebabkan perbedaan hasil dengan perhitungan manual. Perhitungan yang akan dilakukan perbandingan yaitu perhitungan total *head* yang terdapat pada *junction* dan perhitungan *headloss* yang terdapat pada pipa (*link*).

a. Perhitungan total *head* pada *junction*

Untuk perhitungan nilai total *head* akan dilakukan pada perencanaan jaringan perpipaan tahun 2032 tepatnya pada *junction* JG 28. Berikut adalah perhitungan nilai total *head* pada *junction* JG 28:

$$\text{Diketahui: } \text{Pressure} = 35.22 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi} = + 705 \text{ m}$$

$$H_{\text{Total}} = \text{Pressure} + \text{Elevasi}$$

$$H_{\text{Total}} = 35.22 + 705$$

$$H_{\text{Total}} = 740.22 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan secara manual diatas didapatkan hasil sebesar 740.22 m. Hasil perhitungan secara

manual tersebut sesuai dengan hasil perhitungan pada program bantu EPANET v.2.0. Berikut adalah hasil dari perhitungan EPANET v.2.0 yang akan disajikan pada gambar 4:

Junction JG28	
Property	Value
Tag	
*Elevation	705
Base Demand	0.09
Demand Pattern	
Demand Categorie	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	0.14
Total Head	740.22
Pressure	35.22
Quality	0.00

Sumber: EPANET v.2.0

Gambar 4 Hasil Perhitungan Total Head Pada Junction JG 28

b. Perhitungan Headloss Pada Link

Perhitungan nilai *headloss* dapat dihitung secara teoritis menggunakan persamaan *Hazen William*. Untuk perhitungan manual akan dilakukan sama dengan perhitungan total *head* yaitu pada perencanaan jaringan perpipaan tahun 2032 tepatnya pada link PG24. Berikut adalah perhitungan nilai *headloss link* PG24:

Diketahui: $Q = 0.00044 \text{ m}^3$

$$C = 120$$

$$D = 0.0395 \text{ m}$$

$$L = 45 \text{ m}$$

$$H_f = \left(\frac{Q}{0.2785 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$H_f = \left(\frac{0.00044}{0.2785 \times 120 \times 0.0395^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$H_f = 0.006 \text{ m}$$

$$H_f = 0.28 \text{ m/m}$$

$$H_f = 6.29 \text{ m/km}$$

Dari hasil perhitungan *headloss* secara manual diatas didapatkan hasil sebesar 6.29 m/km. Hasil perhitungan secara manual tersebut memiliki sedikit perbedaan dengan hasil perhitungan pada program bantu *EPANET v.2.0*. Berikut adalah hasil dari perhitungan *EPANET v.2.0* yang akan disajikan pada gambar 5:

Pipe PG24	
Property	Value
*Roughness	120
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open
Bulk Coeff.	
Wall Coeff.	
Flow	0.44
Velocity	0.36
Unit Headloss	6.34
Friction Factor	0.038
Reaction Rate	0.00
Quality	0.00
Status	Open

Sumber: *EPANET v.2.0*

Gambar 5 Hasil Perhitungan Total Headloss Pada Link PG 24

Pada hasil perhitungan program bantu *EPANET v.2.0* nilai *headloss* didapatkan sebesar 6.34 m/km. Dengan hasil tersebut maka terdapat selisih antara hasil perhitungan manual dengan program bantu *EPANET v.2.0* sebesar 0.05 m/km. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut didapatkan hasil perbedaan yang kecil sehingga hasil dari program bantu *EPANET v.2.0* dapat digunakan sebagai acuan perhitungan kedepannya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan meliputi:

1. Kondisi *eksisting* jaringan perpipaan distribusi air minum Dusun Jaten Desa Selotapak pada beberapa titik memiliki nilai *headloss* yang sangat tinggi yaitu terletak pada pipa yang menuju tandon induk dengan nilai 80.26 m/km sehingga menyebabkan air yang masuk tandon kurang maksimal. Jaringan distribusi sebagian besar memiliki nilai *velocity* dibawah 0,2 yang disebabkan oleh diameter pipa yang terlalu besar.
2. Kebutuhan air masyarakat Dusun Jaten Desa Selotapak menurut proyeksi untuk 10 tahun mendatang akan berjumlah 2.12 liter/detik.
3. Guna mendapatkan hasil output perhitungan yang mendekati acuan yaitu Permen PU No.18 Tahun 2007 perlu penambahan pompa pada 3 titik dengan kriteria pompa mampu memberikan *pressure* sebesar 35 m. Dalam jaringan perpipaan distribusi juga perlu penambahan pipa baru untuk mendistribusikan air dari sumber menuju tandon (*reservoir*) dengan rincian pipa berdiameter 84.8 mm sepanjang 475 m dan pipa berdiameter 57 mm sepanjang 185 m.
4. Hasil analisa desain perencanaan jaringan perpipaan untuk tahun 2032 didapat hasil *head loss* tertinggi sebesar 9.56 m/km, *velocity* terendah 0.22 m/s, *pressure* terendah 7.74 m.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang sudah didapatkan diatas maka terdapat beberapa saran yaitu:

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut guna menemukan waktu penggunaan pompa paling efektif sehingga memberikan nilai ekonomis yang tinggi.
2. Perlu dilakukan pengembangan jaringan perpipaan sehingga sumber air yang berlimpah

- dapat dimanfaatkan dengan cakupan yang lebih luas.
3. Dalam perencanaan kedepan perlu diperhatikan variasi diameter pipa sehingga didapatkan jaringan perpipaan paling ekonomis dan memenuhi kriteria yang ada yaitu Permen PU No.18 Tahun 2007 dan SNI 03-7065-2005.

Daftar Pustaka

- Alkali, A. N., S. G. Yadima, B. Usman, U. A. Ibrahim, and A. G. Lawan. 2017. "Design Of A Water Supply Distribution Network USING EPANET 2.0: A Case Study Of Maiduguri Zone 3, Nigeria A. N. Alkali, S. G. Yadima, B. Usman, U. A. Ibrahim and A. G. Lawan (Department of Civil and Water Resources Engineering, University of Maiduguri, Ni." *Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment* 13(3):347–55.
- Azmeri, Azmeri, Syamsidik Syamsidik, Magister Teknik Sipil, Banda Aceh, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, and Banda Aceh. 2018. "Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Pdam Tirta Tawar." 1(1):132–41. doi: 10.24815/jarsp.v1i1.10330.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2005. SNI 7065:2005. Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing.
- Caballero, Jose A., and Mauro A. S. S. Ravagnani. 2019. "Water Distribution Networks Optimization Considering Unknown Flow Directions and Pipe Diameters." *Computers and Chemical Engineering* 127:41–48. doi: 10.1016/j.compchemeng.2019.05.017.
- Fitri, Mia, Dian Hudawan, and Andi Sungkowo. 2021. "Analisis Karakteristik Dan Kualitas Mata Air Di Desa Redin, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo." 3:1–12.
- Kalensun, Hesti, Lingkan Kawet, Fuad Halim, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Kelurahan Pangolombian, Hidran Umum, Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, and Manfaat Penelitian. 2016. "PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KELURAHAN PANGOLOMBIAN KECAMATAN TOMOHON SELATAN." 4(2):105–15.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rahayu, Eka. 2020. "Analisis Perluasan Penutup Lahan Pada Kecamatan Sunggal Menggunakan Metode Geometri." 5341(April):18–24.
- Roszman, Lewis A., Michael Tryby, and Robert Janke. 2000. "EPANET 2 . 2 User Manual."
- Salim, Noor. 2017. "Kajian Sistem Distribusi Air Bersih Untuk Bangunan Bertingkat Dengan Metode EPANET."
- Shital, Kakadiya, Mavani Krunali, Darshan Mehta, Vipin Yadav, and U. G. Student. 2016. "Simulation of Existing Water Distribution Network by Using EPANET: A Case Study of Surat City." *Recent Advances in Civil Engineering for Global Sustainability* (March):184–92.
- Sitompul, Supiana. 2016. "UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA." *Pembangunan Wilayah Jurnal& Kota* 1(3):82–91.
- Sugiyono. (2014). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.