

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

DEP40053 : FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEM

TARIKH : 30 NOVEMBER 2025

MASA : 8.30 PAGI – 10.30 PETANG (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **LAPAN (8)** halaman bercetak.

Bahagian A : Subjektif (3 soalan)

Bahagian B : Esei (2 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Formula

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A : 60 MARKS***BAHAGIAN A : 60 MARKAH*****INSTRUCTIONS:**

This section consists of **THREE (3)** structure questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi TIGA (3) soalan berstruktur. Jawab SEMUA soalan.

QUESTION 1***SOALAN 1***

- CLO1 (a) Fiber optic transmission is widely used today. There are **THREE (3)** essential components to complete the transmission of signals: optical source, medium transmission and optical receiver. Explain the functions of the optical source and the optical receiver.

Penghantaran gentian optik digunakan secara meluas hari ini. Terdapat TIGA (3) komponen penting untuk melengkapkan penghantaran isyarat: sumber optik, penghantaran sederhana dan penerima optik. Terangkan fungsi sumber optik dan penerima optik.

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 (b) An optical fiber cable structure comprises several key layers, including the core, cladding, buffer coating, and jacket. Write the primary functions of each of these layers.

Struktur kabel gentian optik terdiri daripada beberapa lapisan utama, termasuk teras, pelapisan, salutan penampan dan jaket. Tulis fungsi utama setiap lapisan ini.

[8 marks]

[8 markah]

- CLO1 (c) If the incident angle in the fiber is 30° and the refractive index of material 1 and material 2 are 1.50 and 1.48 respectively, calculate the refraction angle, critical angle, the numerical aperture, and the acceptance angle.

Jika sudut kejadian dalam gentian adalah 30° dan indeks bias bahan 1 dan bahan 2 masing-masing adalah 1.50 dan 1.48, kira sudut bias, sudut kritikal, bukaan numerik, dan sudut penerimaan.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

- CLO1 (a) Explain the function of Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) and Optical add-drop multiplexer (OADM) as the main component in Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) system.

Terangkan fungsi Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) dan Optical add-drop multiplexer (OADM) sebagai komponen utama dalam sistem Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM).

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Wavelength Division Multiplexing (WDM) technology in Passive Optical Networks (PON) plays a crucial role in enhancing network capacity, accommodating the rapid increase in data traffic, and optimizing infrastructure resource utilization. Categorize **FIVE (5)** types of PON that can be implemented with WDM technology.

*Teknologi Wavelength Division Multiplexing (WDM) dalam Rangkaian Optik Pasif (PON) memainkan peranan penting dalam meningkatkan kapasiti rangkaian, menampung peningkatan pesat dalam trafik data, dan mengoptimumkan penggunaan sumber infrastruktur. Kategorikan **LIMA (5)** jenis PON yang boleh dilaksanakan dengan teknologi WDM.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (c) A Passive Optical Network (PON) system employs a passive splitter to distribute a single input signal downstream to multiple users. Illustrate a basic PON architecture diagram and highlighting various types of Fiber to the Loop (FTTL) configurations.

Sistem Rangkaian Optik Pasif (PON) menggunakan pembahagi pasif untuk mengedarkan isyarat input tunggal ke hiliran kepada berbilang pengguna. Ilustrasikan rajah seni bina PON asas, dengan menekankan pelbagai jenis konfigurasi 'Fiber to the Loop' (FTTL).

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 3

SOALAN 3

- CLO1 (a) Explain the **TWO (2)** main components of Passive Optical Network (PON).

*Terangkan **TWO (2)** komponen utama Rangkaian Optik Pasif (PON).*

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 (b) Optical power measurement involves assessing the light intensity emitted from the end of a fiber optic cable. As a technician, show the necessary equipment to conduct this test.

Pengukuran kuasa optik melibatkan penilaian keamatan cahaya yang dipancarkan dari hujung kabel gentian optik. Sebagai seorang juruteknik, tunjukkan peralatan yang diperlukan untuk menjalankan ujian ini.

[8 marks]

[8 markah]

- CLO1 (c) Draw a connection diagram for an OFSTP-14 double-ended insertion loss test, showing the light source, power meter, test jumpers, and fiber under test as part of the complete testing setup.

Lukiskan rajah sambungan bagi ujian kehilangan penyisipan OFSTP-14 hujung-ganda, menunjukkan sumber cahaya, meter kuasa, jumper ujian, dan gentian yang diuji sebagai sebahagian daripada persediaan ujian lengkap.

[8 marks]

[8 markah]

SECTION B : 40 MARKS***BAHAGIAN B : 40 MARKAH*****INSTRUCTIONS:**

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** questions .

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi DUA (2) soalan esei. Jawab SEMUA soalan.

QUESTION 1***SOALAN 1***

CLO1 Two common light sources used for signal transmission in optical fiber communication are Light Emitting Diodes (LEDs) and Injection Laser Diodes (ILDs). Each has its advantages and limitations, making them suitable for different applications based on specific requirements and usage conditions. Show the comparison of LEDs and ILDs in terms of Light Generation, Output Power, Light Properties, Spectral Width, and Transmission Wavelength. In addition to the light source, the optical receiver plays a crucial role in data transmission by detecting incoming light signals and converting optical power into a corresponding electrical current. Given a silicon photodetector incorporated into an optical fiber receiver working at a wavelength of $1.55\mu\text{m}$ has a dark current of 500nA at the operating temperature. When the incident optical power at this wavelength is 1mW and the responsivity of the devices is 0.6AW^{-1} , shot noise dominates in the receiver. Calculate the dark current noise and the shot noise when the bandwidth is 100MHz .

Given:

$T = \text{Boltzman's constant } (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$

$Q = \text{Carrier Charge } (1.6 \times 10^{-19})$

Dua sumber cahaya yang biasa digunakan untuk penghantaran isyarat dalam komunikasi gentian optik ialah Light Emitting Diodes (LED) dan Injection Laser Diodes (ILD). Masing-masing mempunyai kelebihan dan batasannya, menjadikannya sesuai untuk aplikasi yang berbeza berdasarkan keperluan khusus dan syarat penggunaan. Tunjukkan perbandingan LED dan ILD dari segi Penjanaan Cahaya, Kuasa Keluaran, Sifat Cahaya, Lebar Spektrum dan Panjang Gelombang Penghantaran. Sebagai tambahan kepada sumber cahaya, penerima optik memainkan peranan penting dalam penghantaran data dengan mengesan isyarat cahaya masuk dan menukar kuasa optik kepada arus elektrik yang sepadan. Diberikan pegasan foto silikon yang digabungkan ke dalam penerima gentian optik yang berfungsi pada panjang gelombang $1.55\mu\text{m}$ mempunyai arus gelap 500nA pada suhu operasi. Apabila kuasa optik kejadian pada panjang gelombang ini ialah 1mW dan responsiviti peranti ialah 0.6AW^{-1} , hingar pendek mendominasi dalam penerima. Kira hingar arus gelap dan hingar pukulan apabila lebar jalur ialah 100MHz .

Diberi:

$$T = \text{Pemalar Boltzman } (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$$

$$Q = \text{Cas Pembawa } (1.6 \times 10^{-19})$$

[20 marks]

[20 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO2

Design an optimized fiber optic communication system linking a central Hub (Transmitter/Receiver) to a Personal Computer (PC) through a Patch Panel, Wall Outlet, and Patch Cable. The system parameters are as follows: transmitter output power of 0.1 mW; a 1 km fiber optic cable with an attenuation of 3.5 dB/km; two connectors, each with an insertion loss of 0.2 dB; one splice with a loss of 0.1 dB; receiver sensitivity with a minimum acceptable power of -20 dBm and power margin of 4 dB. Then calculate the total power received at the receiver, including fiber loss, connector losses, splice loss and total loss. State whether the received power meets the receiver's sensitivity requirements. Based on your analysis, recommend the most suitable type of fiber optic cable and an appropriate light source for this system, justifying your choices.

Membangunkan sistem komunikasi gentian optik yang dioptimumkan yang menghubungkan Hab pusat (Pemancar/Penerima) ke Komputer Peribadi (PC) melalui Panel Tampalan, Saluran Dinding dan Kabel Tampal. Parameter sistem adalah seperti berikut: kuasa keluaran pemancar sebanyak 0.1 mW; kabel gentian optik sepanjang 1 km dengan pelemahan 3.5 dB/km; dua penyambung, setiap satu dengan kehilangan sisipan 0.2 dB; satu sambungan dengan kehilangan 0.1 dB; kepekaan penerima dengan kuasa minimum yang boleh diterima sebanyak -20 dBm; dan margin reka bentuk sebanyak 4 dB. Selepas itu, kirakan jumlah kuasa yang diterima pada penerima. termasuk kehilangan pada kabel gentian, kehilangan penyambungan,kehilangan sambungan dan jumlah keseluruhan kehilangan.Berdasarkan analisis anda, cadangkan jenis kabel gentian optik yang paling sesuai dan sumber cahaya yang sesuai untuk sistem ini, dengan memberi justifikasi untuk pilihan anda.

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

$$n = \frac{c}{v} \quad ; c = 2.998 \times 10^8$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_a = \sin^{-1} \left(\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)$$

$$NA = \sin \theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

$$\theta_A = \sin^{-1} NA$$

$$\eta = \frac{\text{Electrons Out}}{\text{Photons Input}}$$

$$\rho = \frac{\lambda o}{1.24} \eta \quad R = \frac{Ip}{Pi}$$

$$i_T = \sqrt{\frac{4K_B TB}{R_L}} \quad K_B = 1.38054 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$i_{Sn} = \sqrt{2q(I_p + I_d)B} \quad q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$I_D = \sqrt{2qi_d B}$$

$$P[dB] = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

$$P[dBm] = 10 \log_{10} \frac{P_1}{1mW}$$

$$P_B = P_{TX} - P_{RX}$$

$$P_{RX} \geq P_{SEN}$$

$$P_{RX} \geq P_{TX} - T_{LL} - P_M + T_G$$

$$T_{\text{fiber}} = D \times \Delta\lambda \times L$$

$$T_{\text{sys}} = 1.1 \sqrt{T_{TX}^2 + T_{RX}^2 + T_{FIBER}^2}$$

$$T_{\text{sys}} \leq 0.7 \times \text{PW}$$