

**STUDI EVALUASI SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KAMPUS I
INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND YOGYAKARTA
DALAM UPAYA Mendukung KAMPUS BERWAWASAN LINGKUNGAN**

Purnawan¹, Hadi Prasetyo Suseno², Demetrius Charlie³

^{1,2,3}Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: ¹purnawan@akprind.ac.id, ²hp_suseno@akprind.ac.id, ³demetriuscharlie00@gmail.com

Masuk: 18 Januari 2022, Revisi masuk: 20 Februari 2022, Diterima: 25 Februari 2022

ABSTRACT

Clean Water Availability is very important in buildings, therefore a plumbing system for clean water distribution is required to meet the need for clean water with appropriate discharge and pressure. Building constructions without analysis of the suitability of the clean water distribution system can cause the clean water supply system to be less efficient and effective. They also have an impact on high operational costs. The plumbing system for supplying clean water in the building includes a clean water supply system, clean water installations, analysis of water demand calculations, analysis of clean water pipe planning calculations. The results of the study showed that load in Plumbing System in Campus 1 IST AKPRIND was 332 units with a peak hourly usage discharge of 440 L/minute, supply pumps with groundwater sources use deep well pumps with Sanyo Model PD-WH200 B, 200 watts, suction 27 m, 50 m maximum flow height, 1-inch pipe, discharge 27 liters/minute so it cannot meet peak hourly discharge requirements. To meet the needs of clean water, it is necessary to supply the clean water from PDAM sources with an average cost of IDR 2,071,000 per month. For operational cost efficiency, replacing the appropriate groundwater pump and stopping the supply of clean water from the PDAM need to be conducted. An alternative pump that can be used is Showfou centrifugal pump Type SPM 232 L with power specifications 1.5 KW

Keywords: Plumbing, clean water, distribution network.

INTISARI

Penyediaan air bersih pada suatu gedung sangat penting, oleh karena itu sistem plambing penyediaan air bersih diperlukan agar distribusi air bersih ke seluruh bagian terpenuhi dengan debit dan tekanan yang sesuai. Pengembangan gedung tanpa dilakukan analisis kesesuaian sistem penyaluran air bersih dapat mengakibatkan sistem penyediaan air bersih menjadi kurang efisien dan efektif dan berdampak pada biaya operasional yang tinggi. Sistem plambing penyediaan air bersih pada gedung meliputi sistem penyediaan air bersih, instalasi air bersih, analisa perhitungan kebutuhan air, analisa perhitungan perencanaan pipa air bersih. Dari hasil penelitian didapatkan hasil jumlah Unit Beban Alat Plambing di kampus 1 IST AKPRIND berjumlah 332 buah dengan debit pemakaian jam puncak sebesar 440 L/menit, pompa suplai dengan sumber air tanah menggunakan pompa sumur dalam, merk Sanyo Model PD-WH200 B, daya 200 watt, daya hisap 27 m, tinggi aliran maks 50 m, pipa 1 ¼ inch, debit 27 liter/menit sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan debit jam puncak. Untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih, diperlukan suplai dari sumber PDAM dengan biaya rata-rata Rp

2.071.000,- per bulan. Untuk efisiensi biaya operasional dilakukan dengan penggantian pompa air tanah yang sesuai dan menghentikan suplai air bersih dari PDAM, alternatif pompa yang dapat dipergunakan : pompa sentrifugal merk Shouwfou Type SPM 232 L dengan spesifikasi Daya 1,5 KW, 2 HP, 1 Phase, 220 V, Diameter pipa suplay 1,5 Inch, Max head 46 m, Debit 220 L/menit.

Kata kunci : *plumbing, air bersih, jaringan distribusi.*

PENDAHULUAN

Perencanaan sistem distribusi air bersih pada sebuah gedung berguna untuk melayani kebutuhan air ke seluruh bagian yang memerlukannya dengan debit dan tekanan yang cukup. Perancangan instalasi penyediaan air bersih dilakukan setelah perencanaan pembangunan dari gedung yang bersangkutan telah ada, karena dari itulah dapat diketahui bagian mana yang memerlukan air dan bagaimana jenis penggunaannya. Dalam Instalasi air bersih diperlukan sumber air dengan kualitas yang sesuai dengan air bersih dan memiliki tekanan yang cukup pada setiap keluaran (*fixture unit*), yaitu ± 1 bar (1 kg/m^2) serta mampu mencukupi air bersih pada saat waktu pemakaian jam puncak.

Perencanaan sistem penyediaan air bersih suatu bangunan, kebutuhan air bersih tergantung dari fungsi kegunaan bangunan, jumlah peralatan saniter dan jumlah penghuninya. Fungsi dari peralatan plumbing adalah pertama, untuk menyediakan air bersih ke tempat tempat yang membutuhkan dengan jumlah aliran serta tekanan yang sesuai, dan kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu dan tetap menjaga kebersihan tempat-tempat yang dilaluinya (SNI 03-6481-2000).

Dalam sistem ini diperlukan perencanaan dengan teknis yang benar (aman untuk keselamatan dan aman untuk jaringan pipa), kebutuhan air terpenuhi, ekonomis dan higienis (ditinjau dari segi kesehatan).

Perencanaan sistem plumbing yang baik akan memberikan keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan alat plumbing terhadap penghuni di gedung tersebut (Prahara, D., 2014).

Dengan perkembangan fungsi dan kebutuhan maka terjadi pengembangan gedung tanpa dilakukan analisis kesesuaian sistem penyaluran air bersih sehingga akan mengakibatkan sistem penyediaan air bersih menjadi kurang efisien dan efektif dan berdampak pada biaya operasional yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi evaluasi sistem penyediaan air bersih di Kampus 1 Institut Sains & Teknologi AKPRIND terkait dengan : 1). Menghitung penggunaan air pada saat jam puncak.. 2). Menghitung dimensi tangki penampung air (*reservoir*). 3). Menghitung diameter pipa yang sesuai dengan debit aliran air puncak. 4). Mengevaluasi daya pompa yang digunakan. 5). Mengevaluasi alternatif efisiensi biaya operasional penyediaan air bersih

Penelitian dilaksanakan melalui 3 tahapan dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Observasi dan pengumpulan data
Pada langkah ini peneliti melakukan pendataan sistem jaringan air bersih, sumber penggunaan air bersih, jumlah alat plumbing, mengukur dimensi reservoir dan biaya penggunaan air tanah
- 2) Kajian dan studi literatur
Data yang telah didapatkan dari hasil observasi dilakukan perhitungan berdasarkan literatur untuk

memperhitungkan jumlah pemakaian air pada jam puncak serta menghitung kesesuaian pompa yang dipergunakan

3) Evaluasi

Peneliti melakukan evaluasi dengan mengkomparasi data hasil perhitungan dengan data hasil observasi untuk dilakukan analisis upaya efisiensi

Pada aturan Peraturan Menteri Kesehatan No.32 tahun 2017 dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum (Depkes RI, 2017).

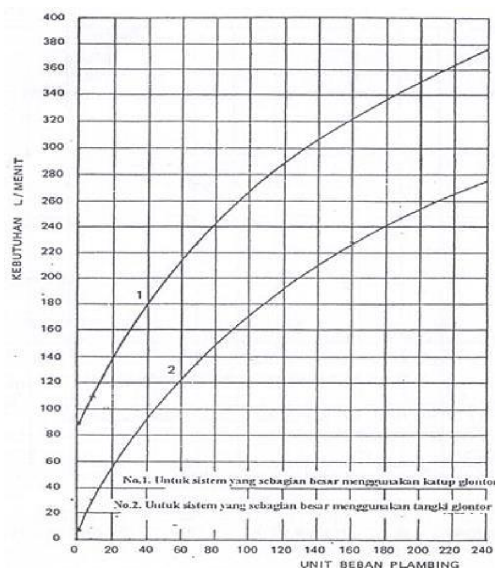
Sistem plambing merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan gedung. Dalam perencanaan sistem plambing air bersih, terdapat hal penting yang harus diperhatikan, yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air (Rinka, D.K., Sururi, R., & Wardhani, E., 2014).

Penaksiran Kebutuhan Air Bersih

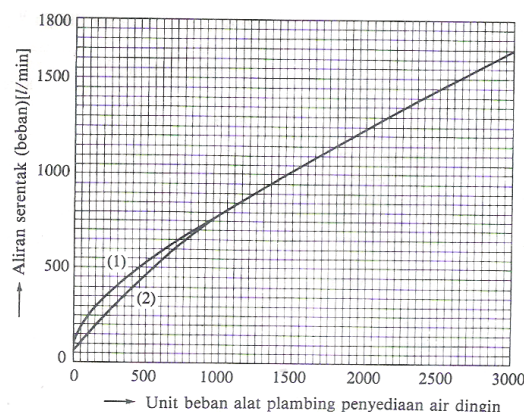
Terdapat beberapa metode dalam penaksiran penyediaan kebutuhan air, diantaranya:

1. Penaksiran Berdasarkan Pemakaian Air Rata-Rata Per Orang Setiap Hari, metode ini jika jumlah penghuni diketahui melalui perkiraan jumlah pemakaian air rata-rata sehari dalam jangka waktu operasional.

2. Penaksiran Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plambing yang terdapat dalam gedung untuk menghitung kebutuhan airnya.
3. Penaksiran Berdasarkan Unit Beban Alat Plambing (UBAP). Metode ini menyatakan setiap alat plambing dalam unit beban (*fixture unit*).



Gambar 1. Kurva Hubungan Unit Beban Alat Plambing Dengan Laju Aliran 0-240



Gambar 2. Kurva Hubungan Unit Beban Alat Plambing Dengan Laju Aliran 0-3000

Penaksiran Pemakaian Air Bersih Pada Jam Puncak

Metode penaksiran berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing dapat dipergunakan dengan menggunakan tabel 1 pemakaian air tiap alat plambing (Noerbambang S. M., Morimura, Takeo., 2000).

Tabel 1 pemakaian air tiap alat plambing

No.	Nama alat plambing	Setiap pemakaian (Liter)	Waktu pengisian (detik)
1	Kloset, katup gelontor	15	10
2	Kloset, tangki gelontor	14	60
3	Peturasan, katup gelontor	5	10
4	Peturasan, tangki gelontor	14	300
5	Bak cuci tangan kecil	10	18
6	Bak cuci tangan biasa	10	40
7	Bak cuci dapur, dng keran 13 mm	15	60
8	Bak cuci dapur, dng kran 20 mm	25	60
9	Bak mandi rendam (bathtub)	125	250
10	Pancuran mandi (shower)	42	210

Aliran serentak atau debit pemakaian jam puncak dapat dihitung dengan menggunakan grafik/kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk unit beban alat plambing.

Luas penampang pipa dapat dihitung dengan:

$$A = \frac{Q}{v}$$

Keterangan:

A = luas penampang pipa (m²)

Q = Debit pemakaian jam puncak (L/mnt)

v = kecepatan aliran dalam pipa (0,9 – 2 m/det) (SNI 03-7065-2005)

Diameter pipa suplay dapat dihitung dengan:

$$D = \sqrt{\frac{A}{1/4 \pi}}$$

Keterangan:

D = diameter pipa (inch)

A = luas penampang pipa (m²)

π = 3,14

$$Q_d = M \times f \times Q$$

denga

$$M = \beta \times \frac{L}{S}$$

Dimana :

Q_d = pemakaian air rata-rata per hari

Q = jumlah pemakaian air rata rata per orang/hari

M = jumlah penghuni

β = perbandingan luas lantai efektif (55 – 80%)

L = luas bangunan gedung

S = beban penghunian

f = faktor kehilangan (20%)

Pada waktu-waktu tertentu pemakaian air akan melebihi pemakaian air rata-rata, laju aliran air pada jam puncak digunakan untuk menentukan ukuran pipa atau pompa penyediaan air, untuk menghitung pemakaian air jam puncak dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_h = \frac{Q_d}{T}$$

Q_h = Pemakaian air rata-rata

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari

T = Jangka waktu pemakaian rata-rata sehari

Pemakaian air jam puncak :

$$Q_{h-max} = (c_1)(Q_h)$$

Pemakaian air menit puncak :

$$Q_{m-max} = (c_2)\left(\frac{Q_h}{60}\right)$$

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi sumber air bersih yang dipergunakan di Kampus 1 terdapat 2 sumber dengan penjelasan seperti tercantum dalam Tabel 5.1. Hasil observasi yang tercantum Tabel 5.1 menunjukkan bahwa sumber air bersih menggunakan air tanah dan air PDAM, penggunaan sumber air bersih PDAM disebabkan karena pada saat kebutuhan puncak suplay dari air tanah tidak mencukupi namun belum pernah dilakukan evaluasi kesesuaian penggunaan pompa untuk memenuhi kebutuhan pada saat saat jam puncak.

Tabel 2: Spesifikasi Sumber Air Bersih

Sumber Air	Spesifikasi	Sistem penyediaan	Jumlah tagihan
Air Tanah	Kategori air tanah dangkal, kedalaman 20 m	Pompa sumur dalam, merk Sanyo Model PD-WH200 B, daya 200 watt, daya hisap 27 m, tinggi aliran maks 50 m, debit 27 liter/menit, pipa 1 ¼ inch	Rata-rata Rp 300.000,- (offline) Rata-rata Rp 300.000,- (online)
Air PDAM	Sesuai Permenkes RI No.492/MENKES/PER/IV/2010	Pipa suplay diameter ½ inch dengan water meter, tarif IIc	Rata-rata Rp 2.071.000,- (offline) Rata-rata Rp 1.239.000,- (online)

Jumlah tagihan penggunaan air tanah relatif tetap karena didasarkan atas pajak air tanah sesuai dengan Peraturan Walikota Yogyakarta No. 84 tahun 2017 tentang Petunjuk Pelaksanaan Peraturan Daerah Kota Yogyakarta No. 1 Tahun 2011 Tentang Pajak Daerah, sedangkan jumlah tagihan penggunaan air PDAM akan berubah seiring volume air yang dipergunakan

Sistem Jaringan dan Distribusi Air Bersih

Tangki reservoir yang terletak di kompleks sisi barat berdekatan dengan unit perpustakaan merupakan reservoir utama dengan dimensi 2 x 3 x 3 m dengan volume 13,3 m³, tangki reservoir ini untuk memenuhi kebutuhan air bersih seluruh unit-unit yang ada di kampus 1 dengan mengalirkan dengan pompa ke reservoir 1 dengan kapasitas 1 m³ untuk mensuplai kebutuhan air bersih:

1. Mushola Al Kautsar
2. Radio ISTAKALISA
3. Perpustakaan unit 1
4. Toilet parkir barat

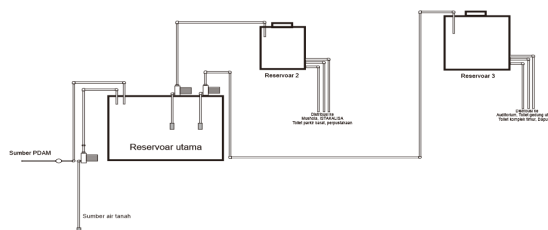
Selain untuk memenuhi kebutuhan air bersih unit-unit tersebut diatas, dari reservoir utama juga dipergunakan untuk mengisi reservoir 2 dengan volume 5 m³ dan terletak diatas Auditorium yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih unit-unit antara lain:

1. Toilet Auditorium
2. Toilet gedung pusat lantai 2
3. Toilet gedung pusat lantai 2

4. Toilet rektorat
5. Toilet BAA
6. Toilet umum sisi timur
7. Dapur
8. Toilet parkir timur
9. Toilet SATPAM/Driver
10. Kran umum parkir mobil

Berdasarkan hasil observasi unit yang harus di suplai air bersih berjumlah 14 unit dan mengalami penurunan debit pada pemberlakuan kegiatan online serta mengalami kenaikan pada pemberlakuan kegiatan offline seiring dengan meningkatnya kegiatan yang dilaksanakan di kampus.

Sistem jaringan distribusi untuk memenuhi kebutuhan air bersih unit-unit yang ada seperti ditampilkan dalam gambar 5.1



Gambar 3: Jaringan dan distribusi air bersih

Analisis Jumlah Pemakaian Jam Puncak

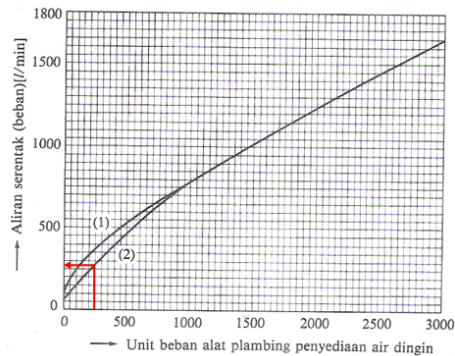
Jumlah pemakaian jam puncak didasarkan atas jenis alat plambing yang dipergunakan pada unit-unit penyediaan air bersih diantaranya ruangan khusus, ruangan umum dan publik seperti tercantum dalam tabel 5.2

Tabel 3 : Jumlah dan Jenis Alat Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah	Unit Beban	Jumlah Unit Beban
Kloset Katup Gelontor	2	10	20
Kloset Tangki Gelontor	24	5	120
Peturasan Tangki Gelontor	21	3	63
Bak cuci Tangan	19	2	38
Bak cuci Piring	4	2	8
Kamar Mandi dengan bak Mandi	2	2	4
Jumlah Unit Beban Alat Plambing			253

Sumber : data primer, 2021

Dari hasil perhitungan jumlah unit beban alat plambing didapatkan nilai 253 selanjutnya dihubungkan dengan kurva unit beban alat plambing dengan laju aliran sebagaimana pada Gambar 1 yang mana sebagian besar menggunakan sistem tangki gelontor.



Gambar 4. Kurva Hubungan Unit Beban Alat Plambing Dengan Laju Aliran 0-3000 [6]

Berdasarkan Kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP didapatkan debit puncak aliran sebesar 440 L/menit, dengan kecepatan aliran dalam pipa berdasarkan SNI 03-7065-2005 0,9 – 2 m/det dan diambil, $v = 1,5$ m/det.

Penggunaan air bersih per jam (Q_h):

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_m \times (60 \text{ menit} : 1 \text{ jam}) \\ Q_h &= Q_m \times (60 \text{ menit} : 1 \text{ jam}) \\ &= 275 \text{ L/menit} \times 60 \text{ menit} \\ &= 16.500 \text{ L/jam} \approx 16,5 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Penggunaan air bersih rata-rata/hari

(Q_d):

$$\begin{aligned} Q_d &= Q_h \times T \\ &= 16,5 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 130 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Penggunaan air bersih pada jam puncak ($Q_h \text{ maks}$):

$$\begin{aligned} Q_h \text{ maks} &= Q_h \times C_1 \\ &= 16,5 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1,5 \\ &= 24 \text{ m}^3/\text{jam} \approx 24.750 \text{ L/jam} \\ &\approx 412,5 \text{ L/menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah pemakaian jam puncak debit yang harus

disuplai sebesar 412,5 L/menit sedangkan pompa yang dipasang saat ini memiliki debit aliran sebesar debit 27 liter/menit sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan air bersih pada saat jam puncak, solusi untuk dapat memenuhi kebutuhan pada saat jam puncak dengan penambahan air bersih dari PDAM namun demikian akan menambah biaya operasional sehingga untuk menekan biaya operasional diperlukan upaya alternatif.

Analisis Diameter pipa suplay :

Berdasarkan SNI 03-7065-2005, kecepatan aliran dalam pipa: 0,9-2 m/det, dengan mengambil $v = 1,5$ m/det maka Karena :

Karena

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

Maka

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{412,5 \text{ L/mnt} \times \text{m}^3/1000 \text{ L} \times \text{mnt}/60 \text{ dtk}}{1,5 \text{ m/det}}$$

$$A = 0,0046 \text{ m}^2$$

Sehingga :

$$D = \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{4} \pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0,0046 \text{ m}^2}{\frac{1}{4} \times 3,14}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0,0046 \text{ m}^2}{\frac{1}{4} \times 3,14}}$$

$$D = 0,076 \text{ m}^2 \quad D = 0,076 \text{ m}^2 \approx$$

$$7,6 \text{ cm} \approx 2,99 \text{ inch}$$

$$7,6 \text{ cm} \approx 2,99 \text{ inch}$$

Dengan diameter pipa suplay 2,99 inch maka pompa yang dipergunakan yang memiliki spesifikasi diameter disch 1,5 inch sebanyak 2 buah.

Menghitung Daya Pompa

Tinggi angkat:

$$H = H_a + H_{f\ sd} + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 22\ m + 4,4\ m + \frac{(1,5\ m/det)^2}{2 \times 9,8\ m/det}$$

$$H = 26,51\ m$$

Daya hidrolis:

$$N_h = (Q)(h_d + h_s)(S_g)(g)$$

$$N_h = \left(0,4\ \frac{m^3}{jam}\right)(22\ m)\left(998\ \frac{kg}{m^3}\right)(9,8\ m/det^2)$$

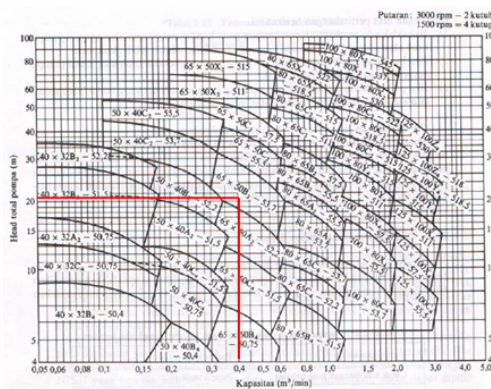
$$N_h = 86.067\ \frac{kgm}{det^2}\ m/det = N\ m/det = \frac{joule}{det}$$

$$= watt$$

$$N_h = 86,1\ Kw$$

Pemilihan Pompa

Dengan debit : 0,412 m³/mnt dan Head total : 22 m maka jenis pompa dapat dicari dengan menggunakan diagram pemilihan pompa standard.



Gambar 5: Diagram pemilihan pompa standard

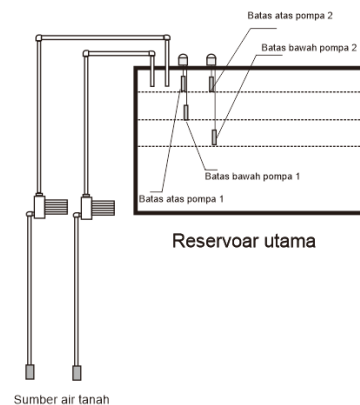
Berdasarkan diagram pemilihan pompa standar didapatkan pompa dengan spesifikasi 65 x 50B – 5 3,7. Arti dengan kode tersebut adalah:

- 65 = diameter hisap (65 mm)
- 50 = diameter buang (50 mm)
- B = tipe rumah pompa dengan 2 katup
- 5 = frekuensi (50 Hz)
- Daya motor = 3,7 kW

Alternatif Upaya Efisiensi Anggaran Operasional

Dalam rangka upaya efisiensi anggaran operasional dapat dilakukan dengan penggantian pompa air tanah yang sesuai untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih pada saat jam puncak dengan menghentikan kebutuhan air bersih dari PDAM.

Untuk dapat mensuplai kebutuhan air bersih pada saat jam puncak sebesar 412,5 L/menit maka alternatif pompa yang dapat dipergunakan: pompa sentrifugal merk Showfou Type SPM 232 L atau SPM 212 L dengan spesifikasi Daya 1,5 KW, 2 HP, 1 Phase, 50 Hz, 220 V, Diameter pipa suplay 1,5 Inch, Max head 46 m, Debit 220 L/menit dengan jumlah pompa 2 buah, pengaturan pompa dilakukan sistem otomatis dengan memasang Water Level Control dengan skema sebagai berikut:



Gambar 6: Operasional sistem 2 pompa

Sistem operasional pompa pada Gambar 6 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Pada saat kebutuhan normal dan air pada resevoir utama berada di level 2 maka pompa 1 akan beroperasi dan akan berhenti setelah air pada resevoir utama mencapai di level 1.
- 2) Pada saat kebutuhan air bersih jam puncak sehingga suplai pompa 1 tidak mampu memenuhi kebutuhan sehingga air pada resevoir utama sehingga air pada resevoir utama mencapai di level 3 maka pompa 1 dan 2 akan beroperasi dan akan

akan berhenti setelah air pada resevoir utama mencapai di level 1.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pertama, kebutuhan air pada saat jam puncak di Kampus Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta sebesar 440 L/menit. Kedua, dimensi resevoir utama memiliki kapasitas 13,3 m³, resevoir 2 memiliki kapasitas 1 m³ dan resevoir 3 memiliki kapasitas 5 m³. Ketiga, diameter pipa suplai terpasang 1 ¼ inch dan tidak sesuai dengan perhitungan yaitu yang seharusnya 1,5 inch sesuai dengan debit aliran air puncak debit 412,5 L/menit. Keempat, pompa yang digunakan memiliki debit 27 liter/menit sedangkan berdasarkan perhitungan untuk memenuhi kebutuhan air pada saat jam puncak sebesar 412,5 L/menit, untuk memenuhi kebutuhan saat ini menggunakan suplai air bersih dari PDAM yang mengakibatkan penambahan biaya operasional

Salah satu alternatif upaya efisiensi biaya operasional penyediaan air bersih dapat dilakukan dengan memasang pompa air tanah yang sesuai dengan kebutuhan air pada saat jam puncak sehingga tidak perlu menambah suplai air bersih dari PDAM

Saran

Peneliti mengalami kesulitan terkait data valid penggunaan air tanah dan air PDAM dikarenakan tidak adanya pencatatan kebutuhan air bersih per bulan di Biro Administrasi Umum. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam rangka efisiensi biaya operasional penyediaan air bersih dengan memanfaatkan air hujan sebagai air bersih, hal ini bertujuan selain meminimalisir penggunaan air tanah sekaligus sebagai upaya mendukung jati diri institut yaitu kampus berwawasan lingkungan

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 03-6481-2000. "Sistem Plambing". Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta. 2000
- Badan Standardisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 03-7065-2005. "Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing". Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta. 2015
- Depkes, RI ; 2017, Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum. Depkes RI, Jakarta.
- Noerbambang S. M., Morimura, Takeo.. "Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing". PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 2000
- Peraturan Walikota Yogyakarta No. 84 tahun 2017 tentang Petunjuk Pelaksanaan Peraturan Daerah Kota Yogyakarta No. 1 Tahun 2011
- Prahara, D. (2014). Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih Pada Bangunan Kondotel dengan Menggunakan Sistem Gravitasi dan Pompa. Jurnal Teknologi Lingkungan Basah Vol. 2 No.1 Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
- Rinka, D.K., Sururi, R., & Wardhani, E. (2014). Perencanaan Sistem Plambing Air Limbah dengan Penerapan Konsep Green Building pada Gedung Panghegar Resort Dago Golf Hotel. Jurnal Teknik Lingkungan ITENAS, 2, 1-12.

BIODATA PENULIS

Purnawan, Yogyakarta 8 Oktober 1962, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, email: purnawan@akprind.ac.id, 2006 Teknik Lingkungan, 2010 Magister Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Saat ini bekerja sebagai

Dosen Tetap Program Studi Teknik Lingkungan di IST AKPRIND Yogyakarta, bidang minat Pengendalian Pencemaran Lingkungan dan Teknik Penyediaan Air Bersih.

Hadi Prasetyo Suseno, Lampung 5 Oktober 1958, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, email: hp_suseno@akprind.ac.id, 1979 Teknik Kimia, 2006 Magister Kimia Lingkungan. Saat ini bekerja sebagai Dosen Tetap Program Studi Teknik Lingkungan di IST AKPRIND Yogyakarta, bidang minat Produksi Bersih Industri.

Demetrius Charlie Makaic 12 Mei 2000, email: demetriuscharlie00@gmail.com, Saat ini tercatat sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan di IST AKPRIND Yogyakarta, bidang minat Pengendalian Pencemaran Lingkungan