

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

Elemen	Kriteria Prestasi
Pengetahuan	<p>Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Asas termodinamik dan kitar penyejukan <ul style="list-style-type: none"> i. Pengetahuan berkaitan prinsip termodinamik dan kitar refrigerasi. ii. Pengiraan <i>evaporator</i> dan <i>condenser</i> load berserta COP melalui kitar refrigerasi. b) Asas <i>Psychrometric</i> <ul style="list-style-type: none"> i. Pengetahuan asas berkaitan <i>thermodynamic properties of moist air</i>. ii. Pembinaan dan komponen <i>Psychrometric charts</i> iii. Proses tipikal sistem penyaman udara c) Asas Pemindahan Haba <ul style="list-style-type: none"> i. Kaedah Pemindahan Haba <ul style="list-style-type: none"> • Konduksi • Perolakan • Radiasi ii. Rintangan Haba (U-Value, R-Value) d) Asas Bendalir <ul style="list-style-type: none"> i. Aliran dalam paip <ul style="list-style-type: none"> • Asas aliran • Kejatuhan tekanan • Pemilihan saiz paip ii. Aliran dalam sesalur udara <ul style="list-style-type: none"> • Asas aliran • <i>Space air diffusion</i> • Kejatuhan tekanan • Pemilihan saiz sesalur udara e) Asas Bunyi dan Getaran <ul style="list-style-type: none"> i. Asas Bunyi dan Kaedah Kawalan ii. Asas Getaran dan Kaedah Getaran f) Asas Kualiti Persekitaran Udara Dalaman <ul style="list-style-type: none"> i. Parameter Kualiti Persekitaran Udara Dalaman dan had kawalan. ii. Keselesaan terma dan had kawalan. iii. Teknologi Pembersihan Udara g) Sistem dan Peralatan <ul style="list-style-type: none"> i. Unitary System

Elemen	Kriteria Prestasi
	<ul style="list-style-type: none"> • Air Cooled Split • Air Cooled Package <p>ii. Sistem Pengagihan Udara (Air Distribution System)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jenis kipas, kaedah operasi, komponen. • Bahan sesalur udara dan penebat • Komponen sesalur udara e.g <i>damper, diffuser, fittings etc.</i> <p>iii. Sistem Kawalan dan Kuasa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asas kawalan • Asas pengagihan kuasa • Jenis-jenis peranti keselamatan (MCB/MCCB/ACB/VCB/EFOC/RCB,SPD). • Jenis <i>motor starter</i>. • Parameter pemilihan saiz kabel. • Jenis-jenis <i>switchboard</i> dan kaedah pengujian <p>iv. Faktor yang mempengaruhi pemilihan sistem dari segi teknikal dan ekonomik. i.e Ruang, kos, penyenggaraan, kapasiti system</p>
Piawaian/ Garispanduan/ Akta	<p>Pengetahuan kepada piawaian yang digunapakai di dalam rekabentuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. <i>Uniform Building By-Law</i> ii. <i>Malaysian Standard – MS1525 (Edisi terkini)</i> iii. <i>ASHRAE Standard 62.1 and 62.2 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Edisi Terkini)</i> <p>Pengetahuan kepada rujukan yang digunapakai dalam rekabentuk seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Garis Panduan Teknik Rekabentuk '<i>Plinth</i>' Edisi 2018 ii. <i>Mechanical Sistem Design And Installation Guidelines For Architects And Engineers (Edisi terkini)</i>

Elemen	Kriteria Prestasi
Rekabentuk	<p data-bbox="518 239 1118 271">Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut:</p> <p data-bbox="560 320 900 351">a) Anggaran Beban Haba</p> <ul data-bbox="710 360 1278 593" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="710 360 1086 392">• <i>Cooling load components</i> <li data-bbox="710 400 1278 432">• <i>Design indoor and outdoor temperature</i> <li data-bbox="710 441 927 472">• <i>External load</i> <li data-bbox="710 481 922 512">• <i>Internal load</i> <li data-bbox="710 521 963 553">• <i>Ventilation load</i> <li data-bbox="710 562 1066 593">• <i>Total Refrigeration load</i> <p data-bbox="560 642 903 674">b) Applied Psychrometric</p> <ul data-bbox="710 683 1034 714" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="710 683 1034 714">• <i>Cooling Coil Selection</i> <p data-bbox="560 763 1010 795">c) Rekabentuk Pengagihan Udara</p> <ol data-bbox="585 835 1174 1068" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="585 835 903 866">i. <i>Kriteria rekabentuk</i> <li data-bbox="585 875 1174 907">ii. <i>Pemilihan dan susunatur terminal udara</i> <li data-bbox="585 916 970 947">iii. <i>Susunatur sesalur udara.</i> <li data-bbox="585 956 1034 987">iv. <i>Pemilihan saiz sesalur udara .</i> <li data-bbox="585 996 863 1028">v. <i>Pemilihan kipas.</i> <li data-bbox="585 1037 954 1068">vi. <i>Spesifikasi Piawai CKM.</i> <p data-bbox="560 1117 954 1149">d) Sistem Kawalan dan Kuasa</p> <ol data-bbox="585 1189 1019 1301" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="585 1189 1019 1220">i. <i>Rekabentuk sistem kawalan.</i> <li data-bbox="585 1229 970 1261">ii. <i>Keperluan kuasa elektrik</i> <li data-bbox="585 1270 954 1301">iii. <i>Spesifikasi Piawai CKM.</i> <p data-bbox="560 1350 1382 1417">e) Keperluan rekabentuk interdisiplin berdasarkan <i>Guidelines For Architects And Engineers (Edisi terkini)</i></p> <ol data-bbox="585 1458 1198 1856" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="585 1458 879 1489">i. <i>Keperluan arkitek</i> <ul data-bbox="651 1498 1198 1615" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="651 1498 959 1529">• <i>Spatial requirements</i> <li data-bbox="651 1538 1198 1570">• <i>Komponen bangunan e.g pintu, louvres</i> <li data-bbox="651 1579 948 1610">• <i>Wall/Slab insulation</i> <li data-bbox="585 1664 895 1695">ii. <i>Keperluan struktur</i> <ul data-bbox="651 1704 919 1856" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="651 1704 903 1736">• <i>Beban peralatan</i> <li data-bbox="651 1744 919 1776">• <i>Beban gantungan</i> <li data-bbox="651 1785 879 1816">• <i>Keperluan slab</i> <li data-bbox="651 1825 903 1856">• <i>Keperluan plinth</i>

Elemen	Kriteria Prestasi
Penyeliaan Pemasangan (Sistem Unitary)	Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut: <ul style="list-style-type: none"> a) Pemahaman Proses Kerja berdasarkan Sistem Pengurusan Bersepadu JKR (Konvensional In-House, Konvensional Perunding dan Reka & Bina). b) Pembangunan dan Perlaksanaan Inspection & Test Plan <ul style="list-style-type: none"> <i>i. Pre-Delivery Stage</i> <i>ii. Delivery Stage</i> <i>iii. Installation Stage</i> <i>iv. Functional Performance Test</i> c) Pemantauan pemasangan berdasarkan Lukisan Piawai CKM d) Pengurusan rekod di tapak. e) Penjadualan Kerja berdasarkan CPM. f) Pengurusan Perubahan Rekabentuk dan Kerja di peringkat pembinaan g) Pemantauan prestasi perunding.
Pengiraan Kos	Pengetahuan kepada anggaran kasar kos sistem bagi tujuan <i>penyediaan Anggaran Kos Awalan (AKA)</i> dan Anggaran kos terperinci bagi tujuan penyediaan Anggaran Jabatan.
Kriteria Pemasangan Peralatan	Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut: <ul style="list-style-type: none"> a) Kebolehsenggaraan b) Estetika

Range of Variables:

Calon perlu menyertakan satu laporan rekabentuk/penyeliaan sistem untuk projek di bawah tanggungjawab calon sepanjang tempoh perkhidmatan.

a. Laporan Rekabentuk (Calon Kompetensi Rekabentuk)

- i. Latar belakang projek
- ii. Kriteria & Piawaian Rekabentuk
- iii. Rekabentuk Konsep dan Rekabentuk Awalan
- iv. Rekabentuk Terperinci
 - Analisa beban haba
 - Pemilihan peralatan (Unitary System)
 - Rekabentuk Perpaipan
 - Rekabentuk Pengagihan Udara
 - Sistem Kawalan dan Kuasa
- v. Kesimpulan

Lampiran;

- i. Lukisan tender
- ii. Schedule of Design Data

b. Laporan Penyeliaan Tapak (Calon Kompetensi Penyeliaan Tapak)

- i. Latar belakang projek
- ii. Penyeliaan Tapak
 - Proses Kerja berdasarkan SPB JKR
 - Pembangunan dan Pemantauan Inspection and Test Plan (ITP)
 - Isu pembinaan dan Langkah Penyelesaian
- iii. Kesimpulan

c. Laporan pengalaman dan latihan kerja.

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

Elemen	Kriteria Prestasi
Pengetahuan	Pengetahuan kepada <i>Water Cooled Package System</i> : <ol style="list-style-type: none"> i. Prinsip asas <i>Water Cooled Package System</i>. ii. Justifikasi Pemilihan Sistem iii. Komponen Asas Sistem (<i>Compressor, Condenser, Expansion Valve, Cooling Tower, Make-Up Water Tank, Condenser Water Pump</i>) iv. Prinsip Operasi
Piawaian/ Garis panduan/ Akta	Pengetahuan kepada piawaian dan garis panduan yang digunakan di dalam rekabentuk: <ol style="list-style-type: none"> i. <i>Akta Bekalan Elektrik 1990</i> ii. <i>MS 1525:2019</i> iii. <i>ASHRAE</i> iv. <i>SMACNA</i> v. <i>AHRI</i> vi. <i>Mechanical System Design And Installation Guidelines For Architects And Engineers</i> (Edisi Terkini). vii. Garis panduan Anggaran Harga Sistem Mekanikal dalam Bangunan.
Rekabentuk	Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut: <ol style="list-style-type: none"> a) <i>Water Cooled Package (WCP)</i> <ol style="list-style-type: none"> i. Pemilihan kapasiti WCP. ii. Pemilihan <i>cooling tower</i> dan <i>make-up water tank</i>. iii. Pengiraan kadar alir <i>condenser water pump</i> dan perbezaan suhu rekabentuk. iv. Spesifikasi Piawai CKM b) Sistem Pengagihan Udara <ol style="list-style-type: none"> i. <i>Kriteria rekabentuk (kelajuan udara, pressure drop per unit length etc)</i> ii. <i>Pemilihan dan susunatur terminal udara</i> iii. <i>Susunatur sesalur udara.</i> iv. <i>Pemilihan saiz sesalur udara .</i> v. <i>Pemilihan kipas.</i> vi. <i>Spesifikasi Piawai CKM</i> c) Sistem Perpaipan (<i>condenser water piping</i>) <ol style="list-style-type: none"> i. <i>Kriteria rekabentuk</i> ii. <i>Susunatur perpaipan dan komponen perpaipan.</i> iii. <i>Pemilihan saiz paip dan kejatuhan tekanan dalam paip</i> iv. <i>Pemilihan pam.</i> v. <i>Spesifikasi Piawai CKM</i>

	<p>d) Sistem Kawalan dan Kuasa</p> <ol style="list-style-type: none"> i. <i>Rekabentuk sistem kawalan.</i> ii. <i>Keperluan kuasa elektrik</i> iii. <i>Spesifikasi Piawai CKM</i>
Pengiraan kos	<p>Pengetahuan kepada Anggaran Kos Awalan (AKA) dan Terperinci</p> <ol style="list-style-type: none"> i. Anggaran kasar kos sistem bagi tujuan penyediaan AKA dan Anggaran kos terperinci bagi tujuan penyediaan Anggaran Jabatan.
Koordinasi dengan setiap disiplin (Arkitek, C&S, Elektrik)	<p>Pengetahuan kepada keperluan rekabentuk interdisiplin:</p> <ol style="list-style-type: none"> i. Keperluan arkitek <ul style="list-style-type: none"> • <i>Spatial requirements</i> • <i>Komponen bangunan e.g pintu, louvres</i> • <i>Wall/Slab insulation</i> ii. Keperluan struktur <ul style="list-style-type: none"> • <i>Beban peralatan</i> • <i>Beban gantungan</i> • <i>Keperluan slab</i> • <i>Keperluan plinth</i>
Kriteria Pemasangan Peralatan	<p>Keperluan kepada perkara-perkara berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Kebolehsenggaraan b) Estetika

Range of Variables:

Calon perlu menyertakan satu laporan rekabentuk / penyeliaan sistem untuk projek di bawah tanggungjawab calon sepanjang tempoh perkhidmatan.

a. Laporan Rekabentuk (Calon Kompetensi Rekabentuk)

- i. Latar belakang projek
- ii. Kriteria dan Piawaian Rekabentuk
- iii. Rekabentuk Konsep dan Rekabentuk Awalan
- iv. Rekabentuk Terperinci
 - Analisa beban haba
 - Pemilihan peralatan (WCP, *Cooling Tower*, *Make-Up Water tank*).
 - Rekabentuk Perpaipan
 - Rekabentuk Pengagihan Udara
 - Sistem Kawalan dan Kuasa
- v. Kesimpulan

Lampiran;

- i. Lukisan tender
- ii. Schedule of Design Data

b. Laporan Penyeliaan Tapak (Calon Kompetensi Penyeliaan Tapak)

- i. Latar belakang projek
- ii. Penyeliaan Tapak
 - Proses Kerja berdasarkan SPB JKR
 - Pembangunan dan Pemantauan Inspection and Test Plan (ITP)
 - Isu pembinaan dan Langkah Penyelesaian
- iii. Kesimpulan

c. Laporan pengalaman dan latihan kerja.

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

Elemen	Kriteria Prestasi
<p>Rekabentuk Sistem Kompleks</p>	<p>Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut:</p> <p>1) <u>Chilled Water System</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Rekabentuk dan Sistem Kawalan Chilled Water Plant (Pemilihan chiller, konfigurasi, Strategi Kawalan) b) Pemilihan Kapasiti AHU/FCU. c) Rekabentuk Chilled Water Piping System dan Condenser Water Piping System. d) Rekabentuk Sistem Pengagihan Udara. e) Rekabentuk Sistem Kawalan. f) Interaksi ACMV sistem dengan bangunan i.e keperluan ruang, keperluan kuasa, beban struktur. <p>2) <u>Healthcare ACMV Design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 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. a) Interaksi ACMV sistem dengan bangunan i.e <i>Double wall requirement, slab insulation, location of AHU</i>, kawalan getaran dan bunyi. <p>3) <u>Laboratory ACMV System</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 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). <p>3) <u>Variable Air Flow System</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Rekabentuk <i>Air Flow System ACMV system</i>. <p>4) <u>Precision air conditioning system</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Rekabentuk <i>Precision air conditioning system</i> <p>5) <u>Lain-lain Sistem Kompleks (Tertakluk kepada Kelulusan Ketua Kompetensi berkaitan)</u></p>
<p>Rekabentuk Kelestarian</p>	<p>Pengetahuan kepada perkara-perkara berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.
Kualiti Udara Dalaman	Berkebolehan untuk merancang dan melaksanakan strategi rekabentuk Kualiti Udara Dalaman berkaitan dengan ACMV sistem.
Analisa	Kebolehan menganalisa, menjangka dan mengesyorkan cadangan penyelesaian terhadap permasalahan/ isu berkaitan sistem penyaman udara yang mempunyai implikasi terhadap lain-lain disiplin dan persekitaran.

Range of Variables:

Calon perlu menyiapkan satu laporan rekabentuk sistem dan menunjukkan penguasaan dalam satu (1) sistem kompleks yang tersenarai untuk projek sepanjang tempoh perkhidmatan.

a. Laporan Rekabentuk

- i. Latar belakang projek
- ii. Kriteria dan Piawaian Rekabentuk
- iii. Rekabentuk Konsep dan Rekabentuk Awalan
- iv. Rekabentuk Terperinci
 - Analisa beban haba
 - Pemilihan peralatan (*Chiller/AHU/Cooling Tower/Make-Up Water tank/Expansion Water Tank/ Dehumidification Unit etc.*)
 - Rekabentuk Perpaipan
 - Rekabentuk Pengagihan Udara
 - Sistem Kawalan dan Kuasa
- v. Kesimpulan

b. Laporan Penyeliaan Tapak (Calon Kompetensi Penyeliaan Tapak bagi Sistem Kompleks berkaitan)

- i. Latar belakang projek
- ii. Penyeliaan Tapak
 - Proses Kerja berdasarkan SPB JKR
 - Pembangunan dan Pemantauan Inspection and Test Plan (ITP)
 - Isu pembinaan dan Langkah Penyelesaian
- iii. Kesimpulan

Lampiran;

- i. Lukisan tender
- ii. Schedule of Design Data

Laporan pengalaman dan latihan kerja.