

ANALISIS PENINGKATAN LAYANAN PDAM TIRTO NEGORO UNIT SAMBUNGMACAN DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH DI KECAMATAN SAMBUNGMACAN KABUPATEN SRAGEN

Fredi Irawan¹⁾, Sobriyah²⁾, Agus Hari Wahyudi³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : fredijadul@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah, kebutuhan air bersih baik diperkotaan maupun dipedesaan semakin meningkat. PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan yang bertugas dan bertanggung jawab atas penyediaan air bersih di Kecamatan Sambungmacan. Perlu dilakukan analisis untuk mengetahui peningkatan layanan PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan dalam memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Kecamatan Sambungmacan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu pengumpulan data yang kemudian dianalisis datanya untuk diambil kesimpulan, dengan melakukan analisis pola distribusi tekanan meter air, penambahan pelanggan sampai tahun 2025, kapasitas produksi pada tahun 2025. Berdasarkan diadakannya program audit NRW (*Non Revenue Water*) dan pembentukan DMA (*District Meter Area*) oleh PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan, diperoleh data sekunder hasil pengukuran debit dan tekanan meter air selama 1x24 jam dengan interval pencatatan 15 menit yang membentuk pola siklikal untuk debit dan tekanan meter sedangkan untuk distribusi air bersih membentuk pola cabang (*Branch pattern*). Berdasarkan analisis menggunakan rumus proyeksi jumlah pelanggan dan MDG (*Millennium Development Goals*), jumlah pelanggan mengalami peningkatan yaitu dari 2195 SR ditahun 2015 menjadi 4785 SR ditahun 2025 mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air bersih. Dari analisis terhadap penambahan pelanggan tersebut dapat diketahui bahwa kebutuhan air bersih dari tahun 2015 untuk domestik 12,339 lt/dt, non domestic 0,215 lt/dt, sosial 0,382 lt/dt dan total kebutuhan air bersih 16,245 lt/dt meningkat menjadi domestik 27,126 lt/dt, non domestic 0,4022 lt/dt, sosial 0,712 lt/dt dan total kebutuhan air bersih 35,5 lt/dt pada tahun 2025. Berdasarkan analisis menggunakan rumus regresi linier untuk kapasitas produksi air bersih mengalami penurunan dari 22,5 lt/dt tahun 2015 menjadi 16,5 lt/dt tahun 2025, berbanding terbalik dengan debit yang dibutuhkan dari 24,4 lt/dt tahun 2015 menjadi 53 lt/dt tahun 2025. Diperlukan penambahan 1 sumur produksi kapasitas 20 lt/dt kurun waktu 2014 – 2020 dan 2 sumur produksi kapasitas masing-masing 20 lt/dt kurun waktu 2020 – 2025 untuk menunjang kinerja pendistribusian air bersih oleh PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan lancar.

Kata kunci : NRW (*Non Revenue Water*), DMA (*District Meter Area*)

Abstract

Along with the growth and development of the region, the need for clean water supply is both urban and rural areas has increased. PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan in charge of and is responsible for water supply in the sub of sambungmacan. Analysis needs to be done to find out the service improvement PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan into clean water needs in the sub of sambungmacan. The methods used in this research is a methods of quantitative description of data collection which is then analyzed the data for the conclusion, drawn by conducting an analysis of the distribution pattern of water meter, pressure increase customers until 2025, production capacity by 2025. Based on The audit programme for NRW (Non Revenue Water) and the formation of DMA (District Meter Area) by PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan, secondary data obtained from measurement of discharge and pressure meter of water for max 24 hours with a 15 minute recording intervals that form a pattern of cyclical creation raises to discharge and pressure meters while for clean water distribution pattern forming a branch. Based on an analysis using the formula number of customers and MDG (Millennium Development Goals) projection, the number of subscribers has increase form 2195 SR in 2015 be 4785 SR 2025 year resulted in increase of the need for clean water. for the analysis of the customer can be added mind that celan water needs of 2015 for domestic 12,339 lt/dt, non domestic 0,215 lt/dt, social 0,382 lt/dt and the total needs of clean water 16,245 lt/dt

increases be domestic 27,126 lt/dt, non domestic 0,4022 lt/dt, social 0,712 lt/dt and the total needs of clean water 35,5 lt/dt in the year 2025. Based on linier regression using the formula for the production capacity of clean water has decreased from 22,5 lt/dt 2015 be 16,5 lt/dt 2025, inversely proportional to the required discharge of 24 lt/dt 2015 be 53 lt/dt 2025. Required for the increase of production capacity of 1 wells 20 lt/dt period 2014 – 2020 and 2 wells production capacity of each 20 lt/dt periode 2020 – 2025 in order to support the performance of clean water distribution by PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan

Keywords: NRW(Non Revenue Water), DMA(District Meter Area).

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Kegiatan manusia sehari – hari tidak dapat dipisahkan dari air. Karena itu jika kebutuhan air belum terpenuhi maka dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan.

Air tanah merupakan salah satu sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Air sebagai materi esensial dalam kehidupan tampak dari kebutuhan terhadap air dalam kehidupan sehari – hari di lingkungan rumah tangga ternyata berbeda – beda di setiap tempat. Setiap tingkatan, kehidupan atau setiap bangsa dan negara. Semakin tinggi taraf kehidupan seseorang semakin meningkat pula kebutuhan manusia akan air. Jumlah penduduk dunia setiap hari bertambah, sehingga mengakibatkan meningkatnya jumlah kebutuhan air.

Upaya pemenuhan kebutuhan air oleh manusia dapat mengambil air dari air tanah, air permukaan, atau langsung dari air hujan. Dari ketiga sumber air tersebut, air tanah yang paling banyak digunakan. Karena air tanah memiliki banyak kelebihan dibanding sumber-sumber lainnya, antara lain karena kualitas airnya yang lebih baik serta pengaruh akibat gangguan pencemaran yang relative kecil (Unus S, 1996).

Pada saat ini, pertumbuhan penduduk Indonesia sudah mencapai angka yang cukup besar. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, jumlah kebutuhan hidup yang harus dipenuhi juga semakin besar. Salah satu kebutuhan hidup yang utama yaitu kebutuhan akan air bersih. Pengadaan air bersih di Indonesia khususnya dalam skala besar masih terpusat di daerah perkotaan dan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) setempat, dimana untuk pendistribusian air bersih ada 3 pola jaringan yaitu pola kisi, pola cabang dan pola gabungan sesuai dengan topografi dimana lokasi dan wilayah pendistribusian air bersih. Dari hal tersebut nantinya akan sangat berpengaruh terhadap pola yang terjadi pada distribusi tekanan air dikarenakan lokasi dan wilayah pendistribusian air bersih di Indonesia umumnya tidak sama.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan air bersih yang semakin meningkat, dimana debit sumber air yang mengalami penurunan tiap tahunnya maka PDAM Sragen perlu mengkaji kembali kebutuhan air bersih di Kota Sragen. Terutama untuk pelayanan wilayah Kecamatan Sambungmacan pada saat sekarang dan masa yang akan datang, agar kebutuhan masyarakat wilayah pelayanan PDAM Tirto Negoro unit Sambungmacan akan air bersih terpenuhi.

Analisis permasalahan dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana pola distribusi tekanan air PDAM Tirto Negoro unit Sambungmacan Kabupaten Sragen selama 24 jam ?
- 2) Berapa jumlah pelanggan aktif di wilayah pelayanan Kecamatan Sambungmacan yang harus disediakan oleh PDAM pada tahun 2014 (sekarang) dan pada 2025 tahun ?
- 3) Berapa kapasitas produksi yang diperlukan PDAM Tirto Negoro unit Sambungmacan Kabupaten Sragen pada tahun 2025 ?

METODE

a) Data

Dalam setiap penelitian, data merupakan masukan terpenting untuk mendapatkan hasil yang di harapkan. Ada dua macam data yang biasa di gunakan dalam penelitian, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer di kumpulkan melalui pengamatan langsung, observasi lapangan maupun wawancara, sedangkan data sekunder di peroleh melalui survei instansional.

Namun, dalam tugas akhir ini peneliti hanya mendapatkan data dari sumber atau instansi terkait sehingga dalam penelitian ini data yang di gunakan adalah data sekunder. Data sekunder tersebut terdiri dari Data pengukuran debit dan tekanan meter air pada lokasi yang telah disepakati dan zona yang sudah disiapkan, Data pelanggan menurut jenis-jenis pelanggan selama 5 tahun terakhir (tahun 2010-2014), Data produksi PDAM 5 tahun terakhir (tahun 2010-2014) untuk kecamatan Sambungmacan. Data lain berupa peta.

b) Data Debit PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan

Data sekunder yang di peroleh dari alat pencatat yang terpasang di Kantor PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan, diukur dengan alat bernama Logger Manometer dengan interval pencatatan 15 menit yang berguna untuk mengetahui berapa banyaknya volume air yang keluar dari pompa sumur produksi selama 1x24jam.

c) Data Tekanan Meter PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan

Data sekunder yang di peroleh dari alat pencatat yang terpasang di setiap DMA (*District Meter Area*), diukur dengan alat bernama Elektromagnetik Flow Meter dengan interval pencatatan 15 menit yang berguna untuk mengetahui berapa tekanan air yang keluar disetiap sambungan rumah tangga selama 1x24jam sehingga PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan akan mengetahui dengan detail proses pendistribusian air bersih kepada pelanggan mengalami kendala atau tidak.

d) Data pelanggan menurut jenis-jenis pelanggan selama 5 tahun terakhir (tahun 2010-2014)

Data sekunder yang di peroleh dari kantor PDAM Tirto Negoro pusat dimana dari data ini setelah dianalisis menggunakan rumus proyeksi jumlah pelanggan akan diketahui prediksi jumlah pelanggan PDAM berdasarkan jenis-jenisnya selama 10 th yang akan datang digunakan untuk menghitung analisis kebutuhan air bersih selama 10 th yang akan datang dengan sebagai MDG (*Millennium Development Goals*)

e) Data produksi PDAM 5 tahun terakhir (tahun 2010-2014) untuk kecamatan Sambungmacan.

Data sekunder yang di peroleh dari kantor PDAM Tirto Negoro pusat dimana dari data ini setelah dianalisis menggunakan rumus regresi linier dapat digunakan untuk memprediksi debit yang dibutuhkan, debit sumur yang tersedia dan prediksi debit sumur yang harus ditambah agar proses pendistribusian air bersih oleh PDAM kepada seluruh pelanggan tidak mengalami gangguan.

f) Analisis NRW(Non Revenue Water) atau ATR (Air Tak Berekening)

Diadakannya analisis NRW(Non Revenue Water) atau ATR (Air Tak Berekening) merupakan upaya PDAM Tirto Negoro Kab. Sragen dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas pelayanan terhadap pelanggan, adapun keuntungan yang didapat dengan diadakannya program NRW(Non Revenue Water) atau ATR (Air Tak Berekening) yaitu :

1. Lebih banyak air yang tersedia untuk dikonsumsi
2. Menunda kebutuhan investasi untuk pembangunan (SPAM) sistem penyediaan air minum karena kebutuhan pelanggan baru dapat dipenuhi dari air yang dapat dihema
3. Menurunkan biaya operasi
4. Meningkatkan pendapatan karena banyak air yang terjual
5. Pemanfaatan sumber air baku yang ada akan optimal
6. Meningkatkan pengetahuan mengenai system distribusi air

g) Pembentukan DMA(District Meter Area)

Pembentukan DMA(District Meter Area) di PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan dipengaruhi oleh besarnya kehilangan air yang terjadi di wilayah distribusi PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan. Kehilangan air tidak bisa dihindari tapi bisa dikurangi, maka dari itulah dijadikan dasar untuk pembangunan DMA (*Distrik Meter Area*) dimana prinsip pendekatan dengan dibanguannya DMA (*Distrik Meter Area*) adalah

1. Pembagian jaringan menjadi zona hidrolik kecil – kecil
2. Pengukuran tekanan dan aliran secara terus menerus

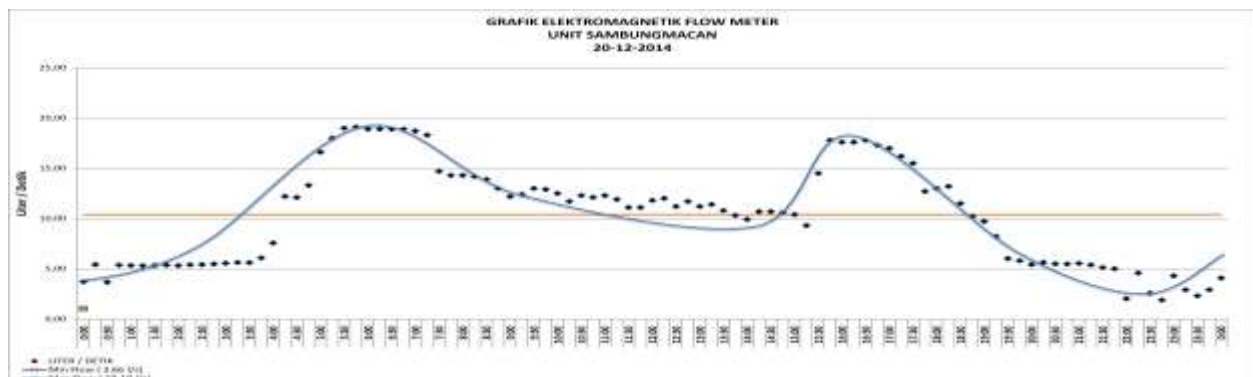
Manfaat yang diperoleh dengan pembangunan DMA adalah

1. Untuk prioritisasi kegiatan deteksi kebocoran
2. Pengaturan tekanan yang ideal
3. Pengaturan air tak berekening (NRW/ATR) melalui DMA sekaligus berguna untuk perbaikan kualitas air dan pelayanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Grafik

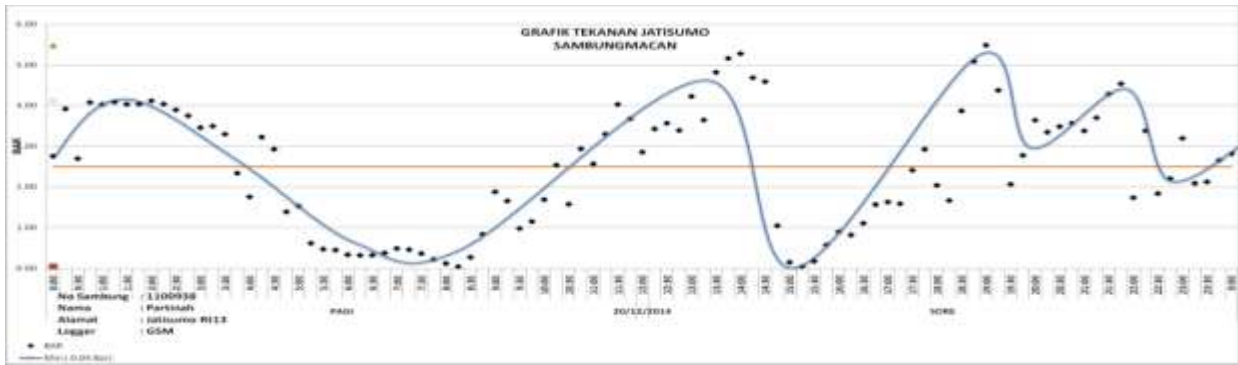
Penelitian ini terletak di PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan yang merupakan anak cabang dari PDAM Tirto Negoro Sragen. Data debit yang di gunakan berupa data sekunder hasil pengukuran selama 1x24 jam dengan interval pencatatan 15 menit dengan alat logger manometer dan data tekanan meter air yang di gunakan berupa data sekunder hasil pengukuran selama 1x24 jam dengan interval pencatatan 15 menit dengan alat Elektromagnetik Flow Meter di tiga zone yang telah disepekat dengan pihak PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan yaitu Jatisumo, Bulakrejo-Bolo, dan Kedung Kalang. Data tersebut harus di analisis sehingga akan diketahui pola distribusi air bersih di wilayah PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan.



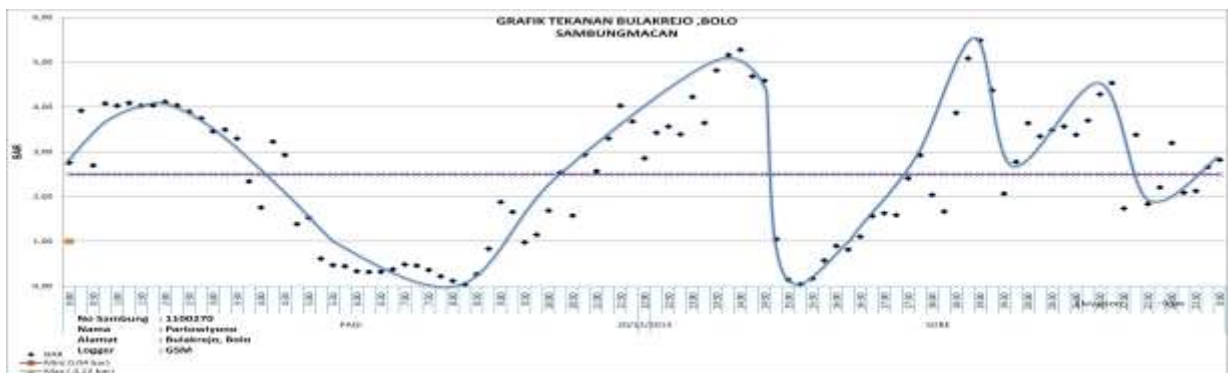
Gambar 1 Debit Produksi PDAM Unit Sambungmacan.

Sumber : PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan

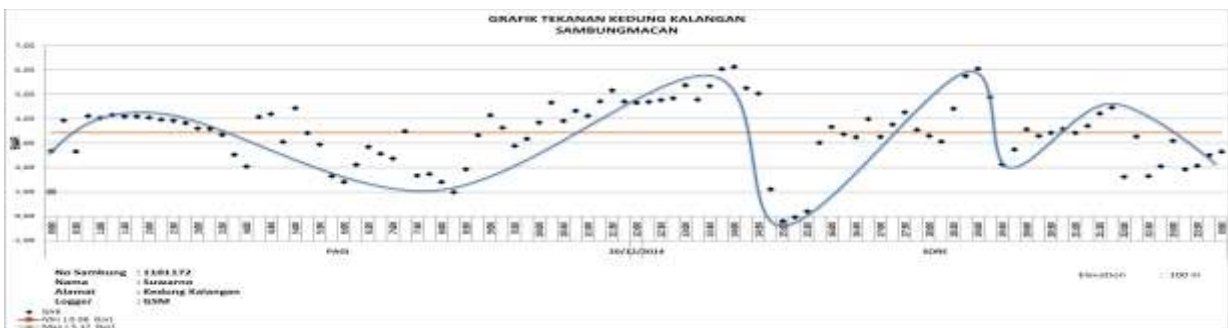
Berdasarkan Gambar 1, diatas menunjukkan hasil data yang sudah diplotkan menjadi grafik dimana terlihat pada waktu pagi hari yaitu antara jam 00.00 s/d jam 12.00 WIB debit yang diproduksi oleh sumur PDAM min flow : 3,66 lt/dt pada jam 00.30 WIB dan max flow 19,10 lt/dt 05.45 WIB sedangkan untuk sore hari min flow : 1,39 lt/dt pada jam 15.00 WIB dan max flow 17,79 lt/dt pada jam 16.30 WIB. Dan untuk pola grafik yang digunakan adalah pola siklikal yaitu bila grafik fluktuasi secara jangka panjang membentuk pola sinusioda atau gelombang atau siklus.



Gambar 2 Debit Produksi PDAM Unit Sambungmacan.
 Sumber : PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan



Gambar 3 Debit Produksi PDAM Unit Sambungmacan.
 Sumber : PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan



Gambar 4 Debit Produksi PDAM Unit Sambungmacan.
 Sumber : PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan

Berdasarkan Gambar 2,3,4, diatas menunjukkan hasil data yang sudah diplotkan menjadi grafik dimana terlihat pada waktu jam puncak pemakaian yaitu jam antara jam 06.00 s/d jam 08.00 WIB dan sore hari antara jam 14.30 s/d 16.00 WIB mengalami penurunan yang hampir seragam pada saat pemakaian air bersih. Dan untuk pola grafik yang digunakan pada gambar 2,3,4 adalah pola siklikal yaitu bila grafik fluktuasi secara jangka panjang membentuk pola sinusioda atau gelombang atau siklus.

b) Perhitungan Pertambahan Pelanggan PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan

Berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Sragen bagian perencanaan, dan dianalisis menggunakan rumus geometrik proyeksi pertumbuhan pelanggan didapat hasil prediksi meningkatnya jumlah pelanggan berdasarkan jenis-jenis pelanggannya dari hasil tersebut dengan menggunakan pedoman MDG () digunakan untuk menghitung prediksi kebutuhan air bersih terhadap jenis pelanggannya dari tahun 2015 s/d 2025.

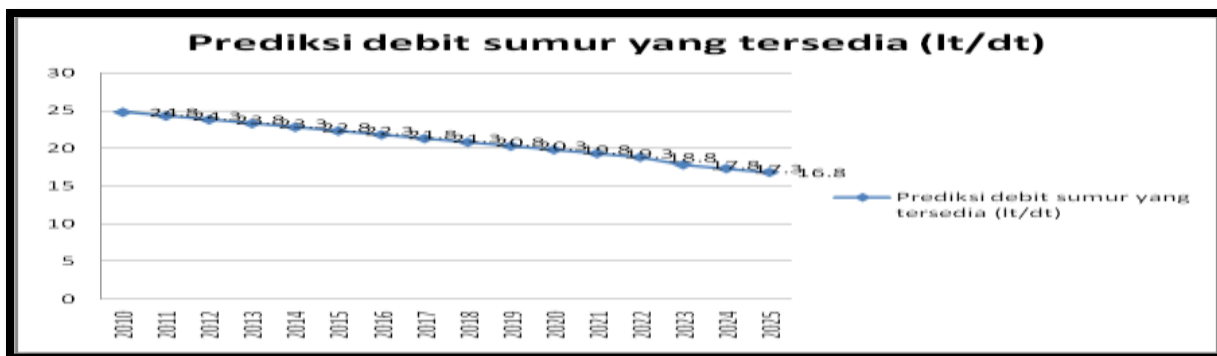


Gambar 5 Perbandingan Prediksi Keb. Air Bersih Kec. Sambungmacan berdasarkan data jumlah pelanggan PDAM tahun 2015 dan 2025.

Berdasarkan Gambar 5, di atas Prediksi kebutuhan air bersih Kec.Sambungmacan berdasarkan data jumlah pelanggan PDAM tahun 2015 dan 2025 mengalami peningkatan kebutuhan air bersih.

c) Perhitungan Kapasitas Produksi Air Bersih PDAM Tirto Negro Unit Sambungmacan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari rekapitulasi laporan seksi sumur dalam PDAM Tirto Negro Unit Sambungmacan maka diproyeksikan jumlah debit sumur dalam PDAM Tirto Negro Unit Sambungmacan sehingga diketahui prediksi debit sumur yang tersedia, debit sumur yang dibutuhkan s/d debit sumur yang harus ditambahkan.



Gambar 6 Prediksi debit yang tersedia PDAM Tirto Negro Unit Sambungmacan tahun 2010-2025

Berdasarkan Gambar 6, di atas merupakan Prediksi debit yang tersedia PDAM Unit Sambungmacan dari tahun 2010-2025 berdasarkan jumlah sumur produksi mengalami penurunan, hal ini bisa disebabkan oleh jumlah sumur produksi yang tersedia yaitu 1 sumur dalam

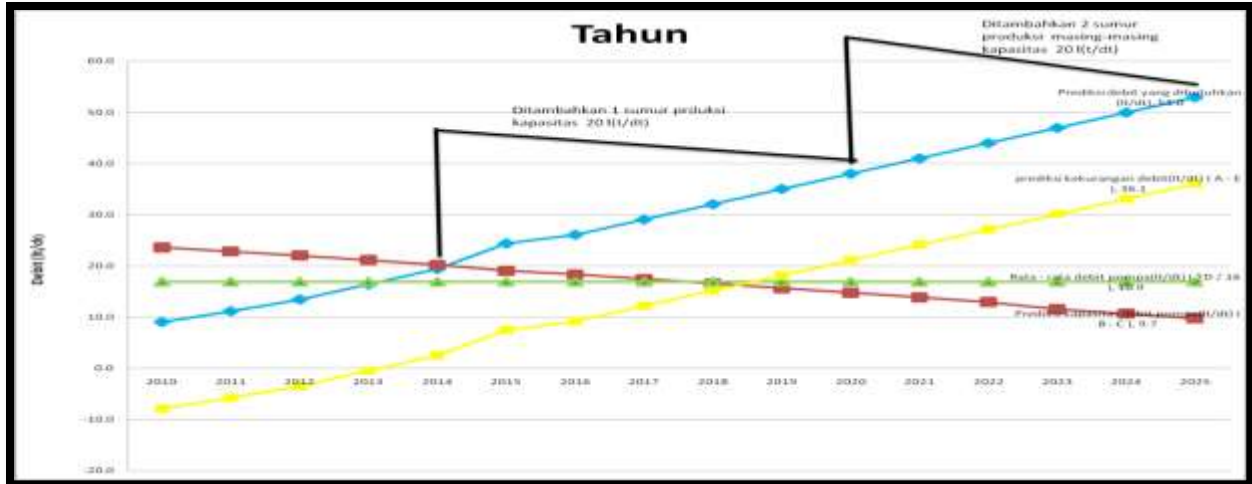


Gambar 7 Prediksi debit yang dibutuhkan PDAM Tirta Negoro Unit Sambungmakan tahun 2010-2025

Berdasarkan Gambar 7, diatas merupakan Prediksi debit yang dibutuhkan PDAM Unit Sambungmakan dari tahun 2010-2025 berdasarkan jumlah pelanggan (SR) mengalami peningkatan, hal disebabkan oleh meningkatnya jumlah pelanggan (SR) setiap tahunnya dari 2010 -2025.

Tabel 1. Prediksi debit yang dibutuhkan terhadap ketersediaan air sumur produksi PDAM Unit Sambungmakan dan Terhadap Prediksi kekurangan debit.

No	Tahun	A Prediksi debit yang dibutuhkan (lt/dt)	B Prediksi debit sumur yang tersedia (lt/dt)	C Kehilangan air(lt/dt)	D Prediksi kapasitas debit pompa(lt/dt) (B - C)	E Rata - rata debit pompa(lt/dt) ($\Sigma D / 16$)	F prediksi kekurangan debit(lt/dt) (A - E)	G Prediksi debit sumur yang harus ditambahkan (lt/dt)
1	2010	9.0	24.8	1.2	23.6	16.9	-7.9	24.8
2	2011	11.1	24.3	1.5	22.8	16.9	-5.8	24.3
3	2012	13.4	23.8	1.8	22.0	16.9	-3.5	23.8
4	2013	16.4	23.3	2.2	21.1	16.9	-0.5	23.3
5	2014	19.4	22.8	2.6	20.2	16.9	2.5	42.8
6	2015	24.4	22.3	3.2	19.1	16.9	7.5	42.3
7	2016	26.1	21.8	3.5	18.3	16.9	9.2	41.8
8	2017	29.1	21.3	3.9	17.4	16.9	12.2	41.3
9	2018	32.0	20.8	4.3	16.5	16.9	15.2	40.8
10	2019	35.0	20.3	4.7	15.6	16.9	18.1	40.3
11	2020	38.0	19.8	5.1	14.7	16.9	21.1	39.8
12	2021	41.0	19.3	5.5	13.8	16.9	24.1	59.3
13	2022	44.0	18.8	5.9	12.9	16.9	27.1	58.8
14	2023	47.0	17.8	6.3	11.5	16.9	30.1	57.8
15	2024	50.0	17.3	6.7	10.6	16.9	33.1	57.3
16	2025	53.0	16.8	7.1	9.7	16.9	36.1	56.8



Gambar 8. Prediksi debit yang dibutuhkan terhadap kapasitas debit pompa sumur PDAM Unit Sambungmacan dan terhadap prediksi kekurangan debit dari tahun 2010-2025.

Berdasarkan Gambar 8, diatas dimana dapat dilihat :

1. Garis warna kuning menunjukkan “prediksi kekurangan debit(lt/dt)”
2. Garis warna hijau menunjukkan “rata – rata debit pompa(lt/dt)”
3. Garis warna biru menunjukkan “prediksi debit yang dibutuhkan(lt/dt)”
4. Garis warna merah menunjukkan “prediksi kapasitas debit pompa (lt/dt)”
5. Garis warna hitam menunjukkan “prediksi debit sumur yang harus ditambah(lt/dt)”

Prediksi debit yang dibutuhkan (lt/dt) setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan tapi hal itu tidak diimbangi dengan prediksi kapasitas debit pompa(lt/dt) yang cenderung menurun, untuk periode 2010 – 2014 untuk pendistribusian air bersih PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan masih normal tapi untuk periode 2015 – 2025 dengan bertambahnya jumlah pelanggan (SR) dan berkurangnya kapasitas debit pompa(lt/dt) yang disebabkan oleh menurunnya debit sumur yang tersedia (lt/dt) dan faktor kehilangan air (lt/dt) hal ini mengakibatkan proses pendistribusian air bersih oleh PDAM mengalami gangguan yaitu air bersih yang didistribusikan macet karena faktor prediksi kekurangan debit (lt/dt) setiap tahunnya semakin besar, maka dari itu untuk mengantisipasi hal tersebut PDAM Tirto Negoro Unit Sambungmacan harus mencari sumber mata air baru yang nantinya dapat menyetabilkan kembali proses pendistribusian air bersih di wilayah Kec. Sambungmacan, yaitu :

- 1 Menambah 1 sumur produksi kapasitas 20 lt/dt pada tahun 2014-2020
- 2 Menambah 2 sumur produksi yang masing – masing kapasitas 20 lt/dt pada tahun 2021-2025
- 3 Jadi total sumur produksi dari periode tahun 2010-2025 adalah 4 sumur produksi, dengan demikian jika sumur produksi ditambah maka proses pendistribusian air bersih di wilayah Kec. Sambungmacan diprediksi tidak akan mengalami kendala.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Sobriyah, M.S, dan Bapak Ir. Agus Hari Wahyudi, M.Sc. selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini. Terima kasih kepada bapak, ibu, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa dan dukungan serta semua pihak yang membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

REFERENSI

- Agustina Vitta, D, (2007), *Analisis Kinerja Jaringan Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Banyumanik Di Kelurahan Srandol Wetan Perumnas Banyumanik*, Semarang, Undip.
- Anonim, (1996). *PDU Dirjen Cipta Karya*. Pradnya Paramita, Jakarta.

- Anonim, (2002). *Departemen Permukiman dan Prasarana*. Jakarta.
- Anonim, (2002). *PDAM Sragen*. Sragen.
- Ariyanto, D, (2007), *Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Ketersediaan Sumber Air di IPA Sumur Dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta Terhadap Jumlah Pelanggan*, Surakarta, Uns Press.
- Anonim, (2007). *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih*. Undip.
- Anonim, (2007), *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir dan Kerja Praktek Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta*, Uns Press.
- Babbit, (1967). *Water Supply Engineering*. New York.
- Farley, M. dkk. (2008). *The Managers Non-Revenue Water Hand Book*. Sidney: Ranhill
- JICA, (1990). *Water Supply Engineering*. New York.
- Sudjana, (1992), *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*, Tarsito, Bandung.
- Unus, S, (1996). *Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Sehat*, PT Alumni ,Bandung.