

ANALISA TROUBLE SHOOTING CHILLER TIPE WATER COOLED CHILLER PADA UNIT AC SENTRAL DI HOTEL PATRA JASA SEMARANG

Priyanto^{1*}, Santhi Wilastari¹

¹Program Studi Teknika, Politeknik Bumi Akpelni Semarang
Jl.Pawiyatan Luhur II/17, Bendan Duwur, Semarang.

*Email : priyanto@akpelni.ac.id

Abstrak

AC sentral jenis water cooled chiller merupakan alat pengkondisi udara yang tentu dapat mengkondisi udara lebih dari satu ruangan menggunakan water cooled chiller sebagai mesin refrigrasinya. Didalam komponen water cooled chiller memiliki bagian yang memiliki fungsi mendinginkan air atau chilled water yang digunakan untuk mendinginkan ruangan melalui AHU. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab gangguan pada unit water cooled chiller dan melakukan perawatan agar dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan. Dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode observasi yang dilaksanakan di Hotel patra jasa semarang, data diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian, metode wawancara dengan penulis melakukan komunikasi dengan teknisi mengenai masalah yang di tangani, serta metode studi pustaka dengan penulis mengambil referensi yang terdapat dalam buku, jurnal dan kajian-kajian yang relevan. Hasil yang diperoleh dari penelitian menunjukan terjadi ketidaknormalan dalam pada mesin chiller dengan mengamati suhu yang air keluaran dari kondensor water cooled chiller yang rata-rata 36.7°C dalam kondisi normal menjadi 39.7°C kemudian setelah didapatkan permasalahan utama dari hasil analisa terjadinya kebocoran pada pipa freon dan Condensor yang kotor disebabkan karena kurangnya perawatan pada komponen kondensor mengakibatkan kotoran menggumpal dan mengendap. Perawatan harus dilakukan secara berkali kali dengan section 3 bulan dan 6 bulan untuk menjaga pendinginan tetap stabil.

Kata kunci : *water cooled chiller, perawatan, dan condensor.*

PENDAHULUAN

Hotel Patra Jasa Semarang adalah salah satu hotel berbintang 4 dan terfavorit yang berada di kawasan tengah kota Semarang, Hotel Patra Jasa memberikan fasilitas guna memberikan kepuasan dan kenyamanan bagi penggunanya selama menginap di Hotel Patra Jasa Semarang. Salah satu yang diberikan oleh manajemen Hotel Patra Jasa Semarang adalah kenyamanan dan kesejukan di setiap ruangan dengan pemasangan AC. Hotel Patra Jasa Semarang menggunakan sistem pendinginan AC sentral, di setiap ruangan kadang AC tersebut tidak dapat berfungsi sesuai dengan temperature yang telah ditetapkan oleh *staff engineer* yaitu 22°C, hal ini membuat tamu atau pengunjung merasa tidak nyaman selama di Hotel Patra Jasa Semarang yang mengakibatkan panas di setiap ruangan. salah satu penyebabnya komponen utama yang sering terdapat trouble di Hotel Patra

Jasa adalah pada komponen chiller. Tipe chiller yang digunakan pada hotel Patra Jasa Semarang adalah water cooled chiller. Menurut Arjani (2011), sistem AC di Hotel Patra Jasa Semarang ini yang kurang terawat dengan sirkulasi udara yang sangat kurang memadai akan dapat meningkatkan resiko dan timbulnya gangguan panas di ruangan serta tentunya gangguan kesehatan. komponen AC terutama dalam bagian chiller. Untuk mencegah menurunnya kinerja pada AC central maka harus dilakukan perawatan secara berkala. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui penyebab gangguan pada unit water cooler chiller dan perawatan di dalam nya secara berkala. dengan melakukan perawatan berkala yang maksimal, maka Permasalahan yang kerap terjadi pada komponen chiller dapat menyebabkan menurunnya kinerja performa AC dalam mendinginkan ruangan dapat teratasi dengan baik.

LANDASAN TEORI

Pengertian dasar AC

Menurut Ari Fandi Saputra (2012), di dalam pengertian dari AC (*air conditioner*) yaitu suatu rangkaian mesin yang juga memiliki fungsi sebagai pendingin udara yang sudah tentu berada disekitar mesin pendingin AC tersebut. adalah suatu sistem atau mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembapan di dalam area tersebut.

AC sentral dan prinsip kerja AC sentral

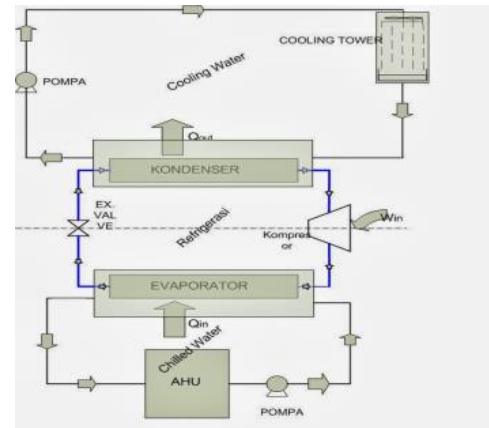
Di dalam Sistem AC sentral (*Central*) tersebut di khususkan untuk instalasi AC di satu gedung yang tidak memiliki pengatur suhu sendiri-sendiri (misalnya per ruang). Dan Semua dikontrol di dalam satu titik dan kemudian hawa sejuk serta dingin itu didistribusikan dengan menggunakan pipa ke instalasi instalasi ruangan masing masing. pengkondisian udara bersih dan dingin di gedung-gedung besar, AC sebisa mungkin sudah tidak efisien lagi. Dapat dibayangkan jika menggunakan AC biasa sangat banyak refrigerant yang harus digunakan. Dan sudah tentu kinerja kompresornya sangat tinggi dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu, sering kali di dalam sistem AC yang digunakan adalah sistem Chiller. Chiller yang dijelaskan dapat dijadikan satu kesatuan sistem yang terdiri dari tiga buah siklus, yaitu:

- **Siklus Chilled Water dan Refrigerasi**

Saat mendinginkan ruangan yang luas tersebut udara di dalam gedung, chiller tidak langsung mendinginkan udara melainkan mendinginkan fluida lain (biasanya air) terlebih dahulu. Setelah air tersebut dingin kemudian air dialirkan melalui AHU (*Air Handling Unit*).

- **Siklus Cooling Water**

Dalam siklus tersebut hal pembuangan kalor ini sering kali chiller menggunakan media perantara air tawar untuk media pembuangan kalornya. Hampir sama dengan *Chilled water*, pertukaran kalor chiller pada kondensernya juga melalui perantara air. Dan Air dialirkan melalui kondenser.



Gambar 2.1 Siklus refrigrasi, *Chilled water*, *Cooling water*

Komponen pada AC sentral:

Ducting

Berikut adalah Fungsi dari *Ducting* dimana sebagai mendistribusikan udara di dalam gedung tersebut terdapat berbagai macam ducting dalam penggunaan kesehariannya.

AHU (Air Handling Unit)

AHU disini sebagai komponen penukar kalor dimana air dingin hasil pendinginan chiller tersebut disirkulasikan ke coil yang ada pada AHU, dan kemudian udara dingin tersebut di sirkulasikan oleh blower yang di gerakkan menggunakan electromotor dan di distribusikan di dalam ruangan ruangan melalui *ducting* tersebut.

Cooling Tower

Menurut Haryanto Budi (2015), Cooling tower menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer.

Chiller

Yang sudah di ketahui bersama *Chiller* atau mesin refrigrasi yaitu suatu peralatan pendingin yang sudah tentu menghasilkan media pendingin utama untuk mendinginkan bangunan gedung yang bertingkat ataupun ruangan yang tertutup, dengan pemakaian energi secara langsung berupa energi listrik, termal atau mekanis, untuk menghasilkan air dingin (*chilled water*) dan membuang kalor ke udara luar (atmosfir) melalui menara pendingin (*cooling tower*).

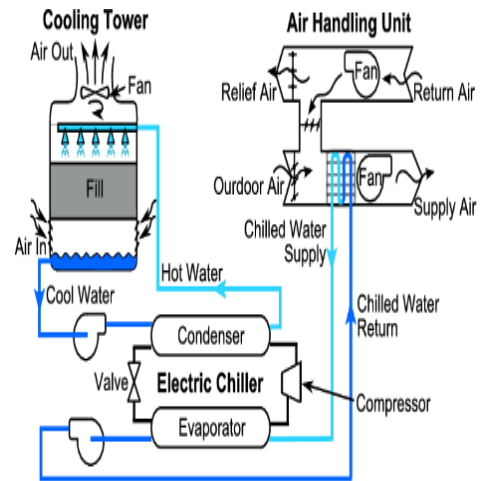
Berdasarkan sistem pendinginannya Chiller dibagi menjadi:

1. *Air Cooled Chiller*

Mesin refrigerasi disini dengan pendinginan udara (*air cooled chiller*), pada prinsipnya hampir sama dengan *split duct AC*, tetapi dalam kapasitas ukuran lebih besar. Unit mesin ini pada umumnya sama berada diatas atap beton atau di luar dari sebuah gedung atau bangunan. Komponen utama dari 1 unit AC sentral adalah 2 kompresor atau lebih, dengan katup ekspansi dan evaporator berada dalam suatu unit utama, dan termasuk kondensornya. Evaporator mendinginkan air dan air dingin disirkulasi kesetiap tingkat gedung atau bangunan melalui alat pengatur udara (*air handling unit*).

2. *Water Cooled Chiller*

Menurut Abdi pranata dkk. (2019), *Water cooled chiller* tersebut adalah suatu mesin refrigerasi yang berfungsi untuk mendinginkan air pada sisi evaporator. Di dalam manajemen perawatan Dari Prinsip dasar *water cooled chiller* tersebut adalah proses penyerapan panas dan pelepasan panas dengan menggunakan media berupa air tawar yang didinginkan ditabung pendingin. Prinsip kerja water-cooled chiller tersebut ini, refrigeran akan dialirkan dalam suatu sistim pendinginan melalui pipa pipa penghubung yang harus selalu dalam kondisi baik, dan dilakukan pengecekan berkala per 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun sekali dalam perawatannya. Atau setiap saat jika mengalami trouble.



Gambar 2.2 Sistem *Water cooled chiller*.

Komponen yang terdapat pada chiller adalah sebagai berikut :

1. **Kompresor**

Kompresor adalah suatu alat yang berfungsi sebagai sarana untuk mensirkulasikan gas freon 22 ke kondensor dan sebaliknya secara terus menerus.

2. **Kondensor**

Yang di maksud Kondensor itu sendiri yang berfungsi untuk membuang kalor dan untuk mengubah wujud bahan pendingin tersebut dari gas menjadi cair kembali.

3. **Evaporator**

Evaporator ini sendiri termasuk suatu bagian penukar panas yang mempunyai peranan penting, Menurut Poernomo (2015), system water chiller adalah salah satu media pendingin refrigerant, system refrigerant tersebut mendinginkan air. Air yang sudah didinginkan tersebut di sirkulasikan secara tertutup

4. **Pipa kapiler/Expansion Valve**

Menurut Supriyanto (2011), katub ekspansi berfungsi untuk menurunkan *temperature* dan tekanan rendah. Selain itu katub ekspansi juga berfungsi mengaturnya *refrigerant* sesuai dengan kapasitas *evaporator*, sehingga penguapan menjadi sempurna dan efisien.

5. Oil separator

Alat ini terletak diantara kompresor dan kondensor, yang berfungsi untuk mengembalikan minyak lumpur kedalam kompresor sebelum minyak lumpur tersebut ikut masuk kedalam kondensor.

6. Control box

Di dalam Control box merupakan suatu komponen yang tentunya digunakan untuk mengetahui dan serta memeriksa batasan-batasan dalam pengoperasian sistem chiller tersebut.

7. Filter dryer

Berfungsi menyaring segala kotoran atau partikel-partikel halus yang bersirkulasi bersama freon.

METODE

Dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode observasi yang merupakan suatu metode pengumpulan data data secara bertemu langsung pekerja yang bekerja dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian, metode wawancara dengan penulis melakukan komunikasi dengan teknisi mengenai masalah yang di tangani, serta metode studi pustaka dengan penulis mengambil referensi yang terdapat dalam buku, jurnal dan kajian-kajian yang relevan, penulis melakukan analisis Berdasarkan penelitian studi kasus yang peneliti lakukan, dengan mengidentifikasi dan analisa pendekatan masalah dengan cara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kejadian yang terjadi selama penulis melakukan penelitian yang secara langsung, penulis menemukan beberapa trouble yang terjadi pada komponen-komponen water cooled chiller, dalam menganalisis sebuah permasalahan peneliti akan menyelesaikan dengan metode observasi, interview dan studi kepustakaan. Tujuannya adalah untuk mencegah potensi terjadinya trouble pada chiller AC sentral atau keabnormalan pada chiller AC sentral. Dalam menentukan ketidak normalan dalam pada mesin chiller dengan mengamati suhu

yang air keluaran dari kondensor chiller yang rata-rata 36.7°C dalam kondisi normal menjadi 39.7°C kemudian setelah didapatkan permasalahan utama dari hasil analisa maka diputuskan beberapa kemungkinan faktor kerusakan yang terjadi pada komponen chiller dan penanganan masalah pada komponen-komponen mesin chiller

Evaluasi Pemecahan Masalah

Kerusakan pada komponen-komponen chiller

Menurut Melya Dyanasari Sebayang (2019), Gangguan yang terjadi pada AC tidak lepas dari tiga hal, yaitu AC tidak dingin, mengeluarkan suara berisik atau terjadi kebocoran. kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya:

- kurangnya perawatan terhadap komponen-komponen mesin chiller.
- penyimpangan saat penggunaan mesin chiller.
- pengaturan pada mesin chiller yang kurang sesuai dengan efektifitas kinerja mesin chiller.

Berikut adalah analisa beberapa *trouble* yang kemungkinan terjadi pada mesin chiller :

1. Freon shortage dan Cooling Shortage

Freon Shortage merupakan sesuatu trouble yang disebabkan oleh kurangnya freon pada chiller. *Trouble* ini terletak pada pipa selonsong yang menghubungkan *compressor* dengan komponen chiller lainnya. Jika freon terus terbang, maka tekanan akan hilang dan kompresor akan berhenti bekerja.

Untuk menangani hal tersebut di pada manajemen perawatan atas, ada beberapa cara yang harus ditempuh adalah yaitu sebagai berikut:

- a. lakukan penutupan kebocoran yang terjadi saat itu. cari pipa pipa atau aliran kebocoran tersebut dengan menggunakan air busa sabun.
- b. Oleskan air busa sabun pada seluruh lapisan sistem pemipaan tersebut.

Dan Setelah beberapa saat, akan terdapat gelembung udara yang keluar jika terjadi kebocoran di dalam sistim . Letak gelembung pada sistim pemipaan tersebut merupakan letak kebocoran freon.

- c. dan Setelah mengetahui letak kebocoran pada sistim pemipaan tersebut, maka matikan chiller sesegera mungkin untuk menjaga sistim yang lain tidak ikut rusak.
- d. Selanjutnya buang semua Freon yang ada di sistim yang tersisa didalam chiller dengan mesin vakum.
- e. langkah berikutnya tutup kebocoran pada pipa freon tersebut dengan cara pengelasan yang baik dan benar.
- f. Setelah kebocoran di lakukan penutupan dengan cara pengelasan tersebut lalu isi freon kembali sesuai dengan kebutuhan yang digunakan dan sesuai prosedur yang sudah di tentukan oleh pabrik.
- g. Perhatikan sistim instalasi pemipaan tersebut apakah sudah sesuai dan perhatikan preasure pada preasure gauge untuk mengetahui tekanan yang di ijinakan oleh pabrik tersebut.
- h. Ukur arus kompresor chiller, sesuaikan dengan standar penggunaan yang dianjurkan pada mesin chiller.
- i. Perhatikan suara kompresor, jika suara kasar, segera tambahkan minyak lumas pada kompresor. Untuk mengatasi trouble pada cooling shortage cara mudah dalam menangani penanganannya hanya dengan menekan tombol reset pada panel chiller sistim.

2. **Condensor yang tersumbat dikarenakan kotor**

Condensor tersebut yang kotor yaitu disebabkan karena kurangnya perawatan pada komponen kondensor yang akan mengakibatkan kotoran menggumpal dan mengendap di dalam sistim yang menyebabkan air supplay dari cooling

tower tersebut tersumbat dan terhambat, sehingga pendinginan pada kondensor terganggu.

Ada beberapa langkah Cara menangani apabila kondensor mengalami kotor di dalam sistim tersebut :

- a. bersihkan *condensor* tersebut dengan cara menyogok sampai tembus setiap lubang di masing-masing lubang tersebut yang terdapat didalamnya. untuk mengawali pekerjaan tersebut segera matikan mesin terlebih dahulu. Setelah breaker utama diturunkan kemudian buka *body chiller* bagian samping kemudian buka body chiller bagian samping dan belakang.
- b. Dan jangan lupa Bersihkan juga tutup condensor dari kerak yang menempel seperti lumpur atau kotoran padat setelah semuanya bersih, pasang kembali tutup kondensor. Lakukan pemasangan kembali kedua pipa *in let* dan pipa *out let* dengan *flange* tersebut dan tentu jangan sampai lupa untuk memasang paking karet agar tidak terjadi kebocoran saat memasangnya. Selanjutnya buka kembali ball valve pada pipa sirkulasi agar air tawar *cooling tower* mengalir di dalamnya. Setelah itu, segera lakukan running test mesin *chiller* dan lakukan pengecekan di dalam sistim dan pemipaan apakah ada kebocoran atau tidak.
- c. Perawatan tersebut ini wajib dilakukan per 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun sekali secara berkala. Biasanya setelah bekerja penuh selama 3 bulan, condensor ini akan mengalami penumpukan kerak didalam sistim tersebut ini. Karena air mengandung korosi yang sangat kuat sehingga wajib di jaga dari kerak agar sistim berjalan dengan baik.

3. *Pompa mengalami overload*

Pump overload adalah dimana merupakan sebuah trouble shooting yang terjadi pada pompa sirkulasi *chilled water*. Pompa ini mengalami tentu tidak dapat memompa air secara sempurna menuju *chiller* karena beban yang sangat berlebih sehingga menyebabkan *overload*. Dan Untuk mengatasi hal tersebut maka kita dapat memberikan bantuan berupa pengisian air kedalam pompa tersebut. Bantuan pengisian air tersebut dalam pompa ini akan mencairkan es yang membeku didalam sistim evaporator dan pemipaan tersebut ini.

Perawatan yang dilakukan pada unit chiller

Menurut risma syafytri (2020), perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik. Dalam perawatan unit chiller dibagi 3 section yaitu perawatan setiap hari, 3 bulan, dan 6 bulan:

1. Setiap hari;

- a. memeriksa kekencangan van-belt, bearing dan mounting motor pada kompresor.
- b. Memeriksa secara visual *panel power* listrik periksa tegangan dan ampere (arus) pada kompresor (sesuai dengan name plate) menggunakan tank ampere.
- c. Check tekanan-tekanan air pada kondensor dengan melihat manometer.
- d. Memantau tekanan minyak lumas pada kompresor dengan melihat pressure gauge dan juga melihat jumlah minyak lumas melalui gelas duga di kompresor.
- e. Memantau tekanan gas refrigerant sesuai dengan ketentuan yang diberikan menggunakan *manipol/pressmeter*.
- f. Check temperature air yang mengalir pada *water cooled condensor* dilihat dari termometer.

2. 3 (Tiga) bulanan ;

- a. Memberikan pelumas pada bearing-bearing yang terdapat pada komponen chiller.
- b. Mengganti van-belt apabila kondisi van-belt tersebut sudah retak-retak atau sudah putus.
- c. Check pulley-pulley yang ada, kencangkan baut-bautnya apabila sudah dilakukan pengecekan, kemudian mengatur kembali sesuai dengan instruction book.
- d. Check semua pompa-pompa, bersihkan dari kerak-keraknya dan cek seal-sealnya, dipantau apakah masih memungkinkan untuk dipakai kembali atau harus diganti dengan yang baru.
- e. memeriksa *zinc anoda* yang ada di kondensor, dilihat apakah masih layak untuk digunakan atau sudah harus diganti.
- f. Check unit *condensor* untuk melihat apakah ada kotoran yang berlebih dan halangan yang timbul karena kondensor unit yang paling rentan terkena kotoran yang menempel.
- g. Mengecek kebersihan *filter dryer*, ganti kalau memang diperlukan.

3. 6 (Enam) bulanan ;

- a. Melakukan pengecekan distribusi udara dengan mengecek ducting-ductingnya.
- b. Melakukan *overhaul* pada kompresor dengan melakukan pengukuran *clearence*.
- c. Melakukan pengecekan semua sambungan/terminal electricalnya di panel-panel, hal ini dilakukan untuk mencegah konsleting listrik yang terjadi saat mesin *chiller* dinyalakan.
- d. Bersihkan contactor-contactornya dengan cara disemprot dengan udara *contact cleaner*.
- e. Check operasional *safety control*, *safety* yang digunakan pada chiller seperti *Oil Pressure Switch*, *High Pressure Switch*, *Low Pressure Switch*, dan *Timer*. Safety control ini

- terletak pada kompresor agar kompresor tidak bekerja terus-menerus saat mengalami trouble yang terjadi pada komponen chiller.
- f. Mengecek kondisi dari evaporator, memeriksa *tube* evaporator dan permukaannya, apabila terjadi kebocoran segera lakukan pengelasan, dan juga membersihkan evaporator agar tidak terdapat kotoran-kotoran yang menyebabkan kurang maksimalnya pendinginan pada saat mendinginkan *chilled water*.

Jenis refrigerant dan cara pengisian refrigerant

Menurut komarudin (2018), *Refrigerant* adalah fluida kerja yang bersirkulasi dalam siklus refrigerasi. *Refrigerant* merupakan komponen terpenting siklus refrigerasi karena *refrigerant* yang menimbulkan efek pendinginan dan pemanasan pada mesin refrigerasi. *Refrigerant* yang digunakan juga harus sesuai dengan name plat *chiller*. Refrigerant yang digunakan pada water cooled chiller di Hotel Patra Jasa adalah (R-22), spesifikasi dari R-22 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. spesifikasi R-22

PRODUCT NAME	R-22
OTHER NAME	Chlorodifluoromethane
USE	Refrigerant Gas
DISTRIBUTOR	National Refrigerants, Inc.661 Kenyon Avenue Bridgeton, New Jersey 08302

Langkah-langkah pengisian freon :

1. saat instalasi masih berjalan, tutup katub setelah receiver.
2. Setelah itu lakukan penyambungan selang pengisian freon dari botol freon ke katub pengisian yang terdapat di dekat *filter dryer*.

3. Langkah berikutnya Mengeluarkan udara semaksimal mungkin yang terdapat di dalam selang pengisian.
4. Memposisikan botol terbalik lalu buka katub pengisian freon yang terdapat di botol dan katub dekat kondensor, operasikan kompresor secara manual.
5. Memperhatikan tekanan freon di dalam sistem yang telah masuk dengan memperhatikan level gelas duga pada kondensor.
6. Setelah di rasa level freon memenuhi syarat, tutup kembali katub pengisian dan buka katub setelah receiver, posisikan kompresor pada otomatis, tutup katub botol dan lepas selang pengisian.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bab sebelumnya mengenai judul “**Analisa Trouble Shooting Chiller Tipe Water Cooled Chiller Pada Unit AC Sentral Di Hotel Patra Jasa Semarang**” maka sebagai bagian akhir karya tulis ini penulis akan memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan masalah yang di bahas dalam karya tulis ini.

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari pembahasan pada bab terdahulu adalah sebagian berikut :

1. Penyebab terjadi permasalahan-permasalahan yang terjadi pada komponen utama chiller seperti *freon shortage*, *cooling shortage*, *condensor* yang terlalu kotor, dan *pump overload* adalah kurangnya perawatan pada komponen serta pengecekan berkala yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada pipa yang menyebabkan *freon* berkurang dan mengedapnya kotoran pada *condensor* yang menyebabkan mengendap menyebabkan air supplay dari cooling tower terhambat sehingga kinerja mesin chiller menjadi tidak optimal. Hal ini berdampak pada suhu ruangan yang menjadi kurang dingin.
2. Beberapa faktor yang menyebabkan chiller pada AC sentral tidak maksimal

dikarenakan kurangnya perawatan terhadap mesin chiller AC sentral, penyimpangan penggunaan chiller, dan pengaturan pada mesin chiller yang kurang sesuai dengan efektifitas kinerja mesin *chiller*.

3. Perawatan harus dilakukan secara berkala agar komponen-komponen dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan oleh pihak hotel Patra Jasa Semarang dan mencegah bertambahnya biaya akibat kurangnya perawatan yang dilakukan.
4. Mengetahui prosedur dan jadwal perawatan pada *chiller* agar perawatan dapat dilaksanakan sesuai dengan yang telah ditentukan dan menjaga

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi Pranata, I. G. , Rihendra Dantes, Pasek Nugraha, I. N. , 2019, *Studi Komparasi Perbandingan Air Dan Udara Sebagai Media Pendingin Kondensor Terhadap Pencapaian Suhu Optimal Siklus Primer Pada Prototipe Water Chiller*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 7, No. 1, pp.18-21.
- Ariffandi Saputra, 2012, *Air Conditioner (AC)*, www.airconditioner-ariffandisaputra.blogspot.com. Diakses: 5 maret 2021.
- Arjani, Ida Ayu Made Sri , 2011, *Kualitas Udara Dalam Ruangan Kerja* . Jurnal Skala Husada, Vol. 8, No. 2, pp. 178-183.
- Haryanto budi, 2008, *Prinsip Kerja Cooling Tower Pada Sistem AC sentral*, www.bayu2191.wordpress.com/2010/04/prinsipkerjacooolingtower-pada-sistem-ac-sentral/. Diakses: 4 maret 2021.
- Komarudin, Ida El Methelina Manik, 2018, *Analisis Water Balancing Primary Loop Chiller System Terhadap COP*, Jurnal Teknik, Vol. 14, No. 1, pp 1-11.
- Margono, 2006, *Managemen Pemeliharaan dan Perawatan Mesin*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 4, No. 1, pp. 42-48.
- Melya Dyanasari sebayang, 2019, *Perawatan Air Condition (AC) Sentral*, Jurnal Penelitian Teknik Dan Informatika, Vol. 1, No. 1, pp. 9-16.
- Nugroho, Ali, 2015, *Analisa Kinerja Refrigerasi Water Chiller Pada PT Gmf Aeroasia*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 4, No. 1, pp. 26-30.
- Poernomo, 2015, *Analisis karakteristik unjuk kerja sistem pendingin (Air conditioning) yang menggunakan freon R-22 berdasarkan pada variasi putaran kipas pendingin kondensor*, Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, Vol.12, No. 1, pp. 1-8.
- Supriyanto, Kiryanto , 2011, *Analisis Teknis dan Ekonomis Perencanaan Sistem Pendingin Ruang Palkah Ikan Dengan Sistem Kompresi Uap Menggunakan Refrigerant R22*. Jurnal Teknik Kapal, Vol. 8, No. 1, pp. 6-11.