PERENCANAAN SISTEM PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI AIR SIAP MINUM DI KANTOR DINAS PENDIDIKAN PROVINSI DKI JAKARTA

Ilham Tri Purnomo¹, M. Zaky Alfarisi², Mutioro Sukmono^{3*}

¹Lulusan Program Studi Teknik Konstruksi Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : Ilhamtripurwono@gmail.com

²Lulusan Program Studi Teknik Konstruksi Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : emzakal@gmail.com

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
*E-mail Penulis Korespondensi : mutioro@polban.ac.id

ABSTRAK

Curah hujan yang tinggi di Jakarta merupakan potensi yang luar biasa dan perlu dimanfaatkan. Pemanfaatan air hujan menjadi air siap minum di Gedung Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta merupakan sebuah terobosan penerapan konsep bangunan *green building* di daerah Ibukota DKI Jakarta. Perencanaan diawali dengan menghitung kebutuhan air minum untuk karyawan di kantor dengan kebutuhan air minum sebanyak 480 liter/hari atau 132.480 liter/tahun. Air hujan difilter dua kali untuk memenuhi standar air minum, sehingga air dapat dikonsumsi. *Eksisting raw water tank* digunakan untuk menampung air baku hasil filter awal (*pretreatment*). Sistem pengaliran airnya menggunakan sistem gabungan, air dipompakan dari bak penampung menuju *rooftank* atau reservoir dengan kapasitas volume sebesar 2550 m³, kemudian air didistribusikan ke lokasi tempat air minum. Pemilihan filter akhir (*treatment*) dipilih dari perbandingan antara sistem *reverse osmosis*, sistem depot air minum, dengan sistem dispenser (galon) dan dihasilkan metode *reverse osmosis* lebih baik dari segi kualitas air serta menguntungkan dari segi ekonomis. Pada tahun ke-2 modal awal yang telah dikeluarkan pada tahun pertama telah kembali. Kemudian pada tahun berikutnya penghematan biaya meningkat. Dibutuhkan biaya keseluruhan pelaksanaan sebesar Rp. 496.636.000,00.

Kata Kunci: air hujan, air siap minum, reverse osmosis, water treatment

ABSTRACT

The high rainfall in Jakarta is a tremendous potential and needs to be exploited. The use of rainwater as ready-to-drink water in the DKI Jakarta Provincial Education Office Building is a breakthrough in implementing the green building concept in the capital city of DKI Jakarta. Planning begins with calculating the need for drinking water for employees in the office with a drinking water requirement of 480 liters / day or 132,480 liters / year. Rainwater is filtered twice to meet drinking water standards, so that water can be consumed. The existing raw water tank is used to fill the raw water from the pretreatment filter. The water drainage system uses a combined system, air is pumped from the reservoir to a roof tank or reservoir with a volume capacity of 2550 m³, then the air is diverted to a location where water is drunk. Selection of the final filter (*treatment*) is selected from the comparison between the reverse osmosis system, drinking water depot system, with the dispenser system (gallon) and resulted in a reverse osmosis method that is better in terms of water quality and economical. In year 2, the initial capital that was issued in the first year has returned. Then the following year the repair costs. It takes a total implementation cost of Rp. 496,636,000.00.

Key Word: rainwater, ready-to-drink water, reverse osmosis, water treatment

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gedung Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta terletak di ibukota Indonesia tepatnya di Jl. Jendral Gatot Subroto Kav 40-41 Kuningan Timur. Gedung kantor dengan jumlah 15 lantai dan luas ±20.240 m² ini merupakan gedung negara yang pembangunannya harus memenuhi asas dan prinsip kemanfaatan, keselamatan, keselarasan bangunan gedung dengan lingkungan sesuai dengan peraturan Gubernur DKI Nomor 38 Tahun 2012 mengenai konsep *green building*. Konsep *green building* yang ada pada peraturan Gubernur DKI Nomor 38 Tahun 2012 masih sedikit diterapkan di DKI Jakarta, salah satunya adalah pemanfaatan air hujan menjadi air siap minum (ARSINUM). Pemanfaatan air hujan ini diambil karena, dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa air tanah di Kota Jakarta, telah mengandung kadar NaCl yang melebihi ambang batas standar, kawasan Monas hingga daerah Kuningan telah menunjukkan instruksi air laut mencapai daerah tersebut. (M. Wahyudi Memed, Kepala

Balai Konservasi Air Tanah Kementerian ESDM). Kemudian, Air tanah di Jakarta pun telah banyak berkurang akibat pengambilan yang tak terkendali, ribuan pelanggan tidak tercatat mengambil air tanah setiap hari. Oleh karena itu, sesuai dengan peraturan Gubernur DKI Nomor 38 Tahun 2012 mengenai konsep *green building*, perencanaan sistem pemanfaatan air hujan menjadi air siap minum di lingkungan Gedung Kantor Dinas Pendidikan DKI Jakarta ini merupakan terobosan baru serta perlu dilakukan untuk mengatasi persoalan air dan limbah tersebut.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah merencanakan sistem pemanfaatan air hujan sebagai air siap minum yang memenuhi kualitas standar air minum untuk dapat dikonsumsi, menguntungkan dari segi ekonomi, serta menghasilkan sistem yang efisien.

2. METODE

Metodologi yang digunakan untuk Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Siap Minum Di Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta adalah melakukan pencarian referensi yang berkaitan dengan system pemanfaatan air hujan untuk air siap minum, yang akan digunakan di Kantor Dinas Pendidikan DKI Jakarta. Dilanjutkan dengan pengumpulan data terdiri dari dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Pada tahap Analisis Perhitungan Perencanaan dilakukan perhitungan kebutuhan air minum dan ketersediaan air hujan, kemudian membuat gambar desain layout perencanaan sytem pemanfaatan air hujan.

Untuk mengetahui efisiensi dari pemanfaatan air hujan sebagai air siap minum di Kantor Dinas Pendidikan DKI Jakarta, maka dibuat Rencana Anggaran Biaya pengadaan dan operasional kemudian dibandingkan dengan biaya operasional yang sekarang masih digunakan. Berikut adalah diagram alir metode penelitian:

Gambar 1. Diagram Alir Metodologi

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Perhitungan Kebutuhan Air Minum

Total staf serta *office boy* yang bekerja pada kantor dinas Pendidikan DKI Jakarta, sebanyak 400 orang yang, terdiri dari:

1. 385 orang staf.
2. 15 orang *office boy*.

Volume kebutuhan air minum (V_{demand}) :

Kebutuhan untuk satu hari :

= Kebutuhan air minum dewasa $\times$ (Banyaknya jumlah orang kantor + (10% di luar pegawai kantor + 10% orang lembur))
 = 1 liter/orang/hari $\times$ (400 orang + (0,2 $\times$ 400 orang))
 = 480 liter/hari = **0,48 m³/hari**

Kebutuhan untuk satu bulan :

= Total kebutuhan air minum dalam satu hari $\times$ Hari kerja dalam satu bulan
 = 480 liter/hari $\times$ (31 hari - 8 hari “weekend”)
 = 11040 liter/bulan = **11,04 m³/bulan**

Kebutuhan untuk satu tahun :

= Total kebutuhan air minum dalam satu bulan $\times$ Bulan dalam satu tahun
 = 11040 liter/bulan $\times$ 12 bulan
 = 132480 liter/tahun = **132,48 m³/tahun**

3.2 Perhitungan Suplai Air Hujan

Data curah hujan dari stasiun Kemayoran selama 10 tahun dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Curah Hujan Per Tahun.

No	Tahun	curah hujan jakarta/kemayoran (mm)
1	2009	1909,0
2	2010	1973,0
3	2011	2395,0
4	2012	1274,1
5	2013	1488,2
6	2014	2528,1
7	2015	2906,7
8	2016	2168,6
9	2017	2711,5
10	2018	2152,0
Jumlah (n)		21506,4

Sumber: BMKG St. Kemayoran

Berdasarkan data bangunan yang didapatkan, luas atap dengan jenis dak beton pada gedung kantor memiliki luas 768 m², dapat dilihat pada Gambar berikut.

Gambar 2. Denah Atap Gedung Kantor Dinas Pendidikan

$$\begin{aligned}
 \text{Luas atap gedung kantor} &= P \times L \\
 &= (800 \text{ cm} \times 3) \times (800 \text{ cm} \times 4) \\
 &= 2.400 \text{ cm} \times 3.200 \text{ cm} \\
 &= 7.680.000 \text{ cm}^2 \\
 &= \mathbf{768 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Berikut ini perhitungan kumulatif *supply* air hujan:

$$\begin{aligned}
 \text{Curah hujan rata-rata 10 tahun (M)} &= \text{curah hujan tahun ke } (1 + \text{dst}10)/10 \\
 &= 1909,0 + 1973,0 + 2395,0 + 1274,1 + 1488,2 + 2528,1 + 2906,7 + 2168,6 + 2711,5 + 2152,010 \\
 &= 2150,64 \text{ mm/tahun} = \mathbf{2,15 \text{ m/tahun}}
 \end{aligned}$$

Volume ketersediaan air hujan (*vsupply*):

$$\begin{aligned}
 &= \text{Luas area penangkapan air hujan} \times \text{curah hujan rata-rata} \times \text{koefisien runoff} \\
 &= 768 \text{ m}^2 \times 2,15 \text{ m/tahun} \times 0,80 \\
 &= \mathbf{1.320,96 \text{ m}^3/\text{tahun}}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 2. Neraca Air

Bulan	Curah Hujan rata-rata m	Luas area m ²	Koefisien Runoff	Volume ketersediaan air hujan m ³	Kebutuhan Air Perbulan m ³	Sisa m ³
Januari	0.40	768	0.8	248.60	11.04	237.56
Februari	0.40	768	0.8	243.74	9.6	234.14
Maret	0.23	768	0.8	139.01	11.04	127.97
April	0.16	768	0.8	99.34	10.56	88.78
Mei	0.12	768	0.8	70.83	11.04	59.79
Juni	0.13	768	0.8	76.82	10.56	66.26
July	0.11	768	0.8	65.19	11.04	54.15
Agustus	0.05	768	0.8	31.62	11.04	20.58
September	0.10	768	0.8	58.48	10.56	47.92
Oktober	0.11	768	0.8	66.81	11.04	55.77
November	0.16	768	0.8	97.61	10.56	87.05
Desember	0.20	768	0.8	123.31	11.04	112.27
Jumlah				1321.36	129.12	1192.24

Keterangan: Data curah hujan dari stasiun hujan Kemayoran Jakarta.

Gambar 3. Kurva Neraca Air

3.3 Perencanaan Pemanfaatan Air Hujan Siap Minum

Pada gedung kantor dan gedung parkir Dinas Pendidikan ini telah di desain sistem penyaluran air bersihnya dengan menggunakan metode tangki atap atau gravitasi. Pada perencanaan desain pemanfaatan air hujan ini menggunakan sistem pengaliran tangki atap atau gravitasi. Sistem ini merupakan yang paling menguntungkan karena pengoperasian dan pemeliharaannya yang mudah dilakukan, berbeda dengan sistem pengaliran pemompaan yang akan banyak memakan biaya besar karena pompa harus bekerja untuk setiap pengalirannya serta sistem tangki tekan yang perawatannya akan sulit ketika sistem

mengalami kerusakan atau kekurangan tekanan. Berikut gambar eksisting sistem air bersih yang ada, dan gambar rencana sistem air minum.

Gambar 4. Skema Sistem Air Hujan Eksisting

Gambar 5. Perencanaan Skema Sistem Pemanfaatan Air Hujan Alternatif 1

Gambar 6. Perencanaan Skema Sistem Pemanfaatan Air Hujan Alternatif 2

Gambar instalasi air bersih eksisting pada Gedung Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 7. Potongan Saluran Air Bersih Eksisting

Pada perencanaan desain pemanfaatan air hujan ini menggunakan sistem pengaliran tangki atap atau gravitasi. Sistem ini merupakan yang paling menguntungkan karena pengoperasian dan pemeliharannya yang mudah dilakukan

Gambar 8. Potongan Sistem Saluran Secara Keseluruhan

3.4. Perencanaan Bak Penampung Air Hujan

Untuk bak penampung air hujan memanfaatkan bak yang ada, dimensi bak penampungan sebesar ($L = 5 \text{ m}$, $P = 7 \text{ m}$, $T = 4 \text{ m}$).

Gambar 9. Bak Penampung Air Hujan

Untuk perhitungan volume bak penampung air baku ada di bawah ini:

$V_{\text{raw water tank}}$ (Eksisting) = $7 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 140 \text{ m}^3$. $V_{\text{kebutuhan baku}}$ = kebutuhan air dalam 1 bulan $\times$ musim kemarau.

Musim kemarau = 6 bulan = $11,56 \text{ m}^3/\text{bulan} \times 6 \text{ bulan} = 69,36 \text{ m}^3$.

Maka, kebutuhan bak air baku adalah $69,36 \text{ m}^3$

Volume ketersediaan *raw water tank* : Volume Kebutuhan Air baku $140 \text{ m}^3 : 69,36 \text{ m}^3$

$V_{\text{RAW}} : V_{\text{Air Baku}}$ Maka $V_{\text{RAW}} > V_{\text{Air Baku}}$

Sehingga penampungan eksisting sebesar 140 m^3 adalah dimensi yang sudah dapat memenuhi kebutuhan air baku untuk air minum di kantor.

3.5. Perencanaan Reservoir Air Minum

Rencana reservoir ini berlokasi di ruang tangki air di atas lantai 15 yang bersebelahan dengan reservoir air bersih, sehingga tangki tidak terpengaruh akan kondisi cuaca yang ekstrem dan usia tangki akan lebih lama.

Gambar 10. Lokasi Reservoir Air Minum

Spesifikasi Reservoir :

Merk = Tangki air *stainless* Profil SS 304 Glossy

Tinggi = 1.780 mm

Diameter = 1.430 mm

Kapasitas = 2.550 liter

Gambar 11. Gambar Rencana Reservoir Air Minum

3.6. Perencanaan Filter Air

Untuk mengubah air hujan ini menjadi air baku, maka perlu adanya *treatment* awal atau *pretreatment*. *Pretreatment* dilakukan sebelum air hujan masuk ke dalam bak penampung awal atau *raw water tank*.

Gambar 12. Pretreatment Single Tangki

Setelah air hujan terkumpul pada *raw water tank* yang telah direncanakan, langkah selanjutnya adalah merencanakan pengolahan air atau *water treatment* dengan alat pemurni air dengan *reverse osmosis* (RO) untuk menjadikan air hujan sebagai air siap minum yang dapat dikonsumsi orang-orang di Kantor Dinas Pendidikan DKI Jakarta. *Reverse Osmosis* yaitu menggabungkan mekanisme sistem fisika dan kimia secara modern yang dibantu dengan teknologi masa kini yang menghasilkan kualitas air bersih, sehat, dan mutu yang terjamin. Alat didesain secara ringkas (*compact*), pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah (*user friendly*), disesuaikan dengan kebutuhan dan penempatannya.

Gambar 13. Skema Proses Penjernihan RO

Produksi air yang di hasilkan harus memenuhi standar air baku yang berlaku di Indonesia.

Tabel 3. Standar kualitas air minum

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
FISIKA		
Warna	TCU	15
Temperatur	°C	Suhu udara ± 3 °C
Kekeruhan	NTU	5
Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
Rasa dan bau		Tidak berasa dan berbau
KIMIA		
Alumunium	mg/l	0,2
Tembaga	mg/l	2
Ammonia	mg/l	1,5
Klorida	mg/l	250
Kesadahan	mg/l	500
Besi	mg/l	0,3
Mangan	mg/l	0,4
pH	-	6,5-8,5
Sulfat	mg/l	250
Seng	mg/l	3
BIOLOGI		
<i>E.Coli</i> atau <i>fecat coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
Total Bakteri <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0

Sumber : PERMENKES Nomor 492, 2010

3.7. Rencana Anggaran Biaya

Biaya yang direncanakan merupakan biaya yang dihitung dari bahan, alat dan upah untuk pemasangan perencanaan instalasi air siap minum di Gedung Kantor Dinas Pendidikan DKI Jakarta. Rekapitulasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Hujan

NO	URAIAN PEKERJAAN		JUMLAH HARGA
I	PEKERJAAN PEMBONGKARAN	Rp	1.457.210,00
II	PEKERJAAN PELAT LANTAI DASAR	Rp	653.660,00
III	PEKERJAAN INSTALASI AIR SIAP MINUM	Rp	428.854.650,00
IV	PEKERJAAN FINISHING	Rp	17.076.210,00
V	PEKERJAAN ELEKTRIKAL	Rp	3.445.600,00
	SUB TOTAL	Rp	451.487.330,00
	PPN 10 %	Rp	45.148.733,00
	TOTAL	Rp	496.636.063,00
	DIBULATKAN	Rp	496.636.000,00

Terbilang : Empat Ratus Sembilan Puluh Enam Juta Enam Ratus Tiga Puluh Enam Ribu Rupiah

3.7.1 Perhitungan Biaya Memakai Dispenser

Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta dalam memenuhi kebutuhan air minum, selama ini menggunakan dispenser, biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Rekap Biaya pengadaan air Dispenser

Tahun Ke	Harga Galon Kosong	Harga isi ulang galon per tahun	Hari kerja	Harga Dispenser per tahun	Biaya Distribusi	Upah Pegawai	Perbaikan Dispenser Per tahun	Total Harga Kebutuhan Per tahun	Kumulatif
ke	Rp	Rp	Hari	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp
1	35.000	17.000	276	350.000	110.400.000	60.000.000	105.000	355.794.678	355.794.678
2	36.225	17.595	276	362.250	115.920.000	66.000.000	108.675	363.551.817	719.346.494
3	37.493	18.211	276	374.929	121.716.000	72.600.000	112.479	383.304.930	1.101.651.424
4	38.805	18.848	276	388.051	127.801.800	79.860.000	116.415	402.230.343	1.503.881.767
5	40.163	19.508	276	401.633	140.581.980	87.846.000	120.490	440.128.391	1.944.010.158
6	41.569	20.191	276	415.690	147.611.079	96.630.600	124.707	452.668.366	2.396.678.524
7	43.024	20.897	276	430.239	154.991.633	106.293.660	129.072	477.006.914	2.873.685.438
8	44.529	21.629	276	445.298	162.741.215	116.923.026	133.589	502.936.119	3.376.621.557
9	46.088	22.386	276	460.883	170.878.275	128.615.329	138.265	530.579.998	3.907.201.554
10	47.701	23.169	276	477.014	187.966.103	141.476.861	143.104	580.876.643	4.488.078.198

3.7.2 Perhitungan Biaya Metode RO

Dengan menggunakan metode *Reverse Osmosis* (RO) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Rekap Perhitungan Biaya Metode RO

Tahun	Biaya Perencanaan Awal	Upah Pegawai	Biaya Listrik	Harga Perawatan RO	Total Harga Kebutuhan Per tahun	Kumulatif
Ke	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp
1	496.636.000	72.000.000	8.654.308	0	577.290.308	577.290.308
2	0	79.200.000	8.957.208	0	88.157.208	665.447.516
3	0	87.120.000	9.270.711	0	96.390.711	761.838.227
4	0	95.832.000	9.595.186	0	105.427.186	867.265.412
5	0	105.415.200	9.931.017	2.454.739	117.800.956	985.066.368
6	0	115.956.720	10.278.603	0	126.235.323	1.111.301.691
7	0	127.552.392	10.638.354	0	138.190.746	1.249.492.437
8	0	140.307.631	11.010.696	0	151.318.327	1.400.810.764
9	0	154.338.394	11.396.071	0	165.734.465	1.566.545.229
10	0	169.772.334	11.794.933	2.915.460	184.482.626	1.751.027.855

Dari hasil perhitungan biaya menggunakan dispenser dan dibandingkan dengan metode RO dapat dilihat pada tabel berikut:

Gambar 14. Grafik Perbandingan Metode

Tabel 7. Persentase Penghematan Antara Metode RO dan Metode Galon

Tahun	Biaya Kumulatif Metode Galon (Rp)	Biaya Kumulatif Metode RO (Rp)	Penghematan (Rp)	Penghematan dalam (%)
1	355,794,678	572,449,763	-216,655,085	-60.9
2	717,690,494	655,597,007	62,093,487	8.7
3	1,096,542,664	746,802,405	349,740,259	31.9
4	1,493,373,661	846,862,792	646,510,869	43.3
5	1,919,606,611	959,109,111	960,497,500	50.0
6	2,355,784,466	1,079,595,385	1,276,189,081	54.2
7	2,813,509,535	1,211,835,865	1,601,673,670	56.9
8	3,294,164,070	1,356,995,667	1,937,168,402	58.8
9	3,799,241,510	1,516,356,059	2,282,885,451	60.1
10	4,342,615,918	1,694,241,519	2,648,374,399	61.0

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan sistem pemanfaatan air hujan sebagai air siap minum, didapatkan kesimpulan bahwa air hujan dapat dimanfaatkan sebagai air siap minum serta dapat diaplikasikan untuk gedung Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta. Dengan penghematan biaya pada periode tahun kedua yang telah mendapatkan keuntungan sebesar 8,7% menggunakan sistem *Reverse Osmosis*.

4.2. Saran

1. SOP (Standar Operasional Prosedur) perlu dibuat untuk penggunaan alat water treatment *reverse osmosis* agar semua yang menggunakan akan lebih mudah juga terawat dan terkendali.
2. Sebelum adanya pelaksanaan metode ini sebaiknya diadakan penelitian dari kualitas air hujan lebih lanjut untuk digunakan sebagai air baku untuk air siap minum di gedung kantor tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2015. Sistem Plumbing Pada Bangunan Gedung
- [2] Darmasetiwan, Martin. 2001. Teori dan Perencanaan Instalasi pengolahan Air. Yayasan Suryono. Bandung
- [3] Dede Juliansyal. 2015. Analisis Curah Hujan. Serang: Universitas Sultan Agung Tirtayasa
- [4] Departemen Kesehatan (2002). Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- [5] Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air. Kanisius. Yogyakarta.
- [6] Hakim, Arif Rahman. 2016. Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Hujan dan Air Daur Ulang Di Apartemen Sheerwood Residence Kelapa Gading Jakarta Utara. Bandung : Politeknik Negeri Bandung.
- [7] Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 38 Tahun 2012. Tentang Bangunan Gedung Hijau
- [8] Prayoga, Firman. 2017. Perencanaan Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Siap Minum di Lingkungan Politeknik Negeri Bandung. Bandung : Politeknik Negeri Bandung
- [9] Pratomo, Agit. 2017. Kritisnya Kualitas Air Tanah di Jakarta.
- [10] Syahputra, KH. 2017. Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Hujan Pada Mall 23 Paskal Bandung. Bandung : Politeknik Negeri Bandung