

EVALUASI SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH MENGGUNAKAN SOFTWARE WATERCAD DI DESA BATUNGSEL KECAMATAN PUPUAN KABUPATEN TABANAN

Mawiti Infantri Yekti¹, Kadek Diana Harmayani¹, dan I Nyoman Dharma
Krisnahadi²

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar

²Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar
e-mail: wiwiet91@yahoo.com

ABSTRAK

Desa Batungsel memanfaatkan air bersih yang bersumber dari Sumber Tumpang Telu dengan debit air yang ada dari 2 (dua) mata air yang berdekatan adalah sebanyak 5,348 liter/detik dan 7,109 liter/detik. Saat ini hampir 20% masyarakat belum terlayani air bersih, dan sistem pipa distribusi eksisting sudah mampu memenuhi 2 (dua) banjar yang ada yaitu banjar Batungsel Kelod dan banjar Batungsel Kaja. Hasil analisis proyeksi pertambahan penduduk menunjukkan metode aritmatik yang memiliki nilai standar deviasi terkecil. Kebutuhan air bersih rata-rata untuk desa Batungsel hingga tahun 2033 adalah Banjar Batungsel Kelod sebesar 1,75 liter/detik, Banjar Batungsel Kaja sebesar 2,71 liter/detik, Banjar Dinas Pempatan sebesar 0,01 liter/detik dan kebutuhan air bersih pada tahap pengembangan banjar Dinas Pempatan sebesar 1,20 liter/detik. Hasil simulasi program *WaterCAD V8i* memberikan hasil simulasi dengan pipa yang belum memenuhi syarat kecepatan, sehingga pada tahap pengembangan dilakukan perubahan diameter pipa sesuai kriteria perencanaan dan tahap pengembangan di banjar Dinas Pempatan dengan program *WaterCAD V8i* telah memenuhi standar perencanaan. Tahap pengembangan direncanakan menggunakan pipa PVC kelas S-10 yang mampu menahan tekanan maksimum sebesar 12,5 atm dengan kebutuhan *fixed demand* atau kebutuhan air rerata tetap sebesar 0,11 liter/detik.

Kata kunci: *Desa Batungsel, air bersih, jaringan pipa, WaterCAD V8i*

EVALUATION OF CLEAN WATER SUPPLY SYSTEM USING WATERCAD SOFTWARE IN BATUNGSEL VILLAGE PUPUAN DISTRICT TABANAN REGENCY

ABSTRACT

Batungsel Village utilizes clean water sourced from Sumber Tumpang Telu with existing water discharge from 2 (two) adjacent springs as much as 5,348 liters / second and 7,109 liters / second. At present, almost 20% of the community has not been served with clean water, and the existing distribution pipeline system has been able to meet 2 (two) existing banjars, namely the Batungsel Kelod and the Batungsel Kaja banjar. The results of the analysis of population growth projections show the arithmetic method which has the smallest standard deviation value. The average clean water needs for Batungsel village until 2033 are Banjar Batungsel Kelod at 1.75 liters / second, Banjar Batungsel Kaja at 2.71 liters / second, Banjar Dinas Pempatan at 0.01 liters / second and clean water needs at the development phase of the Dinas Pempatan banjar is 1.20 liters / second. The simulation results of the *WaterCAD V8i* program provide simulation results with pipes that do not meet the speed requirements, so that at the development stage a pipe diameter change is made according to the planning criteria and the development stage in the Pangkalan Service Office with the *WaterCAD V8i* program has met the planning standards. The development phase is planned to use PVC pipe class S-10 which is able to withstand a maximum pressure of 12.5 atm with fixed demand requirements or average water requirements of 0.11 liters / second.

Keywords: *Batungsel village, clean water, pipelines, WaterCAD V8i*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk pada suatu daerah memiliki dampak yang besar terhadap kebutuhan air bersih. Permasalahan yang timbul dalam memenuhi kebutuhan air bersih yaitu sistem jaringan distribusi yang mengalami kerusakan dan kebocoran yang sangat parah sehingga banyak air terbuang yang mengakibatkan air

tidak sampai ke permukiman masyarakat. Kebutuhan air untuk setiap penggunaan berbeda-beda antara lain penyediaan air untuk kebutuhan domestik, kebutuhan industri, perdagangan dan kebutuhan non domestik

Sampai saat ini, beberapa Kabupaten di Propinsi Bali belum mempunyai akses terhadap air bersih, baik untuk daerah pedesaan maupun daerah perkotaan. Khususnya di Kabupaten Tabanan, pelayanan air bersih untuk saat ini mencapai angka 95%. Dari angka 95% ini 74% diberikan oleh PDAM dan 21 % pelayanan diberikan oleh desa melalui Pamsismas atau Pelayanan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PDAM Kab.Tabanan,2018).

Desa Batungsel merupakan desa yang terletak di Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan yang memiliki potensi dalam bidang pertanian dan perkebunan, karena selain lahan yang subur, curah hujan yang cukup tinggi serta wilayahnya terdiri dari lahan pertanian dan perkebunan yang cukup luas. Secara administratif desa Batungsel terbagi atas 3 (tiga) banjar dinas/dusun yang meliputi banjar Dinas Batungsel Kaja, banjar Dinas Batungsel Kelod, dan banjar Dinas Pempatan.

Sejak tahun 1982 desa Batungsel memanfaatkan air bersih yang bersumber dari Sumber Air Tumpang Telu dengan debit air yang ada dari 2 (dua) mata air yang berdekatan adalah sebanyak 5,348 lt/dt dan 7,109 lt/dt. Saat ini hampir 20 % masyarakat saat ini belum terlayani air bersih, sistem pipa distribusi eksisting sudah mampu memenuhi 2 (dua) banjar dari 3 (tiga) banjar yang ada di desa Batungsel. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang ada di Desa Batungsel diperlukan evaluasi sistem perpipaan yang ada untuk dapat dikembangkan dan mampu melayani banjar Dinas Pempatan yang belum terlayani, sehingga sistem air bersih yang ada di desa Batungsel bisa bekerja secara optimal.

Kajian evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui penyediaan air bersih berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih hingga tahun 2033 berdasarkan ketersediaan sumber air di desa Batungsel, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan. Evaluasi penyediaan air bersih di Desa Batungsel dibantu dengan pogram *WaterCAD v8i*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.2 Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai langkah awal untuk menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Secara umum untuk menghitung proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk digunakan formula sebagai berikut ini (Muliakusumah, 2000):

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

Uji kesesuaian metode dilakukan dengan perhitungan standar deviasi. Dari hasil standar deviasi digunakan nilai yang terkecil dari ke tiga metode tersebut (Soewarno, 1995).

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang dipergunakan untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Umumnya air bersih diperlukan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Pemakaian air oleh masyarakat tidak terbatas pada keperluan domestik, namun untuk keperluan industri dan keperluan perkotaan. Besarnya pemakaian air bersih oleh masyarakat memiliki banyak faktor, seperti tingkat hidup, pendidikan, tingkat ekonomi dan kondisi sosial. Demikian pula dalam perencanaan air dan variasinya haruslah diperhitungkan sedetail mungkin agar dapat memenuhi kriteria perencanaan. (Linsley, 1996:91).

Adapun macam-macam kebutuhan air bersih umumnya dibagi atas dua kelompok yaitu:

1. Kebutuhan Domestik
2. Kebutuhan Non Domestik.

Adapun besarnya kebutuhan non domestik berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan SPAM adalah sebesar 15-20% dari kebutuhan domestik. (Departeman PU, 2012).

2.4 Jam Puncak dan Harian Maksimum

Dalam menentukan faktor jam puncak dan harian maksimum dapat dihitung berdasarkan data penggunaan air bersih dan data pencatatan jam pemakaian air pada suatu daerah. Tetapi sebelumnya perlu diketahui terlebih dahulu debit rerata harian dalam satu minggu, berikut ini merupakan rumus untuk mencari jam puncak dan harian maksimum (Red, Benny Syahputra, 2012):

$$Q_{ri} = \frac{Qh}{7} \tag{1}$$

$$F_{(\text{peak hour})} = \frac{Qhm}{Qrt} \tag{2}$$

$$F_{(\text{max day})} = \frac{Q_{dm}}{Q_{ri}} \quad (3)$$

dengan:

Q_{ri} : adalah debit rerata harian dalam seminggu

Q_h : adalah debit pengaliran setiap jam (m^3/hari)

Angka 7 adalah jumlah hari dalam seminggu

$f_{(\text{peak hour})}$: adalah faktor jam puncak

Q_{hm} : adalah debit jam puncak dalam satu hari

$F_{(\text{max day})}$: adalah faktor harian maksimum

Q_{dm} : adalah debit maksimum hari dalam satu minggu

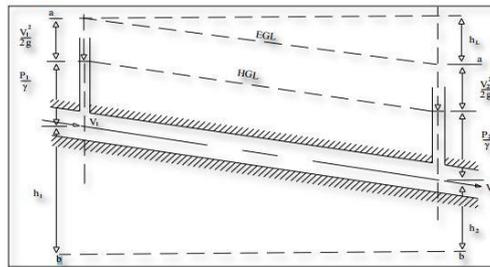
2.5 Analisa Hidraulika Pada Sistem Jaringan Pada Air Bersih

a. Hukum Bernoulli

Air yang ada di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki energi lebih besar menuju tempat yang memiliki energi lebih kecil. Aliran tersebut memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya, yaitu :

1. Energi Ketinggian
2. Energi Kecepatan
3. Energi Tekanan

Menurut teori kekekalan energi dari hukum Bernoulli yakni apabila tidak ada energi yang lolos antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Energi EGL dan HGL dalam pipa
Sumber : Triatmojo, 1996

b. Hukum Kontinuitas

Hukum Kontinuitas yang dituliskan :

$$Q_1 = Q_2 \quad (4)$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (5)$$

dengan:

Q_1 = debit pada potongan 1 (m^3/det)

Q_2 = debit pada potongan 2 (m^3/det)

A_1 = luas penampang pada potongan 1 (m^2)

A_2 = luas penampang pada potongan 2 (m^2)

V_1 = kecepatan pada potongan 1 (m/det)

V_2 = kecepatan pada potongan 2 (m/det)

c. Kehilangan Tinggi Tekanan

-Kehilangan Tinggi Tekan Mayor

Ada beberapa teori untuk menghitung besarnya kehilangan mayor ini yaitu dari Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy, Colebrook-White dan Swamme-Jain. Dalam kajian ini digunakan persamaan Hazen-Williams (Haestad, 2001) yaitu:

$$Q = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.64} \quad (6)$$

$$V = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.64} \quad (7)$$

dengan:

Q = debit aliran pada pipa (m^3/det)

V = kecepatan pada pipa (m/det)

C_{hw} = koefisien kekasaran Hazen-Williams

A = Luas penampang aliran (m^2)

R = Jari-jari hidrolis (m)

$$= \frac{A}{P} = \frac{1/4 \pi D^2}{\pi D}$$

$$R = \frac{D}{4}$$

$$S = \text{kemiringan garis energi (m/m)}$$

$$= \frac{hf}{L}$$

Untuk $Q = \frac{V}{A}$, didapat persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut Hazen-Williams sebesar (Webber, 1997) :

$$hf = k \cdot Q^{1.85}$$

dimana :

$$k = \frac{10,7 L}{C_{hw}^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (8)$$

dengan :

hf = Kehilangan tinggi tekan mayor (m)

k = Koefisien karakteristik pipa

Q = Debit aliran pada pipa (m³/det)

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

-Energi Kehilangan Minor

Faktor yang mempengaruhi besarnya kehilangan tinggi tekan adalah kehilangan tinggi tekan minor. Kehilangan tinggi tekan minor ini disebabkan oleh adanya perubahan dari ukuran penampang pipa yang menyebabkan turbulensi, belokan-belokan, adanya katub dan berbagai jenis sambungan (Bently, 2007).

2.6 Kriteria Jaringan Pipa

Dalam merencanakan jaringan pipa harus memenuhi kriteria-kriteria sesuai standar perencanaan agar pada saat pengoperasian dapat berjalan sesuai dengan standar yang ada. Berikut ini adalah kriteria jaringan pipa yang ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Kriteria Jaringan Pipa

Kriteria	Perubahan
1. Kecepatan 0,1 - 2,5 m/detik	-Kecepatan kurang dari 0,1 m/detik a. Diameter pipa diperkecil b. Ditambahkan Pompa c. Elevasi hulu pipa hendaknya lebih tinggi (d disesuaikan di lapangan) -Kecepatan lebih dari 2,5 m/detik a. Diameter pipa diperbesar b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir
2. Headloss Gradient 0 -15 m/km	-Headloss Gradient lebih dari 15 m/km a. Diameter pipa diperbesar b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa
3. Tekanan 0,5 - 8 atm	-Tekanan kurang dari 0,5 atm a. Diameter pipa diperbesar b. Ditambahkan pompa c. Pemasangan pipa yang kedua di bagian atas, sebagian atau keseluruhan dari panjang pipa -Tekanan lebih dari 8 atm a. Diameter pipa diperkecil b. Ditambahkan bangunan bak pelepas tekan -Pemasangan <i>Preassure Reducer Valve</i> (PRV)

Sumber: Permen PU No: 18/PRT/M/2007

2.7 WaterCAD V8i

Program *WaterCAD V8i* adalah aplikasi yang di produksi dari *Bentley* dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis lebih dari 250 buah pipa. Aplikasi ini dapat bekerja pada sistem *Windows 95, 98 dan 2000* serta *Windows NT 4.0*. Program ini memiliki tampilan yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku. (Bentley, 2007).

3. METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan evaluasi pada lokasi studi, berikut langkah-langkah pengerjaan studi sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data-data primer dan sekunder.
2. Mengolah data penduduk dan kebutuhan air bersih pada lokasi studi.
3. Melakukan evaluasi sistem jaringan distribusi pada kondisi eksisting pada lokasi studi dengan menggunakan aplikasi *WaterCAD V8i*.
4. Melakukan tahap pengembangan pada lokasi studi dengan menggunakan aplikasi *WaterCAD V8i*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.2 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu metode aritmatik, geometric, dan eksponensial dengan proyeksi hingga tahun 2033. Dari hasil perhitungan proyeksi 3 metode tersebut kemudian diuji menggunakan uji standar deviasi yang terkecil.

Tabel 4.1 Perhitungan Standar Deviasi

Banjar	Metode Proyeksi		
	Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
Br. Batungsel Kelod	35.970	37.546	37.646
Br. Batungsel Kaja	55.019	57.554	57.707
Br. Dinas Pempatan	20.254	21.192	21.248

Dari ketiga metode tersebut didapatkan hasil uji standar deviasi terkecil yaitu metode aritmatik.

Tabel 4.2 Proyeksi Penduduk dengan Metode Aritmatik

Tahun	Br. Btungsel Kelod	Br. Batungsel Kaja	Br. Dinas Pempatan
2013	1255	1920	707
2014	1262	1930	711
2015	1266	1937	713
2016	1269	1941	715
2017	1279	1956	720
2018	1284	1964	723
2019	1290	1973	726
2020	1296	1982	730
2021	1301	1991	733
2022	1307	1999	736
2023	1313	2008	739
2024	1319	2017	743
2025	1325	2026	746
2026	1330	2035	749
2027	1336	2044	752
2028	1342	2052	756
2029	1348	2061	759
2030	1353	2070	762
2031	1359	2079	765
2032	1365	2088	769
2033	1371	2097	772

4.3 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air bersih pada desa Batungsel sebagai berikut:

a. Kebutuhan Domestik dan Non Domestik

Pada kondisi eksisting kebutuhan air bersih sebesar 80 liter/org/hari.

b. Kehilangan Air

Angka kehilangan air pada kondisi eksisting adalah 30% dikarenakan ada beberapa pipa yang bocor dan water meter yang tidak bekerja secara normal.

c. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Kondisi Eksisting

Tabel 4.3 Prosentase Pelayanan desa Batungsel Eksisting (2018)

Banjar	Prosentase Penduduk Terlayani (%)
Br. Batungsel Kelod	99.16
Br. Batungsel Kaja	100.00
Br. Dinas Pempatan	1.63

Sumber: Kantor desa Batungsel

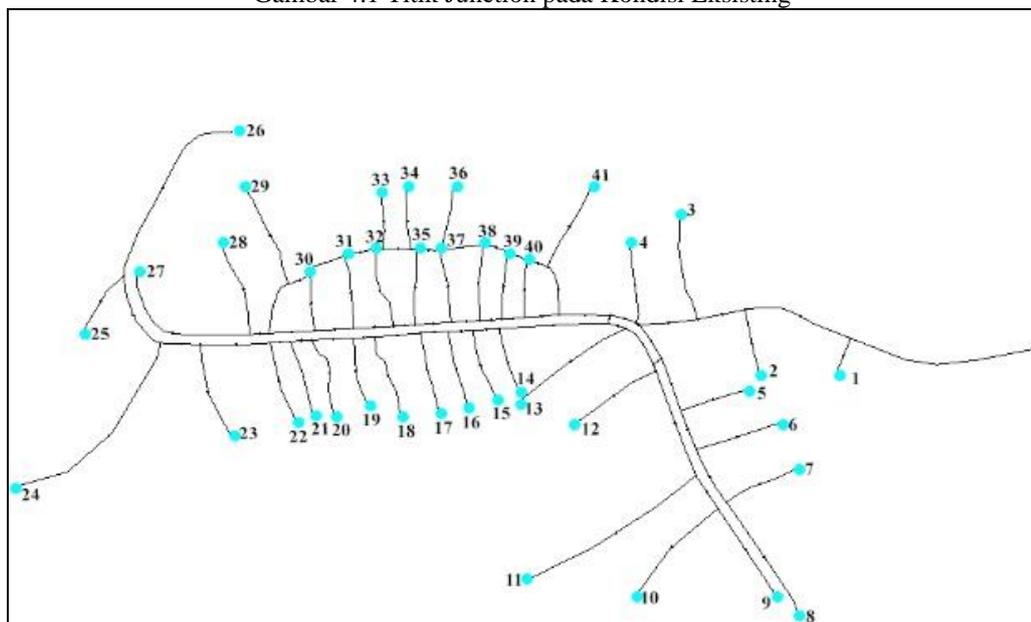
Tabel 4.4 Kebutuhan Air Bersih Eksisting (2018)

Banjar	Kebutuhan Air Bersih	
	Rata-Rata liter/detik	Harian Maksimum liter/detik
Br. Batungsel Kelod	1.75	3.19
Br. Batungsel Kaja	2.71	4.93
Br. Dinas Pempatan	0.01	0.03
Total Pelayanan	4.47	8.15

4.4 Evaluasi Jaringan Distribusi Air Bersih Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting (Tahun 2018) desa Batungsel memanfaatkan debit sumber Tumpang Telu yang mengalir ke reservoir sebesar 7,3 liter/detik. Cakupan pelayanan air bersih pada kondisi eksisting untuk pelayanan banjar Batungsel Kelod sebesar 99,16 %, banjar Batungsel Kaja 100%, dan banjar Dinas Pempatan 1,63%. Pada kondisi eksisting (Tahun 2018) didapat jumlah kebutuhan air rata-rata sebesar 4,47 liter/detik. Evaluasi jaringan distribusi air bersih di desa Batungsel dilakukan pada titik simpul terjauh pada kondisi eksisting dan dilakukan evaluasi pipa distribusi. Pada tahap kondisi eksisting terdapat 41 titik simpul atau titik junction, pada kondisi eksisting titik junction atau titik pengambilan diambil sebesar 0,2 liter/detik. (Memo Desain SPAM Batungsel, 2018).

Gambar 4.1 Titik Junction pada Kondisi Eksisting



Sumber : Memo Desain SPAM Batungsel, 2018

4.5 Evaluasi Jaringan Distribusi Air Bersih Kondisi Eksisting

Pada tahap evaluasi jaringan distribusi air bersih kondisi eksisting tahap yang dilakukan yaitu mengevaluasi titik junction terjauh dan mengevaluasi jaringan pipa dengan menggunakan *WaterCAD*. Dari hasil *running WaterCAD* diperoleh:

- Tekanan maksimum pada J-12 dan J-16 sebesar maksimum 2,8 atm dan 2,9 atm. Hasil tersebut sesuai dengan kriteria perencanaan (minimum tekanan 0,5-8 atm)
- Kecepatan aliran yang terjadi pada P-20 dan P-21 diperoleh kecepatan aliran minimum sebesar 0,04 m/detik dan kecepatan aliran maksimum sebesar 1,04 m/detik, kecepatan aliran yang diperoleh ini belum mampu memenuhi kriteria perencanaan sehingga perlu dilakukan perencanaan pengembangan pada kondisi eksisting (syarat kecepatan 0,1-2,5 m/detik).
- *Headloss gradient* pada kondisi eksisting sudah mampu memenuhi kriteria perencanaan (syarat *Headloss gradient* 0-15 m/km)

4.6 Perencanaan Pengembangan Tahap Eksisting

Berikut ini merupakan tabel penggantian diameter pipa pada jaringan distribusi banjar Batungsel Kelod dan banjar Batungsel Kaja :

Tabel 4.5 Pengganti Diameter Pipa Tahap Pengembangan Tahap Eksisting

Pipa	Diameter Lama (inch)	Diameter Baru (inch)	Material
P-13	3	2	PVC
P-14	2	3	PVC
P-19	3	2	PVC
P-20	3	2	PVC
P-21	3	2	PVC
P-33	2	1	PVC
P-34	3	2	PVC
P-35	3	2	PVC
P-36	2	0,5	PVC
P-37	2	1	PVC
P-38	2	1	PVC
P-39	2	1	PVC
P-60	3	2	PVC
P-61	3	2	PVC
P-93	2	1	PVC
P-94	2	1	PVC
P-98	2	1	PVC

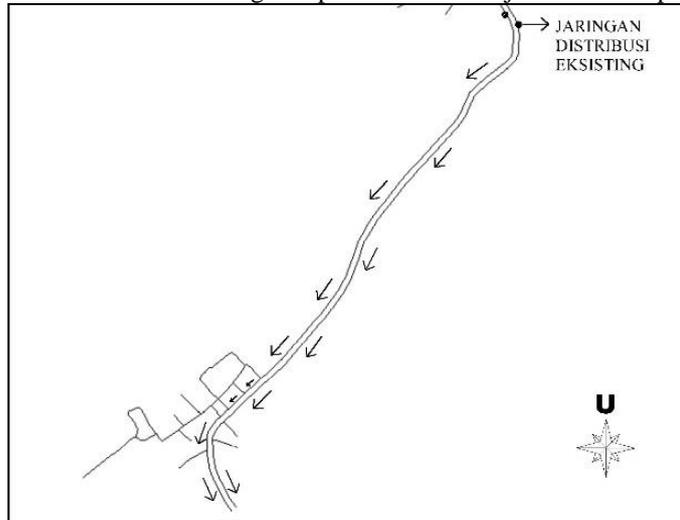
Dari hasil *running WaterCAD* diperoleh :

- Tekanan maksimum pada titik simpul J-12 dan J-16 yaitu 2,8 atm dan 3,0 atm, pada tahap pengembangan sudah memenuhi kriteria perencanaan. Tekanan maksimum terjadi pada J-79 yaitu 6,2 atm dan tekanan minimum pada J-57 yaitu 2,5 atm (minimum tekanan 0,5-8 atm).
- Kecepatan aliran yang terjadi pada P-20 dan P-21 diperoleh kecepatan aliran minimum sebesar 0,1 m/detik dan aliran maksimum sebesar 1,01 m/detik, kecepatan aliran yang diperoleh sudah mampu memenuhi kriteria perencanaan (syarat kecepatan 0,1-2,5 m/detik).
- *Headloss gradient* pada tahap perencanaan kondisi eksisting sudah mampu memenuhi kriteria perencanaan (syarat *Headloss gradient* 0-15 m/km).

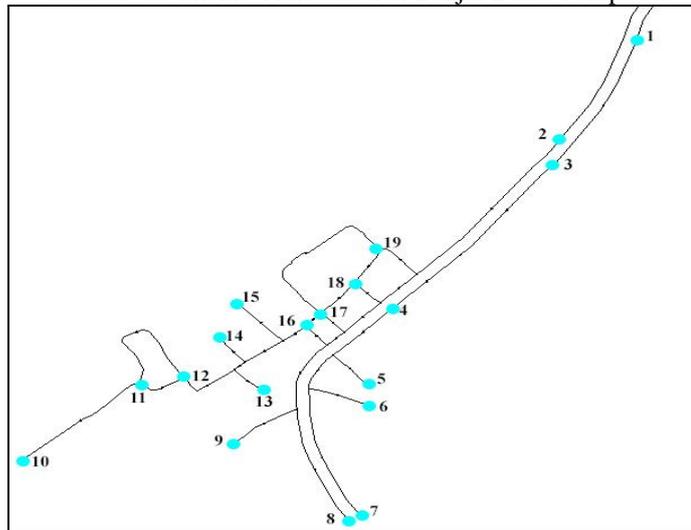
4.7 Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Tahap Pengembangan Banjar Dinas Pempatan

Pada tahap pengembangan di banjar Dinas Pempatan menggunakan *fixed demand* atau kebutuhan tetap dimana kebutuhan air rerata tiap harinya tetap. Pada banjar Dinas Pempatan terdapat 19 titik junction atau titik demand sebesar 0,11 liter/detik dimana nilai ini didapat dari jumlah kebutuhan rata-rata dibagi jumlah titik junction atau titik demand yang ada di banjar Dinas Pempatan.

Gambar 4.2 Skema Jaringan Pipa Distribusi Banjar Dinas Pempatan



Gambar 4.3 Skema Titik Junction Banjar Dinas Pempatan



4.8 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Tahap Pengembangan Banjar Dinas Pempatan

Rencana pelayanan kebutuhan air bersih pada tahap pengembangan sebesar 98,37% dan meningkatkan debit menjadi 100 liter/detik. Hasil kebutuhan air bersih tahap pengembangan pada banjar Dinas Pempatan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Kebutuhan Air Bersih Banjar Dinas Pempatan

Banjar	Kebutuhan Air Bersih		
	Tahun	Rata-Rata	Harian Maksimum
		liter/detik	liter/detik
Br. Dinas Pempatan	2018	0,015	0,03
	2033	1,20	2,37

4.9 Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Tahap Pengembangan Banjar Dinas Pempatan

Pada tahap pengembangan jaringan distribusi air bersih kondisi eksisting banjar Dinas Pempatan tahap yang dilakukan tahap analisis titik junction dan jaringan pipa dengan menggunakan *WaterCAD*. Dari hasil *running WaterCAD* diperoleh:

- Tekanan maksimum terjadi pada titik simpul J-117 yaitu 11,5 atm dan tekanan minimum terjadi pada titik simpul J-90 yaitu 6,4 atm. Pada tahap pengembangan banjar Dinas Pempatan ini menggunakan pipa jenis PVC kelas S-10 yang mampu menahan tekanan maksimum sebesar 12,5 atm.
- Kecepatan maksimum terjadi pada pipa P-131 sebesar 0,58 m/detik dan kecepatan minimum sebesar 0,1 m/detik (syarat kecepatan 0,1-2,5 m/detik).
- *Headloss gradient* pada tahap pengembangan banjar Dinas Pempatan sudah mampu memenuhi kriteria perencanaan (syarat *Headloss gradient* 0-15 m/km).

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.2 Simpulan

Proyeksi jumlah penduduk desa Batungsel hingga tahun 2033 menggunakan metode aritmatik, dengan hasil proyeksi yaitu banjar Batungsel Kelod sebesar 1371 jiwa, banjar Batungsel Kaja sebesar 2097 jiwa, banjar Dinas Pempatan 772 jiwa. Proyeksi kebutuhan air bersih pada kondisi eksisting hingga tahun 2033 didapatkan hasil banjar Batungsel Kelod sebesar 1,75 liter/detik, banjar Batungsel Kaja sebesar 2,71 liter/detik, dan banjar Dinas Pempatan sebesar 0,01 liter/detik. Proyeksi kebutuhan air bersih rata-rata untuk banjar Dinas Pempatan pada tahap pengembangan hingga tahun 2033 sebesar 1,20 liter/detik. Hasil evaluasi sistem jaringan distribusi air bersih dengan aplikasi *WaterCAD V8i* didapat hasil simulasi pipa yang belum memenuhi kriteria, maka diperlukan perubahan diameter pipa pada tahap pengembangan kondisi eksisting. Dari hasil *running* program *WaterCAD V8i* didapat hasil tekanan minimum 2,5 atm dan maksimum 6,3 atm, kecepatan minimum sebesar 0,01 m/detik dan maksimum 1,01 m/detik, dan *Headloss gradient* minimum sebesar 0,28 m/km dan maksimum sebesar 12,89 m/km. Hasil pengembangan di banjar Dinas Pempatan dengan aplikasi *WaterCAD V8i* telah memenuhi standar perencanaan. Nilai tekanan minimum didapat sebesar 6,4 atm dan nilai maksimum sebesar 11,5 atm, kecepatan air minimum sebesar 0,10 m/detik dan nilai maksimum sebesar 0,71 m/detik, dan *Headloss gradient* minimum sebesar 0,2 m/km dan maksimum sebesar 10,8 m/km. Pada tahap pengembangan menggunakan pipa PVC kelas S-10 yang mampu menahan tekanan maksimum sebesar 12,5 atm. Menggunakan kebutuhan *fixed demand* atau kebutuhan air rerata tetap sebesar 0,11 liter/detik. Pada tahap pengembangan belum memperhitungkan fluktuasi pada jam-jam puncak, karena tidak tersedianya data pemakaian air tiap jamnya.

5.3 Saran

Diperlukan pencatatan dan pemeriksaan dari pihak desa untuk mengetahui masalah yang ada pada sistem jaringan air bersih di desa Batungsel, kerjasama antara petugas dan penduduk untuk menjaga fasilitas sistem jaringan air bersih yang ada di desa Batungsel agar kualitas dan kontinuitas air tetap terjaga, dan perbaikan dan pengembangan sistem perpipaan pada jaringan transmisi dan distribusi agar pelayanan air bersih di desa Batungsel bekerja secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen PU. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Bentley Methods. 2007. *User's Guide WaterCAD v8 for Windows WATERBUY CT*. USA: Bentley. Press.
- Benny Syahputra. Penentuan Faktor Jam Puncak Dan Harian Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik di Kecamatan Kalasan, Selemang, Yogyakarta (Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung, 2012).
- Dake. JMK. 1985. *Hidrolika Teknik*. Terjemahan Oleh Endang P. Tacyhan dan Y. P. Pangaribuan. Jakarta: Erlangga.
- Departemen PU. 2012. *Petunjuk Teknis Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air*. Terjemahan Oleh Djoko Sasongko Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Muliakusumah, Sutarsih. 2000. *Proyeksi Penduduk*. Jakarta: Fakultas Ekonomi UI
- Soewarno, 1995 *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid I*. Bandung: NOVA.
- Triatmojdo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset..
- Webber, N, B. 1997. *Fluids Mechanics For Engineering S-I Edition* London Chapman And Hallman Ltd.