

MODIFIKASI PASOKAN AIR BERSIH DI INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL

A h r o j i

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN), BATAN
Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang 15314

ABSTRAK

MODIFIKASI PASOKAN AIR BERSIH DI INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL. Pasokan (*supply*) catu air bersih berfungsi sebagai sarana penunjang kebutuhan kegiatan yang berada dilaboratorium maupun diperkantoran gedung Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE). Peralatan utama terdiri dari tandon air berkapasitas 360 m³ (*Fresh water* 90 m³, *Sanitary* 20 m³ dan 250 m³ *Air Conditioning make up*), tangki tekan, kompresor dan sepasang pompa air (A dan B) Setiap tandon mendapat posokan dari menara air Puspipstek setinggi 60 m dengan kapasitas alir 15 m³/jam. Permasalahan jika salah satu peralatan pada tangki tekan yaitu motor, pompa dan kompresor mengalami kerusakan atau gangguan operasi maka sistem catu air tidak dapat beroperasi mendistribusikan air bersih ke pengguna. Untuk meningkatkan sistem catu air bersih secara optimal di IEBE perlu dilakukan rancangan modifikasi atau penambahan sistem instalasi pemipaan yang disambung langsung instalasi pipa Puspipstek. Untuk memperoleh data melakukan survei catu air bersih fasilitas IEBE serta pengukuran tekanan, panjang pipa, diameter pipa, menghitung katup, belokan, sambungan, penyempitan, saringan, *check valve* pada sistem pemipaan *AC make up* untuk catu air menara pendingin Genset yang dijadikan contoh perhitungan. Menggambar modifikasi sistem catu air bersih di fasilitas IEBE tanpa tangki tekan dan mendata spesifikasi komponen yang dibutuhkan. Hasil pengukuran tekanan pada jam kerja 2 bar-3 bar, perhitungan kapasitas alir untuk menara pendingin Genset 0,001041 m³/det atau 62,46 lt/menit dengan demikian melebihi persyaratan kapasitas alir menara pendingin sebesar 13 lt/menit dengan ukuran pipa untuk *Sanitary* 2½", *Fresh water* 3" dan *AC make up* 3". Modifikasi ini jika direalisasikan dapat dijadikan distribusi pasokan catu air alternatif, mengurangi pemakaian energi listrik dan perawatan.

Kata kunci : modifikasi, sistem catu air bersih, posokan air bersih

PENDAHULUAN

Sistem pasokan air bersih berfungsi sebagai sarana penunjang kebutuhan kegiatan yang berada dilaboratorium maupun diperkantoran gedung Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE). Catu air bersih dialirkan oleh sistem pasokan air dengan tangki tekan yang berada *under ground* gedung *Media Energi Supply* (MES). Peralatan utama sistem pasokan air bersih dengan tangki tekan terdiri dari tandon air berkapasitas 360 m³ (*Fresh water* 90 m³, *Sanitary* 20 m³ dan 250 m³ *AC make up*), tangki tekan, kompresor dan sepasang pompa air (A dan B) untuk setiap tangki tekan. Masing-masing tandon air mendapat posokan air bersih dari menara air Puspipstek setinggi 60 m dengan kapasitas alir 15 m³/jam. Sistem kerja masing-masing tangki tekan yaitu pompa air A atau B yang beroperasi secara bergantian untuk menyedot air dari tandon ketangki tekan. Tangki tekan yang berkapasitas 4000 liter terisi air ¾ dari isi tangki tekan kemudian masukan

udara tekan 3 bar dari tangki udara tekan setelah mengoperasikan kompresor. Bila katup pada instalasi sistem catu air bersih dibuka maka air akan memancar keluar. Pompa tekan bekerja berdasarkan tekanan tangki tekan batas bawah 2 bar dan berhenti bekerja pada batas atas 4 bar.

Beberapa permasalahan yang ada saat ini adalah jika salah satu peralatan pada tangki tekan yaitu motor, pompa dan kompresor mengalami kerusakan atau gangguan operasi maka sistem catu air tidak dapat mendistribusikan air bersih ke pengguna. Gangguan operasi sering dijumpai sehingga mengakibatkan terganggunya pengoperasian peralatan laboratorium atau kegiatan perkantoran yang memerlukan pasokan air bersih.

Untuk meningkatkan penggunaan operasi sistem catu air bersih secara optimal pada laboratorium di IEBE perlu dilakukan penelitian dan rancangan modifikasi atau penambahan sistem instalasi pemipaan yang disambung langsung dari pipa pasokan air dari Puspipstek.

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pengukuran tekanan pasokan air dari Puspipstek pada jam kerja, sistem pemipaan dan perhitungan kerugian gesek dalam pipa sistem catu air menara pendingin (*Coling Tower*) untuk Genset yang posisinya paling tinggi diantara *Coling Tower* lain yang dilayani oleh sistem catu air *AC Make up* yang mempunyai ketinggian sama dengan kamar mandi lantai II perkantoran.

Hal ini yang perlu dilakukan adalah mengetahui kerugian gesek pada sistem pemipaan dan kesesuaian kapasitas alir yang dibutuhkan menara pendingin Genset yang dijadikan contoh perhitungan. Contoh perhitungan ini untuk acuan membuat rancangan modifikasi catu air bersih di fasilitas IEBE tanpa tangki tekan.

Hasil dari modifikasi ini diharapkan dapat dimanfaatkan dan direalisasikan dalam pengoperasian sistem catu air bersih secara langsung dari sumber Puspipstek tanpa melalui sistem catu air bersih dengan tangki tekan yang memerlukan energi listrik. Pasokan air bersih tanpa melalui tangki tekan ini sebagai pilihan alternatif bila terjadi kerusakan atau gangguan pada peralatan sistem catu air bersih dengan tangki tekan, sehingga aktifitas yang menggunakan air bersih di gedung IEBE dapat terpenuhi.

TEORI

Dalam pelaksanaannya, kapasitas alir dan kerugian gesek keseluruhan pada jalur pemipaan dapat diketahui dengan hasil data pengukuran diameter pipa, panjang pipa, jumlah belokan, jumlah katup, jumlah sambungan T dan jumlah *reducer*, pada sistem air bersih untuk *Coling Tower* Genset. Hasil pengukuran tersebut dimasukkan kedalam persamaan-persamaan berikut:

Head kerugian gesek dalam pipa

Persamaan dasar untuk menghitung head turun untuk aliran fluida dalam pipa-pipa dan saluran dengan menggunakan Rumus Darcy-Weishbach ^[1] yaitu:

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

- hf = penurunan head (m)
- f = factor gesekan
- L = panjang (m)
- V = kecepatan rata-rata (m/det)
- g = percepatan gravitasi (m/det²)
- $V^2/2g$ = head kecepatan (m)
- D = diameter dalam pipa (m)

Sebagai patokan suatu aliran laminer atau aliran turbulen, dengan memakai bilangan Reynolds:

$$Re = \frac{VD}{\nu} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

- Re = bilangan Reynolds (tak berdimensi)
- ν = viskositas kinematik zat cair (m²/s).
- V = kecepatan rata-rata (m/det)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- Untuk aliran tertutup, koefisien kerugian gesek dalam pipa dengan rumus empiris menurut cara Darcy ^[3]

$$f = 0,020 + \frac{0005}{D} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

- D = Diameter dalam pipa (m)

Kerugian head dalam fittings

Kerugian head dalam jalur pipa, seperti dalam sambungan-sambungan pipa dinyatakan secara umum dengan persamaan

$$hf = K \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

- hf = kerugian head (m)
- K = koefisien kerugian
- V = kecepatan rata-rata (m/det²)
- Harga koefisien kerugian K dari Appendix ^[1] pada sambungan-sambungan pipa untuk :

Belokan 45°	K = 0,35 - 0,45
Belokan 90°	K = 0,50 - 0,75
Katup terbuka	K = 0,25
Katup tertutup	K = 3,0
Sambungan T	K = 1,5 - 2,0

Pembesaran penampang pipa secara mendadak

Pembesaran mendadak pada bagian saluran, terdapat perubahan penampang dari kecil ke besar dengan demikian terjadi perubahan kecepatan aliran. Untuk kerugian head dapat dinyatakan dengan persamaan

$$hf = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \dots\dots\dots(5)$$

dengan:

- hf = kerugian head (m)
- V_1 = kec.rata-rata penampang kecil (mdet)
- V_2 = kec.rata-rata penampang besar (m/det)
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

Pengecilan Penampang Pipa Secara Mendadak

Pengecilan mendadak pada bagian pipa saluran, terdapat perubahan penampang dari besar ke kecil dengan demikian terjadi perubahan kecepatan aliran. Untuk kerugian head pengecilan mendadak dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$hf = K \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(6)$$

Head total pompa menurut instalasi sistem pipa tertutup^[2] adalah :

$$H = hf_1 + hf_2 + hm \dots\dots\dots(7)$$

dimana:

- H=head total pompa (mH₂O)
- hf=kerugian gesek dalam pipa lurus (mH₂O)
- hf=kerugian gesek komponen dari sistem pipa (mH₂O)
- hm=tahanan dari perlengkapan (mH₂O)

Persyaratan bagi Menara Pendingin

Kapasitas menara pendingin menurut *The Japenese Cooling Tower Industri Association* sebagai berikut; pada kondisi temperatur bola basah udara sekitar 27⁰C, temperatur air masuk 37⁰C, temperatur air keluar 32⁰C, volume aliran 13 lt/menit. Harga standar tersebut menentukan prestasi menara pendingin^[2]

Dari parameter pada persamaan tersebut dibuat penurunan tekanan pada masing-masing segmen sepanjang sistem aliran dihitung kemudian ditabelkan pada lampiran.

TATA KERJA

Untuk memperoleh data modifikasi melakukan langkah-langkah sebagai berikut: Melakukan survei sistem pasokan air bersih dari Puspipstek dan instalasi sistem catu air bersih fasilitas IEBE dan pengukuran tekanan pasokan air dari Puspipstek pada jam kerja. Pengukuran sistem pemipaan *AC Make up* untuk catu air menara pendingin (*cooling tower*) genset yang dijadikan contoh perhitungan yang diawali dengan

pengukuran, diameter pipa secara langsung untuk memperoleh hasil ukur yang akurat pengukuran menggunakan jangka sorong yang terbuat dari baja dan mencatatnya. Selanjutnya pengukuran panjang pipa dengan menggunakan rol meter untuk jalur pipa yang berdiameter sama dan menghitung jumlah komponen pipa yang terpasang seperti katup, belokan, sambungan T dan sebagainya. Membuat gambar isometrik jalur pemipaan sistem catu air menara pendingin Genset dan dilanjutkan menghitung kapasitas alir dan kerugian gesek dalam pipa pada jalur pemipaan menara pendingin Genset. Langkah terakhir yaitu menggambar modifikasi posokan air bersih di fasilitas IEBE dan mendata spesifikasi komponen yang dibutuhkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui penurunan tekanan pada instalasi pemipaan sistem catu air bersih di fasilitas IEBE yang diakibatkan oleh adanya pergesekan (*friction*) yang terjadi pada jalur pipa dan faktor gesek pada sistem pemipaan, yang mengakibatkan terjadinya tekanan berkurang atau mengalami penurunan tekanan maka akan dilakukan perhitungan dalam pembahasan ini.

Perhitungan penurunan tekanan pada jalur pemipaan tersebut yang akan dilakukan sebagai contoh perhitungan adalah pasokan catu air menara pendingin (*cooling tower*) genset. Untuk memperoleh data sebagai bahan perhitungan dilakukan pengukuran langsung pada lokasi dan membuat gambar isometrik jalur pemipaan sistem catu air menara pendingin genset yang terbagi beberapa segmen lampiran 1. Data hasil pengukuran tersebut antaralain panjang pipa,diameter pipa dan jumlah komponen pipa (belokan 90⁰, belokan 45⁰, sambungan T, Reducer dan katup) yang ditabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran pipa dan jumlah komponen pipa

Segmen	Ukuran pipa (inch)	Diameter dalam (m)	Panjang pipa (m)	Komponen pipa (buah)
A	3	0,807	54,23	Belokan 90 ⁰ = 6 Belokan 45 ⁰ = 2 Sambungan T = 1
C	3	0,807	3,00	Reducer 3"-2" = 1
D	2	0,529	4,40	Sambungan T = 1
E	2	0,529	2,20	Reducer 2"-1 1/4" = 1
G	1 1/4	0,357	10,80	Belokan 45 ⁰ = 7 Katup = 1

Untuk menghitung penurunan tekanan aliran dalam jalur pipa pada setiap segmen yang harus diketahui terlebih dahulu adalah kapasitas alir, diameter dalam pipa, panjang pipa,

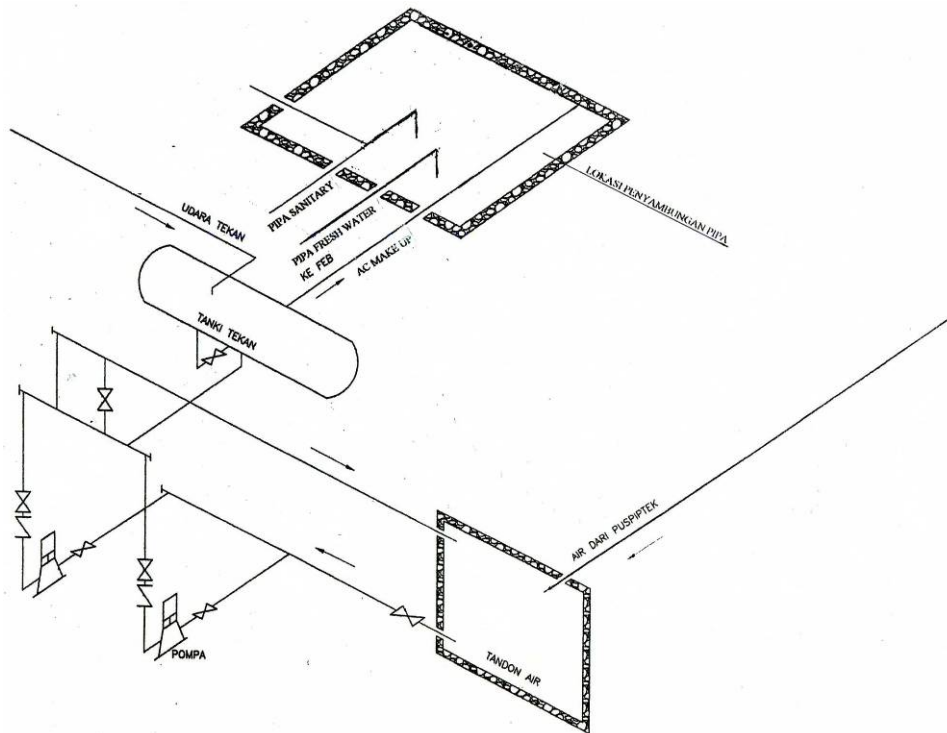
komponen pipa dan sebagainya. Dari parameter yang ada tersebut dimasukkan dalam persamaan-persamaan yang hasilnya ditabelkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan kapasitas alir dan kerugian gesek

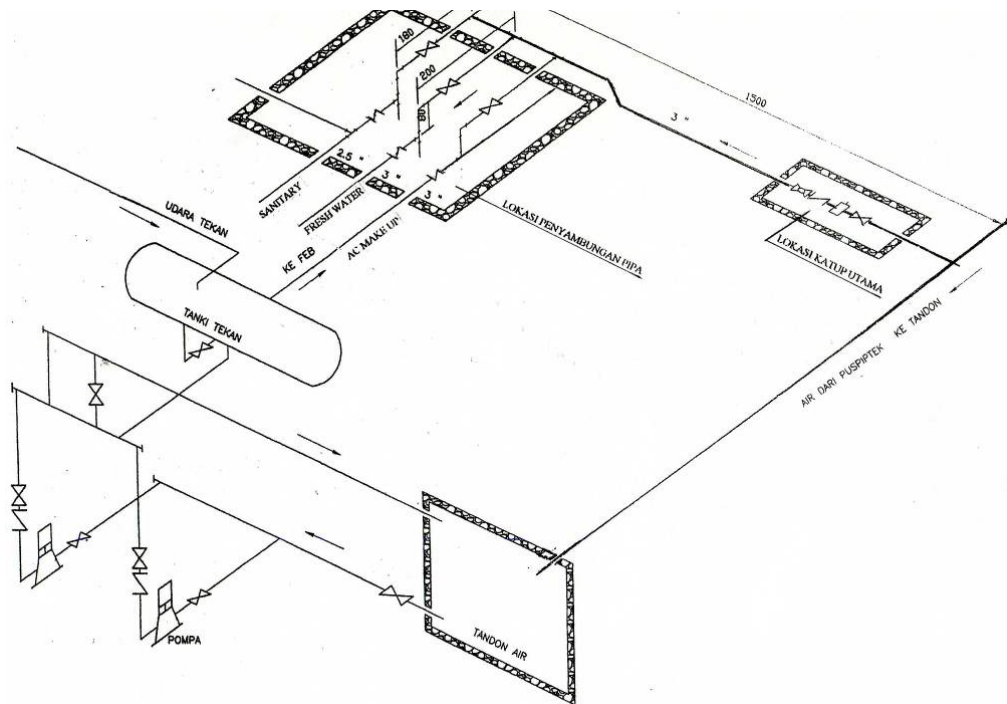
Segmen	Diameter Dalam (m)	Panj. Pipa (m)	Kap. Alir(Q) (m ³ /det)	Kec. Alir (V) (m/det)	Koef. Gesek (f)	Komponen Pipa (ΣK)	Head Pipa Lurus (m)	Head Komponen (m)	Head Penyempitan (m)	Jumlah Total
A	0,807	54,23	0,004166	0,815627	0,0261	8,40	0,593815	0,284396	-	0,878212
	0,807	3,00	0,002083	0,407513	0,0461	0,26	0,020152	-	0,011918	0,032071
D	0,529	4,40	0,002083	0,948369	0,0249	0,25	0,112296	0,011460	-	0,123756
E	0,529	2,20	0,001041	0,474184	0,0249	0,08	0,014037	-	0,004201	0,018238
G	0,357	10,80	0,001041	1,041172	0,0340	5,50	0,568397	0,303884	-	0,872282
Total Kerugian Gesek							1,308699	0,599741	0,016120	1,924561

Hasil modifikasi sistem pemipaan yang disambung langsung dari jalur pemipaan air bersih sumber Puspipstek dalam bentuk gambar

isometrik dan data teknis komponen yang dibutuhkan dalam rancangan lampiran 1 dan 2.



Gambar 1. Sebelum Modifikasi Posokan Air Bersih IEBE



Gambar 2. Hasil Modifikasi Posokan Air Bersih IEBE

Dari hasil pengukuran tekanan pada jam kerja 2 bar-3 bar dan perhitungan yang didapat kapasitas alir untuk menara pendingin Genset adalah $0,001041 \text{ m}^3/\text{det}$ atau 62,46 lt/menit dengan demikian melebihi persyaratan kapasitas alir untuk menara pendingin sebesar 13 lt/menit. Hasil dari perhitungan dapat memenuhi kriteria kapasitas alir untuk menara pendingin, dengan demikian pasokan air bersih untuk pengguna lain yang posisinya lebih rendah dari menara pendingin akan terpenuhi.

Untuk hasil gambar modifikasi dengan dihubungkan secara langsung dapat menjaga kesinambungan kebutuhan air bersih dan untuk menjaga mengatasi terhentinya aliran atau pasokan kebutuhan air bersih yang disebabkan oleh kerusakan sistem pasokan catu air melalui tangki tekan. Bila direalisasikan sistem sambungan langsung ini dapat dijadikan distribusi pasokan catu air alternatif.

Sistem instalasi sambungan langsung ini tidak menggunakan energi listrik, jika direalisasikan dapat mengurangi pemakaian energi listrik dan biaya perawatan pada sistem pasokan catu air tangki tekan di IEBE.

KESIMPULAN

Dari hasil survei, pengukuran dan perhitungan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

Pengukuran tekanan pada jam kerja 2 bar-3 bar dan perhitungan kapasitas alir untuk *Coling Tower* genset adalah atau 62,46 lt/menit dengan demikian melebihi persyaratan kapasitas alir untuk menara pendingin sebesar 13 lt/menit. Pasokan air bersih untuk pengguna lain yang posisinya lebih rendah dari menara pendingin akan terpenuhi.

Modifikasi sistem distribusi pasokan catu air yang disambung langsung dari distribusi Puspipstek dengan ukuran pipa untuk *Sanitary* 2½", *Fresh water* 3" dan *AC make up* 3". jika direalisasikan dapat dijadikan distribusi pasokan catu air alternatif, mengurangi pemakaian energi listrik dan perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. GILES, R.V., *Seri Buku Schaum teori dan soal-soal, Mekanika Fluida & Hidraulika*, Edisi kedua (SI-metrik), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.

2. ARISMUNANDAR, W. dan SAITO, H., "*Penyegar Udara*", Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.
3. SULARSO dan TAHARA, H., "*Pompa dan Kompresor*", Pradnya Paramita, Jakarta, 1991.
4. ANONIM, "*Dokumen Water tank and pump room equipment and piping arrangement*, nomor gambar 352/21/P/02-03, Djasa Ubersakti
5. RASWARI, "*Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*", UI Press, Jakarta, 1986.

TANYA JAWAB

1. Junaedi

- Perhitungan biaya pemasangan instalasi
- Bahan-bahan yang akan dipakai (digunakan)
- Ukuran Ø pipa yang valve yang akan digunakan

Ahroji

- Perhitungan biaya pemasangan belum dihitung dan untuk bahan sudah dihitung (ada dimakalah)
- Ada dimakalah
- Ada dimakalah