

ANALISIS JARINGAN PIPA TRANSMISI AIR BERSIH KECAMATAN KANDIS

Rezky Ardillah¹⁾, Siswanto²⁾, Trimaijon²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293

Email: rezky.ardillah@student.unri.a.id

ABSTRACT

The need for clean water in Kecamatan Kandis increases with population growth. The community of kecamatan kandis utilizes water source from rain water and Samsam River water. The water obtained will be transmitted to the IPA to be processed into clean water. The minimum plunge of Samsam River was obtained at 217.89 liters / sec. The net water demand after 20 years is 127 liters / sec. In this research, the plan of raw water transmission pipeline system is divided into two networks that will be simulated with EPANET program. Old network along 14674.54 meters and new network along 33708,86 meters by using HDPE pipe. The head and debit values obtained from the simulated results determine which pump to use. This pump is a type of Grundfos type 2 pole pump. This transmission network simulation is expected to be a guide in PDAM planning in Kecamatan Kandis.

Keyword: Transmission, clean water, EPANET, HDPE, PDAM.

1. PENDAHULUAN

Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk di suatu daerah akan mempengaruhi kebutuhan air bersih. Air baku yang tersedia perlu diolah terlebih dahulu menjadi air bersih. Masalah yang diperhatikan dalam mengolah air bersih adalah sistem pengolahan air bersih yang harus memadai, kualitas air bersih yang dihasilkan layak dikonsumsi, dan kuantitas air bersih yang tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduk.

Masyarakat Kecamatan Kandis memanfaatkan sumber air yang berasal dari air hujan dan air Sungai Samsan. Air yang diperoleh ini masih merupakan air baku yang nantinya akan diolah menjadi air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih Kecamatan Kandis, maka pemerintah membangun sistem air bersih perpipaan di daerah tersebut.

Berkeinginan dengan perkembangan Kecamatan Kandis yang semakin maju, PDAM Kecamatan Kandis yang lama tidak dapat menyalurkan air bersih keseluruhan Kecamatan Kandis, permasalahannya terletak pada posisi IPA yang berada

diantara Kandis Pasar Minggu dan Kandis Kota sehingga air yang melewati Kandis Pasar Minggu adalah air baku yang belum diolah. Menyikapi masalah tersebut maka pemerintah membangun IPA baru yang diposisikan sedemikian agar air yang melewati kandis 1 sudah merupakan air bersih.

IPA yang baru akan dibangun di dekat sungai dan IPA yang lama akan di alih fungsikan sebagai *reservoir*. Air yang sudah diolah di IPA baru akan disalurkan melalui pipa transmisi menuju ke IPA lama. Oleh karena itu diperlukan analisis untuk menentukan alternatif sistem transmisi air bersih yang sesuai kebutuhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Air Minum

Pengertian air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/Per/2010 adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16

Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

2.2. Sistem Penyediaan Air Minum

Penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih dan produktif. Sistem penyediaan air minum yang selanjutnya disebut SPAM adalah satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non-fisik dari prasarana dan sarana air minum. Sistem penyediaan air minum yang baik bertujuan (Joko, 2010), untuk:

1. Menyediakan air yang kualitasnya aman dan sehat bagi pemakainya, individu maupun masyarakat
2. Menyediakan air yang memadai kuantitasnya
3. Menyediakan air secara kontinyu, mudah dan murah untuk menunjang *hygiene* perseorangan maupun rumah tangga

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 sistem penyediaan air minum dapat dilakukan melalui sistem jaringan perpipaan dan/atau bukan jaringan perpipaan. Jaringan perpipaan dapat meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi, unit pelayanan, dan unit pengelolaan. Sistem penyediaan air minum bukan jaringan perpipaan dapat meliputi sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampungan air hujan, terminal air, mobil tangki air instalasi kemasan, atau bangunan perlindungan air.

2.3. Hidrologi

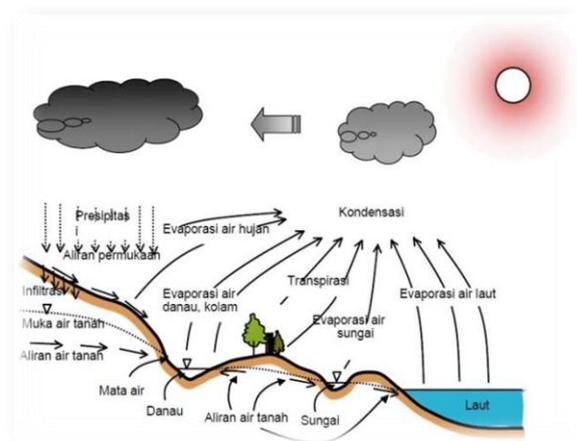
Hidrologi didefinisikan ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifat dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Ilmu

hidrologi lebih banyak didasarkan pada pengetahuan empiris daripada teoritis. Hal ini karena banyaknya parameter yang berpengaruh pada kondisi hidrologi di suatu daerah, seperti kondisi klimatologi (angin, suhu udara, kelembaman udara, penyinaran matahari), kondisi lahan (daerah aliransungai, DAS) seperti jenis tanah, tata guna lahan, kemiringan lahan, dan sebagainya (Triatmodjo, 2008).

2.3.1. Siklus Hidrologi

Serangkaian peristiwa seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 dinamakan siklus hidrologi (*hydrologic cycle*). Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Uap air yang dihasilkan dibawa udara bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai hujan (presipitasi) atau salju.

Presipitasi ini ada yang jatuh di samudera, didarat dan sebagian lagi langsung menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi yang disebut aliran/ limpasan permukaan. Jika permukaan tanah *porous*, maka sebagian air akan meresap kedalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (evapotranspirasi). (Suripin, 2004)



Gambar 1 Siklus Hidrologi (Sumber : Suripin, 2004)

2.3.2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah peristiwa berubahnya air menjadi uap ke udara bergerak dari permukaan tanah, permukaan air dan penguapan melalui tanaman. Jika air yang tersedia dalam tanah cukup banyak maka evapotranspirasi itu disebut evapotranspirasi potensial.

Rumus Penmann Modifikasi yang menunjukkan evapotranspirasi potensial adalah seperti berikut (Sujarwadi, 1979 dalam Irfan 2014) :

$$E_{to} = C(W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(U) \cdot (e_a - e_d))$$

2.3.3 Perkolasi

Perkolasi merupakan gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh yang terletak di antara permukaan sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Pada proses ini air tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan penggenangan berkisar antara 1 sampai 3 mm/hari (Triatmodjo, 2008).

2.3.4 Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah-bulanan (Departemen Pekerjaan Umum, 2010). Debit aliran sungai harus diketahui sebelum menentukan debit andalan sungai, mengetahui debit aliran sungai yang tidak diketahui datanya maka dilakukan perhitungan dengan metode tertentu. Salah satu metodenya adalah metode F.J. Mock.

2.4. Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan faktor yang paling penting dalam perencanaan kebutuhan air bersih. Perkiraan jumlah penduduk di suatu daerah

pada masa akan datang dapat ditentukan dengan beberapa metode berikut:

a. Metode geometrik.

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata-rata pertahun. Persentase pertumbuhan penduduk rata-rata dapat dihitung dari sensus tahun sebelumnya. Persamaan yang digunakan untuk metode geometri ini adalah:

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

Metode ini akan menghasilkan nilai yang lebih tinggi, karena persentase pertambahan sesungguhnya tidak pernah tetap. Akan tetapi, persentase tersebut akan menurun jika suatu daerah mencapai batas optimum sehingga metode ini sangat sesuai untuk daerah yang mempunyai pertumbuhan penduduk yang tetap.

b. Metode aritmatik.

Metode perhitungan dengan cara aritmatik didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan pertambahan jumlah penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut:

$$P_n = P + Ka(\Delta t)$$

$$Ka = (P_2 - P_1) / \Delta t$$

Metode ini sangat sesuai digunakan untuk daerah yang mempunyai angka pertumbuhan penduduk yang rendah atau pada daerah-daerah dengan derajat pertumbuhan penduduk tetap apabila jumlah dan kepadatan penduduk menjadi maksimum.

c. Metode *least square*.

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertambahan penduduknya cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah:

$$Y = a.X + b$$

Untuk menentukan pilihan rumus proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan menghitung standar deviasi atau koefisien korelasi. Berikut ini merupakan persamaan standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{n-1}} \text{ untuk } n > 20$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{n}} \text{ untuk } n = 20$$

Metode perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang menghasilkan nilai standar deviasi yang terkecil adalah metode yang terpilih.

2.5. Perencanaan Teknis Unit Transmisi Air Baku

Perencanaan teknis unit transmisi harus mengoptimalkan jarak antara unit air baku menuju unit produksi dan/atau dari unit produksi menuju reservoir/jaringan distribusi sependek mungkin, terutama untuk sistem transmisi distribusi (pipa transmisi dari unit produksi menuju reservoir). Hal ini terjadi karena transmisi distribusi pada dasarnya harus dirancang untuk dapat mengalirkan debit aliran untuk kebutuhan jam puncak, sedangkan pipa transmisi air baku dirancang mengalirkan kebutuhan maksimum.

Sistem transmisi adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari tempat pengambilan (*intake*) sampai tempat pengolahan. Selain itu dalam perencanaan pembangunan jalur transmisi tersebut, perlu diperhatikan pula pergerakan fluida selama penyaluran. Metode transmisi dapat dikelompokkan menjadi:

1. Sistem gravitasi

Sistem ini digunakan apabila kondisi persediaan berada pada elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan unit distribusi.

2. Sistem pompa

Prinsip sistem ini adalah dengan memberikan energi pada aliran air,

sehingga air dapat mencapai unit distribusi yang memiliki elevasi lebih tinggi dibandingkan dengan sumber persediaan

2.5.1. Jalur Pipa

Perencanaan jalur pipa transmisi harus memenuhi ketentuan teknis (Peraturan Menteri PU nomor 18 tahun 2007) sebagai berikut :

- Jalur pipa sependek mungkin.
- Menghindari jalur yang mengakibatkan konstruksi sulit dan mahal.
- Tinggi hidrolis pipa minimum 5 m di atas pipa, sehingga cukup menjamin operasi *air valve*.

Menghindari perbedaan elevasi yang terlalu besar sehingga tidak ada perbedaan kelas pipa.

2.5.2. Dimensi Pipa

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 18 tahun 2007, kriteria pipa transmisi dapat dilihat pada Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1 Kriteria pipa transmisi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q max	Kebutuhan air hari maksimum Q max = F max x Q rata-rata
2	Faktor hari maksimum	F.max	1,10 – 1,50
3	Jenis saluran	-	Pipa atau saluran terbuka*
4	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP	V min V.max V.max	0,3-0,6 m/det 3,0-4,5 m/det 6,0 m/det
5	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	H min H maks	1 atm 6-8 atm 10 atm 12,4 MPa 9,0 Mpa
6	Kecepatan saluran terbuka a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum	V.min V.maks	0,6 m/det 1,5 m/det
7	Kemiringan saluran terbuka		(0,5 – 1) 0/000
8	Tinggi bebas saluran terbuka		15 cm (minimum)
9	Kemiringan tebing terhadap dasar saluran	-	45° (untuk bentuk trapesium)

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 18 tahun 2007

2. 6. Hidrolika Perpipaan

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari perilaku air secara fisik dalam arti perilaku yang dipelajari harus terukur secara fisik. Perilaku yang dipelajari

peliputi hubungan antara debit air yang mengalir dalam pipa dihubungkan dengan diameter pipanya sehingga dapat diketahui gejala-gejala yang menimbulkan tekanan, kehilangan energi dan gaya-gaya yang lainnya. Hubungan gejala-gejala akan dijelaskan dalam formulasi empiris yang biasa dipakai dalam praktek (Dharmasetiawan, 2004).

2. 7. Kehilangan Tekanan (Headloss)

Salah satu faktor yang dominan untuk diperhatikan pada aliran di dalam pipa adalah tinggi hilangnya tekanan.

Secara umum, tinggi kehilangan tekanan di atas dapat dikelompokkan menjadi kehilangan tekanan utama atau major loss akibat gesekan dengan dinding pipa dan kehilangan tekanan minor loss akibat sambungan-sambungan, belokan-belokan, valve dan aksesoris lainnya (Kodoatie, 2002).

a. Kehilangan tekanan akibat gesekan (*Major Losses*)

Kehilangan tekanan ini terjadi akibat gesekan air dengan dinding pipa. Besarnya dapat ditentukan dengan rumus Chezy, rumus Hazen-William dan Darcy-Weisbach. Dalam setiap elemen pipa dari sistem jaringan, terdapat hubungan antara kehilangan tenaga dan debit (Joko, 2010). Persamaan Hazen William adalah yang paling umum dipakai, persamaan ini lebih cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu di atas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai.

$$Q = 0.2785 \times C \times d^{2.63} \times S^{0.54}$$

b. Kehilangan tekanan *Minor Losses*

Kehilangan tekanan ini terjadi akibat perubahan penampang pipa, sambungan, belokan dan katup. Kehilangan tenaga akibat gesekan pada pipa panjang biasanya jauh lebih besar daripada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut biasanya kehilangan tenaga sekunder diabaikan. Pada pipa pendek

kehilangan tenaga sekunder harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5% dari kehilangan tenaga akibat gesekan maka kehilangan tenaga tersebut dapat diabaikan. Untuk memperkecil kehilangan tenaga sekunder, perubahan penampang atau belokan jangan dibuat mendadak tapi berangsur-angsur (Joko, 2010).

2.8. Program EPANET 2.0

EPANET 2.0 adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari pipa, *node* (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau *reservoir*.

EPANET 2.0 menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

EPANET 2.0 didesain sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Juga dapat digunakan untuk berbagai analisa berbagai aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan desain, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa klor, dan analisa pelanggan.

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Kandis dan sekitarnya, karena pipa transmisi terletak di Kecamatan Kandis maka perhitungan proyeksi dan data penduduk serta keadaan wilayah Kecamatan Kandis diuraikan berdasarkan kondisi wilayah tersebut. Kecamatan Kandis memiliki 6 Desa/Kelurahan :

- a. Kelurahan/Desa Belutu
- b. Kelurahan/Desa Kandis

- c. Kelurahan/Desa Kandis Kota
- d. Kelurahan/Desa Sam Sam
- e. Kelurahan/Desa Simpang Belutu
- f. Kelurahan/Desa Telaga Sam-Sam

3.2. Prosedur Pelaksanaan

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang sesuai dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut berisikan tentang debit andalan, proyeksi pertumbuhan penduduk, kebutuhan air, perencanaan sistem transmisi air bersih, hidrolika perpipaan, dan program EPANET.

3.2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan pada Stasiun Kandis tahun 2007-2016, data klimatologi Pinang Kampai Kota Dumai 2009-2013, data pertumbuhan penduduk Kecamatan Kandis tahun 2010-2015.

Tabel 2 Curah Hujan Rata-rata

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2007	7,2	4,9	4,8	12,3	6,2	8,1	6,2	2,3	4,6	8,5	7,6	8,2
2008	3,1	6,3	13,9	6,0	2,9	4,2	3,6	3,8	11,4	4,6	7,0	5,8
2009	5,7	6,8	9,7	7,1	5,5	5,9	2,4	5,8	3,2	5,6	7,8	7,2
2010	7,2	7,5	4,7	9,4	5,9	2,3	2,6	4,1	12,2	7,3	7,8	6,1
2011	9,6	1,2	4,9	4,2	4,5	1,1	1,4	5,1	7,2	10,5	9,8	12,3
2012	5,6	7,2	9,1	8,1	5,0	1,4	2,3	7,3	4,7	5,2	15,0	8,9
2013	5,6	6,1	3,0	2,8	4,0	1,0	1,2	1,6	5,1	4,9	8,4	7,4
2014	3,2	0,8	1,1	2,1	4,4	2,0	2,6	2,5	2,3	2,5	6,5	12,9
2015	9,2	1,4	4,5	4,7	3,2	2,3	0,4	0,4	4,0	5,7	9,3	7,1
2016	7,1	3,9	2,3	4,4	4,2	4,6	2,6	1,5	2,9	5,1	4,6	4,1

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2016)

Tabel 3 Temperatur Maksimum

Tahun	Temperatur Maksimum (°C)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2009	36,3	33,4	33,7	33,9	35,5	35,9	35,0	34,3	34,5	33,9	32,9	32,7
2010	36,3	34,5	34,1	34,3	35,3	34,9	34,3	34,5	34,9	35,3	33,8	32,5
2011	45,9	34,3	34,1	33,7	35,0	35,3	35,3	34,4	33,4	33,9	43,1	30,5
2012	36,8	34,1	33,9	35,2	35,5	35,7	34,5	33,1	33,4	33,9	43,1	31,5
2013	37,5	34,1	35,5	35,2	34,5	34,6	30,6	33,5	32,3	28,9	33,5	33,0
Min	36,3	33,4	33,7	33,7	34,5	34,6	30,6	33,1	32,3	28,9	32,9	30,5
Max	45,9	34,5	34,1	34,3	35,5	35,9	35,3	34,5	34,9	35,3	43,1	33,0
Rerata	41,1	33,9	34,6	34,5	35,0	35,3	32,9	33,8	33,6	32,1	38,0	31,7

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 4 Temperatur Minimum

Tahun	Temperatur Minimum (°C)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2009	26,1	23,7	23,8	24,6	24,9	24,4	24,3	24,3	24,1	23,9	23,7	23,7
2010	27,1	25,0	24,6	24,9	25,4	24,4	24,0	24,2	24,3	24,5	23,1	23,6
2011	26,1	24,0	23,8	24,4	24,5	25,0	23,8	24,1	23,6	24,3	24,2	23,1
2012	26,4	25,0	24,1	25,2	24,5	24,3	24,0	23,1	23,6	24,3	24,2	23,8
2013	26,7	25,0	24,5	25,2	24,0	20,0	20,5	21,5	21,1	21,0	24,3	22,5
Min	26,1	23,7	23,8	24,4	24,0	20,0	20,5	21,5	21,1	21,0	23,1	22,5
Max	27,1	25,0	24,6	25,2	25,4	25,0	24,3	24,3	24,3	24,5	24,3	23,8
Rerata	26,6	24,4	24,2	24,8	24,7	22,5	22,4	22,9	22,7	22,7	23,7	23,1

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 5. Temperatur Rata-rata

Tahun	Temperatur Rata-rata (°C)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
Min	26,6	24,4	24,2	24,8	24,7	22,5	22,4	22,9	22,7	22,7	23,7	23,1
Max	41,1	33,9	34,6	34,5	35,0	35,3	32,9	33,8	33,6	32,1	38,0	31,7
Rerata	33,8	29,1	29,4	29,6	29,9	28,9	27,7	28,3	28,2	27,4	30,8	27,4

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 6 Kelembapan Maksimum

Tahun	Kelembapan maksimum											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2009	95	95	95	95	95	95	95	95	96	95	95	95
2010	95	95	95	95	96	95	95	95	95	95	95	95
2011	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
2012	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
2013	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Min	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Max	95	95	95	95	96	95	95	95	96	95	95	95
Rerata	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 7 Kelembapan Minimum

Tahun	Kelembapan Minimum											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2009	82	86	86	86	82	86	86	79	86	86	86	82
2010	90	86	82	82	90	90	90	90	90	78	90	90
2011	90	95	81	95	95	82	95	95	90	95	95	95
2012	90	90	90	90	90	82	91	95	90	95	95	95
2013	90	90	90	90	91	85	78	79	90	86	90	95
Min	82,0	86,0	81,0	82,0	82,0	82,0	78,0	79,0	86,0	78,0	86,0	82,0
Max	90,0	95,0	90,0	95,0	95,0	90,0	95,0	95,0	90,0	95,0	95,0	95,0
Rerata	88,4	89,4	85,8	88,6	89,6	85,0	88,0	87,6	89,2	88,0	91,2	91,4

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 8. Kelembapan Rata-rata

Tahun	Kelembapan Relatif Rata-rata											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
Min	88,4	89,4	85,8	88,6	89,6	85,0	88,0	87,6	89,2	88,0	91,2	91,4
Max	95,0	95,0	95,0	95,0	95,2	95,0	95,0	95,0	95,2	95,0	95,0	95,0
Rerata	91,7	92,2	90,4	91,8	92,4	90,0	91,5	91,3	92,2	91,5	93,1	93,2

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 9 Penyinaran Matahari Rata-rata

Tahun	Penyinaran Matahari (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2009	30,1	25,1	31,9	40,5	40,7	31,6	33,0	27,5	35,2	41,7	30,8	29,5
2010	34,8	42,6	41,7	32,4	39,2	42,2	38,6	43,1	36,8	34,8	22,0	19,9
2011	20,3	36,9	37,1	26,4	33,8	33,2	42,3	39,8	29,0	27,1	23,1	19,3
2012	39,5	37,4	38,0	50,2	48,5	41,7	39,8	36,3	29,0	27,1	23,1	20,5
2013	42,1	37,4	48,5	50,2	48,5	16,5	40,0	42,0	30,2	50,9	33,4	34,3
Min	20,3	25,1	31,9	26,4	33,8	16,5	33,0	27,5	29,0	27,1	22,0	19,3
Max	42,1	42,6	48,5	50,2	48,5	42,2	42,3	43,1	36,8	50,9	33,4	34,3
Rerata	33,4	35,9	39,4	39,9	42,1	33,1	38,7	37,8	32,1	36,3	26,4	24,7

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 10 Kecepatan Angin Rata-rata

Tahun	Kecepatan Angin (km/hari)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Ok	Nov	Des
2009	25,9	15,8	16,6	19,1	19,3	16,4	22,3	27,7	29,0	22,2	36,5	28,4
2010	24,1	28,9	26,3	22,5	19,7	20,4	19,6	16,1	18,7	35,0	30,1	32,0
2011	30,3	29,9	29,7	24,5	24,4	18,0	19,8	20,3	18,0	20,3	29,3	24,4
2012	30,8	26,9	25,8	22,7	17,6	24,6	11,5	13,0	18,0	20,3	29,3	25,3
2013	25,8	26,9	17,6	22,7	17,6	16,7	13,1	14,6	20,5	22,1	29,2	22,4
Min	24,1	15,8	16,6	19,1	17,6	16,4	11,5	13,0	18,0	20,3	29,2	22,4
Max	30,8	29,9	29,7	24,5	24,4	24,6	22,3	27,7	29,0	35,0	39,5	32,0
Rerata	27,4	25,7	23,2	22,3	19,7	19,2	17,3	18,3	20,9	24,0	31,5	26,5

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Riau, 2015)

Tabel 11 Jumlah Penduduk

No	Tahun	Jumlah Penduduk		Total Penduduk
		Laki-Laki	Perempuan	
1	2010	28.473	26.838	55.311
2	2011	28.940	27.178	56.118
3	2012	27.443	25.123	52.566
4	2013	30.617	28.129	58.746
5	2014	42.873	39.476	82.349
6	2015	43.858	40.348	84.206

(Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi, 2016)

Adapun alternatif-alternatif yang digunakan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 12. dibawah ini:

Tabel 12 Alternatif Simulasi

No.	Simulasi	Diameter (Inchi)	Debit (L/dtk)
1	Alternatif 1	12	30
	Jaringan Lama		50
			80
2	Alternatif 2	16	30
	Jaringan Lama		50
			80
3	Alternatif 3	12	30
	Jaringan Baru		50
			80
4	Alternatif 4	16	30
	Jaringan Baru		50
			80

Sumber: Data analisis, 2017

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Evapotranspirasi Metode Penmann Modifikasi

Tabel 13 Hasil Analisis Evapotranspirasi

No.	Bulan	Evapotranspirasi Rata-rata	
		mm/hari	mm/bulan
1	Januari	4,576	137,279
2	Februari	4,408	132,249
3	Maret	4,706	141,183
4	April	4,560	136,803
5	Mei	4,358	130,750
6	Juni	3,239	97,164
7	Juli	3,553	106,584
8	Agustus	3,787	113,603
9	September	3,614	108,429
10	Oktober	3,869	116,879
11	November	3,394	101,828
12	Desember	3,076	92,279

Sumber : Hasil Analisis, 2017

4.2. Analisis Debit Andalan dengan Metode FJ. Mock

Metode yang digunakan untuk menghitung debit andalan adalah metode FJ. Mock sesuai data yang diperoleh dilapangan.

Tabel 14 Hasil Analisis Evapotranspirasi

No	Bulan	Debit Andalan Rata-rata	
		mm/bulan	mm/detik
1	Januari	5.955.267	2297,56
2	Februari	2.877.397	1110,11
3	Maret	1.642.012	633,49
4	April	2.583.980	996,91
5	Mei	2.332.219	899,78
6	Juni	1.026.714	396,11
7	Juli	1.116.743	430,84
8	Agustus	564.784	217,89
9	September	1.370.964	528,92
10	Oktober	2.974.248	1147,47
11	November	3.718.077	1434,44
12	Desember	6.304.902	2432,45

Sumber : Hasil Analisis, 2017

Dari tabel 14. perhitungan debit andalan Sungai Samsam menggunakan metode F.J. Mock didapat hasil debit minimum sebesar 564.784 mm³/bulan atau sebesar 217,89 liter/detik dan debit maksimum sebesar 6.304.902 mm³/bulan atau sebesar 2432,45 liter/detik. Nilai debit yang diperoleh dinyatakan mampu untuk memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Kandis.

4.3. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dianalisis dengan 3 (tiga) metode pertumbuhan penduduk yaitu metode geometrik, metode arithmatik dan metode *least square*. Dari ketiga metode tersebut nantinya dipilih salah satu yang mempunyai nilai standar deviasi terkecil.

Tabel 15 Hasil Perhitungan dari Tiga Metode Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

No	Tahun	Data Penduduk (jiwa)	Metode Proyeksi		
			Aritmatik (jiwa)	Geometrik (jiwa)	Least Square (jiwa)
1	2010	55.311	22.437	22.437	18.949
2	2011	56.118	25.079	24.044	21.915
3	2012	52.566	27.722	25.765	24.881
4	2013	58.746	30.365	27.610	27.847
5	2014	82.349	33.008	29.587	30.813
6	2015	84.206	35.651	31.705	33.779

Sumber: Hasil analisa, 2016

Hasil perhitungan ketiga metode diatas akan dihitung nilai standar deviasinya untuk mengetahui metode mana yang paling mendekati kebenaran.

Tabel 16. Standar Deviasi Metode Geometrik

No	Jumlah Penduduk	Y1-Ymean	(Y1-Ymean) ²
1	22.437	-4.421	19.544.970
2	24.044	-2.814	7.921.028
3	25.765	-1.093	1.194.351
4	27.610	752	565.464
5	29.587	2.729	7.446.918
6	31.705	4.847	23.497.167
Σ	161.148	0	60.169.897
Ymean		10.028.316	
Standar deviasi		3.167	

Sumber: Hasil analisa, 2016

Tabel 17 Standar Deviasi Metode Aritmatik

No	Jumlah Penduduk	Y1-Ymean	(Y1-Ymean) ²
1	22.437	-6.607	43.652.449
2	25.080	-3.964	15.714.882
3	27.723	-1.321	1.746.098
4	30.365	1.321	1.746.098
5	33.008	3.964	15.714.882
6	35.651	6.607	43.652.449
Σ	174.264	0	122.226.857
Ymean		20.371.143	
Standar deviasi		4.513	

Sumber: Hasil analisa, 2016

Tabel 18 Standar Deviasi Metode Least Square

No	Jumlah Penduduk	Y1-Ymean	(Y1-Ymean) ²
1	18.949	-7.415	54.984.344
2	21.915	-4.449	19.794.364
3	24.881	-1.483	2.199.374
4	27.847	1.483	2.199.374
5	30.813	4.449	19.794.364
6	33.779	7.415	54.984.344
Σ	158.186	0	153.956.162
Ymean		25.659.360	
Standar deviasi		5.066	

Sumber: Hasil analisa, 2016

Hasil perhitungan standar deviasi memperlihatkan angka yang berbeda meskipun tidak terdapat perbedaan yang signifikan di kondisi nyata. Metode Geometrik memiliki nilai standar deviasi 3.167, Metode Aritmatik memiliki nilai standar deviasi 4.513, Metode *Last Square* memiliki nilai standar deviasi 5.066 . Maka proyeksi pertumbuhan penduduk dengan metode Geometrik akan menjadi acuan dalam menentukan kebutuhan air di Kecamatan Kandis.

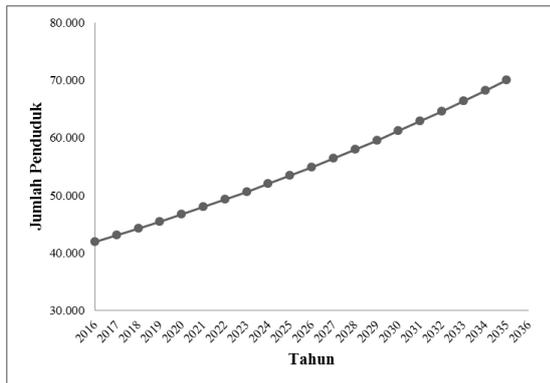
Perhitungan Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk untuk 20 tahun mendatang menggunakan metode Geometrik. Hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk kecamatan Kandis 2016-2035 dapat dilihat pada Tabel 19. berikut ini:

Tabel 19 Proyeksi Jumlah Pertumbuhan Penduduk

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2016	41.933	11	2026	54.959
2	2017	43.083	12	2027	56.466
3	2018	44.265	13	2028	58.014
4	2019	45.478	14	2029	59.605
5	2020	46.725	15	2030	61.240
6	2021	48.006	16	2031	62.919
7	2022	49.323	17	2032	64.644
8	2023	50.675	18	2033	66.417
9	2024	52.065	19	2034	68.238
10	2025	53.492	20	2035	70.109

Sumber: Hasil analisa, 2017

Peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk Kecamatan Mandau 20 tahun yang akan datang dapat dilihat pada grafik di berikut ini.



Gambar 2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk
(Sumber : Analisis,2017)

4.4. Kebutuhan Air Bersih

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah perencanaan pelayanan air bersih di Kecamatan Mandau di tahun 2016 hingga 2035 yang akan dilakukan secara bertahap menyesuaikan nilai debit andalan sungai Samsan.

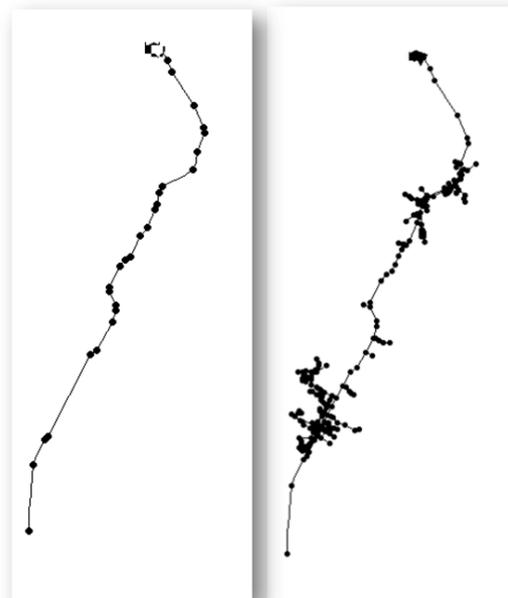
Tabel 20 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Yang Akan Dilayani

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (L/dtk)	Kebutuhan Air Non-Domestik (L/dtk)	Kebutuhan Air Total (L/dtk)	Kapasitas Supply Air ke IPA (L/dtk)	Persentase Pelayanan Kebutuhan Air (%)
1	2016	41.933	58	17	76	30	40
2	2020	46.725	65	19	84	40	47
3	2025	53.492	74	22	97	50	52
4	2030	61.240	85	26	111	60	54
5	2035	70.109	97	29	127	80	63

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas, pada tahun 2016 direncanakan kapasitas *supply* air sebesar 30 liter/detik ,yaitu sebesar 40% dari kebutuhan air total. Pada tahun 2025 kapasitas *supply* air ke instalasi pengolahan air ditingkatkan menjadi 50 liter/detik, yaitu sebesar 52% dari kebutuhan air total. Kapasitas pelayanan kebutuhan air ini akan meningkat secara bertahap sampai tahun 2035 sehingga dicapai persentase pelayanan kebutuhan air sebesar 60% dari kebutuhan air total di Kecamatan Kandis.

4.5. Simulasi Jaringan Transmisi

Pada penelitian ini, rencana sistem pipa transmisi air baku terbagi atas dua jaringan yang akan disimulasikan dengan program EPANET 2.0. Jaringan lama dirancang menggunakan pipa HDPE sepanjang 14674,54 m dihubungkan dengan 30 titik simpul dengan 1 unit tangki IPA dan 1 unit pompa. Jaringan baru dirancang menggunakan pipa HDPE sepanjang 33708,86 m dihubungkan dengan 258 titik simpul dengan 1 unit tangki penyimpanan dan 1 unit pompa. Gambar simulasi jaringan pipa transmisi dapat dilihat pada Gambar 4.2. di bawah ini.



Gambar 3 Jaringan Transmisi
(Sumber : Analisis,2017)

Berdasarkan hasil dan pembahasan simulasi jaringan pipa transmisi yang telah dirancang maka dapat dirangkum hasil simulasi yang sesuai dengan persyaratan hidrolis minimum seperti tekanan, kecepatan aliran, *head*, tekanan dan kehilangan tekanan. Hasil simulasi jaringan pipa transmisi dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini

Tabel 21 Hasil Simulasi Jaringan Pipa Transmisi

No	Simulasi	Diameter (Inchi)	Debit (L/detik)	Kecepatan (m/s)	Head (m) Node 1	Tekanan (m)	Kehilangan Tekanan (m/1km)
1	Alternatif 1 Jaringan Lama	12	30	0,38	65,00	61,00	0,54
			50	0,64	75,00	71,00	1,40
			80	1,03	105,00	101,00	3,35
2	Alternatif 2 Jaringan Lama	16	30	0,24	55,00	51,00	0,17
			50	0,40	60,00	56,00	0,44
			80	0,64	70,00	66,00	1,05
3	Alternatif 3 Jaringan Baru	12	30	0,30	72,83	68,83	0,34
			50	0,45	75,75	71,75	0,74
			80	0,72	103,05	99,05	1,75
4	Alternatif 4 Jaringan Baru	16	30	0,17	64,76	60,76	0,09
			50	0,28	70,30	66,30	0,23
			80	0,45	86,71	82,71	0,55

Sumber: Hasil analisa, 2017

Dari Tabel 21. diperoleh alternatif jaringan lama dan baru yang menggunakan pipa diameter 12 inchi dengan debit 30 liter/detik, 50 liter/detik dan 80 liter/detik yang memenuhi persyaratan kriteria pipa transmisi Tabel 1. dari Tabel 21 juga dapat ditentukan pompa yang sesuai dan ada di pasaran untuk mengoperasikan jaringan pipa transmisi dengan membandingkan antara debit aliran yang digunakan terhadap *head*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil tugas akhir dengan judul “Analisis Jaringan Pipa Transmisi Air Bersih Kecamatan Kandis” didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan debit andalan Sungai Samsam menggunakan metode F.J. Mock didapat hasil debit minimum sebesar 564.784 mm³/bulan atau sebesar 217,89 liter/detik dan debit maksimum sebesar 6.304.902 mm³/bulan atau sebesar 2432,45 liter/detik.
2. Perhitungan proyeksi penduduk Kecamatan Kandis menggunakan metode Geometrik dengan jumlah penduduk 20 tahun yang akan datang sebesar 70.109 jiwa.
3. Kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Kandis 20 tahun yang akan datang untuk desa Telaga Samsam dan Kandis Kota adalah sebesar 127 liter/detik.

4. Jaringan transmisi yang dirancang terbagi 2 jaringan lama dan jaringan baru. Jaringan lama dirancang menggunakan pipa HDPE sepanjang 14674,54 m dihubungkan dengan 30 titik simpul dengan 1 unit tangki IPA dan 1 unit pompa. Jaringan baru dirancang menggunakan pipa HDPE sepanjang 33708,86 m dihubungkan dengan 258 titik simpul dengan 1 unit tangki penyimpanan dan 1 unit pompa.
5. Dari hasil simulasi diperoleh alternatif jaringan lama dan baru yang menggunakan pipa diameter 12 inchi dengan debit 30 liter/detik, 50 liter/detik dan 80 liter/detik yang memenuhi persyaratan kriteria pipa transmisi Tabel 2.9.

5.2. Saran

Ada beberapa saran yang harus diperhatikan yaitu:

1. Perencanaan yang ekonomis perlu dilakukan agar dapat menentukan kelayakan jaringan transmisi air bersih dari sisi ekonomi.
2. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui sistem transmisi air baku yang juga meninjau tentang kualitas air yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Air (IPA).
3. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui alternatif pelayanan distribusi air untuk memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Kandis.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Data Curah Hujan Biasa*. Pekanbaru : Balai Wilayah Sungai Sumatera III. Provinsi Riau.
- Anonim. 2015. *Data Klimatologi*. Pekanbaru : Balai Wilayah Sungai Sumatera III. Provinsi Riau.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 tahun 2007. Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

- Dharmasetiawan, Martin. 2004. *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Joko, Tri. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, Robert J. 2002. *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran terbuka*. Yogyakarta: Andi.
- Peraturan Menteri No. 492/Menkes/Per/2010
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.