

Perancangan Instalasi *Ducting Air Conditioning Central* Menggunakan Sistem *Motorized Duct Damper*

Erma Yuniaty^{1,*}, dan Muhammad Kevin Adikoro²

Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya

*Corresponding author: erma.yuniaty@gmail.com

Abstract

Fan Affinity Law calculation theory, which is adjusted to the airflow divided into each room. The design results aim to apply Air Conditioning Energy Conservation regulations in buildings without compromising the comfort of room users. This design works by closing and opening the airflow to the room according to the needs of the use of the room, which has an impact on controlling the speed of the blower motor in the Central AC system. The Central AC system can achieve wider use by optimizing the flow of cold air only in the room used. According to the data, using a Motorized Damper as a regulator of cold air flow in two rooms with different hours of use can optimize the need for air conditioning power of 4,852.44 kWh in one month. With this, Energy Conservation is still being achieved, and the Central AC system in the developed Building is optimal.

Abstrak

Kompon karet merupakan produk antara pencampuran karet dengan bahan aditif sebelum proses vulkanisasi. Seringkali terdapat jeda antara proses komponding dan vulkanisasi, sehingga tata cara penyimpanan yang benar menjadi penting. Keberadaan agen pemvulkanisasi, bahan pengaktif, dan bahan pencepat dalam kompon memungkinkan reaksi vulkanisasi tetap berlangsung selama masa penyimpanan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu dan suhu penyimpanan kompon karet terhadap karakteristik vulkanisasi. Komposit karet hasil proses komponding disimpan pada suhu ruangan yang berbeda yaitu 25°C dan 32°C. Pada hari penyimpanan ke-1, ke-3, dan ke-5, kompon tersebut diuji menggunakan rheometer untuk mendapatkan data parameter vulkanisasi. Parameter yang diamati meliputi nilai MH, ML, ts2, tc90, cure rate index (CRI), dan torsi efektif dari masing-masing perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu penyimpanan kompon karet mempengaruhi setiap parameter yang diamati. Dalam rentang waktu 5 hari, semakin lama waktu penyimpanan, terjadi pembentukan ikatan silang polisulfida pada jejaring rantai polimer karet. Suhu penyimpanan yang lebih tinggi juga mempercepat reaksi vulkanisasi selama masa penyimpanan. Penambahan jumlah ikatan silang menyebabkan periode induksi dan waktu vulkanisasi menjadi lebih lama, sementara nilai CRI dan torsi efektif menjadi lebih rendah.

Keywords : *AC Central, Ducting, Motorized Damper, Fan Affinity Law*

PENDAHULUAN

Sistem pengkondisian udara pada Bandar Udara Internasional X menggunakan sistem AC central berpendingin air cooled chiller yaitu sistem pendingin menggunakan udara sebagai pelepas kalor dari condenser. Sistem ini memiliki 22 unit AHU dan 9 unit air cooled chiller sebagai penunjang dari pengkondisian udara di terminal penumpang, kondisi saat ini sistem ac central yang ada di bandar udara zainuddin abdul madjid Lombok dibagi menjadi 2 yaitu terminal lama dan baru, dikarenakan terjadi pengembangan fasilitas bandar udara, perubahan fungsi ruangan pelayanan pada terminal penumpang mengalami perubahan, kondisi ini menyebabkan tidak optimalnya sistem distribusi aliran udara dingin di area pelayanan.

Ruangan pelayanan yang sebelumnya menjadi satu bagian pada saat dilakukan pengembangan dijadikan 2 fungsi ruangan untuk pelayanan yang berbeda sehingga diperlukan pengaturan aliran distribusi udara dingin untuk memisahkan kedua ruangan tersebut, hal ini diperlukan mengingat kebutuhan pelayanan bandar udara internasional zainuddin abdul madjid perlu tetap di kedepannya dan operasional bandar udara perlu di efisiensi sebagai tanggung jawab konservasi energy sistem tata udara.

Kondisi pada saat ini belum dapat mengoptimalkan peralatan dikarenakan beberapa kekurangan yaitu tidak optimalnya aliran udara dingin dari unit AHU ke ruangan pelayanan yang digunakan sehingga penggunaan energy yang ada di sistem tata udara belum dapat optimal, kondisi ini dikarenakan adanya aliran udara dingin dari AHU yang di distribusikan ke ruangan yang tidak dipergunakan. Penyesuaian penggunaan ruangan tersebut dapat dilakukan dengan menyesuaikan pengaturan putaran motor blower pada AHU. Unit AHU menggunakan motor listrik 3 fasa sebagai penggerak blower yang di kontrol menggunakan Variable Frequency Drive.

Sesuai dengan penelitian A. Bagas F, Yoga A.D, M. Putri [5] mengenai Analisis Pengaruh Kendali Putar Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan VFD Siemens. Dijelaskan bahwa merubah kecepatan putar motor akan berbanding lurus dengan penggunaan energy motor yaitu dengan mengatur kecepatan motor pada porsi 10% akan menghemat penggunaan energy 9 kali dibandingkan dengan kecepatan putar pada porsi 100%.

Pada penelitian ini AHU 1.5 adalah ahu yang pada awalnya mendistribusikan udara dingin untuk area kedatangan internasional sedangkan pada saat dilakukan pengembangan area tersebut di rubah menjadi kedatangan domestic dan ruangan pelayanan imigrasi internasional, dikarenakan perubahan tersebut AHU 1.5 mendistribusikan udara dingin menuju 2 ruangan yang berbeda, yang pada saat ini jadwal penggunaan area kedatangan internasional lebih singkat dibandingkan area kedatangan domestic sehingga AHU 1.5 belum optimal mendistribusikan aliran udara dingin sesuai ruangan yang dimanfaatkan. Hal ini adalah dampak dari dua sistem tata udara yang terpisah setelah pengembangan fasilitas, walaupun tidak semua tempat ditemukan masalah yang sama untuk bertanggung jawabkan konservasi energy sistem tata udara sesuai standar nasional indonesia yang berlaku diperlukan adanya modifikasi sistem yang ada sehingga dapat menyelesaikan dampak pengembangan fasilitas yang merubah tata ruang pelayanan menjadi berbeda fungsi.

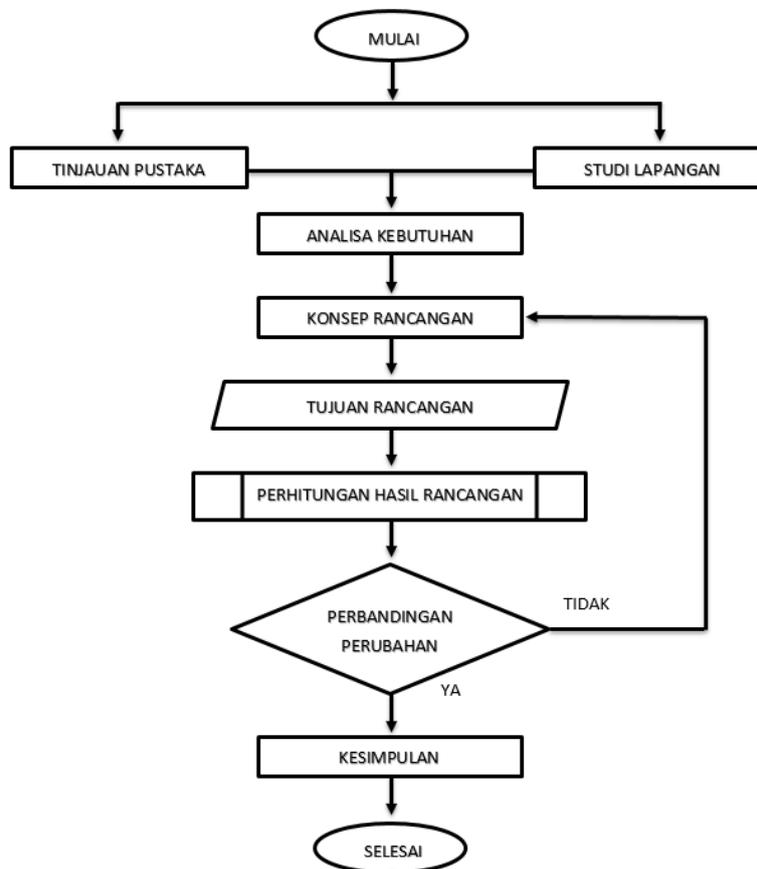
Sebagaimana hasil penelitian Indradana Ardian mengenai Rancang Bangun Pengaturan Buka Tutup Volume Damper pada Sistem Air Conditioner berbasis ATMEGA16 [4] memperlihatkan bahwa fungsi dari volume damper adalah sebagai pemerata aliran udara berdasarkan kebutuhan suhu di masing masing ruangan, dalam hal ini di simpulkan kebutuhan suhu di tiap tiap ruangan memiliki perbedaan sesuai dengan fungsi dan waktu penggunaan ruangan.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 178 TAHUN 2015 Tentang Standar Pelayanan Pengguna Jasa Bandar Udara pada pasal 3 ayat (1) meliputi fasilitas yang memberikan kenyamanan pada penumpang salah satunya adalah pengkondisian udara. Suhu kondisi udara sesuai peraturan terkait adalah kurang atau sama dengan 25 derajat Celcius dan dapat dicapai menggunakan AC (air conditioner), kipas angin (fan), dan/atau ventilasi udara [4].

Adapula standar kenyamanan termis di Indonesia yang berpedoman pada standar Amerika (ANSI/ASHRAE) merekomendasikan suhu nyaman antara 22.5°C sampai 26°C atau disederhanakan menjadi 24°C kurang lebih 2° menjadi rentang antara 22°C sampai 26°C [1].

Berdasarkan standar dari peraturan terkait penulis merancang alat dari masalah sistem pengkondisian udara yaitu tidak meratanya aliran udara dingin menuju tiap – tiap ruangan serta mencapai efisiensi listrik pada sistem AC Central.

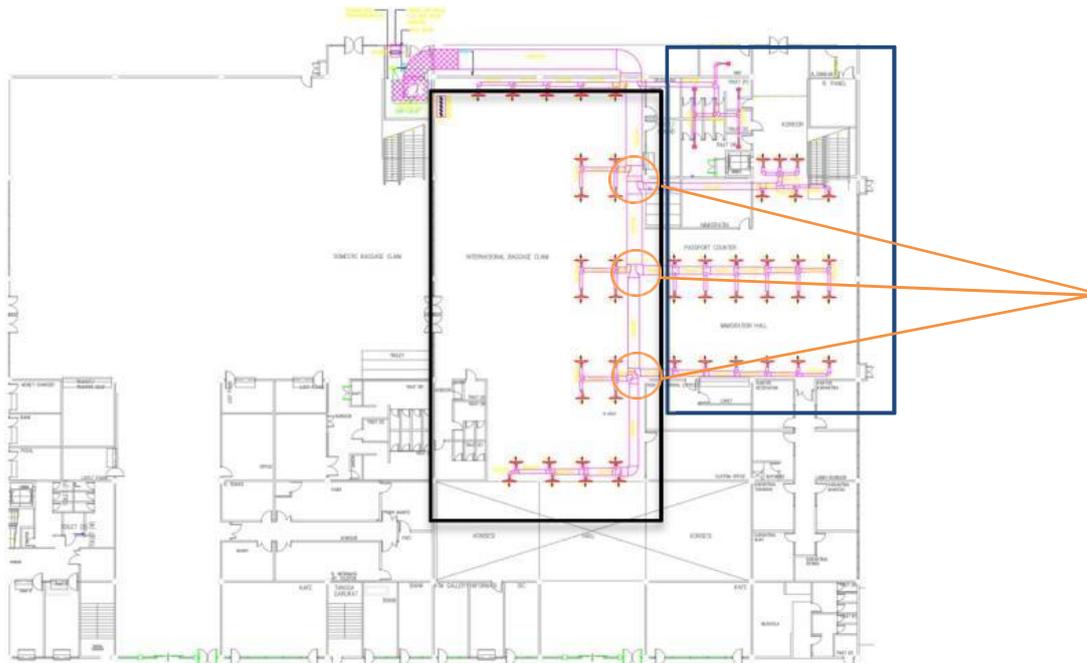
METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bandara Internasional X, pengembangan fasilitas yang telah dilakukan adalah pelebaran ruangan kedatangan domestic, yang pada awalnya menggunakan 2 conveyor diperluas dengan menambahkan 1 conveyor yang sebelumnya ada di area

internasional. Dengan perbedaan penggunaan ruangan pada pengembangan area tersebut diperlukan modifikasi pada sistem tata udara sehingga tetap mencapai efisiensi yang baik. Sistem AHU yang penulis angkat pada penelitian ini adalah AHU 1.5 dengan merek McQuay, yang berkapasitas 14870 L/s (31510 cfm) dengan fan Nicotra Gebhardt ADH 800 K1 yang membutuhkan tenaga motor 22 kw, serta 1470 rpm. Sebelum adanya pengembangan unit ini bekerja mendistribusikan aliran udara dingin menggunakan ducting menuju 54 titik diffuser di ruangan kedatangan internasional. Setelah adanya pengembangan unit ini bekerja mendistribusikan udara dingin menggunakan ducting menuju 25 titik diffuser pada area kedatangan domestic dan 29 titik diffuser pada area kedatangan internasional. Efisiensi energy dari peralatan pendingin ruangan di perparah oleh jam penggunaan ruangan yang berbeda, kekurangan dari jenis AC Central adalah tidak dapat mengatur penggunaan di masing masing ruangan. Kondisi tersebut bertentangan dengan SNI 6390:2011 tentang konservasi energy sistem tata udara bangunan gedung [2], dimana distribusi udara dingin ke ruangan kedatangan internasional seharusnya dapat dikurangi selama 70 jam 20 menit per minggu atau rata rata 10 jam per hari sesuai dengan perhitungan waktu penggunaan ruangan. Konsep dari rancangan adalah dengan menggunakan motorize dumper sebagai pembatas aliran udara menuju ruangan yang tidak digunakan. Sistem ini bekerja dengan menambahkan motorized actuator pada damper pembagi aliran di percabangan ducting yang ada.



Gambar 2. Ducting AHU 1.5

Sesuai dengan Gambar 2 ducting yang terpasang dibutuhkan 3 buah motorized damper untuk membatasi aliran udara ke area kedatangan internasional. Setelah di lakukan pembatasan aliran udara ke ruangan yang tidak dipergunakan selanjutnya diperlukan perhitungan kebutuhan distribusi aliran ke masing masing ruangan yang di dapat menggunakan metode perbandingan. Volume aliran udara yang dibutuhkan dapat kita hitung dengan perbandingan keseluruhan volume di bagi oleh titik diffuser yang ada sesuai dengan table berikut

Tabel 1. Data perhitungan kebutuhan aliran udara masing masing ruangan

Data perhitungan kebutuhan	Kedatangan Domestik	Kedatangan Internasional
Titik Diffuser (unit)	25	29
Volume Udara (cfm)	31510	31510
Kebutuhan (cfm)	14588	16922
Presentase (%)	46	54

Sesuai dengan hukum affinitas pada kipas perubahan volume udara pada kipas sentrifugal dipengaruhi oleh diameter impeller dan putaran motor, karena perubahan diameter impeller tidak memungkinkan untuk dirubah perubahan yang memungkinkan adalah mengatur putaran motor. Perhitungan kebutuhan putaran motor digunakan rumus persamaan sesuai hukum affinitas kipas berikut:

$$q_1 / q_2 = (n_1 / n_2)$$

Keterangan

gan :

q = kapasitas volume aliran (m³/s, gpm, cfm,....)
n = kecepatan putar (rpm)

Faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan motor listrik dapat diuraikan melalui persamaan :

$$N_s = (120 \times f) / P$$

Keterangan

gan :

N_s = Putaran medan stator (Rpm)
f = Frekuensi (Hz)
p = Jumlah kutub

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung pembagian aliran udara ke masing masing ducting, pada tahap ini sesuai dengan hasil analisa awal akan dibagi menjadi 3 titik pembagi pada keseluruhan instalasi ducting yang ada sehingga dapat memaksimalkan aliran udara menuju masing masing kebutuhan ruangan. Pada tahap ini mengingat kebutuhan dari perubahan ruangan di area internasional lebih sedikit di gunakan dibandingkan dengan area domestik yang diperluas maka damper yang akan dipasang hanya menutup dan membuka aliran udara menuju percabangan di area internasional, yang dapat kita hitung kebutuhannya seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan spesifikasi damper

Kebutuhan	Damper area Koridor Kedatangan	Damper area Passport Counter	Damper area Imigration Hall
Ukuran Ducting	65cm x45cm	85cm x 60cm	65cm x45cm
Luas Damper	3,14 sq.ft	5,5 sq.ft	3,14 sq.ft
Penentuan FPM	955,4 ft/m	1309 ft/m	1146 ft/m
Jenis Damper	Opposed blade/edge seals	Opposed blade/edge seals	Opposed blade/edge seals
Kebutuhan Torsi	15,7 in-lbs / 1,77 Nm	41,25 in-lbs / 4,66 Nm	23,55 in-lbs / 2,66 Nm

Sistem kontrol kapasitas pendingin direncanakan untuk mengatur operasi peralatan tata udara dan rancangan damper di dalam rentang yang paling efisien atau hemat energi. Sistem kontrol yang dikehendaki berdasarkan perubahan penggunaan ruangan adalah mengatur aliran udara hanya menuju ke ruangan yang digunakan. Sistem ini akan mengatur putaran motor blower AHU yang menyesuaikan kebutuhan di tiap ruangan serta mengatur terbuka dan tertutupnya damper yang kita gunakan sebagai sekat di ducting distribusi. Secara langsung pengaturan yang di buat tidak merubah variable suhu di masing masing ruangan, perubahan suhu hanya dapat terjadi apabila aliran udara dingin tidak sesuai dengan rancangan awal. Tabel 3 merupakan perhitungan frekuensi yang sesuai dengan kecepatan putaran motor.

Tabel 3. Perhitungan kebutuhan frekuensi dan putaran motor

Kebutuhan	Kondisi Awal	Kedatangan Domestik	Kedatangan Internasional
Kecepatan Motor (rpm)	1470	681	789
Frekuensi (Hz)	49	22,7	26.3
Jumlah kutub (unit)	4	4	4

Sesuai dengan perhitungan yang sudah didapatkan sebelumnya sistem kontrol akan memaksimalkan penggunaan Variable Speed drive pada motor AHU yang selama ini hanya digunakan untuk menjalankan AHU pada kondisi konstan. pada saat sistem bekerja normal makafungsi motorized damper akan dibuka dan mengatur kecepatan vfd sebesar 50 Hz yaitu kecepatan maksimum motor sesuai perhitungan kebutuhan awal, sedangkan apabilan hanya penggunaan ruangan domestic sistem akan menggerakkan damper sehingga menutup aliran udara ke area internasional serta mengatur kecepatan vfd menjadi 30 Hz.

Perhitungan penggunaan daya motor sebelum menggunakan rancangan dan penggunaan daya motor setelah menerapkan rancangan, rumus yang digunakan untuk

menghitung daya motor pada sistem AHU menggunakan Hukum Affinitas Kipas yang sudah di jelaskan di bab sebelumnya.

$$P1 / P2 = (n1 / n2)^3$$

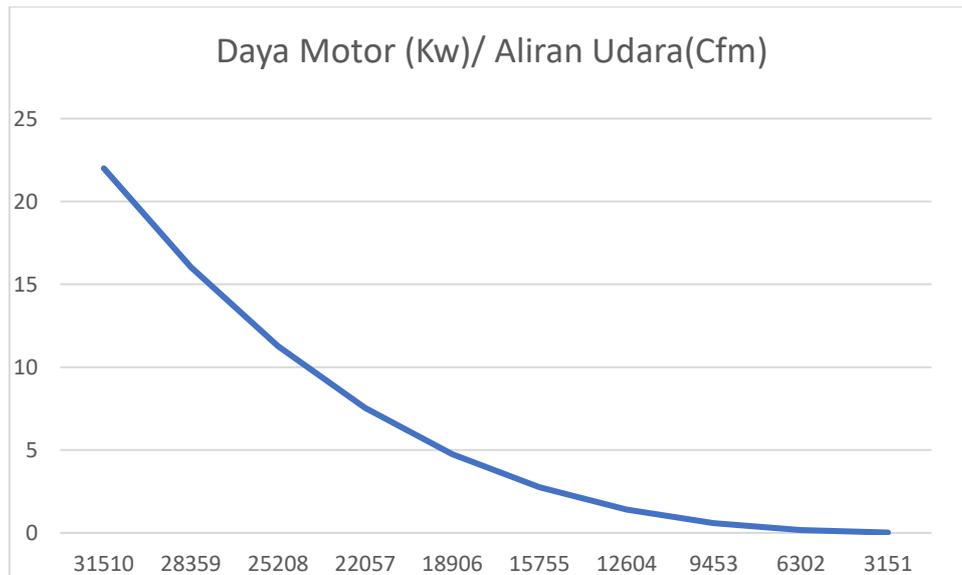
Keterangan

gan :

P = daya (W, bhp, ..)

n = Putaran motor (Rpm)

Maka dapat kita hitung perbandingan daya dan kapasitas volume aliran dengan grafik berikut ini:



Gambar 3. Grafik Perbandingan Aliran Udara dan Daya Motor

Sesuai dengan grafik diatas ditemukan bahwa aliran udara berbanding lurus dengan daya motor sehingga secara langsung dapat kita simpulkan dengan mengurangi aliran udara sesuai dengan kebutuhan ruangan berdampak langsung pada penghematan penggunaan daya listrik untuk menjalankan motor.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perubahan untuk memaksimalkan penggunaan daya motor pada peralatan AHU dilakukan perhitungan penggunaan daya menyesuaikan waktu penggunaan ruangan, dengan hasil penggunaan daya motor AHU sesuai dengan jam penggunaan ruangan akan menghemat beban listrik sebesar 1213,13 kWh per minggu atau 4852,52 kWh per bulan, penghematan yang dilakukan tanpa mengurangi tingkat pelayanan dan kenyamanan pengguna jasa sesuai dengan perhitungan kebutuhan aliran udara yang tetap seperti sebelum dilakukan perubahan. Perubahan ini hanya mengefisienkan aliran udara pada ruangan yang tidak digunakan.

DAFTAR NOTASI

q	= kapasitas volume aliran (m ³ /s, gpm, cfm,....)
n	= kecepatan putar (rpm)
Ns	= Putaran medan stator (Rpm)
f	= Frekuensi (Hz)
p	= Jumlah kutub
P	= daya (W, bhp, ..)
n	= Putaran motor (Rpm)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASHRAE Standar 55 Handbook Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE :6-7, 2020.
- [2] Standar Nasional Indonesia Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung, SNI 6390:2011:7-8, 2011.
- [3] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Standar pelayanan pengguna jasa Bandar Udara, PM 178:7, 2015.
- [4] I. Ardian, "Rancang Bangun Pengaturan Buka Tutup Volume Damper Pada Sistem Air Conditioner Berbasis ATMEGA16" Skripsi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010. [Online]. Available: <https://lib.ui.ac.id/detail.jsp?id=20249279>. [Accessed Jan. 3, 2023].
- [5] A.B. Fakhi, Y.A. Deavy, M. Putri, "Analisis Pengaruh Kendali Putar Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan VFD Siemens" Jurnal Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed, vol. 3, no. 1, Januari 2023.[Online]. Available: <https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/index>. [Accessed Januari 15, 2023].