

## PERANCANGAN AIR HANDLING UNIT (AHU) SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF DALAM PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA PENDINGIN RUANGAN (AC)

I Putu Oka Sutrisna<sup>1</sup>, I G N Adia Atmika<sup>2</sup>  
Prodi Teknik Elektro<sup>1</sup>, Prodi Teknik Lingkungan<sup>2</sup>  
Universitas Udayana, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Email: oka.sutrisna@danone.com, gusti.atmika@danone.com

### ABSTRAK

Energi alternatif diupayakan untuk mengatasi kelangkaan energi di masa mendatang. Penggunaan yang efektif dan efisien sebagai tindakan konservasi dikenal sebagai manajemen energi. Di sisi lain, biaya pembangkitan listrik terus meningkat. Oleh karena itu, peralatan listrik harus dimodifikasi agar lebih efektif dan efisien dalam mengkonsumsi daya. *Air Handling Unit* (AHU) berperan dalam mengendalikan berbagai kondisi udara seperti suhu, kelembaban, pengendalian partikel dan pembuangan kontaminan di udara. Hasil penelitian menunjukkan permasalahan pemborosan energi yang terjadi akibat penggunaan *line downtime* AHU 220 ml dengan temperatur out standar, sehingga overload saluran aftercooler APM sering kali mengalami trip. Targetnya adalah mengurangi waktu henti suhu keluar standar saluran AHU 220 ml sebesar 50% dari 720 menit selama 4 bulan menjadi 360 menit atau 90 menit per bulan. Namun kenyataannya melebihi target, yaitu 97,8% *downtime* (penurunan) penggunaan energi pada air conditioner (AC). Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan suhu AHU yaitu dengan menaikkan suhu water chiller agar kelembaban relatif menjadi lebih rendah dan sesuai dengan standar zona nyaman termal di Indonesia yaitu 50% - 80%.

**Kata kunci:** Energi Alternatif, Penghematan Energi, *Air Handling Unit* (AHU)

### ABSTRACT

*Alternative energy is sought to deal with energy scarcity in the future. Effective and efficient use as a conservation measure is known as energy management. On the other hand, the cost of power generation continues to increase. Therefore, electrical equipment must be modified to be more effective and efficient in consuming power. Air Handling Unit (AHU) plays a role in controlling various air conditions such as temperature, humidity, particle control and the disposal of airborne contaminants. The results showed the problem of energy wastage that occurred due to the use of 220 ml AHU line downtime with standard out temperature, so that the APM aftercooling line overload often tripped. The target is to reduce the downtime of the 220 ml AHU line standard out temperature by 50% from 720 minutes for 4 months to 360 minutes or 90 minutes per month. However, the reality exceeds the target, which is 97.8% downtime (decrease) in the use of energy in the air conditioner (AC). Therefore, it is necessary to adjust the AHU temperature, namely by increasing the temperature of the water chiller so that the relative humidity becomes lower and appropriate with the standard of the thermal comfort zone in Indonesia, which is 50% - 80%.*

**Keywords:** Alternative Energy, Energy Saving, *Air Handling Unit* (AHU)

## PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak atau energi fosil merupakan salah satu sumber energi yang bersifat tak terbarukan (*non renewable energy sources*) yang selama ini merupakan andalan untuk memenuhi kebutuhan energi di seluruh sektor kegiatan. Energi fosil sebagai andalan utama energi Indonesia hingga saat ini ketersediaannya menyusut dari hari ke hari, sementara laju permintaan selalu meningkat. Harga bahan bakar fosil, khususnya minyak dan gas alam, telah meningkat tajam selama beberapa tahun terakhir. Akibatnya, sumber alternatif energi yang digunakan khususnya pada pembangkit listrik dan transportasi semakin menarik perhatian. Untuk itu berbagai alternatif diupayakan untuk menghadapi kelangkaan energi di masa depan. Energi alternatif merupakan harapan bagi sebagian masyarakat untuk memenuhi kebutuhan energi, khususnya listrik.

Energi listrik sebagai energi sekunder sangat populer digunakan diseluruh sektorkegiatan. PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) sebagai badan usaha milik negara,menyelenggarakan tugas negara melakukan penyediaan dan pelayanan tenaga listrik,dalam membangkitkan tenaga listrik masih banyak menggunakan sumber daya energy minyak bumi. Suatu kondisi bahwa, perkembangan teknologi menunjukkan bahwa hampir seluruh peralatan rumah tangga, perkantoran, perhotelan dan peralatan peralatan lainnya menggunakan energi listrik.

Pengembangan sistem refrigerasi dan tata udara pun saat ini terus mengalami peningkatan dan pengembangan yang pesat dari tahun ke tahun. Selain itu penggunaan dan aplikasi sistem refrigerasi dan tata udara juga mengalami

peningkatan dan pengembangan. Menurut Basri (2009), AHU merupakan mesin penukar kalor antara air dingin dengan udara. Pada proses ini, udara panas dari dalam ruangan dihembuskan oleh browel untuk melewati coil pendingin pada AHU, sehingga membuat udara yang dihasilkan menjadi udara dingin. AHU (Air Handling Unit) yang berbasis teknologi HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) berperan dalam mengendalikan berbagai kondisi udara seperti suhu, kelembaban, pengendalian partikel dan pembuangan kontaminan yang ada di udara (Azridjal, 2009).

PT Tirta Investama Pabrik Mambal atau Aqua merupakan perusahaan yang menjalankan kegiatan usaha di bidang perusahaan pelopor air mineral dalam kemasan di Indonesia. Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan Air Handling Unit (AHU) serta instalasinya untuk PT Tirta Investama Pabrik Mambal. Proses produksi ini diawali dengan menghitung kapasitas ruangan dan jumlah kalor atau panas yang terdapat dalam suatu ruangan. Setelah perhitungan tersebut, kapasitas AHU dan ukuran *ducting* yang diperlukan serta membuat design instalasinya akan diukur Terakhir, desain instalasi tersebut akan dibuat secara langsung sebagai upaya dalam penghematan energy listrik pada pendingin ruangan (AC).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal dimana data telah yang digunakan adalah data pada Bulan Januari sampai Mei 2021. Penelitian ini dilakukan secara sengaja (*purposive* melalui observasi, wawancara, penyebaran kuisioner, dokumentasi, dan studi pustaka (Arikunto, 2006). Pengambilan data dimulai pada jam 12.35 agar kerja dari

mesinnya telah stabil kemudian mengambil data yang diperlukan menggunakan monitor yang sudah tersedia untuk *chiller*, dan mengambil data manual menggunakan 1 buah anemometer dan manometer digital untuk Air Handling Unit (AHU) dan *cooling tower*. Pengukuran tekanan menggunakan *pressure gauge* yang sudah tersedia dimasing-masing unit pipa *chiller* menuju Air Handling Unit (AHU) (Dantes, 2014). Selanjutnya data akan diolah dan dianalisis melalui metode analisis deskriptif kualitatif.

Pada penelitian ini dilakukan pada PT Tirta Investama Pabrik Mambal dengan merancang dan membuat sebuah AHU Standard dan proses instalasinya. Untuk pembuatan AHU Standard diperlukan perhitungan volume ruangan dan beban kalor atau panas pada ruangan tersebut untuk menentukan kapasitas AHU

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Permasalahan Pemborosan (Waste) Energi Pada Pendingin Ruangan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal

Berdasarkan hasil penelitian, permasalahan pemborosan energy yang terjadi akibat pemakaian downtime AHU line 220 ml suhu out standar, sehingga *overload aftercooling line* APM sering trip. Total Kejadian sebanyak 22 kali durasi 720 menit dari bulan Januari sampai Mei 2020. Penunjukan *thermocontroll normal*, *overload after cooling line* APM trip berulang, kondisi *kompresor free controlling* APM panas, suhu di areal sekitar AHU SPS rata-rata 35-42 °C. *Outdoor freecolling* utara dan selatan tidak ada *ducting* buang udara panas, atap dari spandek/seng. Kondisi filter bersih, dapat berjalan dengan baik. *Blower Ducting* kondisi baik. Kejadian rata-rata di *shift* satu dan *shift* 1 dan *shift*

2 walaupun hecklist suhu ruangan dan area AHU SPS dilakukan secara rutin.



Gambar 1. Sebelum dan Setelah Pemasangan AHU pada Pendingin Ruangan

Suhail (2007) menyebutkan bahwa sistem AC dapat dibuat suatu daftar bentuk-bentuk *waste* potensial *waste* yang diidentifikasi. Bentuk-bentuk *waste* potensial dibangun untuk mendukung elemen-elemen FMEA dan dalam proses analisa. Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap potensi *waste* secara kualitatif untuk mendapatkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Definisi nilai *severity* merupakan seberapa buruk atau pengaruh bentuk kegagalan yang ada. Dalam penilaian *severity* kerugian energi listrik pada sistem AC, nilai *severity* di definisikan, untuk angka skala 1 tanpa kerugian daya listrik sedangkan 9-10 kerugian daya listrik yang paling besar atau sama dengan total daya listrik yang dikonsumsi AC. Besarnya daya tergantung dari data *nameplate* masing-masing *equipment* AC serta efek kerugian yang terjadi pada sistem kerjanya. Definisi *accurance* merupakan frekuensi dari penyebab kerugian energi pada AC, bentuk penilaian *accurance* dengan skala 1 (hampir tidak pernah) sampai dengan 10 (hampir sering). *Detection* merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi kerugian energi yang dapat terjadi. *Detection* dengan skala 1-10. Berdasarkan *risk priority number* maka

diperoleh bentuk-bentuk *waste* antara lain: (1) Kualitas *refrigerant risk priority*, bentuk *waste* ini memiliki tingkat keseriusan yang tinggi (level 8), tingkat kejadiannya yang tinggi tetapi manajemen menyadari hal ini, tetapi ada faktor yang harus dipertimbangkan seperti ketahanan material. merupakan prioritas yang harus diperbaiki. (2) *Waste* akibat *fan, blower, motor valve FCU, AHU* dan sistem pompa tidak otomatis, *waste* ini memiliki tingkat keseriusan yang tinggi, tingkat kejadian sedang, tetapi pihak manajemen tidak memahami kejadian ini didalam sistem AC perusahaan tetapi *waste* ini menyumbang pemborosan yang sangat tinggi, merupakan prioritas yang harus diperbaiki.

### **Perancangan AHU sebagai Solusi Penghematan Listrik di di PT Tirta Investama Pabrik Mambal**

AHU merupakan mesin penukar kalor antara air dingin dengan udara. Pada proses ini, udara panas dari dalam ruangan dihembuskan oleh browel untuk melewati *coil* pendingin pada AHU, sehingga membuat udara yang dihasilkan menjadi udara dingin. Berdasarkan hasil penelitian, langkah awal untuk membuat AHU Standard yaitu menentukan jumlah filter yang dibutuhkan. Berdasarkan data yang diberikan oleh PT Tirta Investama Pabrik Mambal bahwa kapasitas 1 filter yaitu 3000 CMH, sedangkan kapasitas filter yaitu 2000 CMH. Berdasarkan hasil perhitungan total air flow didapat 2987,1 CMH sehingga didapatkan jumlah filter yang dibutuhkan adalah 1 filter. Ukuran 1 filter yaitu 600 mm x 600 mm. Ukuran AHU Standard yang diproduksi akan disesuaikan dengan ukuran filter dan berbagai kondisi di lapangan. Setelah dilakukan berbagai proses produksi, selanjutnya akan dilakukan perakitan berbagai komponen AHU yang telah

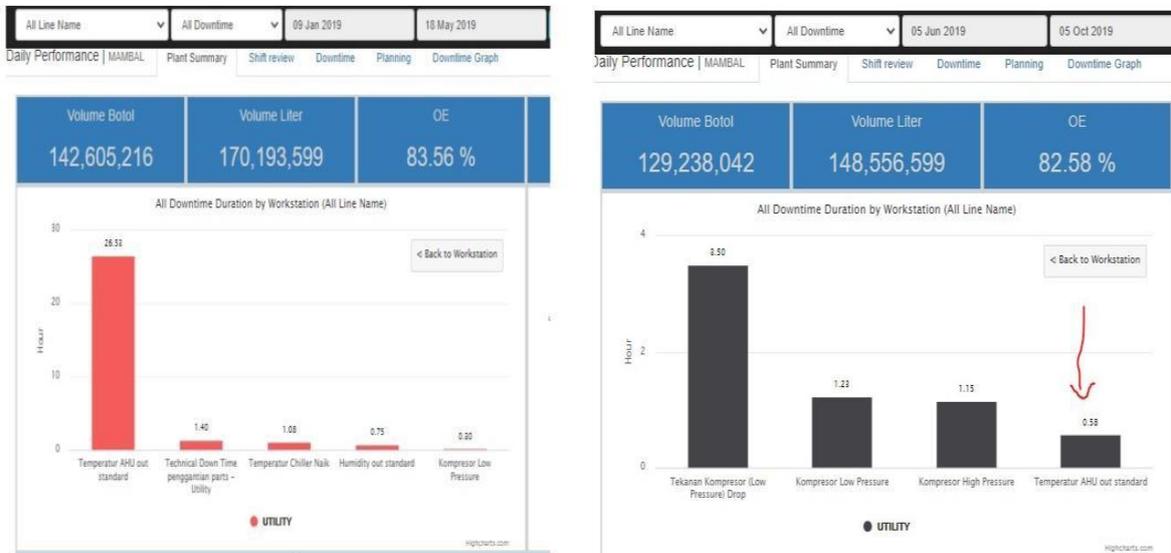
tersedia, seperti *filter, cooling coil* dan *blower* (nuarsa, 2008) menyebutkan bahwa perakitan AHU dilakukan dengan bantuan PT Tirta Investama Pabrik Mambal. Setelah proses produksi AHU selesai, selanjutnya akan diproduksi ducting sebagai saluran keluar masuknya udara dari AHU ke ruangan maupun dari ruangan ke AHU. *Ducting* memiliki ukuran yang disesuaikan dengan kapasitas AHU, yaitu *air flow* (Supriyadi, 2005).

AHU yang telah diproduksi memiliki *air flow* sebesar 2987,1 CMH atau dibulatkan menjadi 3000 CMH agar perhitungan *ducting* menjadi lebih mudah. Berikutnya akan dihitung ukuran *main duct* sebagai ducting utama dan ukuran *branch duct* sebagai ducting cabang. *Branch duct* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *branch duct return air* sebagai saluran udara dari ruangan yang masuk ke dalam AHU dan *branch duct supply air* sebagai saluran udara dari AHU yang masuk ke dalam ruangan. Setelah perhitungan *ducting* selesai, gambar teknik instalasi ducting dibuat dengan menggunakan aplikasi Solidworks (Rasta, 2011).

Setelah proses instalasi keseluruhan selesai dilaksanakan, selanjutnya akan dilakukan pengujian AHU berupa pengukuran temperatur dan *Relative Humidity* (RH). Proses pengukuran tersebut dilakukan dengan menggunakan alat Testo Smart Probes. Untuk proses pengukurannya dilakukan dengan menggunakan aplikasi Testo Smart yang diunduh melalui playstore di smartphone android. Pertama, mesin AHU dihidupkan terlebih dahulu pada Panel Control. Setelah mesin AHU hidup, potensiometer diputar untuk mengatur kecepatan blower AHU. Setelah itu, dilakukan pengaturan terhadap temperatur water chiller, yaitu pada temperatur 6°C dan 7°C. Artinya, saat temperatur *water chiller* telah mencapai

temperatur 6°C, maka mesin chiller akan mati dan akan hidup kembali saat temperatur naik menjadi 7°C. Selanjutnya, dilakukan pengukuran temperatur dan *relative humidity return air*, temperatur dan *relative humidity*

*supply air*, serta temperatur dan *relative humidity* ruangan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Testo Smart Probes dan aplikasinya (Matcho, 2002).



Gambar 2. Efektivitas Penghematan Energi Sebelum dan Setelah Pemasangan AHU

Berdasarkan hasil penelitian target menurunkan downtime AHU line 220 ml suhu out standar sebesar 50% dari 720 menit selama 4 bulan menjadi 360 menit atau 90 menit per bulan. Namun, realitanya melebihi target yakni adalah sebesar 97,8% *downtime* (menurun) dalam penggunaan energy pada pendingin ruangan (AC). Dari hasil pengukuran temperatur dan *relative humidity* dengan menggunakan alat Testo Smart Probes dan aplikasinya, dapat dilihat bahwa temperatur dan *relative humidity* antara *return air*, *supply air* dan udara ruangan memiliki hasil yang berbeda. Saat udara masuk pertama kali melalui *ducting return* memiliki temperatur yang cukup tinggi, yaitu 30°C dikarenakan udara tersebut belum mengalami proses pendinginan pada

AHU. Udara yang keluar melalui *ducting supply* memiliki temperatur yang jauh lebih rendah dibandingkan udara pada *ducting return*, yaitu 9,5°C. Hal ini dikarenakan udara pada *ducting return* telah mengalami proses pendinginan pada AHU. *Return air* didinginkan oleh *cooling coil* dengan media pendingin berupa *water chiller*. Selanjutnya, udara ruangan memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan *supply air*, yaitu 17,3°C. *Supply air* mengalami tekanan statik sepanjang *ducting supply* selama proses pendistribusian udara ke seluruh ruangan, yaitu berupa tekanan dan gesekan sepanjang dinding *ducting supply* serta hambatan udara pada setiap *damper ducting supply* sehingga mengakibatkan temperatur *supply air* menjadi naik (Mismail 2008).

Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu uap air yang dihasilkan dari pernapasan manusia yang ada di dalam ruangan serta kondisi cuaca dan iklim. Ekadewi (2007) menyebutkan bahwa selain faktor cuaca dan iklim, faktor temperatur juga ikut mempengaruhi besarnya relative humidity. Return air yang merupakan udara ruangan sebelum mengalami proses pendinginan AHU memiliki temperatur sebesar 30°C dan relative humidity sebesar 50%, sedangkan udara ruangan setelah mengalami proses pendinginan

AHU memiliki temperatur sebesar 17,3 C dan *relative humidity* sebesar 97,8%.

Semakin rendah temperature, maka *relative humidity* semakin tinggi. Oleh sebab itu, untuk mencapai *relative humidity* yang sesuai dengan standar zona kenyamanan termal di Indonesia (SNI T-14-1993-037), perlu dilakukan pengaturan temperatur AHU, yaitu dengan menaikkan temperatur *water chiller* sehingga *relative humidity* menjadi lebih rendah dan sesuai dengan standar zona kenyamanan termal di Indonesia (SNI T-14-1993-037), yaitu sebesar 50% - 80%.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, hal yang telah dilakukan mengenai pembuatan Air Handling Unit (AHU), dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Permasalahan pemborosan energy yang terjadi akibat pemakaian downtime AHU line 220 ml suhu out standar, sehingga *overload aftercooling line* APM sering trip. Total Kejadian sebanyak 22 kali durasi 720 menit dari bulan Januari sampai Mei 2020.

2. Target menurunkan downtime AHU line 220 ml suhu out standar sebesar 50% dari 720 menit selama 4 bulan menjadi 360 menit atau 90 menit per bulan. Namun, realitanya melebihi target yakni adalah sebesar 97,8% downtime (menurun) dalam penggunaan energy pada pendingin ruangan (AC). Oleh sebab itu, untuk mencapai *relative humidity* yang sesuai dengan standar zona kenyamanan termal di Indonesia (SNI T-14-1993-037), perlu dilakukan pengaturan temperatur AHU, yaitu dengan menaikkan temperatur *water chiller* sehingga *relative humidity* menjadi lebih rendah dan sesuai dengan standar zona kenyamanan termal di Indonesia (SNI T-14-1993-037), yaitu sebesar 50% - 80%.

### Saran

1. Kendali Beban Terpusat akan memudahkan pelaksana teknis dalam meng-*onkan* dan meng-*off*-kan unit-unit AHU sekaligus memudahkan memonitor aktifasi seluruh unit AHU karena dilakukan dari satu ruang kendali utama.
2. Penghematan energy terjadi secara bervariasi tergantung jumlah unit yang diaktifkan selama sehari atau selama sebulan, hal ini karena penghematan tersebut adalah dalam bentuk daya dan energy.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT.Rineka Cipta.
- Azridjal Aziz. 2009. *Studi Eksperimental Mesin Refrigrasi Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigerant Hidrokarbon Substitusi R22 Pada Kondisi*

- Transient*. Jst.<https://ejournal.unri.ac.id>. Diakses 5 Juli 2021.
- Basri, Hasan. 2009. *Efek Perubahan Laju Aliran Masa Air Pendingin Pada Kondensor Terhadap Kinerja Mesin Refrigerasi Focus 808*. Bandung: Pustaka Setia.
- Dantes, Nyoman. 2014. *Analisis Dan Desain Eksperimen (Disertai Contoh Penerapan Analisis Data)*. Singaraja: Program Pasca sarjana Undiksha.
- Ekadewi A. Handoyo, Wahyudi Jonathan. 2007. *Audit Energi Listrik Pada Empat Mesin Injeksi Utama di PT MMM*. Prosiding Seminar Nasional XIII FTI-ITS, Surabaya.
- Matcho, Jon; Faulkner, David R., 2002. *Panduan Penggunaan Delphi*. Yogyakarta: Andi.
- Mismail, Budiono. 2008. *Dasar-Dasar Rangkaian Logika Digital*. Bandung: ITB.
- Nuarsa, Hari Supriyanto dan Naning Aranti Wessiani, 2008. *Pengurangan Waste Air Conditioning System Pada Gedung Komersial Dengan Pendekatan Manajemen Energi (Studi Kasus: Hotel Inna Simpang Surabaya)*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII, Program Studi MMT-ITS, Surabaya.
- Rasta, I Made. 2011. *Pengaruh Laju Aliran Volume Chilled Water Terhadap Ntu Pada FC Sistem AC Jenis Water Chiller Di Politeknik Negeri Bali*. <https://ojs.petra.ac.id>. Diakses 5 Juli 2021.
- Supriadi, Muhammad, 2005. *Pemrograman IC PPI 8255 Menggunakan Delphi*. Yogyakarta: Andi.
- Suhail, Mohammed Abdallah Suhail, 2007. *Direct Load Control using Programmable Logic Controller*. Thesis for Faculty of The College of Graduate Studies King Fahd University of Petroleum and Minerals Dhahran, Saudi Arabia.