

STANDARD KOMPETENSI JURUTERA MEKANIKAL UNTUK SISTEM PENYAMAN UDARA  
 KOMPETENSI TAHAP 2: SISTEM PENYAMAN UDARA

Elemen	Kriteria Prestasi
Asas Sistem Penyaman Udara	a) Asas termodinamik dan kitar penyejukan <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Pengetahuan berkaitan prinsip termodinamik dan kitar refrigerasi.</li> <li>ii. Pengiraan evaporator dan condenser load berserta COP melalui kitar refrigerasi.</li> <li>iii. Copper pipe sizing.</li> </ul> b) Asas <i>Psychrometric</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Pengetahuan asas berkaitan <i>thermodynamic properties of moist air</i>.</li> <li>ii. Pembinaan dan komponen <i>Psychrometric charts</i></li> <li>iii. Proses tipikal sistem penyaman udara</li> </ul> c) Kualiti Persekitaran Udara Dalaman <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Parameter Kualiti Persekitaran Udara Dalaman dan had kawalan.</li> <li>ii. Thermal comfort dan had kawalan.</li> </ul> d) <i>Direct Expansion (DX) - Air Cooled Split/Package/Water Cooled Package</i> . <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Jenis, kaedah operasi, komponen sistem</li> <li>ii. Prinsip dan pemilihan <i>Cooling Tower</i></li> <li>iii. Faktor yang mempengaruhi pemilihan sistem dari segi teknikal dan ekonomik. i.e Ruang, kos, penyenggaraan, kapasiti sistem</li> </ul>
Piawaian dan rujukan	Piawaian yang digunakan di dalam rekabentuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>i. <i>Uniform Building By-Law</i> - kadar pertukaran udara (<i>minimum air change</i>).</li> <li>ii. <i>Malaysian Standard – MS1525 – temperature, relative humidity</i></li> <li>iii. <i>ASHRAE Standard 62.1 and 62.2 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality</i></li> </ul> Rujukan yang digunakan dalam rekabentuk <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Garis Panduan Teknik Rekabentuk '<i>Plinth</i>' Edisi 2018</li> <li>ii. <i>Mechanical Sistem Design And Installation Guidelines For Architects And Engineers Revised Edition 2018</i> (Buku Hijau)</li> </ul>

Elemen	Kriteria Prestasi
Rekabentuk	<p>a) <i>Rekabentuk Air Side</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Anggaran Haba Sistem Penyaman Udara <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Basic heat transfer</i></li> <li>· <i>Design indoor and outdoor temperature</i></li> <li>· <i>External load</i></li> <li>· <i>Internal load</i></li> <li>· <i>Ventilation load</i></li> <li>· <i>Total Refrigeration load</i></li> </ul> </li> <li>ii. Jenis kipas dan faktor yang mempengaruhi pemilihan i.e kecekapan tenaga, bunyi dan kebolehpenggunaan.</li> <li>iii. Jenis pembinaan AHU (<i>Vertical, Horizontal, Mixing Plenum, type of skin</i>)</li> <li>iv. Jenis penapis udara dan pemilihan.</li> <li>v. Jenis dan bahan sesalur udara.</li> <li>vi. Pengiraan kejatuhan tekanan dan saiz sesalur udara.</li> <li>vii. Pemilihan <i>duty point</i> berdasarkan <i>fan curve</i>.</li> <li>viii. Jenis, fungsi damper dan komponen sesalur udara berserta susunatur pemasangan i.e <i>balancing damper, fire damper, elbow, branch, transformation, internal dan external insulation</i>.</li> <li>ix. Jenis, fungsi <i>air terminal (diffuser/grille/louvres)</i>. Faktor yang mempengaruhi pemilihan (<i>noise/pressure drop/throw</i>).</li> <li>x. Kepentingan ruang siling bagi pemasangan <i>duct</i>.</li> <li>xi. Pemahaman mengenai spesifikasi AHU dan <i>Air Distribution System</i> berdasarkan Spesifikasi Piawai CKM.</li> </ol>

Elemen	Kriteria Prestasi
	b) Rekabentuk Water Side (Kondenser) <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Jenis pam dan faktor yang mempengaruhi pemilihan i.e kecekapan tenaga dan kebolehpengenggaraan.</li> <li>ii. Pengiraan hidraulik dan penentuan saiz pipe.</li> <li>iii. Pemilihan pam</li> <li>iv. Jenis, fungsi injap dan komponen perpaipan berserta susunatur pemasangan i.e <i>gate valve, butterfly valve, control valve, balancing valve, strainer, gauges</i>.</li> <li>v. Pemahaman mengenai spesifikasi pam dan komponen berkaitan berdasarkan Spesifikasi Piawai CKM.</li> </ol> c) Rekabentuk Sistem Pengudaraan d) Keperluan dan parameter rekabentuk i.e <i>Air Change rate</i> )
Pengiraan Kos	Anggaran kasar kos sistem bagi tujuan <i>Preliminary Detail Abstract</i> (PDA) dan Anggaran kos terperinci bagi tujuan penyediaan Anggaran Jabatan.
Koordinasi dengan setiap disiplin (Arkitek, C&S, Elektrik)	Keperluan mekanikal kepada Disiplin lain : <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Arkitek: Keperluan, saiz dan lokasi bilik mekanikal, <i>floor trap, insulation, ketinggian siling</i> etc</li> <li>b) Struktur: Berat peralatan, saiz &amp; lokasi <i>plinth</i></li> <li>c) Elektrik: Keperluan beban elektrik peralatan dan lokasi</li> </ol>
Kriteria Pemasangan Peralatan	a) Lokasi pemasangan b) Estetika c) Kebolehsenggaraan

### **Range of Variables:**

Calon perlu menyediakan satu (1) laporan rekabentuk sistem DX (minimum adalah *air/water cooled ducted system*) untuk sekurang-kurangnya satu projek sepanjang tempoh perkhidmatan beliau dan Laporan Pengalaman.

Laporan rekabentuk hendaklah merangkumi perkara berikut:

- i. Latar belakang projek
- ii. Skop rekabentuk
- iii. Keperluan rekabentuk mekanikal
- iv. Koordinasi dengan disiplin lain
- v. Pengiraan
- vi. Lukisan tender

Laporan pengalaman dan latihan kerja.

STANDARD KOMPETENSI JURUTERA MEKANIKAL UNTUK SISTEM PENYAMAN UDARA  
 KOMPETENSI TAHAP 3: SISTEM PENYAMAN UDARA

Elemen	Kriteria Prestasi
Pengetahuan asas <i>(Chilled Water System)</i>	<i>Chilled Water System</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Prinsip asas <i>Chilled Water System</i>. Keperluan penggunaan <i>Central Hydronic System</i> berbanding <i>DX system</i>. Perbezaan antara <i>water cooled</i> dan <i>air cooled</i>.</li> <li>ii. Prinsip operasi dan jenis sistem i.e <i>Primary flow, Decouple System, Variable Primary Flow, Dedicated and common pumping</i>.</li> </ol>
Piawaian dan Garis panduan	Piawaian dan garis panduan yang digunapakai di dalam rekabentuk: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Akta Bekalan Elektrik 1990</li> <li>ii. MS 1525:2019</li> <li>iii. ASHRAE</li> <li>iv. SMACNA</li> <li>v. AHRI</li> <li>vi. <i>Mechanical System Design And Installation Guidelines For Architects And Engineers</i>.</li> <li>vii. Garis panduan Anggaran Harga Sistem Mekanikal dalam Bangunan.</li> </ol>
Rekabentuk	<i>a) Chiller Plant Design</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Jenis <i>chiller</i> dan faktor yang mempengaruhi pemilihan i.e kapasiti, profil beban, kecekapan tenaga.</li> <li>ii. Pemilihan konfigurasi <i>chiller</i> berdasarkan profil beban.</li> <li>iii. Pemilihan kapasiti <i>cooling tower</i> dan <i>make-up water tank</i>.</li> <li>iv. Pengiraan kapasiti <i>chilled water</i> dan <i>condenser water pump</i>.</li> <li>v. Pemahaman mengenai spesifikasi <i>chiller</i> berdasarkan Spesifikasi Piawai CKM.</li> </ol>
	<i>b) Water Side</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Jenis pam dan faktor yang mempengaruhi pemilihan i.e kecekapan tenaga dan kebolehpenggunaan.</li> <li>ii. Pengiraan hidraulik dan <i>pipe sizing</i>.</li> <li>iii. Pemilihan <i>duty point</i> berdasarkan <i>pump curve</i>.</li> <li>iv. Jenis, fungsi injap dan komponen perpaipan berserta susunatur pemasangan i.e <i>gate valve, butterfly valve, control valve, balancing valve, strainer, gauges</i>.</li> <li>v. Pemahaman mengenai spesifikasi pam dan komponen berkaitan berdasarkan Spesifikasi Piawai CKM.</li> </ol>

Elemen	Kriteria Prestasi
	<p>c) <i>Air Distribution System</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Anggaran Haba Sistem Penyaman Udara <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Basic heat transfer</i></li> <li>· <i>Design indoor and outdoor temperature</i></li> <li>· <i>External load</i></li> <li>· <i>Internal load</i></li> <li>· <i>Ventilation load</i></li> <li>· <i>Total Refrigeration load</i></li> </ul> </li> <li>ii. Jenis kipas dan faktor yang mempengaruhi pemilihan i.e kecekapan tenaga, bunyi dan kebolehpenggunaan.</li> <li>iii. Jenis pembinaan AHU (<i>Vertical, Horizontal, Mixing Plenum, type of skin</i>)</li> <li>iv. Jenis penapis udara dan pemilihan.</li> <li>v. Jenis sesalur udara dan perbandingan dari segi kos dan kejatuhan tekanan.</li> <li>vi. Pengiraan kejatuhan tekanan dan saiz sesalur udara.</li> <li>vii. Pemilihan <i>duty point</i> berdasarkan <i>fan curve</i>.</li> <li>viii. Jenis, fungsi <i>damper</i> dan komponen sesalur udara berserta susunatur pemasangan i.e <i>balancing damper, fire damper, elbow, branch, transformation, internal dan external insulation</i>.</li> <li>ix. Jenis, fungsi <i>air terminal (diffuser/grille/louvres)</i>. Faktor yang mempengaruhi pemilihan (<i>noise/pressure drop/throw</i>).</li> <li>x. Kepentingan ruang siling bagi pemasangan <i>duct</i>.</li> <li>xi. Pemahaman mengenai spesifikasi AHU dan <i>Air Distribution System</i> berdasarkan Spesifikasi Piawai CKM.</li> </ol>

Elemen	Kriteria Prestasi
	<p>d) <i>Power and Control</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Strategi kawalan dan instrumentasi AHU/FCU dan <i>Chiller</i>.</li> <li>ii. Jenis-jenis peranti keselamatan (MCB/MCCB/ACB/VCB/EFOC/RCB,SPD).</li> <li>iii. Jenis motor <i>starter</i>.</li> <li>iv. Parameter pemilihan saiz kabel.</li> <li>v. Jenis-jenis <i>switchboard</i> dan kaedah pengujian.</li> <li>vi. Pemahaman mengenai spesifikasi Elektrik berdasarkan Spesifikasi Piawai CKM.</li> </ul> <p>e) Interaksi ACMV dengan sistem bangunan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Interaksi ACMV sistem dengan sistem bangunan; <i>structural, architectural, electrical</i>.</li> </ul>
Pengiraan kos	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Membuat anggaran kos awalan bagi penyediaan PDA dan terperinci bagi penyediaan Anggaran Jabatan bagi sistem ACMV.</li> <li>ii. Faktor lokaliti.</li> </ul>
Koordinasi dengan setiap disiplin (Arkitek, C&S, Elektrik)	<p>Keperluan mekanikal kepada Disiplin lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Arkitek: Keperluan, saiz dan lokasi bilik mekanikal, <i>floor trap, insulation</i>, ketinggian siling etc</li> <li>b) Struktur: Berat peralatan, saiz &amp; lokasi <i>plinth</i></li> <li>c) Elektrik: Keperluan beban elektrik peralatan dan lokasi</li> </ul>
Kriteria Pemasangan Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Lokasi pemasangan</li> <li>b) Estetika</li> <li>c) Kebolehsenggaraan</li> </ul>

**Range of Variables:**

Calon perlu menyertakan satu laporan rekabentuk sistem (Minimum adalah *Air Cooled Chiller*) untuk projek sepanjang tempoh perkhidmatan.

Laporan rekabentuk hendaklah merangkumi perkara berikut:

- i. Latar belakang projek
- ii. Skop rekabentuk
- iii. Keperluan rekabentuk mekanikal
- iv. Koordinasi dengan disiplin lain
- v. Pengiraan
- vi. Lukisan tender

Laporan pengalaman dan latihan kerja.

STANDARD KOMPETENSI JURUTERA MEKANIKAL UNTUK SISTEM PENYAMAN UDARA  
 KOMPETENSI TAHAP 4: SISTEM PENYAMAN UDARA

Elemen	Kriteria Prestasi
Rekabentuk Khas dan aplikasi (Minimum 2 sistem)	1) <u>Healthcare ACMV Design</u> a) Keperluan <i>Indoor Air Environment</i> (suhu, kelembapan, <i>noise, vibration, particle count, bacteria count</i> etc) dan perbezaan tekanan. b) Rekabentuk ACMV <i>OT room, Isolation Room, Mortuary</i> dll. c) Interaksi ACMV sistem dengan bangunan i.e <i>Double wall requirement, slab insulation, location of AHU</i> , kawalan getaran dan bunyi.
	2) <u>Laboratory ACMV System</u> a) Keperluan <i>Indoor Air Environment</i> (suhu, kelembapan, <i>noise, vibration, particle count, bacteria count</i> etc) dan perbezaan tekanan. b) Rekabentuk ACMV bersama <i>Fume Hood/Biosafety Cabinet</i> etc). c) <i>Dehumidification</i>
	3) <u>Kitchen Exhaust System</u> a) Pengiraan kadar alir ekzos dan kriteria rekabentuk <i>duct</i> . b) Pengiraan saiz <i>duct</i> , penapisan <i>grease</i> , kawalan bunyi. c) Keperluan sistem pencegahan kebakaran.
	4) <u>Clean Room System</u> a) Kategori <i>Clean Room</i> dan kualiti udara b) Rekabentuk ACMV bersama <i>Fume Hood/Biosafety Cabinet</i> etc).
	5) <u>District Cooling</u> a) Rekabentuk <i>District Cooling</i>
	6) <u>Variable Air Flow System</u> a) Rekabentuk <i>Air Flow System ACMV system</i> .
	7) <u>Thermal Storage System</u> a) Rekabentuk <i>Thermal Storage ACMV system</i> .
	8) <u>Precision air conditioning system</u> a) Rekabentuk <i>Precision air conditioning system</i>
Rekabentuk Kelestarian	a) Penerapan elemen kelestarian di dalam sistem ACMV berdasarkan MS 1525 terkini atau mana mana piawaian berkaitan. Pengetahuan berkaitan strategi kecekapan tenaga bagi mengurangkan tenaga bagi ACMV. b) Membuat simulasi tekno-ekonomik dan seterusnya penilaian ekonomik bagi tujuan perbandingan sistem cekap tenaga.

Elemen	Kriteria Prestasi
Rekabentuk Kawalan Kulat	Berkebolehan untuk merancang dan melaksanakan strategi rekabentuk cegah kulat berkaitan dengan ACMV sistem.

***Range of Variables:***

Calon perlu menyiapkan satu laporan rekabentuk sistem *Water Cooled Chiller* dan menunjukkan penguasaan dalam dua (2) aplikasi khas yang tersenarai untuk projek sepanjang tempoh perkhidmatan.

Laporan rekabentuk hendaklah merangkumi perkara berikut:

- i. Latar belakang projek
- ii. Skop rekabentuk
- iii. Keperluan rekabentuk mekanikal
- iv. Koordinasi dengan disiplin lain
- v. Pengiraan
- vi. Lukisan tender

Laporan pengalaman dan latihan kerja.