

Evaluasi Sistem Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik

Kintan Dyah Pitaloka dan Bowo Djoko Marsono

Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: bowodjok@gmail.com

Abstrak—Pada RPJMN 2015 – 2019 Indonesia menargetkan *universal access* yaitu 100% akses air minum layak bagi penduduk desa dan perkotaan. Cakupan pelayanan air minum di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik tahun 2015 terdiri dari 62,9% jaringan pipa PDAM dan 10,67% jaringan pipa non PDAM. Sebagai kecamatan yang memiliki potensi memacu perekonomian, maka pelayanan air perlu ditingkatkan. Pelayanan air minum non PDAM diselenggarakan melalui Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) berbasis masyarakat yang dikelola dan dipelihara oleh lembaga Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM). Dari hasil survei, 10 desa yang menjalankan SPAM berbasis masyarakat telah melayani 5.003 sambungan rumah (SR). Namun, perbedaan pengelolaan dan pemeliharaan dikarenakan perbedaan sumber daya manusia dan permasalahan yang dihadapi oleh setiap desa memberikan dampak terhadap pelayanan air minum. Evaluasi dilakukan dengan metode *scoring* dan pembobotan untuk menilai dan menganalisis kondisi eksisting terhadap suatu standar. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja sistem yang lebih optimal. Evaluasi meliputi aspek teknis dan non teknis. Hasil penilaian evaluasi tertinggi adalah Desa Tanggurejo sebesar 4,28 (85,5%) dengan kategori sangat baik, sedangkan nilai terendah adalah Desa Pongangan sebesar 2,65 (53%) dengan kategori cukup. Rekomendasi dari hasil analisis optimalisasi unit pengolahan air yang ada dan merencanakan unit pengolahan air; meningkatkan cakupan pelayanan; pengendalian kebocoran pipa; meningkatkan tekanan air dengan membangun menara air dan menggunakan pompa dorong; meningkatkan tarif air dan menetapkan abonemen; menambah petugas pencatat meter; meningkatkan pemahaman, pengetahuan, dan kemampuan manajemen operasional dan teknis pengurus melalui pelatihan HIPPAM.

Kata Kunci—Air Minum, Aspek Teknis, Aspek Non Teknis, HIPPAM, *Scoring* dan Pembobotan

I. PENDAHULUAN

KONDISI topografi yang berbeda – beda di seluruh wilayah Indonesia masih menjadi kendala dalam distribusi air minum [1]. Hal ini menjadi salah satu sebab Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) belum mampu menjangkau seluruh wilayah terutama yang jauh dari perkotaan [2]. Pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) 2015 – 2019 Indonesia menargetkan dapat mencapai *universal access* yaitu 100% akses air minum yang layak bagi penduduk desa dan perkotaan. Di dalam mencapai target tersebut, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mengambil langkah dengan membuat program penyediaan air minum berbasis masyarakat yang melibatkan kemandirian masyarakat sejak perencanaan, pembangunan, pengoperasian, perawatan, hingga pengelolaan [3]. Kecamatan Manyar di Kabupaten Gresik memiliki potensi dalam memacu pertumbuhan

ekonomi karena dekat dengan pesisir Pantai Utara Jawa, terdapat kawasan industri dan pelabuhan. Maka, dalam mendukung hal tersebut kebutuhan air minum masyarakat juga harus terpenuhi. Data dari PDAM Kabupaten Gresik (2015), persentase pelayanan air Kecamatan Manyar oleh jaringan pipa PDAM adalah 62,9%, sedangkan pelayanan non PDAM adalah 10,67% sehingga total pelayanan sebesar 73,57% dan masih diperlukan pelayanan sebesar 26,43%.

Pelayanan air minum non PDAM diselenggarakan melalui sistem penyediaan air minum berbasis masyarakat yang dikelola dan dipelihara oleh lembaga Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM). Menurut data Dinas PU dan Tata Ruang Kabupaten Gresik (2019), terdapat 2.576 sambungan rumah (SR) pada 10 desa yang menjalankan sistem ini.

Namun, sebagai sistem berbasis masyarakat seringkali ditemukan perbedaan pengelolaan dan pemeliharaan karena perbedaan sumber daya manusia serta permasalahan yang dihadapi. Hal ini memberikan dampak terhadap kinerja HIPPAM sebagai lembaga penyedia air minum berbasis masyarakat. Maka, evaluasi dilakukan dengan metode *scoring* dan pembobotan untuk menilai dan menganalisis kondisi eksisting terhadap standar tertentu. Serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja sistem yang lebih optimal.

Evaluasi yang dilakukan terdiri dari aspek teknis dan non teknis. Evaluasi aspek teknis, meliputi kualitas air, kuantitas air, kontinuitas air, waktu pengoperasian, tekanan air, dan cakupan pelayanan. Sedangkan aspek non teknis, meliputi pemanfaatan air oleh masyarakat, kelembagaan, dan tarif yang dibebankan kepada masyarakat. Lokasi penelitian dalam evaluasi meliputi Desa Suci, Pongangan, Manyar Sidomukti, Karangrejo, Betoyokauman, Sumberrejo, Tanggurejo, Gumeno, Pejanganan, dan Morobakung.

II. METODE EVALUASI

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data terbagi menjadi data primer dan sekunder. Data primer kualitas air didapat dari pengambilan dan pengujian sampel di laboratorium; data kuantitas air, waktu operasional, pemanfaatan air, dan tarif diperoleh dari wawancara pengurus HIPPAM dan kuisioner pelanggan; data kontinuitas air diperoleh dari pengukuran tekanan air di titik terjauh dari sumber menggunakan *pressure gauge*. Data sekunder yang diperoleh berupa peta jaringan pipa Kecamatan Manyar, jumlah penduduk, jumlah sambungan rumah terlayani, debit pemakaian air, dan kelembagaan.

Tabel 1. Parameter Indikator dan Bobot Penilaian Evaluasi

Parameter Indikator	Bobot (%)
Aspek Teknis	
Kualitas Air	20
Kuantitas Air	20
Cakupan Pelayanan	20
Waktu Operasional	20
Tekanan Air	20
Aspek Non Teknis	
Pemanfaatan Air	25
Tarif	25
Kepengurusan	25
Pemahaman Pengurus	25
Kualitas Air	20

Tabel 2. Kategori Kinerja Program

Kategori Kinerja	Nilai	Persen Nilai
Sangat Baik	4,01 – 5,00	80 – 100%
Baik	3,01 – 4,00	60 – 79,9%
Cukup	2,01 – 3,00	40 – 59,9%
Buruk	1,01 – 2,00	20 – 39,9%
Sangat Buruk	0,00 – 1,00	0 – 19,9%

Tabel 3. Data Sumber dan Debit Air Desa di Kecamatan Manyar

Desa	Sumber Air	Debit (L/detik)	Sistem Distribusi
Karangrejo	AP ^a	1,7	Gravitasi
Tanggulrejo	ATD ^b	1,2	Gravitasi
Sumberrejo	ATD	1	Gravitasi
Gumeno	ATD	3,8	Gravitasi
Pejanganan	ATD	0,5	Gravitasi
Betoyokauman	ATD	2	Gravitasi
Morobakung	ATD	2,2	Gravitasi
Manyar	ATD	1,5	Gravitasi
Sidomukti			
Pongangan	ATD	2,6	Gravitasi
Suci	ATD	6	Gravitasi

a: Air Permukaan
b: Air Tanah Dalam

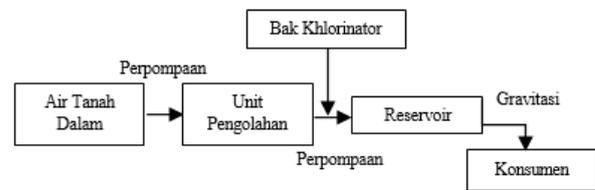
Tabel 4. Parameter Kualitas Air

No	Desa	Baku Mutu	Nilai
1	Karangrejo	3 parameter tidak memenuhi	3/5
2	Tanggulrejo	1 parameter tidak memenuhi	4/5
3	Sumberrejo	1 parameter tidak memenuhi	4/5
4	Gumeno	1 parameter tidak memenuhi	4/5
5	Pejanganan	2 parameter tidak memenuhi	4/5
6	Betoyokauman	1 parameter tidak memenuhi	4/5
7	Morobakung	Semua parameter memenuhi	5/5
8	Manyar Sidomukti	2 parameter tidak memenuhi	4/5
9	Pongangan	1 parameter tidak memenuhi	4/5
10	Suci	1 parameter tidak memenuhi	4/5
Rata – rata			4/5

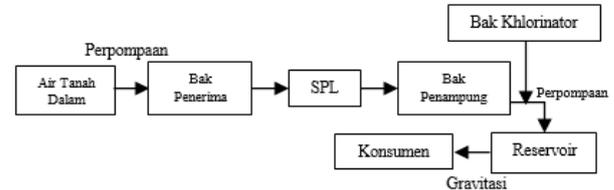
B. Survei dan Penentuan Sampel

Survei dilakukan melalui kegiatan pengamatan langsung dan wawancara. Pengamatan langsung di lapangan berguna untuk memperoleh gambaran realistik suatu kondisi atau perilaku manusia [4]. Pengamatan lapangan dilakukan dengan mengecek fasilitas penyediaan air minum, jaringan pipa, meter air, dan lokasi sumber air. Wawancara dilakukan kepada pengurus HIPPAM.

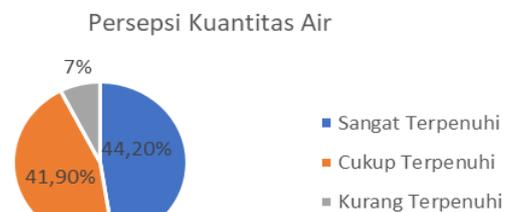
Penentuan sampel bertujuan untuk mendapatkan jumlah responden dalam pengisian kuisioner pelanggan air minum. Informasi yang dibutuhkan terkait persepsi masyarakat terhadap kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan kemauan



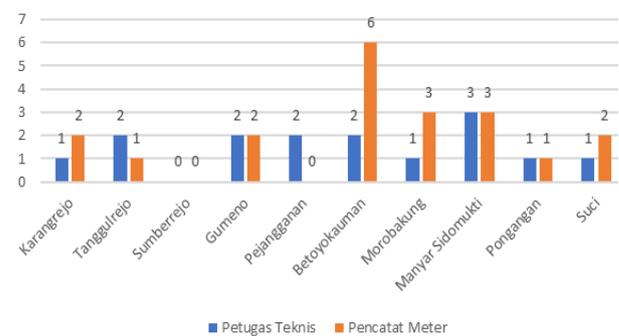
Gambar 1. Skema Penyediaan Air Minum Desa Betoyokauman dengan Bak Klorinator



Gambar 2. Skema Penyediaan Air Minum Desa dengan Unit Pengolahan



Gambar 3. Persentase Persepsi Kuantitas Air Menurut Pelanggan HIPPAM



Gambar 4. Grafik Jumlah Petugas Teknis dan Pencatat Meter HIPPAM

membayar. Jumlah responden untuk data primer ditentukan menggunakan metode propotional random sampling. Metode ini digunakan dalam penelitian observasional data proporsi dengan populasi finit [5]. Rumus penentuan sampel:

$$n = \frac{NZ^2P(1-P)}{(N-1)d^2 + Z^2P(1-P)} \quad (1)$$

Dari persamaan tersebut, diketahui *n* adalah besar sampel minimum; *Z* adalah nilai distribusi normal (tabel *Z*) pada α tertentu, bila kesalahan 10%, maka nilai *Z* adalah 1,282; *P* adalah harga proporsi dengan nilai maksimal 0,5; *d* adalah kesalahan absolut 10%; *N* adalah besar populasi. Hasil perhitungan dan jumlah sampel yang diperoleh sebanyak 43 sampel.

C. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dievaluasi dengan metode penilaian (*scoring*) dan pembobotan. Aspek teknis dan non teknis, masing – masing memiliki beberapa parameter yang dapat dilihat pada Tabel 1. Setiap parameter memiliki nilai

Tabel 5.
Parameter – Parameter Tidak Memenuhi Baku Mutu Desa – Desa Lain

No	Desa	Parameter				Total Koliform (MPN/100mL)
		Bau	Rasa	Warna (PtCo)	Fe (mg/L)	
1	Tanggulrejo	-	Berasa	-	-	-
2	Sumberrejo	-	-	-	-	170
3	Gumeno	-	Berasa	-	0,33	-
4	Pejanganan	-	-	20,55	0,31	-
5	Morobakung	-	-	-	-	-
6	Manyar Sidomukti	Bau	-	-	-	500
7	Pongangan	Bau	-	-	-	-
8	Suci	-	-	-	-	11

pengukuran 1 – 5.

Perolehan nilai dari setiap parameter indikator dihitung untuk memperoleh nilai aspek yang menunjukkan kategori kinerja program yang dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Nilai parameter = nilai (1 – 5) × % bobot
2. Nilai aspek = Σ nilai parameter
3. % Nilai aspek = Σ nilai parameter / 5 × 100%

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting

1) Pelayanan HIPPAM Kecamatan Manyar

SPAM berbasis masyarakat pada 10 desa di Kecamatan Manyar telah melayani 18.094 penduduk dengan jumlah 5.003 SR. Persentase penduduk terlayani sebesar 37,26%, sedangkan 62,74% belum terlayani,

Dari hasil wawancara, penyebab belum terlayannya penduduk dikarenakan sumber air belum mencukupi, belum terdapat dana untuk pengeboran sumur baru dan pembangunan sarana prasarana air. Selain itu, penduduk yang sudah memiliki sumur ada yang memilih untuk tidak menjadi pelanggan HIPPAM. Model penyediaan air di Kecamatan Manyar adalah *single village*, yaitu penyediaan dibatasi lingkup satu desa dan pengelolaan dilakukan pemerintah desa setempat [6].

2) Sumber dan Fasilitas Air

Sumber air baku utama yang digunakan oleh HIPPAM di Kecamatan Manyar meliputi air tanah dalam dan air permukaan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Air tanah yang digunakan memiliki kedalaman antara 150 – 250 m. Sistem penyediaan air minum terdiri dari unit air baku, pengolahan, distribusi, dan pelayanan.

3) Kondisi Masyarakat

Kegiatan perekonomian masyarakat dipengaruhi oleh aktivitas industri karena adanya kawasan industri dan pelabuhan. Dari hasil kuisioner pelanggan diketahui responden pelanggan HIPPAM terdiri dari pegawai (17,6%), petani (5,9%), pedagang atau wirausaha (5,9%), ibu rumah tangga (50%), dan lainnya seperti buruh, swasta, dan pensiunan (20,6%). Dari wawancara dan data kuisioner pengurus HIPPAM, keberadaan sistem penyediaan air minum saat ini mayoritas diinisiasi oleh masyarakat setempat. Mekanismenya adalah pengajuan proposal penyediaan air minum ke pemerintah daerah untuk memperoleh dana dalam pengeboran sumur hingga sarana dan prasarana air minum.

4) Sistem Penyediaan Air Minum

a. Desa Karangrejo

Sistem penyediaan air minum Desa Karangrejo terdiri dari air permukaan, kolam pengendapan, unit pengolahan, reservoir, dan konsumen. Kolam pengendapan berukuran 60 m x 50 m sebagai penampung dan proses pengendapan air yang telah disadap. Unit pengolahan terdiri dari tangki sedimentasi dengan pembubuhan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan kaporit granul, serta unit filter pasir (saringan pasir cepat) dengan media kerikil 10 – 15 cm, pasir 20 cm, karbon aktif 45 – 60 cm. Air dari filter dialirkan ke tangki untuk kemudian dipompa menuju reservoir. Reservoir dibangun di atas menara pada ketinggian ± 12 m. Tujuannya untuk mempertahankan nilai tekanan air dalam pipa saat dilakukan pengaliran secara gravitasi. Kapasitas reservoir yang ada sekitar 27 m³.

b. Desa Betojokauman

Sistem penyediaan air minum Desa Betojokauman terdiri dari air tanah dalam, unit pengolahan, reservoir, dan konsumen. Unit pengolahannya dibuat dalam satu bangunan mencakup koagulasi – flokulasi, bak sedimentasi, dan filtrasi. Media yang digunakan dalam bak filtrasi terdiri dari pasir, antrasit, karbon aktif, dan batu split. Ketebalan masing – masing media adalah 30 cm. Meskipun terdapat unit koagulasi – flokulasi, tetapi tidak terdapat penambahan bahan kimia koagulan. Dari bak filtrasi, air dialirkan menuju reservoir dengan sistem perpompaan untuk ditampung dan selanjutnya didistribusikan secara gravitasi ke konsumen.

c. Desa Lainnya

Sistem penyediaan air minum desa – desa lain dalam lokasi penelitian tidak terdapat unit pengolahan dan hanya terdiri dari air tanah dalam, sumur bor, reservoir, dan konsumen. Air tanah dibawa menuju ke reservoir dengan sistem perpompaan. Air yang telah ditampung, lalu didistribusikan ke unit pelayanan (konsumen) dengan sistem gravitasi.

B. Analisis Aspek Teknis

1) Analisis Kualitas Air

Pengambilan sampel dilakukan pada satu sumur dengan jumlah pelayanan paling banyak. Hasil analisis kualitas air mengacu pada PERMENKES No. 492/MEN.KES/PER/IV/2010. Parameter yang diuji adalah parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Parameter fisik meliputi rasa, warna, bau, kekeruhan, dan suhu. Parameter kimia meliputi pH, Besi (Fe), dan Mangan (Mn). Parameter mikrobiologi yaitu total bakteri koliform. Penilaian parameter kualitas air sampel tiap desa terdapat pada Tabel 4.

a. Desa Karangrejo

Parameter kualitas air yang melebihi baku mutu adalah

Tabel 6.
Debit Pemakaian Air Eksisting

No	Desa	Debit Pemakaian Air (L/o.h)	Nilai
1	Karangrejo	12,68	1/5
2	Tanggulrejo	35,26	2/5
3	Sumberrejo	36,67	2/5
4	Gumeno	30,00	2/5
5	Pejanganan	71,43	5/5
6	Betoyokauman	24,48	1/5
7	Morobakung	34,73	2/5
8	Manyar Sidomukti	55,56	4/5
9	Pongangan	28,19	1/5
10	Suci	37,68	2/5
Rata – rata		36,67	2,2/5

Tabel 7.
Cakupan Pelayanan Penduduk Terlayani HIPAM

No	Desa	Cakupan Pelayanan (%)	Nilai
1	Karangrejo	44,9	3/5
2	Tanggulrejo	82,9	5/5
3	Sumberrejo	75,6	4/5
4	Gumeno	61,3	4/5
5	Pejanganan	17,6	1/5
6	Betoyokauman	67,8	4/5
7	Morobakung	74,7	4/5
8	Manyar Sidomukti	51,6	3/5
9	Pongangan	30,8	2/5
10	Suci	17,0	1/5
Rata – rata		53,8	3,1/5

Tabel 8.
Tekanan Air di Sambungan Rumah Titik Terjauh

No	Desa	Tekanan Air (atm)	Nilai
1	Karangrejo	0,6	5/5
2	Tanggulrejo	0,35	3/5
3	Sumberrejo	0,3	3/5
4	Gumeno	0,4	4/5
5	Pejanganan	0,75	5/5
6	Betoyokauman	0,5	5/5
7	Morobakung	0,4	4/5
8	Manyar Sidomukti	0,15	1/5
9	Pongangan	0	1/5
10	Suci	0,4	4/5
Rata – rata		0,4	3,3/5

kekeruhan (8,01 NTU), warna (40,65 PtCo), dan Fe (0,32 mg/L). Pada unit pengolahan yang ada, kekeruhan yang disebabkan partikel koloid dapat dihilangkan dengan koagulasi menggunakan koagulan PAC. Hasil perhitungan diperoleh dosis koagulan yang dipakai 9,54 mg/L. Namun, saat pengambilan sampel sedang tidak digunakan koagulan karena kendala biaya. Dibandingkan dengan PAC, penggunaan tawas 2 kali lipat lebih ekonomis, selain itu mudah diperoleh, dan mudah penyimpanannya [7]. Hal ini dapat dijadikan alternatif bagi pengurus HIPAM untuk menggunakan tawas sebagai koagulan apabila ingin melakukan penghematan biaya operasional. Meskipun demikian, perlu dilakukan analisis untuk penentuan dosis optimum dari tawas dengan air baku di Desa Karangrejo itu sendiri. Mengingat penggunaan tawas yang berlebihan dapat menyebabkan kekeruhan dan penurunan pH pada air [7].

Saringan pasir cepat memiliki kemampuan menurunkan kekeruhan dalam air. Penggunaan karbon aktif sebagai media filter saringan pasir cepat berfungsi sebagai media adsorpsi dalam menghilangkan warna dan Fe dalam air. Kemampuan karbon aktif dalam adsorpsi dikarenakan permukaannya luas dan memiliki pori – pori [8]. Ketebalan media karbon aktif saat ini adalah 45 – 60 cm, berdasarkan penelitian Arief

Tabel 9.
Waktu Operasional Distribusi Air

No	Desa	Waktu Operasional	Nilai
1	Karangrejo	24 Jam	5/5
2	Tanggulrejo	24 jam	5/5
3	Sumberrejo	24 jam	5/5
4	Gumeno	12 - < 16 Jam	2/5
5	Pejanganan	24 Jam	5/5
6	Betoyokauman	24 Jam	5/5
7	Morobakung	24 Jam	5/5
8	Manyar Sidomukti	24 Jam	5/5
9	Pongangan	< 12 jam	1/5
10	Suci	24 Jam	5/5
Rata – rata			4,3/5

Tabel 10.
Perhitungan Debit Produksi dan Debit Pelayanan

No	Desa	Produksi Air (m ³ /hari)	Pelayanan Air (m ³ /hari)	Selisih (m ³ /hari)
1	Karangrejo	146,88	27,51	119,37
2	Tanggulrejo	103,68	80,09	23,59
3	Sumberrejo	86,40	21,32	65,08
4	Gumeno	336,10	70,87	265,22
5	Pejanganan	43,20	14,92	28,28
6	Betoyokauman	172,80	45,54	127,26
7	Morobakung	190,08	41,98	148,10
8	Manyar Sidomukti	129,60	77,25	52,35
9	Pongangan	224,64	84,02	140,62
10	Suci	518,40	115,37	403,03

Sujarwanto (2014), karbon aktif dengan ketebalan 60 cm memiliki nilai efisiensi hingga 62,5% [9]. Semakin tebal media yang digunakan, maka nilai efisiensinya juga semakin tinggi.

b. Desa Betoyokauman

Parameter yang melebihi baku mutu adalah total koliform sebesar 4 MPN/100 mL. Pengolahan air untuk menghilangkan total koliform yaitu dengan proses desinfeksi [10]. Unit pengolahan yang terbangun menggunakan sistem saringan pasir cepat. Pada pengolahan terakhir di unit filter, air langsung dialirkan ke reservoir dengan sistem perpompaan dan tidak terdapat proses desinfeksi. Desinfeksi kimia lebih efektif dilakukan pada skala besar dibandingkan desinfeksi fisika. Bahan kimia yang umum digunakan adalah senyawa khlor. Beberapa senyawa khlor yang digunakan adalah gas khlor (Cl₂), kalsium hipoklorit (Ca(OCl)₂), natrium hipoklorit (NaOCl), dan khlor dioksida (ClO₂). Kalsium hipoklorit (kaporit) bersifat stabil dengan tingkat korosi rendah dibandingkan gas khlor [8]. Selain itu, perencanaan unit kaporit tidak memerlukan perlakuan khusus seperti ruangan tertutup yang disertai peralatan pengamanan [10].

Dosis optimum pembubuhan kaporit ditentukan melalui uji laboratorium agar diperoleh kriteria sisa khlor antara 0,2 – 0,5 mg/L yang mampu membunuh patogen selama proses distribusi air. Pada penelitian Rahayu dan Sugito (2014), proses desinfeksi pada pengolahan air desa menggunakan kaporit yang dilarutkan dalam tandon sebagai bak klorinator, kemudian larutan diinjeksikan dengan pompa dosing ke reservoir [11]. Proses pembubuhan sebelum reservoir juga memiliki tujuan dalam meningkatkan waktu kontak antara kaporit dengan air sebagai salah satu faktor penting desinfeksi [8]. Gambar 1. menunjukkan skema penyediaan air minum disertai dengan proses desinfeksi.

Tabel 11.
Pemanfaatan Air Pelanggan HIPPAM

No	Desa	Pemanfaatan Air	Nilai
1	Karangrejo	Minum, masak, mandi, dan cuci	5/5
2	Tanggulrejo	Masak, mandi, dan cuci	4/5
3	Sumberrejo	Masak, mandi, dan cuci	4/5
4	Gumeno	Mandi dan cuci	3/5
5	Pejanganan	Mandi dan cuci	3/5
6	Betoyokauman	Mandi dan cuci	3/5
7	Morobakung	Mandi dan cuci	3/5
8	Manyar Sidomukti	Mandi dan cuci	3/5
9	Pongangan	Mandi dan cuci	3/5
10	Suci	Mandi dan cuci	3/5
Rata – rata			3,4/5

Tabel 12.
Kondisi Keuangan HIPPAM

No	Desa	Tarif (Rp/m ³)	Kendala Pembukuan	Penunggakan	Nilai
1	Karangrejo	4.000	Tidak ada	Ada	4/5
2	Tanggulrejo	2.500	Tidak ada	Tidak ada	5/5
3	Sumberrejo	4.000	Ada	Ada	2/5
4	Gumeno	2.500	Tidak ada	Ada	4/5
5	Pejanganan	3.000	Tidak ada	Ada	4/5
6	Betoyokauman	3.000	Tidak ada	Ada	4/5
7	Morobakung	1.500	Tidak ada	Tidak ada	5/5
8	Manyar Sidomukti	2.000	Tidak ada	Ada	4/5
9	Pongangan	15.000 / 10 m ³	Ada	Ada	2/5
10	Suci	2.500	Tidak ada	Ada	4/5
Rata – rata					3,8/5

c. Desa – desa lain

Parameter – parameter yang tidak memenuhi baku mutu yang meliputi parameter fisik (bau, rasa, warna), besi, dan total koliform yang dapat dilihat pada Tabel 5. Alternatif pengolahan yang dapat digunakan adalah sistem saringan pasir lambat (SPL). Sistem ini cocok diterapkan karena hasil kualitas sampel air memiliki kekeruhan < 5 NTU. Pada nilai kekeruhan yang relatif rendah, sistem SPL tidak memerlukan bak pengendap. Efisiensi penyisihan besi menggunakan SPL diketahui sebesar 77,08%, kekeruhan 78,96%, dan warna 52% [12]. Mekanisme penyisihan besi dalam sistem SPL terjadi dikarenakan adanya aerasi yang dihasilkan dari turbulensi aliran saat melewati pori – pori media filter. Aerasi mengakibatkan terjadinya proses oksidasi, dimana muatan Fe²⁺ yang mudah larut menjadi Fe³⁺ tidak larut dan dapat diendapkan. Reaksi oksidasinya adalah :



Selain itu, terbentuknya lapisan biofilm atau *schmutzdecke* di bagian atas lapisan media mengakibatkan bakteri besi yang ada melakukan oksidasi dan presipitasi ion menjadi Fe³⁺. Penyisihan besi dalam air juga memberikan kontribusi dalam penyisihan bau dan warna yang disebabkan oleh besi. Rasa dalam air dapat dihilangkan melalui mekanisme penyaringan dan adsorpsi dalam SPL. Lapisan biofilm memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi zat – zat penyebab bau dalam air dengan bantuan bakteri, fungi dan protozoa [8].

Parameter total koliform yang melebihi baku mutu, dilakukan proses desinfeksi dengan mekanisme penerapan yang sama dengan Desa Betoyokauman. Gambar 2. menunjukkan perencanaan skema penyediaan air minum dengan unit pengolahan dan proses desinfeksi.

2) Analisis Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air berkaitan dengan kuantitas air, yaitu debit pemakaian / konsumsi air pelanggan. Analisis hanya memperhitungkan pemakaian air domestik sebagai

pemakaian air paling banyak. Kriteria tingkat konsumsi air minimal adalah 60 L/o.h [13]. Perhitungan debit pemakaian air eksisting tiap desa diperoleh dari rata – rata pemakaian air dari hasil kuisioner pelanggan. Hasil perhitungan dan penilaian debit pemakaian air dapat dilihat pada Tabel 6. Rata – rata debit pemakaian air di Kecamatan Manyar masih belum memenuhi kriteria tingkat konsumsi air minimal. Dari hasil kuisioner, diketahui persepsi kuantitas air menurut pelanggan dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari gambar di atas dapat diketahui, mayoritas pelanggan sebesar 44,2% telah merasa kuantitas air yang didistribusikan sudah sangat terpenuhi. Faktor – faktor yang mempengaruhi konsumsi air adalah kualitas air yang diterima pelanggan, penggunaan sumur gali atau bor milik pribadi, dan penurunan kapasitas sumber air [14]-[15]. Hasil kuisioner menunjukkan, menurut pelanggan kualitas air secara fisik yang didistribusikan sudah baik. Sebanyak 88,37% responden berpendapat air tidak berbau, 72,09% responden berpendapat air tidak berasa, dan 93,02% responden berpendapat kualitas air tidak berwarna. Penurunan kuantitas air dengan sumber air tanah dalam dapat terjadi dikarenakan air berada di lapisan akuifer tidak tertekan yang mudah mengalami pasang surut, namun keberadaan airnya tidak hilang karena rembesan kecil akuifer di sekitarnya [16]. Sedangkan penggunaan air baku dari air permukaan mengalami penurunan produksi karena pengaruh musim kemarau pada bulan September – November. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan kolam embung sebagai cadangan air. Walaupun demikian, pelayanan air kurang maksimal dan biasanya pelanggan yang tidak memiliki sumur gali atau bor akan membeli air tangki.

3) Analisis Pelayanan Air

a. Cakupan Pelayanan

Cakupan pelayanan dihitung melalui perbandingan antara jumlah penduduk terlayani dibandingkan total jumlah penduduk di wilayah pelayanan. Kriteria cakupan pelayanan untuk SR adalah 80% [13]. Hasil perhitungan dan penilaian

Tabel 13.
Kepengurusan HIPPAM

No	Desa	Struktur	SK	Nilai
1	Karangrejo	Lengkap	Ada	5/5
2	Tanggulrejo	Lengkap	Ada	5/5
3	Sumberrejo	Tidak lengkap	Ada	4/5
4	Gumeno	Lengkap	Ada	5/5
5	Pejanggaran	Lengkap	Ada	5/5
6	Betoyokauman	Lengkap	Ada	5/5
7	Morobakung	Tidak lengkap	Ada	4/5
8	Manyar Sidomukti	Lengkap	Ada	5/5
9	Pongangan	Tidak lengkap	Ada	4/5
10	Suci	Tidak lengkap	Ada	4/5
Rata – rata				4,6/5

Tabel 14.
Pengetahuan Pengurus HIPPAM

No	Desa	Pengetahuan Pengurus	Nilai
1	Karangrejo	Sangat paham	5/5
2	Tanggulrejo	Sangat paham	5/5
3	Sumberrejo	Cukup paham	3/5
4	Gumeno	Cukup paham	3/5
5	Pejanggaran	Sangat paham	5/5
6	Betoyokauman	Cukup paham	3/5
7	Morobakung	Cukup paham	3/5
8	Manyar Sidomukti	Cukup paham	3/5
9	Pongangan	Sangat paham	5/5
10	Suci	Sangat paham	5/5
Rata – rata			4/5

cakupan pelayanan dapat dilihat pada Tabel 7. Mayoritas cakupan pelayanan HIPPAM desa – desa di Kecamatan Manyar sudah mencapai 50%, kecuali Desa Pejanggaran, Pongangan, dan Suci. Hal ini dikarenakan Desa Pejanggaran hanya melayani 60 SR pelanggan di wilayah selatan, sedangkan di wilayah utara penduduknya menggunakan sumur bor yang dikelola secara mandiri. Di Desa Pongangan, pelayanan air masih fokus melayani satu dusun, yaitu Pongangan Krajan. Dusun lainnya memenuhi kebutuhan air melalui sambungan PDAM, sumur bor atau gali di rumahnya. Di Desa Suci sebanyak 27,03% penduduknya dilayani oleh PDAM baik di wilayah perumahan dan non perumahan. Dari hasil pengamatan di lapangan, ditemui pelanggan yang memiliki dua sambungan dari HIPPAM dan PDAM. Pelanggan beralasan ingin tetap terpenuhi kebutuhan airnya apabila salah satu pelayanan terhenti.

Peningkatan cakupan pelayanan dapat dilakukan apabila kriteria pelayanan, meliputi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas air terpenuhi. Faktor lainnya adalah karakteristik wilayah, yaitu hubungan antara jumlah penduduk dengan kepadatan penduduk. Apabila jumlah penduduk lebih sedikit daripada kepadatan penduduk dikatakan upaya peningkatan cakupan pelayanannya lebih mudah dan terjangkau [17]. Peningkatan kuantitas air dapat dilakukan melihat potensi air hujan, sungai, dan tanah di Kecamatan Manyar. Air hujan mengalami surplus pada bulan Januari hingga Maret. Potensi air tanah dalam diketahui melalui metoda geolistrik. Prinsip kerjanya yaitu menginjeksikan arus listrik ke dalam permukaan tanah dengan teknik resistivitas untuk mengukur beda potensial dari arus yang dihasilkan [18]. Namun, metode ini harus mempertimbangkan kebutuhan biaya untuk tenaga ahli / jasa survei geolistrik.

b. Tekanan Air

Pengukuran tekanan air minimum di lapangan pada sambungan rumah dilakukan di titik paling jauh dari

reservoir. Apabila tekanan air di titik paling jauh terpenuhi, maka tekanan di sambungan – sambungan sebelumnya dianggap sudah terpenuhi. Kriteria tekanan air minimum dalam perencanaan pipa distribusi adalah 0,5 – 1 atm [19]. Tabel 8. menunjukkan hasil pengukuran tekanan dan penilaian parameter.

Penyebab berkurangnya nilai sisa tekan ini dapat dikarenakan *headloss* distribusi air dalam pipa. Sehingga perlu analisa lebih lanjut untuk menghitung nilai *headloss* pada jaringan pipa distribusi. Penyebab lainnya adalah kebocoran pipa. Salah satu caranya dengan pengendalian kebocoran tampak dari laporan pelanggan, pembaca meter, dan inspeksi pipa.

Analisis elevasi dari reservoir ke titik pengukuran tekanan diketahui Desa Pongangan memiliki nilai elevasi sebesar 2 m. Dikarenakan reservoir hanya diletakkan di atas permukaan tanah. Maka dari itu, diperlukan adanya pembangunan reservoir menara untuk meningkatkan tekanan melalui perbedaan elevasi. Untuk pertimbangan biaya konstruksi, reservoir dari besi/baja memiliki biaya lebih murah dibandingkan beton. Namun, perlu dilakukan pengecatan untuk mencegah terjadinya karat. Selain itu, penggunaan pompa dorong setelah reservoir juga dapat digunakan untuk meningkatkan tekanan air dan diharapkan lebih efisien dan mudah dibandingkan penambahan debit air [20].

c. Waktu Operasional

Waktu operasional merupakan waktu pendistribusian air dari reservoir menuju ke sambungan rumah pelanggan. Persyaratan waktu operasional distribusi air adalah 24 jam [13]. Waktu operasional dalam distribusi juga dipengaruhi tekanan air minimum. Hasil penilaian waktu operasional terdapat pada Tabel 9.

Waktu operasional Desa Gumeno terbagi menjadi dua masing – masing 12 jam untuk wilayah utara dan selatan. Sedangkan Desa Pongangan walaupun secara operasional adalah 24 jam, tetapi menurut pelanggan air tidak mengalir misalnya hanya di pagi atau sore hari. Jika mengalir, tekanannya kecil dan harus menggunakan pompa.

Analisis untuk peningkatan pelayanan dilakukan melalui perhitungan debit. Perhitungan debit produksi dari kapasitas sumur dengan debit pelayanan dari debit pemakaian eksisting dikalikan jumlah penduduk terlayani dapat dilihat pada Tabel 10. Dari selisih perhitungan diperoleh bahwa kapasitas air yang ada masih bernilai positif. Akan tetapi, perhitungan debit pelayanan pada tabel dapat lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan dengan debit pemakaian air dari data pencatatan meter air. Di beberapa desa sumur bor memiliki sistem distribusi yang terhubung dengan sumur bor lain. Sehingga saat terjadi defisit atau perbaikan salah satu sumur, kebutuhan air dibantu dari suplai air dari sumur lain.

C. Analisis Aspek Non Teknis

Analisis Aspek non teknis antara lain:

1) Analisis Pemanfaatan Air

Pemanfaatan air untuk keperluan domestik minimal dapat digunakan untuk mandi, makan, minum, atau sesuai ketentuan perencanaan [19]. Pada Tabel 11. pemanfaatan air paling banyak hanya digunakan untuk keperluan mandi dan cuci. Hal ini dikarenakan tidak adanya unit pengolahan dan pengujian kualitas air hanya dilakukan saat pengeboran

Tabel 15.
Penilaian Evaluasi Kinerja HIPPAM di Kecamatan Manyar

No	Desa	Aspek Teknis	Aspek Non Teknis	Total Aspek	%Aspek
1	Karangrejo	3,40	4,75	4,08	81,50
2	Tanggulrejo	3,80	4,75	4,28	85,50
3	Sumberrejo	3,60	3,25	3,43	68,50
4	Gumeno	3,20	3,75	3,48	69,50
5	Pejanganan	4,00	4,25	4,13	82,50
6	Betoyokauman	3,80	3,75	3,78	75,50
7	Morobakung	4,00	3,75	3,88	77,50
8	Manyar Sidomukti	3,40	3,75	3,58	71,50
9	Pongangan	1,80	3,50	2,65	53,00
10	Suci	3,20	4,00	3,60	72,00
Rata – rata		3,42	3,95	3,69	73,95

sumur. Kebutuhan air untuk minum dan masak pelanggan umumnya menggunakan air isi ulang.

2) Analisis Kondisi Keuangan

Tarif yang ditetapkan dari air yang didistribusikan ke pelanggan pada masing – masing desa bervariasi berdasarkan kondisi ekonomi masyarakat, perhitungan biaya operasional, dan hasil musyawarah seluruh elemen desa. Selain itu, beberapa desa juga menetapkan abonemen yaitu tarif tetap yang harus dibayar setiap bulan walaupun tidak terdapat pemakaian air sama sekali. Pada Tabel 12. penilaian kondisi keuangan, tidak adanya penunggakan di Desa Tanggulrejo dan Betoyokauman dikarenakan penagih iuran berada di setiap RT, sehingga sistem pembayaran lebih mudah dan terkoordinir. Pemasukan HIPPAM tidak mengutamakan keuntungan, melainkan untuk kebutuhan biaya perbaikan, operasional, dan honorarium pengurus.

Setelah dilakukan estimasi perhitungan antara pemasukan dan pengeluaran untuk memperoleh keuntungan dari penjualan air, maka tingkat konsumsi minimal (L/o.h) dan cakupan pelayanan harus memenuhi kriteria, adanya kenaikan tarif, dan ditetapkan abonemen. Namun, diperlukan analisis lebih lanjut terkait tarif sehingga dapat menguntungkan, tetapi juga mempertimbangkan keadaan ekonomi pelanggan.

3) Analisis Kondisi Kelembagaan

a. Kepengurusan

Pemilihan pengurus dilakukan melalui musyawarah bersama dengan kepala desa, perangkat desa, dan masyarakat desa. Susunan pengurus paling sederhana terdiri dari ketua, sekretaris, bendahara, petugas teknis, dan penagih iuran. Petugas lainnya yang dianggap perlu ditambahkan sesuai kebutuhan [21]. Terbentuknya kepengurusan ditetapkan dalam suatu surat keputusan (SK) yang dibuat oleh Kepala Desa sebagai bentuk legalitas dari pembentukan dan penetapan wewenang tugas suatu kepengurusan. Umumnya lembaga HIPPAM berada dalam naungan BUMDes (Badan Usaha Milik Desa) atau KKM (Kelompok Keswadayaan Masyarakat).

Tabel 13. menunjukkan kondisi dan penilaian parameter kepengurusan. Ketidaklengkapan susunan pengurus dikarenakan ada yang mengundurkan diri dan belum terdapat pengganti, adanya rangkap jabatan sekretaris dan bendahara, dan pemberlakuan sistem pembayaran langsung ke kantor HIPPAM sehingga tidak memerlukan penagih iuran. Salah satu kendala dalam pengelolaan air minum yaitu sedikitnya SDM seperti pencatat meter dan teknis pada Gambar 4. Hal ini dikarenakan petugas teknis harus memiliki keterampilan khusus, seperti perbaikan panel listrik, pompa, dan sarana

prasarana lainnya. Penambahan petugas pencatat meter disarankan terutama untuk desa yang belum terdapat petugas pencatat meter atau hanya terdapat satu petugas. Penambahan ini dapat dilakukan dengan melibatkan masyarakat bukan pengurus. Pertimbangan penambahan jumlah pencatat meter harus disesuaikan dengan beban kerja dan kemampuan rata – rata dalam mencapai hasil kerja [22], sehingga tujuan dalam mencapai kemudahan pencatatan dan pelaporan dapat tercapai.

b. Pengetahuan Pengurus

Pengetahuan pengurus berkaitan dengan pemahaman pengurus dari segi operasional hingga manajemen HIPPAM. Hasil penilaian diperoleh dari kuisisioner. Pengetahuan pengurus tentang HIPPAM umumnya diperoleh dari kepengurusan sebelumnya atau pengalaman sejak pertama kali diadakan penyediaan air berbasis masyarakat dan pembentukan HIPPAM. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 14.

Peningkatan pengetahuan pengurus perlu ditingkatkan, mengingat dari hasil wawancara terdapat pengurus yang pernah mengikuti forum HIPPAM tingkat kabupaten. Namun, belum pernah diadakan pelatihan terkait manajemen dan teknis yang mewadahi seluruh HIPPAM di Kecamatan Manyar. Serta melihat kondisi di semua desa memiliki jumlah petugas teknis yang sedikit. Maka, pemerintah terutama tingkat kecamatan ikut berperan dalam memberi wadah berupa pelatihan manajemen dan teknis kepada pengurus HIPPAM di Kecamatan Manyar. Hal ini berkaitan dengan salah satu tugas dan fungsi pokok tim kerja kecamatan dalam penyelenggaraan SPAM adalah memberikan bantuan fasilitas kepada masyarakat [23].

D. Penilaian Pelaksanaan HIPPAM

Hasil penilaian parameter masing – masing desa dari aspek teknis dan non teknis yang menunjukkan kinerja HIPPAM ditunjukkan pada Tabel 15. Berdasarkan tabel penilaian menunjukkan Desa Tanggulrejo memperoleh nilai tertinggi yaitu 4,28 (85,5%) dengan kategori kinerja sangat baik. Sedangkan Desa Pongangan memperoleh nilai terendah yaitu 2,65 (53%) dengan kategori kinerja cukup.

Perhitungan rata – rata cakupan penyediaan air minum berbasis masyarakat saat ini adalah 53,8%. Sehingga terhitung mengalami kenaikan sebesar 43,17% dari persentase sebelumnya yaitu 10,67%.

Dari hasil evaluasi SPAM berbasis masyarakat, maka didapatkan rekomendasi aspek teknis dan non teknis sebagai berikut:

1. Peningkatkan kualitas air dilakukan dengan cara optimalisasi unit pengolahan air yang ada dan

perencanaan bagi desa yang belum memiliki unit pengolahan air.

2. Peningkatan cakupan pelayanan dilakukan melalui peningkatan pelayanan air dari kualitas, kuantitas, dan kontinuitas.
3. Peningkatan tekanan air minimum dilakukan melalui pengendalian kebocoran tampak pada pipa, membangun reservoir menara dengan konstruksi besi / baja karena lebih murah disertai pencegahan terjadinya karat dengan pengecatan, merencanakan penggunaan pompa dorong setelah reservoir untuk desa yang sudah memiliki reservoir menara.
4. Meningkatkan tarif air, dan menetapkan abonemen untuk memperoleh keuntungan guna pengembangan infrastruktur dan peningkatan pelayanan.
5. Melibatkan masyarakat di luar pengurus sebagai petugas pencatat meter untuk mempermudah kinerja pencatatan dan pelaporan, meningkatkan pengetahuan dan pemahaman pengurus melalui pelatihan manajemen dan teknis HIPPAM yang diselenggarakan oleh pemerintah setempat.

IV. KESIMPULAN

Evaluasi sistem penyediaan air minum berbasis masyarakat di Kecamatan Manyar secara keseluruhan sudah menunjukkan kinerja yang baik. Penilaian tertinggi diperoleh Desa Tanggurejo sebesar 4,28 (85,5%) serta terendah diperoleh Desa Pongangan sebesar 2,65 (53%).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Dorojati, N. D. Astuti, and H. Hartono, "Model pelayanan air bersih perdesaan," *Masyarakat, Kebud. dan Polit.*, vol. 29, no. 3, p. 146, 2016, doi: 10.20473/mkp.v29i32016.146-158.
- [2] S. Maryati, N. I. Rahmani, and A. S. Rahajeng, "Keberlanjutan sistem penyediaan air minum berbasis komunitas (studi kasus: HIPPAM mandiri arjowinangun, kota malang)," *J. Wil. dan Lingkung.*, vol. 6, no. 2, 2018, doi: 10.14710/jwl.6.2.131-147.
- [3] PAMSIMAS, *Pedoman Umum Program PAMSIMAS*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya, 2020.
- [4] B. H. M. Bungin, *Penelitian Kualitatif, Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, dan Ilmu Sosial*. Jakarta: Kencana Premana Media Group, 2011.
- [5] D. Erianik, "Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019.
- [6] A. Masduqi, N. Endah, and E. S. Soedjono, "Sistem penyediaan air bersih perdesaan berbasis masyarakat : studi kasus HIPPAM di DAS brantas bagian hilir," *Semin. Nas. Pascasarj. VIII – ITS, Surabaya*, no. SPL-06, 2008.
- [7] A. Budiman, C. Wahyudi, W. Irawati, and H. Hindarso, "Kinerja koagulan poly aluminium chloride (PAC) dalam penjernihan air sungai kalimas surabaya menjadi air bersih," *Widya Tek.*, vol. 7, no. 1, pp. 25–34, 2017, doi: 10.33508/WT.V7I1.1258.
- [8] A. Masduqi and A. . Assomadi, *Operasi dan Proses Pengolahan Air Edisi Kedua*. Surabaya: ITS Press, 2016.
- [9] A. Sujarwanto, "Keefektifan Media Filter Arang Aktif dan Ijuk dengan Variasi Lama Kontak Dalam Menurunkan Kadar Besi Air Sumur di Pabelan Kartasura Sukoharjo," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [11] P. Rahayu and Sugito, "Kinerja kaporit terhadap penurunan e-coli pada HIPPAM tirta sejati di desa karangrejo kecamatan manyar kabupaten gresik," *J. Tek.*, vol. 12, no. 1, 2014, [Online]. Available: <http://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/waktu/article/download/832/675>.
- [12] N. Makhmudah and S. Notodarmodjo, "Penyisihan besi-mangan, kekeruhan dan warna menggunakan saringan pasir lambat dua tingkat pada kondisi aliran tak jenuh studi kasus: air sungai Cikapundung," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 2, 2010, [Online]. Available: <http://journals.itb.ac.id/index.php/jtl/article/view/8191>.
- [13] Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman, Pelaksanaan Sistem Penyediaan Air Minum Ibu Kota Kecamatan (SPAM-IKK) 2008-2009*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya, 2008.
- [14] W. Mustikowati and Y. B. Mudakir, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Air Bersih Golongan Pelanggan Rumah Tangga III Wilayah Pelayanan Cabang Timur PDAM Kota Semarang," Universitas Diponegoro, 2014.
- [15] D. L. Cahya and I. Nursusanto, "Identifikasi peranan faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air bersih di kecamatan kosambi kabupaten tangerang banten," *J. Planesa*, vol. 1, no. 2, 2010, [Online]. Available: http://www.academia.edu/download/59430488/identifikasi_peranan_faktor-faktor_yang_mempengaruhi_kebutuhan_air_bersih20190528-86861-3zy1ej.pdf.
- [16] I. N. Simpen, "Solusi permasalahan sumur bor versus sumur gali dengan metode geolistrik dan uji pemompaan sumur (suatu studi kasus di bugbug karangasem bali)," *Prsiding Semin. Nas. Fis. dan Pembelajarannya Univ. Negri Malang*, 2015.
- [17] S. Maryati, A. Nisaa', S. Humaira, and K. R. Hudiary, "Faktor-faktor yang mempengaruhi cakupan pelayanan air bersih di kawasan metropolitan di indonesia," *Pros. Simp. II-UNIID*, vol. 2, 2017, [Online]. Available: <http://conference.unsri.ac.id/index.php/uniid/article/view/612/0>.
- [18] T. Harjanti, "Rancang Bangun Sumber Air (Sumur) Model Semi Artesis," Universitas Lampung, 2018.
- [19] Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya, 2007.
- [20] D. V. Agustina, "Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Sronдол Wetan)," Universitas Diponegoro, 2007.
- [21] Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur, *Instruksi Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur No. 11 Tahun 1985 tentang Pembentukan Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum Perdesaan di Jawa Timur*. Surabaya, 1985.
- [22] H. Nur Anisa and H. Prastawa, "Analisis beban kerja pegawai dengan metode full time equivalent (FTE) (studi kasus pada PT.PLN (persero) distribusi jateng dan DIY)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 7, no. 4, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/22988>.
- [23] Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum, *Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat (PAM BM)*. Jakarta: Litbang Departemen Pekerjaan Umum, 2005.