

EVALUASI KINERJA UNIT *CHILLER* PENDINGIN IEBE

Eko Yuli Rustanto, Sihabudin, Tonny Siahaan, Ahmad Paid

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

Kegiatan evaluasi kinerja *water chiller* unit IEBE telah dilakukan sebagai bagian dari pengelolaan fasilitas sistem tata udara di IEBE, agar pengoperasian VAC IEBE berlangsung dengan baik dan berkesinambungan. Terdiri dari dua unit *chiller* terpasang yaitu CH IB yang dipasang tahun 2010 dan CH IIB dipasang tahun 2012. Unit *chiller* menggunakan refrigeran R22, dengan dua sistem pendingin. Pengamatan secara langsung dan pencatatan parameter operasi dilakukan setiap hari sebagai data awal. Kemudian data awal tersebut dianalisa dan dibandingkan dengan data yang sudah ada pada tahun sebelumnya. Unit *chiller* dioperasikan pada tekanan air *header* 0,8 bar s.d. 1,4 bar. Temperatur air keluar pada unit *chiller* IB antara 9,8 °C s.d. 16,3 °C dan di unit *chiller* IIB 9,2 °C s.d. 54,2 °C. Kerja kompresor unit *chiller* IB sys 1 umumnya berkisar 67% s.d. 74%, sys 2 antara 64% s.d. 72%, sedangkan untuk unit *chiller* IIB sys 1 adalah 68% s.d. 72% dan sys 2 pada rentang 56% - 75%. Tekanan air *header* yang optimal antara 0,9 bar s.d. 1,0 bar, yaitu pada saat suhu air keluar dari *chiller* IIB 7°C pada tekanan 0.9 bar dengan temperatur lingkungan 32,6 °C. Unit *chiller* IB pada tekanan 1,0 bar suhu air keluar mencapai 8 °C dengan temperatur lingkungan 35,5°C. Terjadi penurunan jumlah jam operasi bersama pada kedua unit *chiller* karena gangguan pada unit *chiller* IIB

Kata kunci: Unit *chiller*, Kinerja, IEBE

PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) merupakan fasilitas yang menangani bahan radioaktif untuk produksi dan litbang elemen bakar nuklir. IEBE dilengkapi dengan fasilitas pemroses bahan baku uranium dan bahan struktur dan dukung hingga menjadi rakitan bahan bakar nuklir. Fasilitas tersebut dapat dikelompokkan menjadi Fasilitas Pemurnian dan Konversi, Laboratorium Fabrikasi Bahan Bakar, Laboratorium Berilium dan Laboratorium Kendali Kualitas serta fasilitas penunjang yakni sarana dukung yang meliputi Sistem Tata Udara, Sistem Suplai Media dan Energi, dan Sistem Keselamatan. Sistem Tata Udara terdiri dari sistem ventilasi dan pengkondisian udara di dalam instalasi. Sistem ventilasi terkait aspek keselamatan sedangkan pengkondisian udara untuk kenyamanan di instalasi. Perangkat dari Sistem Tata Udara terdiri dari Unit Suplai Udara dan Unit Udara Buang, sedangkan perangkat untuk pengkondisian udara terdiri dari Sistem Air Dingin (*chilled water system*) yang meliputi unit *chiller*, pompa sirkulasi, koil pendingin (AHU) dan lainnya. Sistem Air Dingin berfungsi untuk menyediakan air dingin (*chilled water*) yang digunakan sebagai media pendingin udara pada Sistem Tata Udara dan media pendingin air pada Sistem Air Pendingin untuk peralatan laboratorium di IEBE. Salah satu peralatan utama pada Sistem Air Dingin adalah mesin pendingin air (*water chiller unit*) yang terdiri dari dua unit dengan kapasitas pendinginan masing-masing sebesar 749 kW. Unit *chiller* yang terpasang adalah jenis *air cooled* yang terdiri dari dua

sistem refrigerasi (Sistem-1 dan Sistem-2) yang dapat beroperasi secara individual atau bersama-sama, sesuai kebutuhan yang menggunakan refrigeran R-22. Sistem VAC dioperasikan setiap hari kerja secara bergantian. Air dingin disirkulasikan oleh pompa sekunder dan pompa primer. Pompa primer mengalirkan air dingin ke dalam *unit chiller*, sedangkan pompa sekunder mengalirkan air dingin ke koil pendingin (AHU).

Evaluasi terhadap kinerja *water chiller unit* IEBE merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pengoperasian dan pemeliharaan agar pengoperasian VAC IEBE berlangsung dengan baik dan berkesinambungan. Kegiatan evaluasi dilakukan dengan cara pemantauan operasi dengan memeriksa parameter operasi unit *chiller* seperti: temperatur air dingin yang dihasilkan, tekanan oli, tekanan hisap, tekanan dorong, kuat arus (ampere) motor kompresor dan kipas kondensor, serta parameter operasi pompa. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan data pengoperasian tahun sebelumnya, sebagai bahan evaluasi kinerjanya.

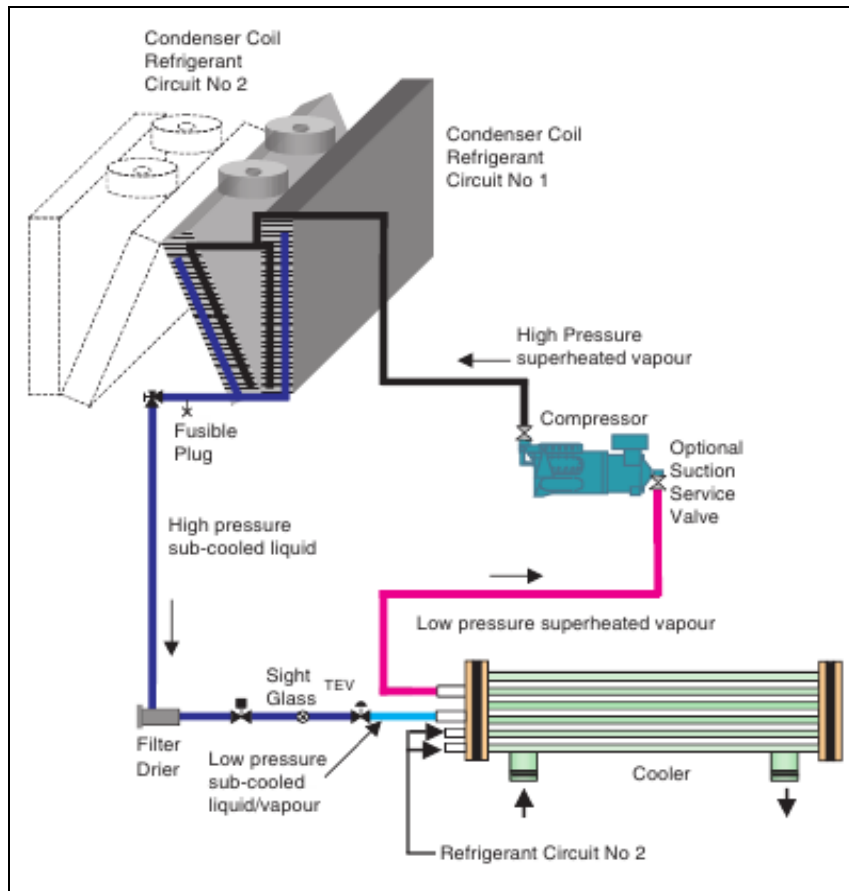
Diharapkan dari kegiatan evaluasi kinerja unit *chiller* pendingin IEBE dapat dijadikan masukan bagi manajemen untuk menentukan penganggaran, pemeliharaan atau pembelian suku cadang yang diperlukan.

TEORI

Mesin pendingin air bekerja menurut siklus refrigerasi, baik jenis kompresi uap maupun sistem absorpsi. Pada umumnya mesin pendingin air maupun peralatan pendingin udara saat ini bekerja berdasarkan siklus refrigerasi sistem kompresi uap. Komponen utama peralatan pendingin jenis kompresi uap terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator dan peralatan ekspansi. Keempat peralatan ini dihubungkan sistem pemipaan sehingga membentuk suatu rangkaian tertutup dimana di dalamnya mengalir refrigeran yang berfungsi sebagai fluida kerja atau media pendingin. Refrigeran berfungsi untuk mengambil panas di evaporator dan kemudian membuang panas tersebut ke lingkungan melalui kondensor.

Pada siklus refrigerasi, gas refrigeran dikompresi di kompresor sehingga tekanannya menjadi naik, kemudian refrigeran dialirkan menuju kondensor. Gas refrigeran didinginkan didalam kondensor (melepas panas) sehingga terjadi perubahan bentuk dari fasa gas menjadi cair. Dari kondensor cairan refrigeran dialirkan ke dalam peralatan ekspansi (katup ekspansi atau pipa kapiler). Peralatan ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigeran. Selanjutnya refrigeran dialirkan menuju evaporator, kemudian refrigeran cair mengalami proses penguapan (mengambil panas) sehingga berubah menjadi gas refrigeran. Kemudian gas refrigeran dialirkan ke dalam kompresor untuk dikompresi kembali. Pada mesin pendingin air, air dingin diproduksi di evaporator

atau lebih dikenal dengan *cooler*. Pada umumnya mesin pendingin air memproduksi air dingin pada temperatur 6 °C dan memasuki evaporator pada temperatur 12 °C [1].



Gambar 1. Skema Air Cooler Chiller [3]

Air Cooler Chiller

Komponen utama dari *Air Cooler Chiller* adalah kompresor, dengan katup ekspansi dan evaporator, termasuk kondensornya. Refrigeran ditekan dengan menggunakan kompresor melalui katup ekspansi ke evaporator. Di evaporator terjadi pertukaran panas antara refrigeran dengan air yang membuat air menjadi dingin dan refrigeran menjadi panas. Refrigeran yang telah menjadi panas kemudian dibuang panasnya tersebut ke lingkungan melalui kondensor. Pendinginan kondensor dilakukan dengan udara langsung dengan menggunakan kipas.

METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dan dilakukan pencatatan parameter setiap hari sebagai data awal. Kemudian dilakukan rekapitulasi dan dibandingkan dengan data yang sudah ada pada tahun sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data jumlah hari operasi tahun berjalan dan tahun sebelumnya dari unit chiller IB dan IIB disajikan pada Tabel 1, sedangkan data *set point* yang dilakukan disajikan pada Tabel 2. Data dari parameter temperatur dan tekanan air pada tahun berjalan dan tahun sebelumnya disajikan pada Gambar 2 dan 3, sedangkan data arus listrik dari motor dari tahun berjalan disajikan pada Gambar 4.

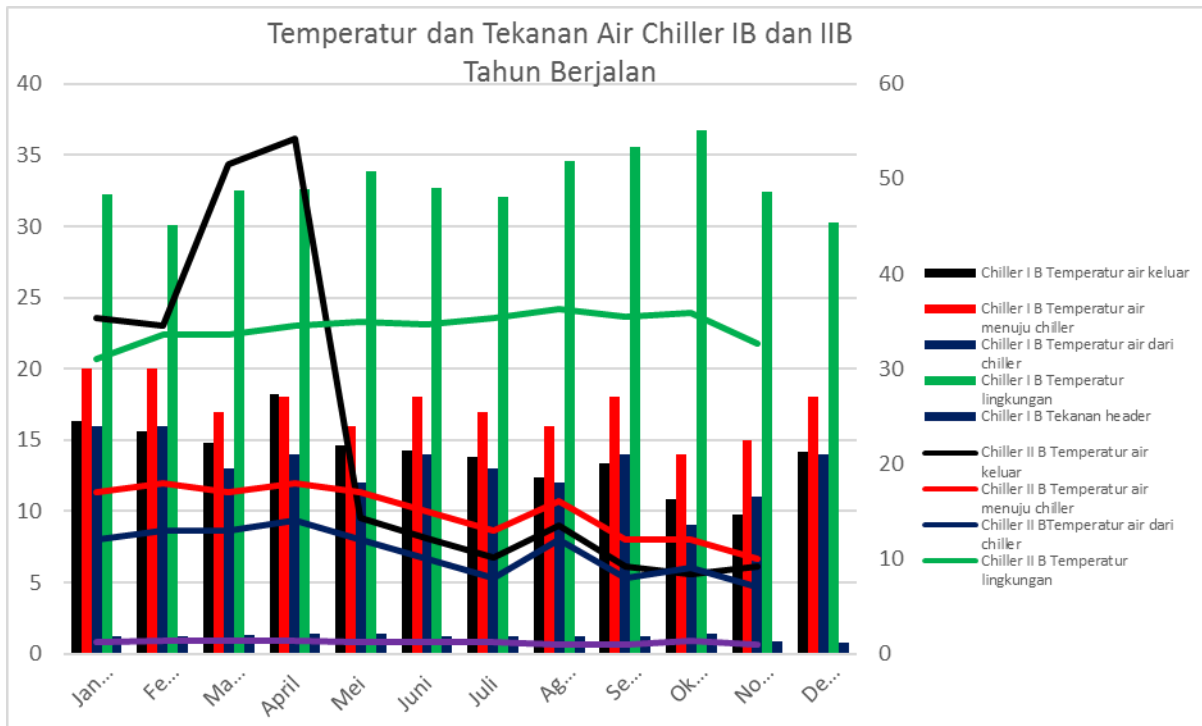
Tabel 1. Jumlah Hari Operasi Unit *Chiller*

Bulan	Anggaran Tahun berjalan				Anggaran Tahun Lalu			
	Hari Kerja	Unit <i>chiller</i> IB	Unit <i>chiller</i> IIB	IB dan IIB	Hari Kerja	Unit <i>chiller</i> IB	Unit <i>chiller</i> IIB	IB dan IIB
Januari	16	11	8	1	20	14	6	0
Februari	19	7	12	0	20	6	14	0
Maret	22	12	10	0	20	10	11	1
April	21	9	13	1	20	19	19	18
Mei	20	9	12	1	18	14	18	14
Juni	21	11	10	0	21	21	20	20
Juli	19	5	14	0	18	18	18	18
Agustus	20	10	10	0	20	16	19	15
September	21	8	13	0	22	16	21	15
Oktober	21	20	1	0	23	16	20	13
November	21	20	3	2	20	12	15	7
Desember	20	20	0	0	21	12	12	3
Total	241	142	106	5	243	174	193	124

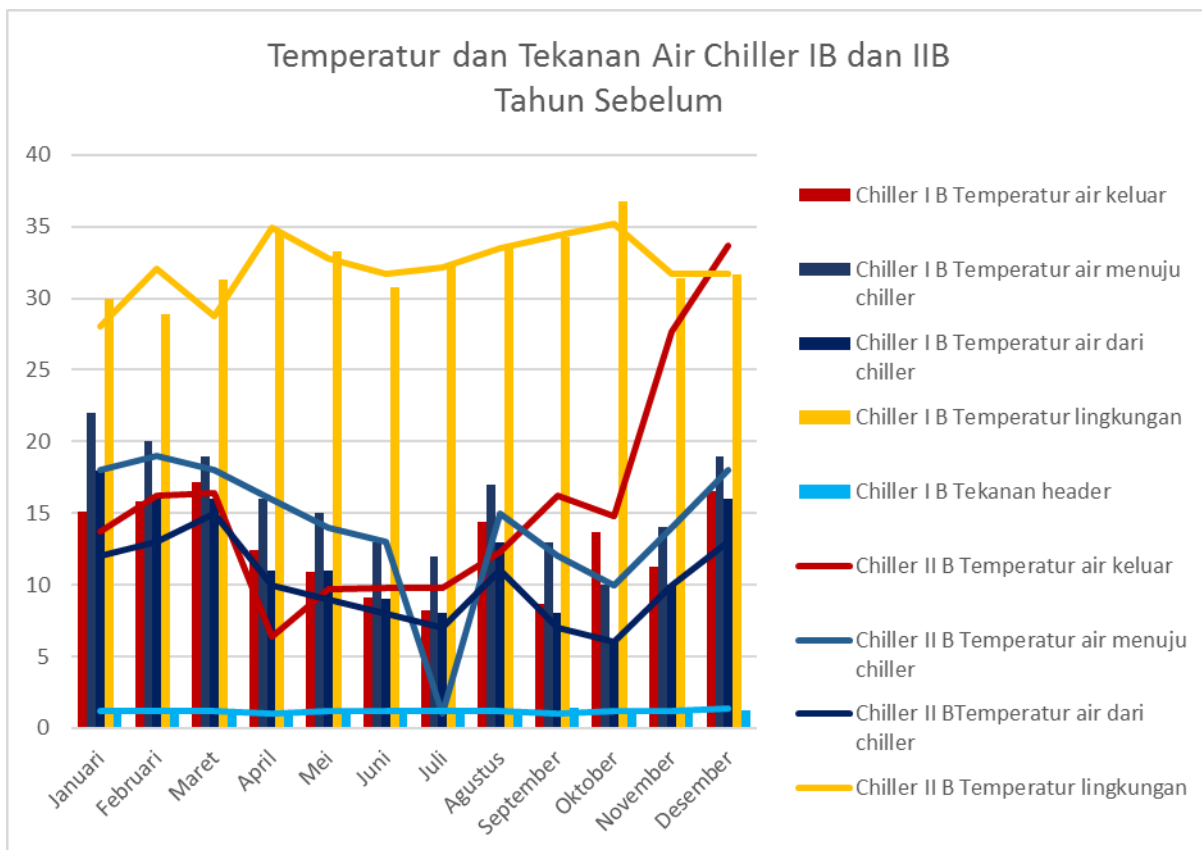
Tabel 2. *Set point* [2]

NO	SET POINTS	SAT	<i>Chiller</i> IB	Unit <i>chiller</i> IIB
1	Temperatur air keluar	⁰ C	6 s.d 61,0 *)	6 s.d 61,0 *)
2	Rentang pendinginan air	⁰ C	6,0 s.d 8,0	6,0 s.d 8,0
3	Tipe kontrol	(R/L)	L	L
4	Sistem kontrol : REMOTE/LOCAL	(R/L)	L	L
5	Batas bawah temperatur air	⁰ C	6,0	6,0
6	Batas bawah temperatur lingkungan	⁰ C	-3,9	-3,9
7	Batas atas temperatur lingkungan	⁰ C	40	40
8	Batasan tekanan hisap	Bar	3.30 BAR G	3.30 BAR G

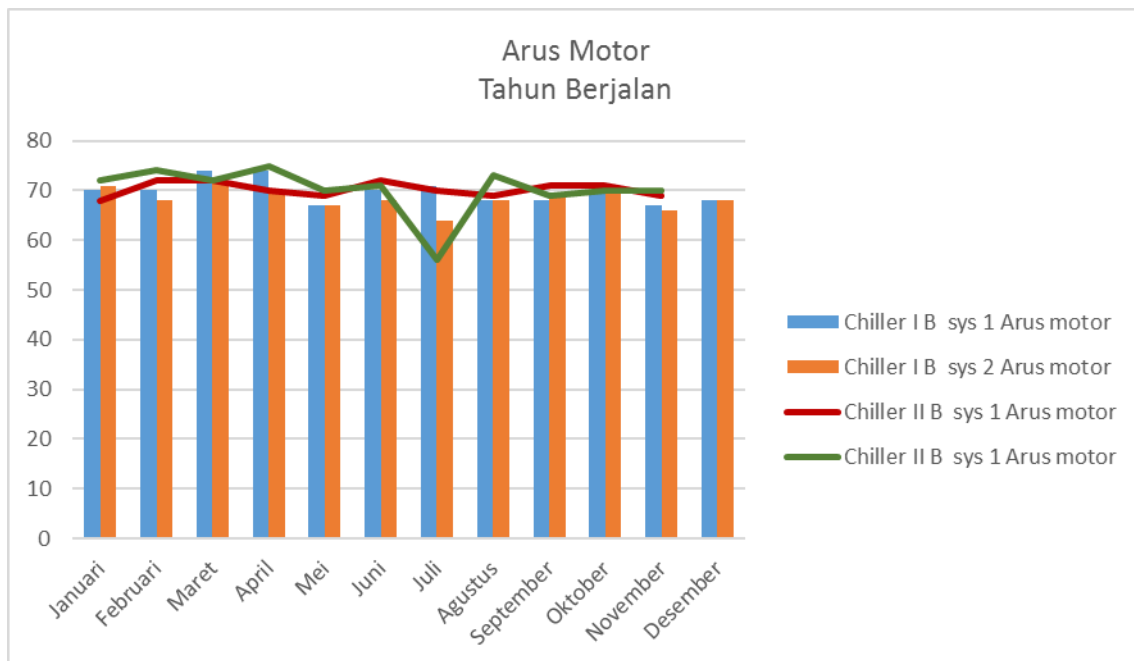
Operation Instruction YAEP Micro based control system, *setting* pabrikan York
*) R 22



Gambar 2. Grafik temperatur tahun berjalan



Gambar 3. Grafik temperatur tahun sebelum



Gambar 4. Grafik kerja motor kompresor tahun berjalan

Kinerja *water chiller* unit dipengaruhi oleh parameter-parameter yaitu: kerja kompresor, tekanan air *header*, suhu lingkungan, temperatur air baik yang masuk maupun yang keluar unit *chiller*, disamping itu kerja dari pompa sirkulasi juga ikut mendukung kinerja unit *chiller*. Unit *chiller* dioperasikan pada tekanan air *header* 0,8 bar s.d. 1,4 bar dan suhu lingkungan berkisar 30°C s.d. 36,7°C. Tekanan air *header* yang optimal akan berpengaruh pada air dari unit *chiller*. Tekanan air *header* antara 0,9 bar s.d. 1,0 bar cukup baik untuk hasil air dingin dari unit *chiller* yaitu dapat mencapai suhu 7°C pada tekanan 0,9 bar di unit *chiller* IIB yang bertemperatur lingkungan 32,6°C, sedangkan di tekanan 1,0 bar dapat mencapai suhu 8°C pada unit *chiller* IB dengan temperatur lingkungan 35,5°C.

Temperatur air keluar pada unit *chiller* IB antara 9,8°C s.d. 16,3°C dan di unit *chiller* IIB 9,2°C s.d. 54,2°C. Pembacaan temperatur sampai dengan 54,2°C adalah karena sensornya (*leaving water temperature sensor / LWT*) mengalami penurunan resistansi. Hal ini sudah terlihat sejak bulan November tahun sebelumnya.

Kerja kompresor unit *chiller* IB Sistem 1 umumnya berkisar 67% s.d. 74%, Sistem 2 antara 64% s.d. 72%, sedangkan untuk unit *chiller* IIB Sistem 1 adalah 68% s.d. 72% dan Sistem 2 adalah 56% s.d. 75%. Kerja kompresor sebesar 56% bisa terjadi karena temperatur air yang masuk ke unit *chiller* cukup dingin sebesar 13°C, hal ini dapat terjadi kemungkinan karena AHU sedang dalam perbaikan. Kerja kompresor yang tidak 100% ini disebabkan antara lain *setting FLA (Full Load Ampere)* sebesar 269 A ^[2] sehingga

konsumsi arus listrik oleh kompresor tidak pernah 100%. Kemungkinan selanjutnya adalah aliran air maksimal untuk unit *chiller* tipe terpasang adalah 40,5 l/detik^[3] sementara aliran air dari pompa sebesar 52,78 l/detik dengan demikian ada kelebihan sebesar 15%.

Jumlah hari beroperasinya unit *chiller* sesuai dengan hari kerja yaitu 241 hari yang terdistribusi seperti pada tabel 1. Dibanding dengan tahun sebelumnya unit *chiller* mengalami penurunan jumlah operasi. Penurunan ini terutama pada beroperasinya unit *chiller* secara bersama yang hanya 5 hari, sedangkan pada tahun sebelumnya 124 hari. Hal ini karena *leaving water temperature sensor (LWT)* unit *chiller* IIB yang telah mengalami penurunan resistansi. Agar kedua unit *chiller* dapat beroperasi dengan baik, *leaving water temperature sensor* unit *chiller* IB dipindah-pindah dari satu unit *chiller* ke unit *chiller* yang lain. Gangguan yang terjadi berikutnya adalah hilangnya *setting* dan data dari unit *chiller* IIB. Selain itu unit *chiller* IIB juga mengalami pembacaan sensor oli yang tidak benar yaitu 18°C di Sistem 1 dan 19°C di Sistem 2. Pembacaan yang salah ini mengakibatkan unit *chiller* terhalang untuk dapat *start-up* secara normal dengan display *OIL TEMP INHIBIT*^[3]. Penyebab dari masalah ini diperkirakan pada *mainboard* yang mengalami gangguan dan perlu diganti.

Pemeliharaan dan perawatan merupakan hal lain yang dapat mempengaruhi kinerja. Dimana unit *chiller* IIB belum pernah dilakukan pemeliharaan sejak dipasang, sedangkan unit *chiller* IB pernah dilakukan pemeliharaan berupa penggantian oli dan refrigeran. Penganggaran dan kondisi finansial sering kali menjadi kendala dalam pemeliharaan dan perawatan sehingga kerap kali harus dilakukan skala prioritas.

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan kinerja unit *water chiller* IEBE tekanan air *header* yang optimal antara 0,9 bar s.d. 1,0 bar, yaitu suhu air keluar dari *chiller* IIB 7°C pada tekanan 0.9 bar dengan temperatur lingkungan 32,6°C, dan untuk unit *chiller* IB pada tekanan 1,0 bar suhu air keluar mencapai 8°C dengan temperatur lingkungan 35,5°C. Terjadi penurunan dalam jumlah operasi bersama-sama pada unit *chiller* karena gangguan pada unit *chiller* IIB

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada rekan-rekan staf BPFBBN yang telah banyak membantu dalam pengoperasian unit-unit *chiller* dan pendukungnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ir. Tonny Siahaan, Analisis Kondisi Sistem Air Dingin Hasil-hasil Penelitian EBN Tahun 2008, 541–546.
2. Anonim, *Operation Instruction* YAEP Micro Based Control System Part No 035L02538-100Rev.3
3. Anonim, *Installation, Commissioning, Operation and Maintenance* YAEP High Ambient Air Cooled Liquid Chiller, Part No 035L2768-100Rev.7
4. W.F.Stoecker, J.W.Jones, Supratman Hara, Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, edisi kedua, Erlangga, Jakarta 1989.
5. [https://www.academia.edu/11985475/ Mesin Pendingin Chiller](https://www.academia.edu/11985475/Mesin_Pendingin_Chiller), Desember, 2015.