

**ANALISIS PERBANDINGAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK AC VRV
DENGAN AC CHILLER UNTUK PEMILIHAN AC YANG EFISIEN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

RAMDHAN SYAH PUTRA

20150120005

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ramdhan Syah Putra
NIM : 20150120005
Jurusan : Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan asli hasil karya tulis saya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain, kecuali dasar teori yang saya cuplik dari buku maupun referensi dari berbagai jurnal yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Juli 2020



Ramdhan Syah Putra

MOTTO :

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu” (Umar Bin Khattab)

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri” (Q.S Ar-ra’d : 13)

“Rintangannya adalah tantangan, bukan halangan” (Ramdhan Syah Putra)

LEMBAR PERSEMBAHAN :

Terima kasih atas do'a, dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan, saya persembahkan skripsi ini untuk :

- Ayah : Bapak Maryoto
- Ibu : Ibu Sarinah
- Adik : Rafif Hakim

Semoga ini menjadi langkah awal untuk terus maju dan melangkah menjadi pribadi yang lebih baik, menjadi berguna dan bermanfaat. Aamiin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
INTISARI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI & SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.5. Manfaat Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Pengertian sistem tata udara.....	6
2.2.2. Penggunaan sistem tata udara.....	6
2.2.3. Faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal orang.....	7
2.2.4. Jenis sistem tata udara.....	10
2.2.5. Pengertian <i>Air Conditioner</i> dan faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sistem.....	11

2.2.6	Jenis pendingin udara	12
2.2.7	Komponen-komponen sistem pendingin udara	17
2.2.8	Menghitung kapasitas pendinginan	24
2.2.9	COP, EER, dan <i>Cooling efficiency</i>	25
2.2.10	Perbedaan sistem VRV dan <i>Chiller</i>	26
2.2.11	kW <i>power pump</i>	26
2.2.12	Tarif dasar listrik	27
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1.	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.1.1	Alat Penelitian	30
3.1.2	Bahan Penelitian.....	30
3.2.	Waktu dan tempat	30
3.3.	Diagram alir	31
3.4.	Langkah-langkah pelaksanaan.....	32
BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN.....		37
4.1.	Obyek Perancangan.....	37
4.2.	Sistem AC VRV dan Sistem AC Chiller.....	42
4.3.	Kapasitas indoor unit.....	45
4.3.1.	Kapasitas Indoor Unit Terpasang Lantai 1	46
4.3.2.	Kapasitas Indoor Unit Terpasang Lantai 2	52
4.3.3.	Kapasitas Indoor Unit Terpasang Lantai 3	57
4.3.4.	Kapasitas Indoor Unit Terpasang Lantai Attic.....	63
4.4.	Kapasitas outdoor.....	66
4.4.1.	Kapasitas outdoor unit AC sistem VRV lantai 1 :.....	66
4.4.2.	Kapasitas outdoor unit AC sistem VRV lantai 2 :.....	66
4.4.3.	Kapasitas outdoor unit AC sistem VRV lantai 3 :.....	67
4.4.4.	Kapasitas outdoor unit AC sistem VRV lantai Attic :.....	67
4.4.5.	Spesifikasi Outdoor yang digunakan pada sistem VRV	67
4.4.6.	Kapasitas <i>outdoor unit</i> AC sistem Chiller	68
4.4.7.	Spesifikasi Outdoor yang digunakan pada sistem VRV	69

4.4.8. Perhitungan <i>Kw input</i> Pompa Chiller dan Pompa Kondenser ..	70
4.4.9. Perhitungan <i>Kw Cooling Tower</i>	71
4.5. Konsumsi Daya Sistem VRV dan Chiller	71
4.5.1. Konsumsi Daya VRV	71
4.5.2. Konsumsi Daya Chiller.....	73
4.6. Simulasi Konsumsi Energi Listrik Sistem VRV dan Chiller.....	74
4.7. Biaya Konsumsi Energi Listrik.....	92
4.7.1. Biaya Konsumsi Energi Listrik sistem VRV	92
4.7.2. Biaya Konsumsi Energi Listrik sistem Chiller.....	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1. Kesimpulan	95
5.2. Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA.....	98
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 AC Split.....	13
Gambar 2. 2 AC Window.....	13
Gambar 2. 3 AC Standing Floor.....	14
Gambar 2. 4 AC VRV (Variable Refrigerant Volume).....	15
Gambar 2. 5 AC Chiller	17
Gambar 2. 6 <i>water cooled system</i>	22
Gambar 2. 7 <i>Air Cooled</i>	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	32
Gambar 3. 2 Katalog produk	33
Gambar 3. 3 Gambar denah.....	34
Gambar 3. 4 Simbol dan keterangan.....	34
Gambar 3. 5 Indoor unit.....	35
Gambar 3. 6 Outdoor unit	35
Gambar 4. 1 Sistem AC VRV	43
Gambar 4. 2 Sistem AC Chiller.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 kecepatan udara dan kesejukan	8
Tabel 2. 2 Laju pertambahan kalor dari penghuni dalam ruangan	9
Tabel 4. 1 Kapasitas indoor unit VRV lantai 1 Zona 1	46
Tabel 4. 2 Kapasitas indoor unit VRV lantai 1 zona 2	47
Tabel 4. 3 Kapasitas indoor unit VRV lantai 1 zona 3	47
Tabel 4. 4 Kapasitas indoor unit VRV lantai 1 zona 4	48
Tabel 4. 5 Kapasitas indoor unit Chiller lantai 1	49
Tabel 4. 6 Kapasitas indoor unit VRV lantai 2 zona 1	52
Tabel 4. 7 Kapasitas indoor unit VRV lantai 2 zona 2	53
Tabel 4. 8 Kapasitas indoor unit VRV lantai 2 zona 3	54
Tabel 4. 9 Kapasitas indoor unit Chiller lantai 2	55
Tabel 4. 10 Kapasitas indoor unit VRV lantai 3 zona 1	57
Tabel 4. 11 Kapasitas indoor unit VRV lantai 3 zona 2	59
Tabel 4. 12 Kapasitas indoor unit Chiller lantai 3	60
Tabel 4. 13 Kapasitas indoor unit VRV lantai ATTIC	63
Tabel 4. 14 Kapasitas indoor unit Chiller lantai ATTIC.....	64
Tabel 4. 15 Total Kapasitas Indoor Unit AC VRV	65
Tabel 4. 16 Total Kapasitas Indoor Unit AC Chiller	65
Tabel 4. 17 Kapasitas Outdoor AC VRV Lantai 1	66
Tabel 4. 18 Kapasitas Outdoor AC VRV Lantai 2	66
Tabel 4. 19 Kapasitas Outdoor AC VRV Lantai 3	67
Tabel 4. 20 Kapasitas Outdoor VRV Lantai ATTIC	67
Tabel 4. 21 Spesifikasi Outdoor Unit VRF AC RS Priscilla	68
Tabel 4. 22 Kapasitas Outdoor Unit AC Chiller	69
Tabel 4. 23 Spesifikasi Chiller	69
Tabel 4. 24 Tabel <i>kw Input</i> Pompa Chiller dan Pompa Kondensor.....	70
Tabel 4. 25 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	71
Tabel 4. 26 Konsumsi Daya Indoor Unit VRV	72
Tabel 4. 27 Konsumsi Daya Outdoor Unit VRV.....	72
Tabel 4. 28 Konsumsi Daya Indoor Unit Chiller.....	73

Tabel 4. 29 Konsumsi Daya Outdoor Unit Chiller	74
Tabel 4. 30 Simulasi Konsumsi Energi Listrik Sistem VRV	79
Tabel 4. 31 Simulasi Konsumsi Daya Listrik Sistem Chiller	86
Tabel 4. 32 Simulasi Konsumsi Daya Listrik dan Cooling Tower Pompa Chiller dan Condenser	89
Tabel 4. 33 Biaya Konsumsi Energi Listrik Sistem VRV	92
Tabel 4. 34 Biaya Konsumsi Energi Listrik Sistem Chiller	93

DAFTAR NOTASI & SINGKATAN

AC	= Air Conditioner
VRV	= <i>Variable Refrigerant Volume</i>
kW	= KiloWatt
KVA	= KiloVolt Ampere
PLN	= Perusahaan Listrik Negara
°C	= Derajat Celcius
AHU	= <i>Air Handling Unit</i>
FCU	= <i>Fan Coil Unit</i>
BTU	= <i>British Thermal Unit</i>
L	= Panjang
W	= Lebar
H	= Tinggi
I	= Standar Insulasi Ruangan
E	= Standar Posisi Dinding Terpanjang Ruangan
TR	= <i>Ton of Refrigeration</i>
USgpm	= <i>US Gallons Per Minute</i>
ΔT	= Perubahan Suhu
MBTU	= Seribu <i>Bristish Thermal Unit</i>
COP	= <i>Coefficient of Performance</i>
EER	= <i>Energy Efficiency Ratio</i>
P	= Daya (kW)
Q	= <i>Water Flow Rate</i> (m ³ /h)
H	= <i>Pump Head</i> (m)
Eff	= <i>Efficiency</i> (%)
Permen ESDM	= Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral
SNI	= Standar Nasional Indonesia
HVAC	= <i>Heating, Ventilation, dan Air Conditioning</i>
BTU/H	= <i>British Thermal Unit per Hour</i>

mm	= millimeter
W	= Watt
l/s	= <i>Liter per Second</i>
kg	= Kilogram
m ³ /h	= <i>Metercubic per Hour</i>
QTY	= <i>Quantity</i>
BPPT	= Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
JICA	= <i>Japan International Cooperation Agency</i>
LWBP	= Luar Waktu Beban Puncak
WBP	= Waktu Beban Puncak
KCLRS(%)	= Kapasitas <i>Cooling Load</i> Rumah Sakit (%)
KCLRS(TR)	= Kapasitas <i>Cooling Load</i> Rumah Sakit (TR)
KEL	= Konsumsi Energi Listrik
KEL I.U	= Konsumsi Energi Listrik <i>Indoor Unit</i>
KEL O.U	= Konsumsi Energi Listrik <i>Outdoor Unit</i>
kWh	= <i>KiloWatt Hour</i>
TDL	= Tarif Dasar Listrik