

SULIT



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI**

**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI I : 2025/2026

BEU30403: MICROPROCESSOR

TARIKH : 29 JANUARI 2026

**MASA : 9.00 PAGI - 12.00 TENGAH HARI
(3 JAM)**

Kertas ini mengandungi **SEBELAS (11)** halaman bercetak.

Bahagian A: Struktur (4 soalan)

Bahagian C: Esei (1 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Tiada

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A: 80 MARKS***BAHAGIAN A: 80 MARKAH*****INSTRUCTION:**

This section consists of **FOUR (4)** subjective questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi EMPAT (4) soalan subjektif. Jawab SEMUA soalan

QUESTION 1***SOALAN 1***

CLO1

- a) Cortex-M–based CPUs provide a streamlined architecture with built-in interrupt handling and optimised performance. List **FOUR (4)** key characteristics of Cortex-M–based CPUs used in embedded systems.

CPU berasaskan Cortex-M menyediakan seni bina yang ringkas dengan pengendalian sampukan terbina dalaman serta prestasi yang dioptimumkan. Senaraikan EMPAT (4) ciri utama CPU berasaskan Cortex-M yang digunakan dalam sistem terbenam.

[4 marks]

[4 markah]

CLO1

- b) ARM processors are a family of low-power, high-efficiency CPUs based on the Reduced Instruction Set Computing (RISC) architecture, commonly used in embedded systems, smartphones, tablets, and IoT devices. Explain **THREE (3)** advantages of using ARM processors in modern embedded and mobile applications.

Pemproses ARM ialah keluarga CPU berkuasa rendah dan berkecekapan tinggi yang berasaskan seni bina Reduced Instruction Set Computing (RISC), dan digunakan secara meluas dalam sistem terbenam, telefon pintar, tablet, serta peranti IoT.

Jelaskan **TIGA (3)** kelebihan penggunaan pemproses ARM dalam aplikasi terbenam dan aplikasi mudah alih moden.

[6 marks]

[6 markah]

CLO1

(c) In a Cortex-M processor, multiple buses operate together to support efficient communication between the CPU, memory, and system peripherals. Examine the functions of the following buses in a Cortex-M processor and the way each bus contributes to program execution performance:

- i. I-Bus
- ii. D-Bus
- iii. S-Bus.

Dalam pemproses Cortex-M, pelbagai bas beroperasi serentak bagi menyokong komunikasi yang cekap antara CPU, memori, dan persisian sistem. Huraikan fungsi bas berikut dalam pemproses Cortex-M serta bagaimana setiap bas menyumbang kepada prestasi pelaksanaan program:

- i. I-Bus*
- ii. D-Bus*
- iii. S-Bus*

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO1

- (a) The Cortex-M processor architecture, widely used in embedded systems, relies on registers to manage key operations. State **FOUR (4)** functions of registers in the Cortex-M processor architecture.

*Seni bina pemproses Cortex-M, yang digunakan secara meluas dalam sistem terbenam, bergantung pada daftar (register) untuk mengurus operasi utama. Nyatakan **EMPAT (4)** fungsi daftar dalam seni bina pemproses Cortex-M.*

[4 marks]

[4 markah]

CLO1

- (b) Data movement refers to the transfer of values between registers, memory locations, or processor components within the system. Explain the purpose of the *MOV*, *MOVS*, and *MOVW* instructions used for data movement in a Cortex-M processor, with one suitable example for each instruction.

*Pergerakan data merujuk kepada pemindahan nilai antara daftar (register), lokasi memori, atau komponen pemproses di dalam sistem. Terangkan tujuan arahan *MOV*, *MOVS*, dan *MOVW* yang digunakan untuk pergerakan data dalam pemproses Cortex-M, berserta satu contoh yang sesuai bagi setiap arahan.*

[6 marks]

[6 markah]

CLO1

- (c) Register controls in Cortex-M processors define the operation of the CPU in Thread mode and Handler mode. Thus, the CONTROL register enforces a security boundary in Thread mode, ensuring safe separation between application tasks and system-level operations. Investigate the process in which the processor automatically switches to Handler mode during an exception and the privilege level applied, using an appropriate diagram.

Kawalan daftar (register controls) dalam pemproses Cortex-M menentukan operasi CPU dalam mod Thread dan mod Handler. Oleh itu, daftar CONTROL mewujudkan sempadan keselamatan dalam mod Thread, memastikan pemisahan yang selamat antara tugas aplikasi dan operasi peringkat sistem. Siasat proses yang berlaku apabila pemproses beralih secara automatik ke mod Handler semasa berlakunya pengecualian (exception) serta aras keistimewaan (privilege level) yang digunakan, dengan menggunakan sebuah rajah yang sesuai.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

CLO1

- (a) Categorise assembly instructions used in Cortex-M processors for data transfer operations for the following operations:
- i. moving data between registers
 - ii. moving data between memory and register

Kategorikan arahan pemasangan (assembly instructions) yang digunakan dalam pemproses Cortex-M untuk operasi pemindahan data untuk operasi yang berikut ini:

- i. memindahkan data di antara daftar dan daftar*
- ii. memindahkan data di antara memori dan daftar*

[4 marks]

[4 markah]

CLO1

- (b) Write Cortex-M assembly instructions to perform the following memory read operations:
- Read a byte, halfword, word, and double-word from four different memory addresses and load them into registers.
 - A read operation with post-indexing addressing.

Tulis arahan pemasangan Cortex-M untuk melaksanakan operasi pembacaan memori berikut:

- Baca satu bait (byte), halfword, word, dan double-word daripada empat alamat memori yang berbeza dan muatkan nilai tersebut ke dalam daftar.*
- Satu operasi baca yang menggunakan kaedah pengalamatan pasca-indeks (post-indexing addressing).*

[6 marks]

[6 markah]

CLO1

- (c) In Cortex-M systems, stacks and queues help manage program flow and memory access, following the LIFO and FIFO principles. Differentiate stacks and queues in a Cortex-M system based on LIFO and FIFO concepts, the effect of the PUSH {R0, R1} and POP {R2, R3} instructions on the stack pointer (SP) and the order of data movement during stack operations.

Dalam sistem Cortex-M, struktur stack dan queue membantu mengurus aliran program dan capaian memori berdasarkan prinsip LIFO dan FIFO. Bezakan susunan dan baris gilir dalam sistem Cortex-M berdasarkan konsep LIFO dan FIFO, kesan arahan PUSH {R0, R1} dan POP {R2, R3} pada penunjuk susunan (SP) dan susunan pergerakan data semasa operasi susunan.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 4**SOALAN 4**

CLO1

- (a) Explain the roles and key differences of the MODER, IDR, and ODR registers in controlling digital input and output operations of a GPIO (General-Purpose Input/Output) pin in a Cortex-M microcontroller

Terangkan peranan dan perbezaan utama antara daftar MODER, IDR dan ODR dalam mengawal operasi input dan output digital pin GPIO (General-Purpose Input/Output) dalam mikropengawal Cortex-M.

[4 marks]

[4 markah]

- (b) Using CMSIS syntax, construct a sequence of instructions to configure a GPIO (General-Purpose Input/Output) pin on an ARM Cortex-M development board as a digital output and toggle the pin ON and OFF using memory-mapped registers.

Dengan menggunakan sintaks CMSIS, bina satu jujukan arahan untuk mengkonfigurasi pin GPIO (General-Purpose Input/Output) pada papan pembangunan ARM Cortex-M sebagai output digital dan menukar keadaan pin kepada ON dan OFF menggunakan daftar berasaskan ingatan (memory-mapped registers).

[6 marks]

[6 markah]

CLO1

- (c) A microcontroller-based system uses an ARM Cortex-M processor to interface with a push-button switch (digital input) and a 7-segment display (digital output). The switch is connected to pin PA0, while the 7-segment display segments are connected to GPIOB pins PB0–PB6. Investigate the input/output circuit and GPIO pin configuration of an ARM Cortex-M processor used to detect a switch press and control a 7-segment display

Sistem berasaskan mikropengawal menggunakan pemproses ARM Cortex-M untuk berinteraksi dengan suis tekan (input digital) dan paparan 7-segmen (output digital). Suis disambungkan pada pin PA0, manakala segmen paparan 7-segmen disambungkan pada pin GPIOB PB0–PB6. Selidik litar input/output serta konfigurasi pin GPIO pemproses ARM Cortex-M yang digunakan untuk mengesan tekanan suis dan mengawal paparan 7-segmen.

[10 marks]

[10 markah]

SECTION A: 20 MARKS***BAHAGIAN A: 20 MARKAH*****INSTRUCTION:**

This section consists of **ONE (1)** essay question. Answer **ALL** questions

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi SATU (1) soalan esei. Jawab SEMUA soalan.

QUESTION 1***SOALAN 1***

CLO1

A biomedical engineering team is developing the firmware instruction for a neonatal incubator control system. The system uses a Cortex-M microcontroller to monitor and regulate the baby's environment, relying heavily on temperature sensor readings, humidity and airflow control, alarm and safety cut-off logic, user interface inputs (buttons/switches and actuator control (heater, fan, humidifier). The embedded program uses branch instructions, status register (SR) flags, and conditional decision-making to ensure safe operation. Several safety incidents occurred during prototype testing as followed:

- The heater did not shut off when the temperature exceeded the upper limit.
- The alarm did not trigger when the sensor value was zero due to a faulty reading.
- Incorrect comparison logic caused the fan to activate even when the airflow was within a normal range.
- A subroutine for critical safety checks was not executed reliably due to incorrect branching and flag handling.

Determine a branching solution using assembly code to address these issues, including the use of branch instructions, function-call techniques, or stack handling.

Satu pasukan kejuruteraan bioperubatan sedang membangunkan suruhan perkukuhan untuk sistem kawalan inkubator neonatal. Sistem ini menggunakan mikropengawal Cortex-M untuk memantau dan mengawal persekitaran bayi, bergantung sepenuhnya kepada bacaan sensor suhu, kawalan kelembapan dan aliran udara, logik penggera dan lirat pemutus keselamatan, input antara muka pengguna (butang/suis) serta

kawalan penggerak (pemanas, kipas, pelembap). Program terbenam ini menggunakan arahan percabangan, bendera dalam daftar status, dan membuat keputusan bersyarat bagi memastikan operasi yang selamat. Beberapa insiden keselamatan berlaku semasa ujian prototaip:

- *Pemanas tidak berhenti apabila suhu melebihi had maksimum.*
- *Penggera tidak berbunyi apabila nilai sensor adalah sifar akibat bacaan rosak.*
- *Logik perbandingan yang salah menyebabkan kipas aktif walaupun aliran udara berada dalam julat normal.*
- *Satu subrutin untuk pemeriksaan keselamatan kritikal tidak dilaksanakan dengan betul akibat ralat percabangan dan pengendalian bendera.*

Tentukan penyelesaian percabangan menggunakan kod himpunan untuk menangani isu-isu ini, termasuk penggunaan arahan percabangan, teknik pemanggilan fungsi, atau pengendalian timbunan.

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT