

# Proses *Troubleshooting* Unit “Daikin VRV X” pada Ruang Direksi di Gedung The Energy Jakarta Selatan

Chico Hary Saputra<sup>1</sup>, Ade Suryatman Margana<sup>1</sup>, Kasni Sumeru<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Refrigerasi & Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : [chico.hary.tptu421@polban.ac.id](mailto:chico.hary.tptu421@polban.ac.id)

E-mail : [adesmargana@polban.ac.id](mailto:adesmargana@polban.ac.id)

E-mail : [sumeru@polban.ac.id](mailto:sumeru@polban.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *troubleshooting* pada sistem pendinginan *Variable Refrigerant Volume* (VRV). Fokus utamanya adalah pada unit *outdoor* VRV X dan unit *indoor split-duct* (FXMQ) guna mengidentifikasi penyebab kekurang optimalan pendinginan pada ruangan direksi, dengan memeriksa faktor-faktor seperti kesalahan instalasi, perhitungan pendinginan yang tidak tepat, dan masalah pada *ducting*. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup analisis terhadap faktor-faktor yang menyebabkan kinerja pendinginan menjadi tidak maksimal, evaluasi kesesuaian kapasitas dan desain sistem Daikin VRV X dengan kebutuhan ruangan, serta identifikasi solusi untuk meningkatkan performa sistem pendingin tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk memecahkan masalah tersebut, dan memberikan wawasan lebih lanjut tentang *troubleshooting* pada sistem VRV Daikin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas unit *indoor* telah mencukupi kebutuhan beban pendinginan ruangan. Namun, distribusi udara yang tidak merata akibat jumlah jalur *ducting* yang tidak memadai menyebabkan terjadinya turbulensi aliran udara dan fenomena *liquid back* ke kompresor, yang memicu munculnya kode *error* F4-02 (*wet alarm for compressor*). Solusi yang diberikan adalah distribusi udara melalui penambahan jalur *ducting* dan *diffuser* sebanyak enam hingga tujuh cabang tanpa mengubah dimensi *ducting* utama, dengan tetap mengacu pada standar distribusi udara yang ditetapkan oleh ASHRAE dan CIBSE untuk memastikan performa sistem yang optimal.

### Kata Kunci

*Variable Refrigerant Volume (VRV), troubleshooting, split-duct, ducting, liquid back.*

*This research aims to troubleshoot the Variable Refrigerant Volume (VRV) cooling system, focusing on the VRV X outdoor unit and the split-duct (FXMQ) indoor unit to identify the causes of suboptimal cooling performance in the directors' room. The problem formulation includes analyzing the factors contributing to the system's inefficiency, evaluating the suitability of the Daikin VRV X system's capacity and design with the room's cooling load, and identifying effective technical solutions to improve overall performance. This study is expected to provide practical solutions to the issue and contribute further insights into troubleshooting Daikin VRV systems. The results indicate that the indoor unit's cooling capacity is adequate to meet the room's thermal requirements. However, uneven air distribution caused by an insufficient number of ducting branches has led to airflow turbulence and a liquid back phenomenon to the compressor, triggering the F4-02 error code (wet alarm for compressor). The proposed solution involves improving air distribution through the addition of six to seven ducting and diffuser branches without altering the main ducting dimensions, in accordance with airflow distribution standards set by ASHRAE and CIBSE to ensure optimal system performance.*

### Keywords

*Variable Refrigerant Volume (VRV), troubleshooting, split-duct, ducting, liquid back.*

## 1. PENDAHULUAN

*Air conditioner* (AC) merupakan sistem pengondisian udara yang dirancang untuk mengatur suhu dan kelembapan ruangan guna menciptakan kenyamanan termal bagi penghuninya (1). Wilayah tropis seperti Indonesia, kebutuhan akan sistem pendingin udara sangat penting terutama pada bangunan komersial seperti perkantoran dan hotel dan tempat umum lainnya. Suhu udara harian yang berkisar antara 29–35°C berada di atas batas kenyamanan termal dalam ruangan menurut Standar Nasional Indonesia, yaitu 22,8–25,8°C (2). Oleh sebab itu, penggunaan AC menjadi solusi untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi aktivitas di dalam ruangan.

Salah satu studi kasus terjadi di Gedung The Energy, di mana sistem AC mengalami penggantian dari unit Daikin VRV III ke Daikin VRV X. Namun, setelah penggantian, terjadi penurunan kinerja pendinginan di ruangan direksi, yang ditandai dengan ketidaknyamanan termal, gangguan aktivitas kerja, serta potensi pemborosan energi akibat pengaturan suhu yang tidak efisien. Permasalahan ini diduga berkaitan dengan beberapa faktor, seperti ketidaksesuaian kapasitas pendinginan, desain sistem yang tidak optimal, atau keterbatasan dalam proses instalasi.

Dalam kasus ini, unit *indoor* yang digunakan bertipe *ceiling-mounted duct FXMQ125PAVE* berkapasitas 5 PK tetap dipertahankan, sementara unit *outdoor* diganti dengan sistem VRV X tanpa modifikasi pada instalasi pemipaan maupun *ducting*, sesuai permintaan pemilik gedung. Meskipun VRV

X dikenal sebagai teknologi AC generasi baru dengan efisiensi tinggi, hasil yang kurang optimal menunjukkan adanya celah dalam implementasi sistem yang perlu ditelusuri lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama sistem pendingin tidak maksimal pasca penggantian unit, serta menyusun rekomendasi teknis agar sistem AC yang terpasang dapat berfungsi secara optimal. Temuan dari studi ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penggantian sistem pendingin udara di bangunan sejenis di masa mendatang.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memahami proses instalasi dan *troubleshooting*, melalui wawancara dengan teknisi, observasi langsung, serta dokumentasi lapangan.

Tabel 1 Parameter Pengambilan Data

No.	Parameter	Satuan
1	Temperatur Ruang	°C
2	Temperatur Udara Suplai	°C
3	Kecepatan Udara Suplai	m/s
4	Temperatur Udara Luar	°C
5	Arus Listrik	A

Beberapa parameter utama seperti temperatur ruangan, temperatur udara suplai, arus listrik, dan kecepatan udara suplai diukur sebagai tolok ukur dalam mengidentifikasi permasalahan dan mendukung proses *troubleshooting* sesuai dengan Tabel 1. Selain itu, dalam perencanaan sistem *ducting*, parameter kecepatan udara juga memiliki peran penting karena digunakan untuk menentukan dimensi secara tepat, melalui perhitungan *flow rate* berdasarkan hubungan antara kecepatan udara dan luas penampang (3). Besarnya laju aliran udara dapat dihitung menggunakan persamaan,

$$\text{Flow rate } (Q) = A \times V \quad (1)$$

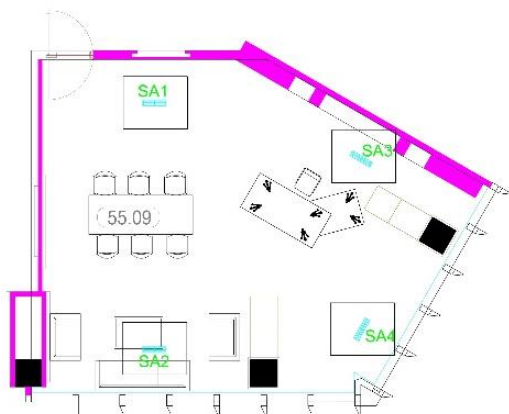
dimana,

Q = Laju aliran udara (LPS)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan udara (m/s)

### 2.1 Desain dan Lokasi Penelitian



Gambar 1 Denah Ruangan

Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilakukan pada salah satu ruangan direksi di Gedung The Energy, Jakarta Selatan, sesuai dengan Gambar 1 terdapat permasalahan pada sistem pendinginan udara setelah penggantian unit. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi penyebab ketidakefisienan pendinginan melalui analisis teknis berdasarkan kondisi lapangan.

Pelaksanaan penelitian meliputi penyusunan rancangan penelitian, penentuan lokasi, pengumpulan data, hingga analisis data dan dievaluasi untuk memastikan akurasi permasalahan yang diteliti. Penelitian berlangsung dari Agustus hingga Oktober 2024 untuk pengumpulan data, dan analisis dilakukan pada Januari hingga Mei 2025.

### 2.2 Alat Ukur yang digunakan

Pada penelitian ini, pengambilan data didukung oleh beberapa alat ukur seperti, *thermometer gun* digunakan untuk mengukur temperatur udara suplai pada *diffuser* secara non-kontak dengan memanfaatkan radiasi inframerah (4). Temperatur udara dalam ruangan dipantau menggunakan *thermometer stick* yang dipasang pada meja atau dinding (5). Data operasional sistem pendingin udara Daikin VRV dikumpulkan dengan *service checker Daikin 3.1*, alat diagnostik yang mampu membaca dan menganalisis parameter sistem untuk identifikasi masalah. Selain itu, *ampere* digunakan untuk mengukur arus listrik secara non-invasif, dengan kemampuan tambahan pengukuran tegangan, resistansi, kapasitansi, dan suhu, menjadikannya alat serbaguna dalam pengukuran kelistrikan (6).

### 2.3 Penggunaan Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan dua perangkat lunak utama, yaitu *Daikin Software Heatload (DS-HL)* dan *DuctSizer*. DS-HL berfungsi untuk menghitung total beban pendinginan dengan menginput data proyek secara detail. Perangkat lunak ini akan secara otomatis memberikan hasil perhitungan beban pendinginan. Sementara itu, *DuctSizer* digunakan untuk menentukan dimensi *ducting* berdasarkan kombinasi dua dari empat parameter utama, yaitu laju aliran udara, rugi tekan, kecepatan udara, dan diameter ekuivalen. Hasilnya memberikan rekomendasi ukuran *ducting* yang teknis dan efisien. Hal ini menegaskan bahwa kecepatan udara memegang peran penting dalam perencanaan sistem *ducting* guna memperoleh dimensi yang tepat (7).

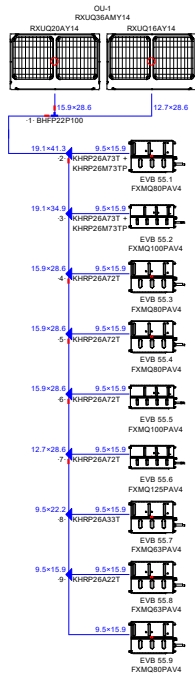
## 3. HASIL & PEMBAHASAN

### 3.1 Kondisi Lapangan

Skematik VRV yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 1 *outdoor* unit (2 *module*) dan 9 *indoor* unit (*duct connection*). Skematik konfigurasi sistem ditunjukkan pada Gambar 2.

Pengaturan suhu *set point* sebesar 24°C dilakukan untuk menjaga kenyamanan termal ruangan serta memastikan konsistensi kondisi saat pengambilan data. Sistem *split-duct* di lapangan mengganti unit *outdoor* dari 32 PK menjadi 36 PK dan 9 unit *indoor* dengan kapasitas 1,5 PK, ¾ PK, dan 5

PK, tanpa perubahan pada *ducting*. Hal ini membatasi solusi permasalahan yang akan dibahas berikutnya.



Gambar 2 Skematik Sistem VRV Penelitian

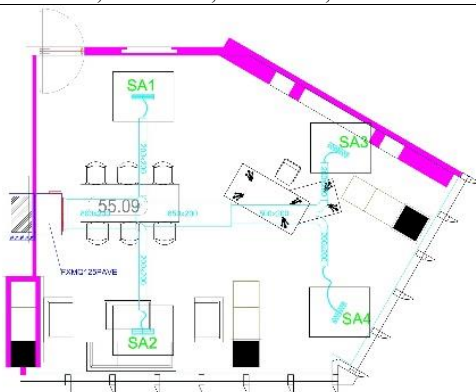
### 3.2 Data Hasil Pengukuran

#### 3.2.1 Data perbandingan hasil pengukuran awal

Tabel 2 menunjukkan temperatur rata-rata udara suplai sebesar 20,525°C, dengan parameter mencapai target temperatur *indoor* sebesar 24°C.

Tabel 2 Hasil Data Pengukuran Awal

SA1	SA2	SA3	SA4	Temp IA
19,8	19,6	19,7	19,8	25,6
20,1	20,3	20,1	20	25,8
20,2	20,1	20,3	20,1	25,9
20,5	20,6	20,6	20,7	26,3
20,5	20,5	20,4	20,5	26,4
20,5	20,4	20,4	20,4	26,5
20,6	20,5	20,4	20,6	26,9
20,7	20,5	20,6	20,7	27
21	20,9	21,1	21	27,1
20,9	20,9	21,0	21	26,8
20,6	20,8	20,8	20,8	26,7
20,5	20,7	20,5	20,6	26,4
20,4	20,7	20,4	20,5	26,4



Gambar 3 Titik Pengukuran *Supply Air*

Namun, temperatur aktual *indoor* sebesar 26,5°C menunjukkan deviasi sebesar 2,5°C, yang menunjukkan ketidaksesuaian dalam pengondisian udara.

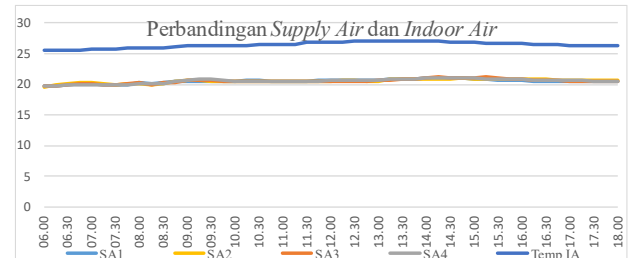
Keterangan:

SA1–SA4 = Titik Pengukuran *supply air*

Temp IA = Temperatur *indoor air*

Temp OA = Temperatur *outdoor air*

Hipotesis awal sesuai dengan Gambar 3 menyatakan bahwa tingginya temperatur *outdoor air* (OA) dibanding *indoor air* (IA) menyebabkan beban pendinginan berlebih.



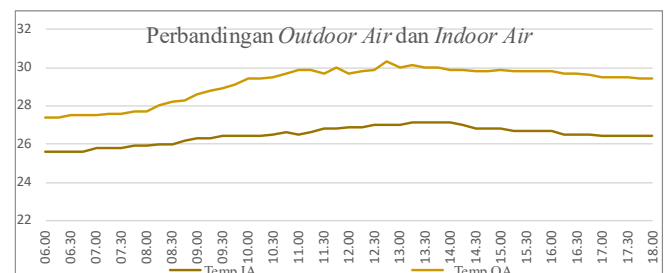
Gambar 4 Grafik Perbandingan Temperatur *Supply Air* dengan *Indoor Air*

Namun, Gambar 4 menunjukkan adanya fluktuasi suhu *outdoor air* (OA) yang turut memengaruhi kondisi suhu dalam ruangan *indoor air* (IA), data pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa selisih rata-rata antara suhu IA dan OA hanya sebesar 3,15°C. Selisih ini tergolong kecil dan masih berada dalam batas toleransi yang dapat diatasi oleh sistem VRV.

Tabel 3 Hasil Data *Outdoor Air* dan *Indoor Air*

Temp IA	Temp OA
25,6	27,4
25,8	27,5
25,9	27,7
26,3	28,6
26,4	29,4
26,5	29,9
26,9	29,7
27	30,0
27,1	29,9
26,8	29,9
26,7	29,8
26,4	29,5
26,4	29,4

Oleh karena itu, perbedaan temperatur ini bukan penyebab utama ketidaktercapainya suhu target di dalam ruangan sesuai pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Grafik Perbandingan Temperatur *Outdoor Air* dengan *Indoor Air*

### 3.2.2 Pengecekan *Outdoor unit*

Tabel 4 menunjukkan rata-rata temperatur kompresor adalah 88,7°C, temperatur kondensor 43°C, dan arus listrik suplai rata-rata sebesar 9A. Berdasarkan standar operasi Daikin dari *National Training Center*, temperatur kerja kompresor normal berada pada rentang 70°C–115°C dan kondensor pada 43°C–45°C. Dengan demikian, data ini mengindikasikan bahwa unit *outdoor* beroperasi dalam kondisi normal tanpa gangguan (8).

Tabel 4 Hasil Data Pengecekan *Outdoor*

Temp Komp	Temp Kondenser	Arus Listrik
85,2	40	7
85,6	41,7	7
86,7	41,9	8
88,7	42,8	8
91,4	43	8
93,9	43,1	9,0
95	43,3	10,0
93,9	43,4	10,0
91,4	43,2	11,0
88,7	43,3	10,0
86,7	43	9,0
85,6	42,7	9,0
85,2	42,6	8,0

### 3.2.3 Cooling Load

Penentuan beban pendinginan yang tepat pada ruang direksi membutuhkan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi, seperti luas ruangan sebesar 79,5 m<sup>2</sup>, jumlah penghuni, pencahayaan, dan peralatan elektronik.

Tabel 5 Cooling Load Aplikasi DS-HL

S/ N	Room Name	Floor	Zone	System	Qty of Room	Sensible	Cooling Total	Time
						[btu/h]	[Hr]	
1	R. Direksi	1	Zone 01	System 01	1	43235	4808	10

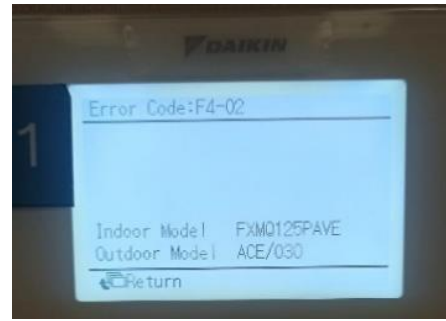
Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5, kebutuhan kapasitas pendinginan ruangan adalah sebesar 43.235 Btu/h. *Indoor unit* yang digunakan, tipe *Daikin FXMQ125PAVE* (*connection duct*) dengan kapasitas 47.800 Btu/h, sudah memenuhi kebutuhan kapasitas pendinginan ruang direksi sesuai dengan Tabel 6.

Tabel 6 Kapasitas *Indoor unit*

Model	FXMQ125PAVE
★1 Power Supply	1 phase, 220-240/220 V, 50/60 Hz
★2 ★4 Cooling capacity	kcal/h 12,000 Btu/h 47,800 kW 14,0

### 3.2.4 Code Error

Analisis masalah unit Daikin dilakukan dengan *service checker* atau *remote control*, menunjukkan *error F4-02 "wet alarm for compressor"* (Gambar 6 dan Gambar 7). Penyebab umum *liquid back* adalah evaporator yang kurang menyerap kalor akibat aliran udara yang rendah atau kotor, sehingga refrigeran tidak sepenuhnya menguap dan masuk kembali ke kompresor dalam bentuk cair, yang ditandai dengan rendahnya nilai *superheat* karena perpindahan panas di evaporator tidak berjalan optimal (9).



Gambar 6 *Error Code* pada *Checker/Remote*

Pengecekan teknisi menemukan penyebab *error* adalah kurangnya jalur *ducting* dan jumlah *diffuser* pada unit *indoor*, yang menyebabkan turbulensi pada *supply air* dalam *ducting*.

F3 - 21	Compressor overheat error (Slave 1)
F3 - 22	Compressor overheat error (Slave 2)
F4 - 02	Wet alarm for compressor M1C (Master)
F4 - 03	Wet alarm for compressor M2C (Master)
F4 - 04	Wet alarm for compressor M1C (Slave 1)

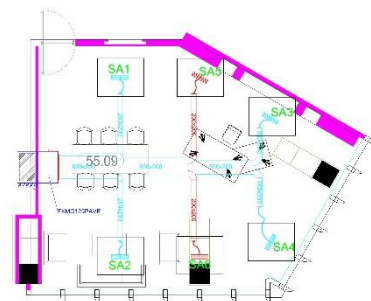
Gambar 7 *Error Code* Daikin

Akibatnya, *supply air* berbalik dan tidak terdistribusi ke ruangan, sehingga sensor temperatur membaca suhu ruangan sudah tercapai meskipun belum. Distribusi udara yang tidak optimal dapat menimbulkan pusaran dan *recirculation*, menyebabkan distribusi suhu tidak merata dan menurunkan efektivitas sistem ventilasi (10).

Pada sistem VRV X, deteksi gangguan tergolong canggih, karena gangguan kecil pada *outdoor unit* dapat menyebabkan mati mendadak dan mengurangi pendinginan di beberapa ruangan.

### 3.3 Solusi Rekomendasi

Perbandingan antara jalur *ducting* awal (biru) dan jalur *ducting* tambahan (merah) yang ditunjukkan pada Gambar 8 diimplementasikan sebagai solusi atas masalah *liquid back* pada sistem. Permasalahan utama disebabkan oleh turbulensi aliran udara suplai dalam *ducting* yang mengakibatkan distribusi udara tidak merata. Kondisi ini menyebabkan perpindahan panas di evaporator menjadi kurang optimal, sehingga refrigeran cair kembali ke kompresor dan memicu kode *error F4-02*.



Gambar 8 *Ducting* Pada Ruangan

Keterangan:

SA1–SA4 = Titik Pengukuran *supply air*

Temp IA = Temperatur *indoor air*

Temp OA = Temperatur *outdoor air*

Solusi ideal adalah mengganti dimensi *ducting* agar aliran udara lebih seimbang dan tekanan statis terjaga, namun perubahan ini tidak memungkinkan karena ruangan akan segera digunakan. Sebagai alternatif, penambahan jalur *ducting* dan *diffuser* dilakukan untuk meningkatkan distribusi udara pada area yang kurang mendapatkan suplai, sehingga perpindahan panas pada evaporator menjadi lebih efektif. Pengaturan dan optimalisasi *diffuser* terbukti mampu memperbaiki distribusi udara secara signifikan serta mendukung peningkatan efisiensi perpindahan panas sistem. (11).

### 3.3.1 Standar Kecepatan Udara pada *Ducting*

Sesuai dengan Tabel 7 menunjukkan pedoman desain kebisingan suara terkait sistem HVAC di ruangan sesuai standar yang dalam *ASHRAE Handbook-HVAC Applications* (12), pada ruang direksi sebagai objek penelitian digunakan parameter *octave band analysis* sebesar 30 NC (*Noise Criteria*) yang sesuai dengan kategori *executive and private offices*.

Tabel 7 Pedoman Desain Untuk Kebisingan Suara terkait HVAC di Ruangan

Room Types		Octave Band Analysis <sup>a</sup>	Approximate Overall Sound Pressure Level <sup>b</sup>	
		NC/RC <sup>b</sup>	dBA <sup>c</sup>	dBC <sup>c</sup>
Rooms with Intrusion from Outdoor Noise Sources <sup>d</sup>	Traffic noise	N/A	45	70
	Aircraft flyovers	N/A	45	70
Residences, Apartments, Condominiums	Living areas	30	35	60
	Bathrooms, kitchens, utility rooms	35	40	60
Hotels/Motels	Individual rooms or suites	30	35	60
	Meeting/banquet rooms	30	35	60
Office Buildings	Corridors and lobbies	40	45	65
	Service/support areas	40	45	65
	Executive and private offices	30	35	60
	Conference rooms	30	35	60
	Teleconference rooms	25	30	55
Courtrooms	Open-plan offices	40	45	65
	Corridors and lobbies	40	45	65
Performing Arts Spaces	Unamplified speech	30	35	60
	Amplified speech	35	40	60
	Drama theaters, concert and	20	25	50

Kemudian pada Tabel 8, nilai 30 NC setara dengan kecepatan udara sebesar 425 *feet per minute* (FPM) atau 2,16 meter per detik (m/s). Nilai 2,16 m/s ini dijadikan sebagai acuan kecepatan udara minimum dalam *ducting* agar kebisingan berlebih dapat dihindari.

Tabel 8 Kecepatan Udara Maksimum Sesuai Kriteria Akustik yang Ditentukan

Type of Opening	Design RC(N)	"Free" Opening Airflow Velocity, fpm
Supply air outlet	45	625
	40	560
	35	500
	30	425
	25	350
Return air opening	45	750
	40	675
	35	600
	30	500

Sedangkan batas maksimum kecepatan udara yang diperbolehkan dalam *ducting* agar tidak menimbulkan kebisingan, mengacu pada standar dari CIBSE, dapat dilihat pada Tabel 9 (13).

Tabel 9 Kecepatan Udara Maksimum Sesuai Kriteria Akustik yang Ditentukan

Typical applications	Typical noise rating (NR) <sup>a</sup>	Velocity / m·s <sup>-1</sup>		
		Main ducts	Branch	Runouts
Domestic buildings (bedrooms)	25	3.0	2.5	<2.0
Theatres, concert halls	20-25	4.0	2.5	<2.0
Auditoria, lecture halls, cinemas	25-30	4.0	3.5	<2.0
Bedrooms (non-domestic buildings)	20-30	5.0	4.5	2.5
Private offices, libraries	30-35	6.0	5.5	3.0
General offices, restaurants, banks	35-40	7.5	6.0	3.5
Department stores, supermarkets, shops, cafeterias	40-45	9.0	7.0	4.5
Industrial buildings	45-55	10.0	8.0	5.0

\* See CIBSE Guide A<sup>(20)</sup>, Table 1.1, and Table 1.17

Batas kecepatan udara maksimum pada *runouts* pada jalur *diffuser* atau keluaran *ducting* untuk ruangan seperti *private offices* adalah 3 m/s. Standar kecepatan udara pada keluaran *ducting* ditetapkan antara minimum 2,16 m/s dan maksimum 3 m/s.

### 3.3.2 Perhitungan Penambahan Jalur *Ducting*

Perhitungan batas minimum dan maksimum laju aliran udara berdasarkan Gambar 9 dilakukan dengan menggunakan luas penampang *ducting* 200 mm × 200 mm (0,04 m<sup>2</sup>). Laju aliran minimum dihitung dengan kecepatan udara 2,16 m/s sehingga menghasilkan 0,086 m<sup>3</sup>/s (86 LPS), sedangkan laju aliran maksimum dengan kecepatan 3 m/s menghasilkan 0,12 m<sup>3</sup>/s (120 LPS).

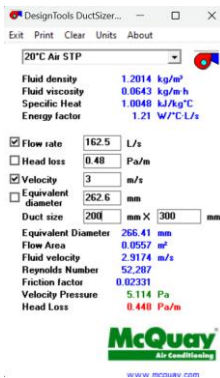
Model				FXMQ125PAVE	
★1 Power supply		1 phase, 220-240/220 V, 50/60 Hz			
★2 ★4 Cooling capacity		kcal/h	12,000		
		Btu/h	47,800		
★3 ★4 Heating capacity		kW	14,0		
		kcal/h	13,800		
★9 Power input	Cooling	50 Hz	kW	0,284	
		60 Hz	kW	0,283	
Heating	50 Hz	kW	0,272		
	60 Hz	kW	0,272		
Casing / Colour		Galvanized steel plate			
Dimensions: (H×W×D)		mm 300×1,400×700			
Model		—			
Type		Sirocco fan			
Fan	Motor output × Number of units	W	350×1		
	Airflow rate (H/H/H/L)	m <sup>3</sup> /min	39/33/28		
		l/s	650/550/466		
		cfm	1 377/1 165/988		
External static pressure		Pa	Rated 100 (200-50 ★6)		
Drive		Direct drive			
Temperature control		Microprocessor thermostat for cooling and heating			
Air filter		— ★7			
Piping connections	Liquid pipes	mm	φ9.5 (Flare connection)		
	Gas pipes	mm	φ15.9 (Flare connection)		
★5 Drain pipe	mm	VP25 (External dia. 32 Internal dia. 25)			
Mass		kg	45		
★8 Sound pressure level (H/H/H/L)		dB(A)	44/42/40		
Sound power level (H)		dB	62		
Safety devices		Fuse, Fan driver overload protector			
Refrigerant control		Electronic expansion valve			
Standard accessories		Operation manual, Installation manual, Drain hose, Sealing pads, Clamps, Washers, Screws, Insulation for fitting, Clamp metal, Air discharge flange, Air suction flange			
Drawing No.	Specification	C: 3D105230C			
	Sound level	C: 4D060449C			

Gambar 9 Spesifikasi FXMQ125PAVE

Dengan demikian, standar laju aliran udara pada *ducting* berkisar antara 86 hingga 120 LPS. Namun, data total laju aliran udara dari *indoor unit* yang mencapai 650 LPS, bila dibagi ke dalam empat jalur *ducting*, menghasilkan laju aliran sebesar 162,5 LPS per jalur. Nilai ini melebihi batas

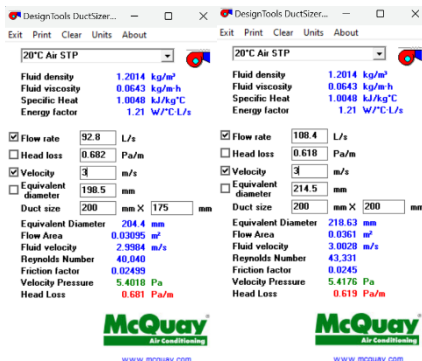
maksimum standar, sehingga berpotensi menyebabkan masalah pada distribusi udara.

Setelah memasukkan laju aliran udara sebesar 162,5 LPS ke dalam perangkat lunak *DuctSizer*, diperoleh rekomendasi ukuran *ducting* sebesar 200 mm × 300 mm. Ukuran ini berbeda dengan dimensi *ducting* keluaran aktual yang hanya 200 mm × 200 mm, seperti terlihat pada Gambar 10. Ketidaksesuaian ukuran *ducting*, perubahan pada dimensi penampang saluran, dapat menyebabkan gangguan aliran berupa turbulensi dan zona *recirculation* yang mengganggu kinerja sistem aliran udara (14).



Gambar 10 Perhitungan Awal

Total laju aliran udara dari *indoor unit* sebesar 650 LPS perlu didistribusikan secara merata dengan membagi aliran tersebut ke dalam 6 hingga 7 jalur *ducting*, agar sesuai dengan standar laju aliran udara antara 86 hingga 120 LPS per jalur sesuai dengan Gambar 11 berikut.



Gambar 11 Perbandingan Perhitungan pada *DuctSizer*

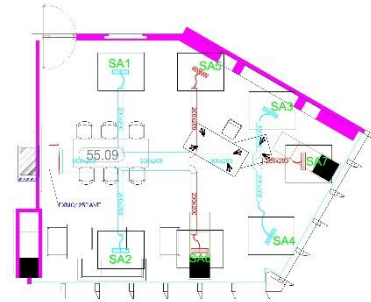
Tabel 10 menunjukkan bahwa pembagian menjadi enam jalur paling mendekati batas maksimum 120 LPS. Konfigurasi ini juga sesuai dengan ukuran *ducting* (200 mm × 200 mm), sehingga tidak perlu penggantian dan tetap menjaga estetika ruangan.

Tabel 10 Perbandingan Pembagian Jalur *Ducting* Dengan Total Laju Aliran

	Total Pembagian Jalur <i>Ducting</i>	
Total Laju Aliran	6 Jalur	7 Jalur
650 LPS	108,4 LPS	92,8 LPS

### 3.4 Kondisi Aktual

Kondisi aktual menggunakan tujuh jalur *ducting*, berbeda dari rekomendasi enam jalur. Namun, konfigurasi ini masih sesuai standar ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Titik Pengukuran *Supply Air* Aktual

Keterangan:

SA1–SA4 = Titik Pengukuran *supply air*

Temp IA = Temperatur *indoor air*

Temp OA = Temperatur *outdoor air*

Pengukuran lapangan dilakukan pada 19 April 2025 untuk memastikan kesesuaian teori dan praktik. Jalur SA1–SA4 (biru) adalah *ducting* utama, sementara SA5–SA7 (merah) merupakan tambahan sesuai rekomendasi.

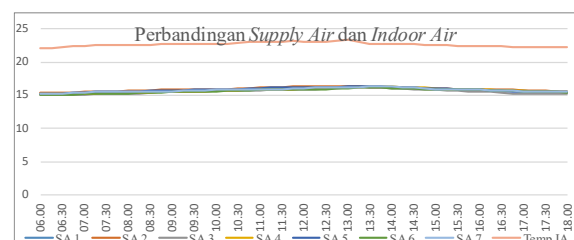
Tabel 11 menunjukkan bahwa temperatur udara suplai pada titik SA1-SA7 relatif stabil dengan rata-rata 16°C. Variasi suhu yang terjadi bersifat kecil dan bertahap, mencerminkan kestabilan performa sistem distribusi udara.

Tabel 11 Hasil Data Aktual

SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	Temp IA
15,2	15,4	15,0	15,2	15,3	15	15,2	22,1
15,3	15,5	15,1	15,3	15,4	15,2	15,4	22,4
15,4	15,7	15,3	15,4	15,6	15,3	15,5	22,5
15,6	15,8	15,5	15,5	15,7	15,5	15,6	22,7
15,7	15,9	15,7	15,7	15,8	15,6	15,8	22,8
15,8	16,1	15,7	15,8	16	15,8	15,9	23
16	16,3	15,9	16	16,2	15,9	16	23,1
16,3	16,3	16,1	16,1	16,3	16	16,2	23,3
16,1	16,1	16,0	16,3	16,2	16	16,3	22,7
15,9	16,0	15,8	16	16	15,9	15,9	22,6
15,7	15,9	15,5	15,8	15,8	15,8	15,8	22,4
15,7	15,7	15,3	15,7	15,6	15,6	15,6	22,3
15,4	15,6	15,3	15,5	15,5	15,4	15,5	22,2

Distribusi udara melalui ketujuh titik menunjukkan temperatur yang seragam, menandakan sistem *ducting* dan *diffuser* berfungsi optimal tanpa hambatan aliran udara. Temperatur udara dalam ruangan tercatat stabil pada kisaran 22,1°C hingga 23,3°C, yang berada dalam zona kenyamanan termal sesuai SNI 03-6572-2001 (22,8°C–25,8°C).

Grafik pada Gambar 12 menunjukkan setelah penambahan tiga *diffuser*, dari semula empat menjadi tujuh titik.



Gambar 12 Grafik Perbandingan Temperatur *Supply Air* dengan *Indoor Air*

Stabilnya suhu ruangan, meskipun terjadi variasi kecil pada suhu udara suplai, menunjukkan bahwa sistem pengatur suhu dan kontrol *inverter* VRV berfungsi dengan baik dalam merespons perubahan beban panas di dalam ruangan, baik yang disebabkan oleh aktivitas penghuni maupun radiasi matahari dari luar. Stabilitas ini didukung oleh pengaturan suhu evaporator yang mampu menjaga kenyamanan termal dalam berbagai kondisi beban (15).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sistem pendingin udara Daikin VRV X pada ruang direksi Gedung The Energy, dapat disimpulkan bahwa ketidakefektifan pendinginan disebabkan oleh jumlah jalur *ducting* yang kurang memadai, sehingga menimbulkan turbulensi aliran udara dan memicu kode *error* pada sistem. Kapasitas pendinginan *indoor unit* FXMQ125PAVE sebesar 47.800 BTU/h sudah sesuai dengan beban pendinginan ruangan sebesar 43.235 BTU/h, sehingga masalah bukan berasal dari kapasitas unit. Solusi yang paling efektif adalah penambahan jalur *ducting* menjadi enam hingga tujuh cabang, yang bertujuan menyesuaikan laju aliran udara dengan standar kebisingan dan mengurangi turbulensi tanpa perlu mengganti dimensi *ducting* yang sudah ada. Dengan penerapan solusi ini, sistem dapat beroperasi secara optimal dan stabil, menjamin distribusi udara yang merata serta kenyamanan termal pada ruangan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Gedung The Energy Jakarta Selatan, PT. Adi Karya Mas, serta Jurusan Teknik Refrigerasi & Tata Udara Politeknik Negeri Bandung atas bimbingan, dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Dukungan tersebut sangat membantu kelancaran dan keberhasilan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Putra. Pengertian AC (*Air Conditioner*): Jenis dan Cara Kerja [Internet]. 2020. from: <https://salamadian.com/pengertian-ac-air-conditioner/>
2. Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-6572-2001: Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengondisian udara pada bangunan gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional; 2001.
3. Yudhistira, D. M. A. 2024. *Pengaruh Variasi Dimensi Penampang Ducting AC terhadap Head Loss, Pressure Drop, dan Noise Power pada Ducting AC Kereta Cepat*. Skripsi. Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/188554>
4. Finoo. Apa itu Thermogun? Manfaat dan cara kerjanya lengkap [Internet]. Finoo.id; 2025 [cited 2025 Jan 23]. Available from: <https://finoo.id>
5. Yuda. Pengertian termometer: fungsi, jenis, dan cara penggunaannya [Internet]. Madengine; 2025 [cited 2025 Jan 25].
6. Kalibrasi. Multimeter Tang Ampere: Penjelasan, Prinsip Kerja dan Fungsi. News Kalibrasi [Internet]. 2023 [cited

- 2025 Jan 2]. Available from: <https://news.kalibrasi.com>
7. D. P. Putra dan M. F. Hidayat, "Perencanaan tata udara sistem ducting ruang aula lantai 8 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, 2017. <https://doi.org/10.52447/jktm.v2i1.805>
8. Daikin. Technical training project VRV Daikin National Training Center (NTC) PT. Daikin Air Conditioning Indonesia 2024. 2024.
9. Rasmussen, H., & Larsen, L. F. S. 2011. Non-linear and adaptive control of a refrigeration system. *IET Control Theory & Applications*, 3(9), 1234-1244. <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2009.0156>
10. Khovanskyi, S., Pavlenko, I., Pitel, J., Mizakova, J., Ochowiak, M., & Grechka, I. 2019. Solving the coupled aerodynamic and thermal problem for modeling the air distribution devices with perforated plates. *Energies*, 12(18), 3488. <https://doi.org/10.3390/en12183488>
11. Amai, H., Liu, S., & Novoselac, A. 2017. Experimental study on air change effectiveness: Improving air distribution with all-air heating systems. *Building and Environment*, 125, 515-527. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.017>
12. ASHRAE. Healthcare facilities. In: ASHRAE Handbook—HVAC Applications. Atlanta (GA): American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.; 2015. p. 1.1-1.30.
13. Anderson G. Heating, ventilating, air conditioning and refrigeration (including corrigenda - April 2016). London: Chartered Institution of Building Services Engineers; 2005.
14. Okiy, K. V. 2015. A Comparative Analysis of Turbulence Models Utilised for the Prediction of Turbulent Airflow through a Sudden Expansion. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 16: 64-78. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.16.64>
15. Zhao, D., Zhang, X., & Zhong, M. 2015. *Variable evaporating temperature control strategy for VRV system under part load conditions in cooling mode*. *Energy and Buildings*, 91: 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.039>