

TUGAS AKHIR

***REDESAIN SISTEM SALURAN UDARA RETURN PADA
AC DIRECT EXPANSION (DX) SISTEM DI LAB TATA
UDARA***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE JULIANA
NIM. 2215223030

**PROGRAM STUDI
D-3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

Sistem saluran return udara memiliki peran penting dalam menjaga performa dan efisiensi AC DX, khususnya di lingkungan laboratorium tata udara yang membutuhkan kondisi termal yang stabil. Penelitian ini bertujuan untuk meredesain sistem saluran *return* pada sistem AC DX (Direct Expansion) yang digunakan di laboratorium tata udara untuk meningkatkan efisiensi distribusi udara dan mengurangi beban energi. Dalam sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) yang ada saat ini, terdapat masalah penurunan tekanan dan distribusi udara yang tidak merata pada saluran *return*, yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan suhu dan efisiensi pendinginan yang rendah.

Redesain menunjukkan peningkatan efisiensi sistem dalam hal penghematan energi dan kestabilan suhu di seluruh ruangan laboratorium. Penerapan sistem saluran *return* yang lebih optimal diharapkan dapat mendukung kenyamanan pengguna serta meningkatkan kinerja sistem HVAC secara keseluruhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *redesain* saluran *return* udara menghasilkan peningkatan efisiensi termal hingga 15% dan distribusi suhu yang lebih merata di seluruh area laboratorium. Selain itu, konsumsi energi sistem AC DX dapat dikurangi sebesar 10%. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan *redesain* dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kenyamanan termal dan efisiensi operasional sistem tata udara di laboratorium.

Kata Kunci: Ac Dx, Sistem Hvac saluran *return* udara, efisiensi energi, distribusi suhu.

ABSTRACT

The air return duct system has an important role in maintaining the performance and efficiency of DX air conditioners, especially in an air conditioning laboratory environment that requires stable thermal conditions. This study aims to redesign the return duct system of a DX (Direct Expansion) AC system used in an air conditioning laboratory to improve air distribution efficiency and reduce energy costs. In the existing HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) system, there are problems of pressure drop and uneven air distribution in the return duct, which can cause temperature imbalance and low cooling efficiency.

The redesign results show an increase in system efficiency in terms of energy savings and temperature stability throughout the laboratory room. The implementation of a more optimized return duct system is expected to support user comfort and improve the overall performance of the HVAC system.

The results showed that the redesign of the air return ducts resulted in an increase in thermal efficiency of up to 15% and a more even temperature distribution throughout the laboratory area. In addition, the energy consumption of the DX air conditioning system can be reduced by 10%. These findings suggest that the redesign approach can make a significant contribution in improving the thermal comfort and operational efficiency of air conditioning systems in laboratories.

Keywords: *DX air conditioning, HVAC System Air Return Ducts, Energy Efficiency, Temperature Distribution.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Bagi Penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi Masyarakat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Sistem AC DX.....	4
2.2 AC (<i>Air Conditioner</i>) Dengan Siklus Kompresi Uap	4
2.3 Diagram P-H.....	7
2.4 Komponen Utama AC DX Sistem	8
2.5 Sistem Tata Udara	10
2.6 Dasar-Dasar Perhitungan Kinerja AC DX	11
BAB III METODE PELAKSANAAN	14
3.1 Jenis Penelitian	14
3.2 Alur Penelitian.....	16
3.3 Lokasi Dan Waktu Pelaksanana	17

3.4 Penentuan Sumber Data	18
3.5 Metode Pelaksanaan Proyek Akhir	18
3.6 Instrumen Penelitian	20
3.7 Prosedur Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pelaksanaan Pengujian Awal	23
4.2 Proses Pengujian.....	24
4.3 Data Dan Pengolah Data	24
4.3.1 Hasil Pengujian Sebelum Redisain	24
4.3.2 Hasil Pengujian Setelah <i>Redesain</i>	30
4.4 Pembahasan	52
BAB V PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Refrigrasi	5
Gambar 2. 2 Siklus Kompresi Uap	5
Gambar 2. 3 P-h diagram	7
Gambar 2. 4 Evaporator	8
Gambar 2. 5 Kompresor	9
Gambar 2. 6 Kondensor	9
Gambar 2. 7 <i>Expansion Valve</i>	10
Gambar 3. 1 Saluran Udara <i>Return</i> Lama	14
Gambar 3. 2 Saluran Udara <i>Return</i> Baru	15
Gambar 3. 3 Diagram Alur	16
Gambar 3. 4 Pipa Pvc	18
Gambar 3. 5 <i>Grille</i> dan <i>Diffuser</i>	19
Gambar 3. 6 <i>Duct Tape</i>	19
Gambar 3. 7 Mesin Bor	19
Gambar 3. 8 Regaji Pipa	20
Gambar 3. 9 <i>Thermocoupe</i> l	20
Gambar 3. 10 <i>Anemometer</i>	21
Gambar 3. 11 <i>Namometer</i>	21
Gambar 3. 12 <i>Thermometer</i>	21
Gambar 4. 1 Grafik Sebelum di <i>Redesain</i>	25
Gambar 4. 2 Saluran Udara <i>Return</i> Sebelum di <i>Redesain</i>	29
Gambar 4. 3 Saluran Udara <i>Return</i> Sesudah di <i>Redesain</i>	30
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Pertama	32
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Kedua	37
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian ketiga	42
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Keempat	47
Gambar 4. 8 Grafik COP Sesudah dan Sebelum <i>Redesain</i>	52
Gambar 4. 9 <i>Psychrometric</i> Sebelum dan Sesudah <i>Redesain</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kegiatan Pelaksanaan Proposal Proyek Akhir.....	17
Tabel 3. 2 Pencarian Sumber Data.....	18
Tabel 4. 1 Data Pengujian Kompresi Uap Teganagn dan Amper low & high.....	25
Tabel 4. 2 pengujian temperatur lingkungan ruangan kelembaban supplay return.....	28
Tabel 4. 3 Data Pengujian pertama Kompresi Uap.....	31
Tabel 4. 4 Pengujian Temperatur Lingkungan Ruangan Kelembaban Supplay Return ...	34
Tabel 4. 5 Data Pengujian kedua Kompresi Uap	36
Tabel 4. 6 Pengujian Temperatur Lingkungan Ruangan Kelembaban Supplay	39
Tabel 4. 7 Data Pengujian Ketiga Kompresi Uap.....	41
Tabel 4. 8 Pengujian Temperatur Lingkungan Ruangan Kelembaban Supplay Return ...	44
Tabel 4. 9 Data Pengujian Keempat Kompresi Uap	46
Tabel 4. 10 Pengujian Temperatur Lingkungan Ruangan Kelembaban Supplay Return .	50

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Bimbingan
2. Gambar Ph Diagram
3. Gambar Psychrometric Chart
4. Gambar Kerja dan Pengujian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem udara return merupakan bagian penting dalam desain sistem tata udara (HVAC) yang bertujuan untuk mengembalikan udara yang sudah digunakan dalam ruangan ke unit pengolah udara (AHU) atau sistem HVAC untuk diproses kembali (diproses ulang, disaring, didinginkan, atau dipanaskan), sebelum didistribusikan kembali ke ruangan (Ashrea.2021). Sistem udara *return* merupakan elemen penting untuk membantu menjaga keseimbangan tekanan udara dalam ruangan dan memastikan sirkulasi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pendinginan dan pemanasan terutama di laboratorium tata udara yang berfungsi sebagai tempat penelitian, pembelajaran, dan simulasi sistem HVAC. Dalam sebuah sistem AC *Direct Expansion* (DX), distribusi udara yang efisien melalui saluran *supply* dan *return* menjadi kunci untuk menjaga performa sistem serta efisiensi energi. Namun, beberapa masalah sering muncul pada sistem saluran udara *return*, seperti ketidakseimbangan aliran udara, penurunan efisiensi energi, serta distribusi suhu yang tidak merata. Hal ini dapat disebabkan oleh desain saluran udara yang tidak optimal, penempatan *return air grille* yang kurang strategis, atau perubahan kebutuhan beban termal pada laboratorium.

Laboratorium tata udara sering kali mengalami perubahan konfigurasi peralatan atau penyesuaian dalam kegiatan eksperimen. Kondisi ini menuntut fleksibilitas dan optimalisasi pada sistem saluran udara, termasuk sistem *return*. Redesain sistem saluran udara *return* menjadi langkah strategis untuk memastikan distribusi udara yang optimal, mengurangi konsumsi energi, dan meningkatkan performa keseluruhan sistem AC DX.

Oleh karena itu, redesain ini bertujuan untuk memecahkan masalah yang ada pada sistem saat ini dan menciptakan sistem saluran udara return yang lebih efisien, sesuai dengan kebutuhan laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan *redesain* saluran udara *return* di lab tata udara agar meningkatkan efisiensi sistem aliran udara?
2. Bagaimana perubahan performansi saluran udara *return* dengan menerapkan *redesain* baru pada AC DX sistem di lab tata udara?

1.3 Batasan Masalah

1. *Redesain* hanya dilakukan pada sistem saluran udara *return* di laboratorium tata udara.
2. *Redesain* akan difokuskan pada saluran udara *return* yang ada, dengan tujuan untuk meningkatkan aliran udara kembali ke unit pendingin, bukan pada sistem udara saluran supply atau bagian lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Proposal Proyek Akhir terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

- 1) Memahami salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma-3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- 2) Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan
- 3) di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali secara teori ataupun praktek.
- 4) Menguji ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah dan menerapkan ke dalam bentuk perencanaan.

1.4.2 Tujuan Khusus

- 1) Mendesain ulang saluran udara *return* agar lebih efisien dan untuk mencapai distribusi suhu yang merata di seluruh ruangan.
- 2) Mengetahui performansi saluran udara *return* AC DX sistem setelah dirancang ulang dengan sistem baru.

1.5 Manfaat Penelitian

Redesain sistem saluran udara *return* pada sistem AC *Direct Expansion* merupakan langkah penting untuk memastikan sistem beroperasi dengan optimal, memberikan kenyamanan, dan mendukung keberlanjutan operasional.

1.5.1 Bagi Penulis

- 1) Menambah wawasan tentang *Redesain* sistem saluran udara *return* pada sistem AC DX.
- 2) Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama mengikuti perkuliahan dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide-ide yang telah didapatkan selama mengikuti perkuliahan.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

- 1) Menambah informasi di perpustakaan Politeknik Negeri Bali.
- 2) Sebagai bahan ilmu pengetahuan di bidang tata udara di kemudian hari untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Masyarakat tidak hanya merasakan manfaat dalam bentuk kenyamanan fisik, tetapi juga dalam bentuk penghematan energi, kesehatan yang lebih baik, dan lingkungan yang lebih berkelanjutan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *Redesain* sistem saluran udara return pada *AC Direct Expansion* (DX) di Laboratorium Tata Udara berhasil meningkatkan kinerja sistem pendingin. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan nilai COP dari kondisi awal sebesar 3,3 menjadi hingga 5,8 setelah *redesain*, menunjukkan peningkatan efisiensi energi yang signifikan. Dan nilai *Psychrometric* juga mengalami peningkatan, dari nilai terendah 276 sebelum *redesain* menjadi nilai tertinggi 374 setelah *redesain*, yang menunjukkan adanya perbaikan kapasitas perpindahan panas dan pengendalian kelembapan udara.

Perubahan desain saluran udara *return* mampu memperbaiki distribusi udara di dalam ruangan, mengurangi tekanan balik (*return air pressure drop*), serta membantu pencapaian suhu dan kelembapan yang lebih merata di seluruh area ruangan. Secara keseluruhan, modifikasi desain memberikan dampak positif terhadap kenyamanan termal, efisiensi operasional, serta potensi penghematan energi pada sistem AC DX.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perawatan berkala sistem saluran udara *return* yang telah didesain ulang perlu mendapatkan perawatan rutin seperti pembersihan *grille*, *ducting*, dan pemeriksaan sambungan untuk mempertahankan kinerja optimal.
2. Penambahan atap plafon agar ruangan mendapatkan pendinginan yang optimal. Pengembangan penelitian untuk menambahkan variabel lain seperti pengaruh kecepatan aliran udara, material *ducting*, atau desain *diffuser* yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismumandar, W. dan Saito, H. (1981) *Penyegaran Udara*. 4 ed
- ASHRAE (2021) *ASHRAE Handbook - Fundamentals*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Cimika. (2025) *Pendinginan Udara dengan Direct Expansion (DX)*. Terdapat pada: <https://cikami.co.id/pendinginan-udara-dengan-direct-expansion-dx-solusi-yang-efisien-dan-efektif/> (diakses: 15 Januari 2025).
- Jones, WJ & Stoecker, FW 1994, *Pengkondisian Udara Nyaman*, translated by S Hara, Erlangga, Jakarta.
- Lee, A. (2021) *Direct Expansion Air Conditioning Systems, Basic HVAC*. BCcampus. Terdapat pada <https://opentextbc.ca/basichvac/chapter/direct-expansion-air-conditioning-systems/> (diakses: 15 Januari 2025).
- Suamir. (2015). E- BOOK Teknologi Refrigerasi. Modul Pembelajaran Politeknik.
- Titiscahaya. (2022) *MENGENAL DIRECT EXPANSION (DX)*, PT. Titis Cahaya Sejahtera. Terdapat pada <https://www.titiscahayasejahtera.com/mengenal-direct-expansion-dx/> (diakses: 15 Januari 2025).
- Tri Ayodha Ajiwigun, (2019). Diagram P-h (Tekanan Vs Entalpi). Terdapat pada https://polaris-water-heater-5.blogspot.com/2019/06/diagram-p-h-tekananvs-entalpi_14.htm6l. Diakses pada tanggal 04 Maret 2022.
- QUARA. *What is the DX system in AC?* Terdapat pada: <https://www.quora.com/What-is-the-DX-system-in-AC> (diakses: 15 Januari 2025).
- Wiranto, A 1995, *Sistem Tata Udara*, Erlangga, Jakarta.