

SULIT

---

**UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS**

Peperiksaan Akhir Semester Pertama  
Sidang Akademik 2025/2026

Januari - Februari 2026

**EMK42203 – Industrial Automation**  
*[Automasi Industri]*

Masa: 2 jam

---

Please make sure that this question paper has **NINE (9)** printed pages including this front page before you start the examination.

*[Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat yang bercetak termasuk muka hadapan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This question paper has **FOUR (4)** questions. Answer **ALL** questions. Each question contributes 20 marks.

*[Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan. Markah bagi tiap-tiap soalan adalah 20 markah.]*

**Question 1****[Soalan 1]**

- (a) A manufacturing line has a total work content time,  $T_{wc}$  of 4.0 minutes. The required annual demand is 100,000 units. The line operates 50 weeks/year, 5 shifts/week, and 7.5 hours/shift, with an uptime efficiency,  $E$  of 96%. Derive and calculate the two theoretical primary production metrics required to satisfy this demand:

*[Sebuah talian pembuatan mempunyai jumlah masa kandungan kerja,  $T_{wc}$  sebanyak 4.0 minit. Keperluan permintaan tahunan ialah 100,000 unit. Talian tersebut beroperasi 50 minggu/tahun, 5 syif/minggu, dan 7.5 jam/syif, dengan kecekapan masa beroperasi,  $E$  sebanyak 96%. Takrifkan dan hitungkan dua metrik teori pengeluaran primer yang diperlukan untuk memenuhi permintaan ini:]*

- (i) the necessary hourly production rate ( $R_p$ ) in units per hour.  
*[kadar pengeluaran sejam yang diperlukan ( $R_p$ ) dalam unit sejam.]*

(6 Marks/ Markah)

- (ii) the total available cycle time ( $T_c$ ) in minutes per unit.  
*[jumlah masa kitar tersedia ( $T_c$ ) dalam minit per unit.]*

(4 Marks/ Markah)

- (b) An Automated Storage and Retrieval System (AS/RS) must choose between operating solely with single-command cycles or utilizing dual-command cycles. Evaluate the mathematical and operational trade-offs between these two modes, focusing on how each mode fundamentally affects the theoretical system throughput and crane utilization.

*[Satu Sistem Penyimpanan dan Pengambilan Automatik (AS/RS) perlu memilih sama ada beroperasi sepenuhnya dengan kitaran perintah tunggal atau menggunakan kitaran perintah dwiperintah. Nilaiikan timbal balik operasi dari segi matematik antara kedua-dua mod ini, dengan menumpukan kepada bagaimana setiap mod secara asasnya mempengaruhi daya pemprosesan sistem teori dan tahap penggunaan kren.]*

(10 Marks/ Markah)

**Question 2***[Soalan 2]*

- (a) An industrial sorting line requires a sensor to detect the presence of non-metallic (plastic) objects through a transparent packaging film.

*[Sebuah talian pengisihan industri memerlukan satu penderia untuk mengesan kehadiran objek bukan logam (plastik) melalui sebuah filem pembungkusan yang lutsinar.]*

- (i) Identify and justify the most suitable type of discrete proximity sensor (Inductive, Capacitive, or Photoelectric).

*[Kenal pasti dan berikan justifikasi bagi jenis penderia kedekatan diskret yang paling sesuai (Induktif, Kapasitif atau Fotoelektrik).]*

(3 Marks/ Markah)

- (ii) State the fundamental physical transduction principle upon which the selected sensor operates.

*[Nyatakan prinsip asas transduksi fizikal yang menjadi asas kepada operasi penderia yang dipilih.]*

(2 Marks/ Markah)

- (b) A 6-pole 3-phase AC induction motor is connected to a 60 Hz supply. If the motor is running at an actual rotor speed ( $N$ ) of 1140 RPM, calculate the following:

*[Sebuah motor aruhan AC 3-fasa 6-kutub disambungkan kepada bekalan 60 Hz. Jika motor beroperasi pada kelajuan rotor sebenar ( $N$ ) sebanyak 1140 RPM, hitungkan perkara berikut:]*

- (i) synchronous speed ( $N_s$ ) of the motor in RPM.

*[kelajuan segerak ( $N_s$ ) motor dalam RPM.]*

(5 Marks/ Markah)

- (ii) slip ( $\%S$ ) of the motor at its operating speed.

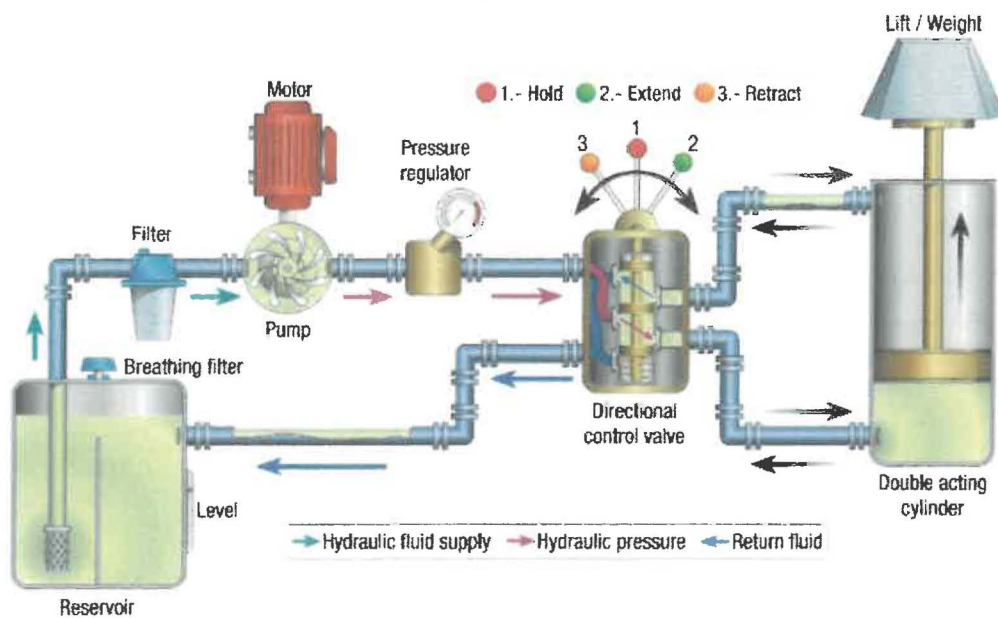
*[gelinciran ( $\%S$ ) motor pada kelajuan pengoperasiannya.]*

(5 Marks/ Markah)

- (c) Analyze the selection of a Hydraulic Actuator System as illustrated in **Figure 1**, over a Pneumatic Actuator System for a heavy-duty press application requiring maximum force output and precise speed control. Your analysis must be based on speed and position control stability (addressing the effect of the fluid medium's compressibility).

*[Analisa pemilihan Sistem Penggerak Hidraulik seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1** berbanding Sistem Penggerak Pneumatik bagi aplikasi mesin penekan tugas berat yang memerlukan daya keluaran maksimum dan kawalan kelajuan yang tepat. Analisa anda hendaklah berdasarkan kestabilan kawalan kelajuan dan kedudukan (menangani kesan kemampatan medium bendalir).]*

(5 Marks/ Markah)



**Figure 1**  
*[Rajah 1]*

**Question 3****[Soalan 3]**

- (a) An Automated Storage and Retrieval System (AS/RS) unit operates with an aisle length ( $L$ ) of 80 meters and a height ( $H$ ) of 20 meters. The AS/RS crane travels at a horizontal speed ( $V_y$ ) of 2.0 m/s and a vertical speed ( $V_z$ ) of 0.5 m/s. The system is configured for randomized storage and operates on single-command cycles only. Calculate the theoretical maximum number of single-command cycles per hour ( $R_{sc}$ ) that the AS/RS crane can execute. (Assume: average travel distance is  $2/3$  of the maximum  $L$  and  $1/3$  of the maximum  $H$ ).

*[Satu unit Sistem Penyimpanan dan Pengambilan Semula Automatik (AS/RS) beroperasi dengan panjang lorong ( $L$ ) sepanjang 80 meter dan ketinggian ( $H$ ) setinggi 20 meter. Kren AS/RS bergerak pada halaju mendatar ( $V_y$ ) 2.0 m/s dan halaju menegak ( $V_z$ ) sebanyak 0.5 m/s. Sistem ini dikonfigurasi untuk penyimpanan rawak dan beroperasi menggunakan kitaran perintah tunggal sahaja. Hitungkan bilangan maksimum teori kitaran perintah tunggal sejam ( $R_{sc}$ ) yang boleh dilaksanakan oleh kren AS/RS tersebut. (Andaian: jarak perjalanan purata ialah  $2/3$  daripada nilai maksimum  $L$  dan  $1/3$  daripada nilai maksimum  $H$ .)]*

(10 Marks / Markah)

- (b) Construct the PLC Ladder Logic Diagram for the following motor control scenario, utilizing the addresses provided in **Table 1**.

*[Bina Rajah Logik Tangga PLC bagi senario kawalan motor berikut dengan menggunakan alamat yang disediakan dalam Jadual 1.]*

**Control Sequence Requirements:**

*[Keperluan Jujukan Kawalan:]*

1. The Motor Contactor (O:2/0) must be latched ON by the Start Pushbutton, provided the Stop Pushbutton and Overload Trip are inactive.  
*[Penyentuh Motor (O:2/0) hendaklah dikekalkan dalam keadaan HIDUP oleh Butang Tekan Mula, dengan syarat Butang Tekan Henti dan Trip Beban Lebih tidak aktif.]*
2. The Motor Contactor must drop out when either the Stop Pushbutton is pressed OR the Thermal Overload Trip activates.  
*[Penyentuh Motor mesti terlucut apabila sama ada Butang Henti ditekan ATAU Trip Beban Lampau Termal diaktifkan.]*
3. The Motor Running Pilot Light (O:2/1) must turn ON exactly 10 seconds after the Motor Contactor (O:2/0) is energized.  
*[Lampu Pandu Motor (O:2/1) mesti menyala tepat selama 10 saat selepas Pemutus Motor (O:2/0) dibekalkan tenaga.]*

**Table 1**  
*[Jadual 1]*

Component	PLC Address	Type
Start Pushbutton	I:1/0	Momentary Input
Stop Pushbutton	I:1/1	Momentary Input
Thermal Overload Trip	I:1/2	Safety Input (N.C. Contact)
Motor Contactor	O:2/0	Main Output
Motor Running Pilot Light	O:2/1	Output

(10 Marks/ Markah)

**Question 4****[Soalan 4]**

- (a) A newly designed assembly line has a total work content time,  $T_{wc}$ , of 4.0 minutes and a required hourly production rate ( $R_p$ ) of 36.0 units/hour. The repositioning time lost ( $T_r$ ) is estimated to be 0.08 minutes. Calculate the following key performance metrics for the proposed line:

*[Sebuah talian pemasangan yang baharu direka bentuk mempunyai jumlah masa kandungan kerja,  $T_{wc}$ , sebanyak 4.0 minit dan kadar pengeluaran sejam yang diperlukan ( $R_p$ ) sebanyak 36.0 unit/jam. Masa kehilangan penempatan semula ( $T_r$ ) dianggarkan 0.08 minit. Hitung metrik prestasi utama berikut bagi talian yang dicadangkan.]*

- (i) resulting Line Balance Efficiency ( $E_b$ ) if the line is balanced using  $w = 4$  workstations, and the cycle time is set to  $T_s = 1.05$  minutes.

*[Kecekapan Imbangan Talian ( $E_b$ ) yang terhasil jika talian tersebut diseimbangkan menggunakan  $w = 4$  stesen kerja, dan masa kitar ditetapkan kepada  $T_s = 1.05$  minit.]*

(4 Marks/ Markah)

- (ii) balance delay ( $d$ ) for this four-station line.

*[kelewatan pengimbangan ( $d$ ) bagi talian empat stesen ini.]*

(2 Marks/ Markah)

- (iii) actual realized production rate ( $R_{act}$ ) in units per hour if the line operates with a Line Efficiency ( $E$ ) of 96%.

*[kadar pengeluaran sebenar yang dicapai ( $R_{act}$ ) dalam unit sejam jika talian beroperasi dengan Kecekapan Talian ( $E$ ) sebanyak 96%.]*

(4 Marks/ Markah)

- (b) Construct a structured, hierarchical Process Flow Diagram (using labeled boxes and arrows) that visually represents the core data and control flow necessary to link the Computer-Integrated Manufacturing (CIM) system. The diagram must clearly show the transfer path of product information (e.g., geometry, schedule, control signals) between the following three critical layers:

*[Bina satu Rajah Alir Proses yang berstruktur dan berhierarki (menggunakan kotak berlabel dan anak panah) yang memaparkan aliran data dan kawalan teras yang diperlukan untuk menghubungkan sistem Pembuatan Bersepadu Berkomputer (CIM). Rajah tersebut mestilah menunjukkan dengan jelas laluan pemindahan maklumat produk (contohnya geometri, jadual pengeluaran, isyarat kawalan) antara tiga lapisan kritikal berikut.]*

- (i) Enterprise Planning Layer (e.g., MRP/Scheduling)  
*[Lapisan Perancangan Perusahaan (contohnya, MRP/ Penjadualan)]* (3 Marks /Markah)
- (ii) Manufacturing Planning/CAD/CAM Layer  
*[Lapisan Perancangan Pembuatan/CAD/CAM]* (4 Marks /Markah)
- (iii) Factory Floor Control Layer (e.g., FMS/PLC)  
*[Lapisan Kawalan Lantai Kilang (contohnya, FMS/PLC)]* (3 Marks /Markah)

**APPENDIX**  
*[Lampiran]*

$n = \frac{WL}{AT}$
$R_p = \frac{QQ}{O_w S_w H_{sh}}$
$n = \frac{(T_m + T_s)}{(T_s + T_r)}$
<p>Single command given by:</p> $T_{cs} = 2 \max\left(\frac{0.5L}{V_y}; \frac{0.5H}{V_z}\right) + 2T_{pd} = \max\left(\frac{L}{V_y}; \frac{H}{V_z}\right) + 2T_{pd}$
<p>Dual command given by:</p> $T_{cs} = 2 \max\left(\frac{0.75L}{V_y}; \frac{0.75H}{V_z}\right) + 4T_{pd} = \max\left(\frac{1.5L}{V_y}; \frac{1.5H}{V_z}\right) + 4T_{pd}$
$C = 2(L - W) + \pi W$
$T_c = \frac{C}{4V_c} + T_{pd}$

-0000000-