

PERANCANGAN PERALATAN PENGKONDISIAN UDARA PADA DESAIN KANTOR PABRIK KELAPA SAWIT

Sabilly H Pradana¹, Deni S Khaerudini^{1,2}

¹ Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, 11650, Indonesia

² Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Tangerang Selatan, 15314, Indonesia

e-mail: ¹sabilly.handi.pradana@gmail.com, ²deni.shidqi@mercubuana.ac.id

ABSTRACT

The palm oil mill (POM) office building is a supporting building facility in the palm oil processing industry. The building office consists of 2 floors and has 17 rooms, containing 37 employees and office equipment which operates from 08.00-16.00. Due to the existence of work activities, it will generate heat that comes from sensible and latent loads, to obtain ideal comfort conditions according to the SNI standards for employees an air conditioning system is needed. This study aims to design air conditioning equipment from the POM office building design in West Kalimantan. The calculation of cooling load and ducting size for cooling air distribution is carried out by referring to the American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) standards. Air conditioning equipment design using air conditioning and cooling air distribution systems using ducting. The ducting system is used because of the flexibility in determining the size. Ducting design routing was done using Autodesk AutoCAD and Revit software. From the calculation results, the contribution of sensible load is greater than the latent load with a proportion of 75.5% of the total load. The maximum total cooling load to reduce the temperature from 36.5 °C to 25 °C is 58.22 kW with a maximum cooling air capacity of 7.117 m³ / s. Determined the use of air conditioning using the VRF type with a capacity of 72.7 kW. The design uses 1 main ducting which is divided into 2 branch ducts for distribution to each room using 32 diffuser units.

Keywords : ASHRAE, Cooling load, Ducting, HVAC, Design

INTISARI

Gedung kantor pabrik kelapa sawit (PKS) merupakan fasilitas bangunan pendukung dalam industri pengolahan kelapa sawit. Kantor pabrik terdiri dari 2 lantai yang terdiri dari 17 ruangan, berisi 37 pegawai dan peralatan kantor yang beroperasi dari pukul 08.00-16.00. Sehubungan adanya aktivitas kerja maka akan menghasilkan panas yang bersumber dari beban sensibel dan laten, untuk mendapatkan kondisi kenyamanan yang ideal sesuai standar SNI bagi pegawai diperlukan sistem pengkondisian udara. Penelitian ini bertujuan merancang peralatan pengkondisian udara dari desain ruang kantor PKS di Kalimantan Barat. Perhitungan beban pendingin dan ukuran ducting untuk distribusi udara pendingin dilakukan dengan mengacu standar American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Desain peralatan pengkondisian udara menggunakan AC dan sistem distribusi udara pendingin menggunakan ducting. Digunakan sistem ducting karena fleksibilitas dalam hal penentuan ukuran. Dalam perancangan rute jalur dilakukan menggunakan software Autodesk AutoCAD dan Revit. Dari hasil perhitungan didapatkan kontribusi beban sensibel lebih besar dari beban laten dengan proporsi 75,5% dari total beban. Beban total pendinginan maksimum untuk menurunkan temperatur dari 36,5 °C menjadi 25 °C adalah 58,22 kW dengan kapasitas udara pendinginan maksimum sebesar 7,117 m³/det. Ditentukan penggunaan AC menggunakan tipe VRF dengan kapasitas 72,7 kW. Dalam desain menggunakan 1 ducting utama yang dibagi menjadi 2 ducting cabang untuk distribusi ke masing-masing ruangan menggunakan 32 unit diffuser.

Kata kunci : ASHRAE, Beban pendingin, Ducting, Pengkondisian udara, Perancangan

1. PENDAHULUAN

Gedung kantor pabrik kelapa sawit (PKS) merupakan fasilitas bangunan pendukung ruang kerja yang menopang jalannya proses industri pengolahan kelapa sawit. Adanya aktivitas pegawai dan peralatan kantor yang menghasilkan panas maka dibutuhkan sistem pengkondisian ruang kerja agar tetap tercapai kenyamanan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu kondisi temperatur nyaman berkisar 25 ± 1 °C dan kelembaban relatif (RH) berkisar $60 \pm 5\%$ (BSN, 2011). Secara umum peralatan yang digunakan dalam pengkondisian udara adalah AC (*air conditioning*). AC berfungsi untuk menghasilkan udara dingin dan proses distribusi udara dingin dari AC menuju ruangan yang dituju menggunakan *ducting* (Husodo, 2014).

Penelitian ini mengkaji langkah-langkah perhitungan dan perancangan untuk sistem pengkondisian udara desain kantor PKS. Dilakukan suatu analisis perhitungan beban pendingin sesuai kebutuhan, penentuan peralatan AC dan sistem transportasi udara dingin ke masing-masing ruangan agar pengkondisian udara efektif.

Pada perhitungan beban pendingin digunakan metode *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD). Secara umum, terdapat beberapa metode dalam menghitung beban pendingin, contohnya : *Total Equivalent*

Temperature Different method (TETD), Transfer Function method (TF) dan Cooling Load Temperature Difference (CLTD) (Hashim, 2018). ASHRAE telah melakukan riset untuk membandingkan ketiga metode tersebut dan menghasilkan metode CLTD yang lebih efisien dalam jumlah langkah perhitungan beban pendingin. Konsep CLTD secara sederhana yaitu menghitung selisih daya pada target temperatur udara kondisi nyaman dengan temperatur udara awal (Thambidurai, 2015).

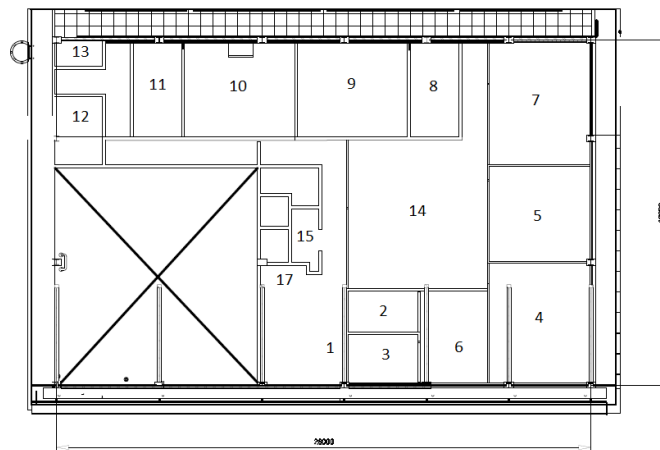
Dalam perancangan sistem udara menggunakan AC dan *ducting*, diperlukan koordinasi dengan tim teknis mesin, listrik, komunikasi dan arsitektur dalam penentuan area yang diberikan untuk jalur dan dimensi *ducting*. Hal lain yang perlu menjadi perhatian pada saat perancangan adalah mengikuti syarat desain akustik dan vibrasi dari udara yang melewati *ducting* agar suara yang dihasilkan masih dalam syarat batas yang diijinkan sebesar 50-55 dB(A) (Charles, 2016).

Proses perancangan peralatan pengkondisian udara menggunakan *fan* dan *ducting* telah dilakukan oleh peneliti dalam dan luar negeri. Myo (2018) merancang desain *fan* dan *ducting* pada Assembly Hall di Mandalay Technological University, perhitungan menggunakan CLTD untuk menghasilkan *effective room total heat gain* (ERTHG) yang merupakan hasil penjumlahan dari beban sensibel dan laten tiap ruangan. Dari ERTHG akan didapatkan jumlah kapasitas udara pendingin, lalu akan didapatkan ukuran *ducting* mengikuti syarat kecepatan udara yang diijinkan. Dari perhitungan dihasilkan total beban pendingin 228,5 kW, suplai udara 9,4 m³/det dan menggunakan desain *ducting* yang terdiri dari 27 jalur. Putra (2017) melakukan perancangan pada ruang Aula lantai 8 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, metode yang digunakan menggunakan CLTD, dari perhitungan dihasilkan total beban pendingin 92,2 kW dan 8 jalur *ducting* dengan kapasitas udara maksimum 2,26 m³/det. Secara umum, penelitian ini akan menerapkan perhitungan menggunakan CLTD dan perhitungan *ducting* dalam menentukan ukuran dengan objek penelitian yang berbeda.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan besarnya beban pendinginan dan spesifikasi kapasitas AC, selain itu merancang sistem *ducting* yang sesuai dengan desain kantor PKS.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan mulai 1 Agustus 2020 hingga 1 Januari 2021 pada suatu desain gedung kantor PKS yang berlokasi di daerah Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Dilakukan pengumpulan dan pengolahan data dari luas bangunan, arah bangunan, jumlah pegawai, jumlah peralatan, luas kaca, dinding, atap setiap lantai dan ruangan gedung. Gedung kantor digunakan oleh pegawai untuk kegiatan aktivitas kantor dimulai pukul 08.00 - 16.00 WIB. Gambar 1 menunjukkan objek penelitian berupa Gedung kantor PKS. Kantor tersebut memiliki luas area sebesar 436,8 m² yang terdiri dari 2 lantai. Lantai 1 terdiri dari ruang lobi dan ruang workshop sedangkan lantai 2 terdiri dari 17 ruangan kerja utama dan fasilitas pendukung. Jumlah pegawai tetap yang berada dalam kantor tersebut berjumlah 37 orang seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Pengkondisian udara dilakukan untuk mendapatkan temperatur akhir gedung kantor tersebut pada 25 °C dari temperatur awal 36,2 °C (Mohamad, 2016). Temperatur awal digunakan 36,2 °C sesuai data temperatur aktual tertinggi yang terjadi di Kalimantan Barat (BPS, 2020).



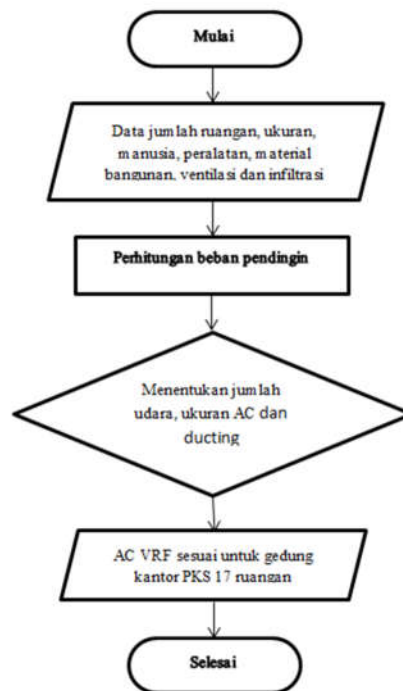
Gambar 1. Denah ruangan gedung kantor PKS.

Tabel 1. Data ruang, jumlah pegawai dan peralatan.

No	Ruang	Lantai	Luasan (m ²)		Jumlah pegawai	Jumlah peralatan		
			Pintu	Atap		Komputer	Lampu	Printer
1	Tunggu	2	0	54	2	0	4	0
2	CCTV	2	20	11	0	1	2	1
3	Cashier	2	20	8	1	1	2	1
4	Meeting	2	0	72	8	2	8	1

5	Management	2	20	19	3	1	4	0
6	Gudang	2	0	16	0	0	0	0
7	VPM	2	20	24	3	1	8	1
8	Gudang II	2	20	12	0	0	2	0
9	Lab I	2	41	25	2	0	4	0
10	Hot Lab	2	20	25	2	0	4	0
11	Cool Lab	2	20	16	2	0	2	0
12	Mushola	2	20	11	3	0	2	0
13	Toilet Mushola	2	20	3	0	0	1	0
14	Admin Room	2	0	48	9	9	3	0
15	Toilet dan pantry	2	41	13	0	0	1	0
16	Koridor	2	0	57	0	0	11	0
17	Lobi	1	41	0	2	0	4	0

Penelitian ini dilakukan mengikuti metode mengikuti aliran chart sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian

Perhitungan kondisi pembebanan digunakan metode ASHRAE yaitu untuk menghitung beban pendingin, kapasitas udara pendingin, penentuan ukuran AC dan *ducting*. Proses pengolahan data menggunakan perangkat lunak Microsoft Excell, perancangan gedung dan *ducting* menggunakan Autodesk AutoCAD dan Revit. Perhitungan beban pendingin mengacu pada Tabel 2 digunakan sebagai dasar untuk menentukan besar beban pendingin dan seleksi spesifikasi kapasitas AC.

Tabel 2. Perhitungan beban pendingin (Charles, 2016).

Beban pendingin	Jenis beban	Persamaan	Keterangan
Kaca	Radiasi	$Q = U \times A \times \Delta T$	$U_{kaca} = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Konduksi	$Q = SHGF \times CLF \times A \times SC$	$SHGF = 230$; $CLF = 0,1-0,5$; $SC = 0,95$
Atap	Konduksi	$Q = U \times A \times \Delta T$	$U_{atap} = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dinding	Konduksi	$Q = U \times A \times \Delta T$	$U_{tembok bata} = 2,69 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_{gypsum} = 1,37 \text{ W/m}^2\text{K}$
Pegawai	Sensibel	$Q_s = n \times Q_s \times CLF$	$Q_s = 0,067 \text{ kW}$; $CLF = 0-0,84$
Lampu	Laten	$Q_l = n \times Q_l$	$Q_l = 0,055 \text{ kW}$; $CLF = 0-0,84$
	Sensibel	$Q_s = 3,41 \times W \times F_u \times F_{sa} \times CLF$	$F_u = 1$; $F_{sa} = 1,2$; $CLF = 0,1-1$
Peralatan listrik	Sensibel	$Q_s = Q_{in} \times F_u \times F_r \times CLF$	$F_u = 1$; $F_r = 1$; $CLF = 0,1-1$
	Laten	$Q_l = Q_{in} \times F_u$	$F_u = 1$
Ventilasi & Infiltrasi	Sensibel	$Q = 1,08 \times CFM \times \Delta T$	
	Laten	$Q = 4840 \times CFM \times \Delta W$	

Dalam menentukan pemilihan kapasitas AC diperlukan nilai akumulasi *effective room total heat* (ERTH) dari masing-masing ruangan (Abdurrachman, 2018). ERTH dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (1) :

$$\text{ERTH} = \text{ERSH (effective room sensible heat)} + \text{ERLH (effective room latent heat)} \quad (1)$$

dimana:

$$\text{ERSH} = Q_s \text{ (kondisi maksimum tiap ruangan)} \quad (\text{kW})$$

$$\text{ERLH} = Q_l \text{ (kondisi maksimum tiap ruangan)} \quad (\text{kW})$$

$$\text{ERTH} = Q_l + Q_s \text{ (kondisi maksimum tiap ruangan)} \quad (\text{kW})$$

Dalam asumsi perhitungan ERTH ditambahkan *safety factor* (SF) sebesar 5% serta kebocoran sistem sebesar 8%. Untuk mendapatkan kapasitas udara dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (2) :

$$P = Q \times \Delta T \times 1,08 \quad (2)$$

dimana:

$$P = \text{Daya beban pendingin} \quad (\text{kW})$$

$$Q = \text{Laju volume udara} \quad (\text{m}^3/\text{det})$$

$$\Delta T = \text{Beda temperatur awal dan akhir} \quad (^\circ\text{C})$$

Penggunaan sistem distribusi udara dingin menggunakan *ducting* karena terdapat fleksibilitas pada desain dalam hal penentuan dimensi untuk menyesuaikan ketersediaan area. Persamaan untuk penentuan ukuran *ducting* dari terminologi konsep *head* dan *pressure*. Tekanan statis ($p/\rho g$) merupakan *static head* sedangkan p merupakan *static pressure*. Velocity pressure ($V^2/2g$) merupakan *velocity head* sedangkan $\rho V^2/2$ merupakan *velocity pressure*, didapatkan Persamaan (3) :

$$p_v = \rho V^2/2 \quad (3)$$

Untuk kondisi udara ($\rho_{\text{udara}} = 1.204 \text{ kg/m}^3$), Persamaan (3) menjadi:

$$p_v = 0,602V^2 \quad (4)$$

Kecepatan udara didapatkan dari Persamaan (5) :

$$V = 0,001Q/A \quad (5)$$

dimana:

$$p_v = \text{velocity pressure} \quad (\text{Pa})$$

$$V = \text{rata-rata kecepatan udara} \quad (\text{m/det})$$

$$Q = \text{kapasitas udara} \quad (\text{L/det})$$

$$A = \text{Luas penampang ducting} \quad (\text{m}^2)$$

Terdapat beberapa metode pemasangan AC, sistem split dan sentral. Pada desain akan digunakan sistem sentral dengan tipe *Variable Refrigerant Flow* (VRF) karena jenis ini mampu mengakomodir kebutuhan kapasitas pendinginan yang besar pada bangunan, efisiensi jumlah peralatan, teknologi inverter untuk efisiensi listrik dan kebutuhan area yang lebih *compact* (Layeni, 2019).

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan ukuran *ducting* adalah maksimum kecepatan udara yang diijinkan. Mengacu ASHRAE, kecepatan udara dibatasi mengikuti batasan level kebisingan. Penentuan kecepatan udara bergantung pada kriteria yaitu : klasifikasi sistem tekanan kerja, desain akustik dari peruntukan fungsi bangunan dan posisi sistem *ducting*.

Bangunan kantor PKS masuk dalam klasifikasi sistem tekanan kerja rendah dan mengikuti level desain akustik *room criteria (Neutral)* RC(N) 40-45 (Charles, 2016). Sedangkan nilai syarat maksimum kecepatan udara yang diijinkan dapat dilihat pada Tabel 3, sehingga dapat dihitung ukuran *ducting* utama, cabang dan outlet (*diffuser*).

Tabel 3. Kecepatan udara pada *ducting*.

Lokasi ducting	Desain RC(N)	Maksimum kecepatan udara (m/det)		
		Ducting Utama	Ducting Cabang	Ducting outlet
Di atas plafon tembok <i>Suspended acoustic</i>	45	12,7	10,2	< 6,4
	35	8,9	7,1	< 4,1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan Tabel 2 dengan menggunakan data Tabel 1, maka diperoleh distribusi beban pendingin yang dihasilkan oleh sumber panas. Material kaca dan dinding merupakan sumber panas yang menghasilkan kebutuhan beban pendingin paling besar sebesar 22 kW atau 42% dari total kebutuhan beban pendingin. Ruangan yang terekspos langsung paparan sinar matahari terdiri dari 4 ruangan Lobi, Cashier, Management dan ruang Meeting karena arahnya menghadap Timur-Barat serta konstruksi bangunannya didominasi oleh kaca dan dinding dengan luas area kaca sebesar 43,66 m² dan luas area dinding 75 m².

Kontribusi kebutuhan beban pendingin disumbang beban sensibel sebesar 75,5 %. Beban sensibel yang diberikan oleh dinding, kaca, atap, ventilasi, infiltrasi dan pintu merupakan beban panas eksternal yang berasal dari paparan sinar matahari dengan cara konduksi dan radiasi. Beban sensibel yang diberikan oleh penghuni dan peralatan merupakan beban panas internal yang berasal dari aktivitas pegawai dan panas yang dirilis oleh peralatan seperti : komputer, lampu, printer. Sumber panas yang berasal dari ventilasi menyumbang beban pendingin sebesar 21,7%, dalam perhitungan diasumsikan kondisi pintu dan kaca terbuka jika dapat dimaintain dalam kondisi tertutup maka kebutuhan beban pendingin dapat lebih efisien.

Mengacu Tabel 4 diperoleh kebutuhan total beban pendingin seluruh ruangan sebesar 51,53 kW dengan kebutuhan terbesar pada ruang lobi sebesar 8,66 kW atau 17% dari total kebutuhan beban pendingin, hal tersebut disebabkan bangunan didominasi oleh penggunaan kaca dan dinding. Ruangan lain yang memerlukan beban pendingin besar selain lobi yaitu berada pada Admin Room. Pada ruangan ini sumber panas bersumber terutama dari sumber internal, seperti pegawai dan peralatan kantor.

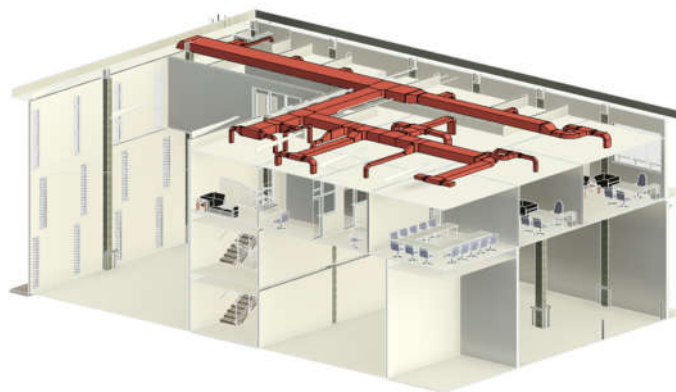
Pada perhitungan ditambahkan *safety factor* sebesar 5% dan kerugian jika ada kebocoran sistem pada distribusi udara pendingin sebesar 8%. Dengan menambahkan hal tersebut kebutuhan beban pendinginan menjadi 58,22 kW. Kapasitas udara pendingin tiap ruangan didapat dari konversi kebutuhan beban pendingin mengikuti Persamaan (2). Didapat hasil suplai udara dingin masing-masing ruangan dengan total kebutuhan sebesar 7,11 m³/det.

Tabel 4. Kebutuhan daya beban pendingin dan kapasitas udara.

No	Beban Ruangan	Daya ERTH (kW)			BTU/hr	SF 5%	Kebocoran 8%	Kapasitas udara	
		Q _s	Q _i	Q _{tot}		BTU/hr	BTU/hr	m ³ /det	L/det
1	Tunggu	1,34	0,59	1,93	6.581,5	329,1	526,52	0,266	266,38
2	CCTV Room	1,05	0,00	1,05	3.570,2	178,5	285,62	0,145	144,50
3	Cashier	4,16	0,06	4,21	14.377,1	718,9	1.150,17	0,582	581,91
4	Meeting	2,80	2,35	5,15	17.585,0	879,3	1.406,80	0,712	711,75
5	Management	0,96	0,88	1,85	6.299,2	315,0	503,94	0,255	254,96
6	Gudang	1,05	0,00	1,05	3.574,4	178,7	285,96	0,145	144,67
7	Vice President	3,62	0,88	4,51	15.373,5	768,7	1.229,88	0,622	622,24
8	Gudang II	1,23	0,00	1,23	4.208,2	210,4	336,65	0,170	170,32
9	Laboratorium I	1,85	0,59	2,43	8.308,1	415,4	664,64	0,336	336,26
10	Hot Lab	1,85	0,59	2,43	8.308,1	415,4	664,64	0,336	336,26
11	Cool Lab	0,90	0,07	0,97	3.300,1	165,0	264,01	0,134	133,57
12	Mushola	1,47	0,88	2,35	8.029,7	401,5	642,38	0,325	325,00
13	Toilet mushola	0,32	0,00	0,32	1.101,1	55,1	88,09	0,045	44,56
14	Admin room	5,15	2,65	7,79	26.587,7	1329,4	2.127,02	1,076	1.076,14
15	Toilet dan pantry	0,88	0,00	0,88	2.990,8	149,5	239,26	0,121	121,05
16	Koridor	2,66	2,06	4,72	16.115,3	805,8	1.289,22	0,652	652,26
17	Lobby	8,07	0,59	8,66	29.538,4	1.476,9	2.363,07	1,196	1.195,56
	Total			51,53	175.848,4	8.792,4	14.067,87	7,117	7.117,49

Untuk penggunaan AC digunakan tipe VRF kapasitas 72,7 kW dengan faktor pembebanan 0,8 dari kebutuhan beban pendingin. Tipe VRF memiliki beberapa keunggulan dari tipe AC split dan sentral lainnya, yaitu: dapat menghemat jumlah unit AC *indoor* maupun *outdoor*, dilengkapi dengan inverter sehingga dapat menyesuaikan kebutuhan sesuai daya aktual dan kemudahan instalasi. Penggunaan AC tipe VRF dapat dikombinasikan dengan sistem distribusi dan *outlet* menggunakan *ducting* dan *diffuser*. Pada desain ini, hanya dibuat sistem *suplai* tanpa sistem *return*.

Dari AC VRF udara dingin dihasilkan dengan kapasitas 7,117 m³/det dengan kecepatan 11,9 m/det menggunakan *ducting* ukuran 1200 mm · 500 mm, udara dingin didistribusikan kepada 2 rute cabang (A dan B) dengan kapasitas 3,18 m³/det dan 3.937 m³/det. Dalam kajian ini digunakan ukuran *ducting* cabang A sebesar 650 mm · 500 mm dan cabang B sebesar 800 mm · 500 mm.



Gambar 3. Desain perancangan sistem *ducting* gedung kantor.

Setelah melakukan penentuan jalur *ducting* utama, cabang dan final, maka penentuan ukuran *ducting* mengikuti kapasitas udara dan kecepatan udara sesuai *room criteria* yang mengacu pada Tabel 5. Untuk penentuan ukuran dan jumlah *diffuser* mengikuti peraturan sekitar 6 m/det agar kenyamanan pegawai tetap terjaga.

Tabel 5. Penentuan ukuran *ducting*.

No	Distribusi udara	Kapasitas udara (L/det)	Cabang	Ukuran <i>ducting</i> (mm x mm)	Kecepatan udara (m/det)	Tekanan per meter panjang (Pa/m)
1	Ducting utama	7.117	Utama	1200 x 500	11,9	1,82
2	Ducting cabang A	3.180	A	650 x 500	9,8	1,65
3	Ducting cabang B	3.937	B	800 x 500	9,8	1,50
4	Tunggu	266	A	200 x 200	6,7	2,81
5	CCTV Room	145	A	150 x 150	6,4	3,72
6	Cashier	582	A	475 x 200	6,1	1,57
7	Meeting	712	A	580 x 200	6,1	1,43
8	Management	255	A	200 x 200	6,4	2,58
9	Gudang	145	A	150 x 150	6,4	3,73
10	Vice President	622	B	500 x 200	6,2	1,59
11	Gudang II	170	B	185 x 150	6,1	3,03
12	Laboratorium I	336	B	350 x 150	6,4	2,44
13	Hot Lab	336	B	350 x 150	6,4	2,45
14	Cool Lab	134	B	150 x 150	5,9	3,22
15	Mushola	325	B	350 x 150	6,2	2,29
16	Toilet Mushola	45	B	75 x 100	5,9	6,37
17	Admin Room	1.076	A	700 x 250	6,1	1,14
18	Toilet dan pantry	121	B	200 x 100	6,1	3,83
19	Koridor	652	B	425 x 250	6,1	1,39
20	Lobi	1.196	B	750 x 250	6,4	1,19

Posisi AC VRF berada di luar kantor dengan ketinggian sama dengan lantai, agar distribusi udara dari sumber AC VRF dapat sampai ke ruangan, dilakukan desain menggunakan 1 *ducting* utama yang berada diluar bangunan rutenya melewati dinding hingga sampai ke atas plafon. Dari *ducting* utama dilakukan pembagian menjadi 2 *ducting* cabang di atas plafon, hal ini dilakukan untuk mengurangi besar *ducting* agar fleksibilitas menyesuaikan area yang tersedia dapat dipenuhi secara optimum. Ukuran *ducting* outlet dan rugi tekanan per meter panjang telah menyesuaikan syarat kecepatan maksimum. Penentuan *diffuser* mengacu pada persyaratan dari katalog teknis yaitu kecepatan maksimum 1-6 m/det sesuai variasi kapasitas udara yang digunakan pada range maksimum 0,89 m³/det.

Dengan menggunakan standar ASHRAE sebagai referensi perhitungan pada gedung kantor PKS yang memiliki luas area sebesar 436,8 m² (workshop tidak mendapatkan pengkondisian udara dengan luas area sebesar 35% dari total luas) menghasilkan kebutuhan beban pendingin sebesar 58,22 kW dan kapasitas udara pendingin sebesar 7,117 m³/det yang didistribusikan melalui 1 *ducting* utama, 2 *ducting* cabang dan 18 *ducting* outlet sesuai syarat kecepatan udara yang diijinkan seperti tertera pada Tabel 6. Jika dibandingkan dengan penelitian Putra (2017) mengenai perancangan pada ruang Aula lantai 8 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, objek penelitian berupa ruang Aula dengan luas area sebesar 196,5 m² menghasilkan kebutuhan sebesar 92,2 kW dan 8 jalur *ducting* dengan kapasitas udara maksimum 2,26 m³/det. Dari kedua hasil tersebut didapatkan konsistensi karena sesuai perhitungan, hasil tidak identik sama karena terdapat perbedaan jumlah, aktivitas orang, peralatan dan material bangunan berbeda.

4. KESIMPULAN

Perancangan peralatan pengkondisian udara pada desain Gedung kantor PKS telah dilakukan. Dari hasil perhitungan, didapatkan kontribusi beban sensibel lebih besar dari beban laten dengan proporsi 75,5% dari total beban. Kontribusi sumber panas yang paling besar dari material kaca dan dinding yang terekspos langsung dari paparan sinar matahari. Ruang yang membutuhkan beban pendingin besar adalah Lobi dan Admin room. Beban total pendinginan maksimum untuk menurunkan temperatur dari 36,5 °C menjadi 25 °C adalah 58,22 kW dengan kapasitas udara pendinginan maksimum sebesar 7,117 m³/det. Ditentukan penggunaan AC menggunakan tipe VRF dengan kapasitas 72,7 kW. Kecepatan distribusi udara pada *ducting* telah menyesuaikan syarat desain akustik mengenai kebisingan sehingga didapatkan ukuran *ducting* utama menggunakan 1.200 mm x 500 mm, lalu dibagi menjadi 2 cabang dengan ukuran 650 mm x 500 mm dan 800 mm x 500 mm untuk didistribusikan pada seluruh ruangan menggunakan *ducting* outlet dan 32 unit diffuser.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang membantu proses pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN), (2011). Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung. SNI 03-6390.
- Husodo, B.Y., Siagian, N.A.B., (2014). Analisa audit konsumsi energi sistem HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) di Terminal 1A, 1B dan 1C Bandara Soekarno Hatta. Jurnal Teknologi Elektro, Vol.5 No.1, 49-58.
- Hashim H.M., Sokolova E., Derevianko O.(2018, January). Cooling Load Calculation. In Proceedings of the International Multiconference on Industrial Engineering and Modern Technologies (pp.3-6). IOP Publishing.
- Thambidurai, M., Krishnamohan, N., Rajagopal, M., Velraj, R. (2015). Free Cooling Feasibility of a Typical Commercial Building in Pune City, India. International Journal of Applied Engineering Research, Vol.10, Number 2, 4419-4435.
- Charles, G., Louis, S. (2016). ASHRAE Handbook HVAC system and Equipment 2016. Georgia: ASHRAE Publication.
- Myo, L., Soe, T.M. (2018). Duct Design of Assembly hall at Mandalay Technological University. International Journal of Scientific and Research Publications, Vol.8, Issue 7. 81-88.
- Putra, D.P., Hidayat, M.F. (2017). Perencanaan Tata Udara Sistem Ducting Ruang Aula Lantai 8 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. Jurnal Kajian Teknik Mesin, Vol.2, No.1. 61-66.
- Mohamad F.H., Saputra, R. (2016). Perancangan Ulang Sistem HVAC pada Gedung Perkantoran X di Jakarta dengan Metode CLTD. Jurnal Bina Teknika, Vol.12, No.1, 139-142.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2020). Temperatur Udara Bulanan Kabupaten Ketapang 2018-2019. Diakses Desember 2020, dari <https://ketapangkab.bps.go.id/indicator/151/119/1/temperatur-udara-bulanan-kabupaten-ketapang.html>
- Abdurrachman, H., Sibarani, M., Tuapetel, J.V. (2018). Perancangan Air Conditioning (AC) Sentral pada Gedung G Institut Teknologi Indonesia. Jurnal Teknik Mesin ITI, Vol.2, No.2, 35-40.
- Layeni, A.T., Nwaokocha, C.N., Giwa S.O., Sulaiman, M.A. (2019). Design and Engineering Economic Analysis of a Variable Refrigerant Flow (VRF) and Mini-Split Air Conditioning System. Current Journal of Applied Science and Technology, 34(1), 1-25.