

- (1). (a). Finite element analysis (FEA) is a computerized method for predicting how a product reacts to real-world forces, vibration, heat, fluid flow, and other physical effects. Finite element analysis shows whether a product will break, wear out, or work the way it was designed. Figure 1 shows an example of FEA analysis of a connecting rod for material optimization. The main idea of this study is to do analysis of connecting rod and the stresses produced during compressive and tensile loading. This will then provide ideas of weight reduction opportunities for a production steel connecting rod.

*Analisa unsur terhingga (FEA) adalah kaedah berkomputer yang digunakan untuk menjangkakan bagaimana produk bertindakbalas terhadap daya sebenar, gegaran, haba, aliran cecair, dan lain-lain kesan fizikal. Analisis unsur terhingga akan menunjukkan sama ada produk akan patah, haus teruk, atau berfungsi sebagaimana ianya direkabentuk. Gambarajah 1 menunjukkan contoh analisa FEA bagi satu rod penyambung untuk pengoptimuman bahan. Idea utama kajian ini adalah untuk menganalisis rod penyambung dan tegasan-tegasan yang terhasil sewaktu bebanan tarikan dan mampatan. Ini akan memberikan idea akan peluang pengurangan berat untuk penghasilan rod penyambung keluli.*

Discuss how FEA can lead to optimization of material usage for the connecting rod. Your discussion should include how the FEA analysis works or generated.

*Bincangkan bagaimana FEA boleh membawa kepada pengoptimuman penggunaan bahan untuk rod penyambung. Perbincangan anda perlu merangkumi bagaimana analisis FEA berlaku atau dijanakan.*

...3/-

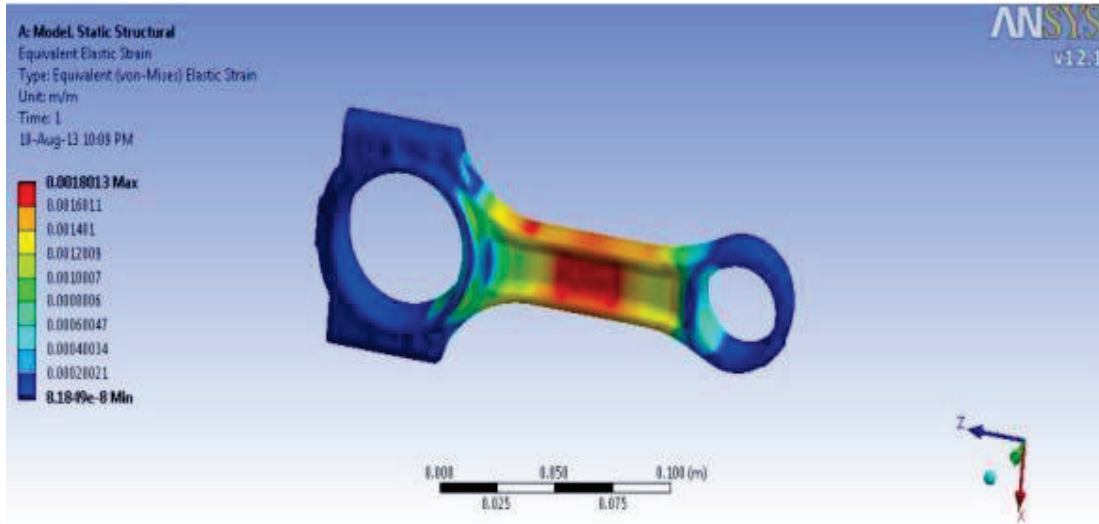


Figure 1: Von Mises strain in compressive load /  
 Gambarajah 1: Terikan Von Misses di dalam beban mampatan  
 (10 marks/markah)

- (b). There is evidence to show that carbon composite materials could resolve fan blade design requirements in modern machinery. Currently, these materials limit the speeds that the blade can be designed, requiring a greater diameter for a given thrust. Researchers and blade manufacturers have been studying combination of composite core with titanium alloys, or titanium-based metal matrix composites with silicon carbide monofilaments to control blade untwist. Figure 2 (a) gives aerospace turbine blades and (b) shows a single blade with cooling holes and hollow structure.

*Terdapat bukti menunjukkan bahan komposit karbon boleh menyelesaikan keperluan rekabentuk bilah kipas di dalam pemesinan moden. Setakat ini, bahan-bahan ini menghadkan kelajuan pada mana bilah boleh direkabentuk, yang memerlukan diameter lebih besar untuk satu dorongan tertentu. Penyelidik dan pembuat bilah telah meneliti kombinasi teras composit dengan aloi titanium, atau komposit matrik logam titanium dengan*

...4/-

*monofilamen silikon karbida untuk mengawal buka-lingkaran bilah. Gambarajah 2 (a) memberikan bilah turbin aeroangkasa dan (b) menunjukkan satu bilah dengan lubang penyejukan dan struktur berliang.*

Based on the above situation, differentiate the materials and relate with how the materials (in this case titanium alloys versus carbon composite) would influence design of turbine blade and the performance. Point out advantages of both materials.

*Berdasarkan kepada situasi di atas, bezakan bahan-bahan ini dan kaitkan dengan bagaimana bahan yang berbeza (dalam kes ini aloi titanium melawan komposit karbon) akan mempengaruhi rekabentuk bilah turbin dan prestasinya. Nyatakan kelebihan-kelebihan kedua-dua bahan tersebut.*

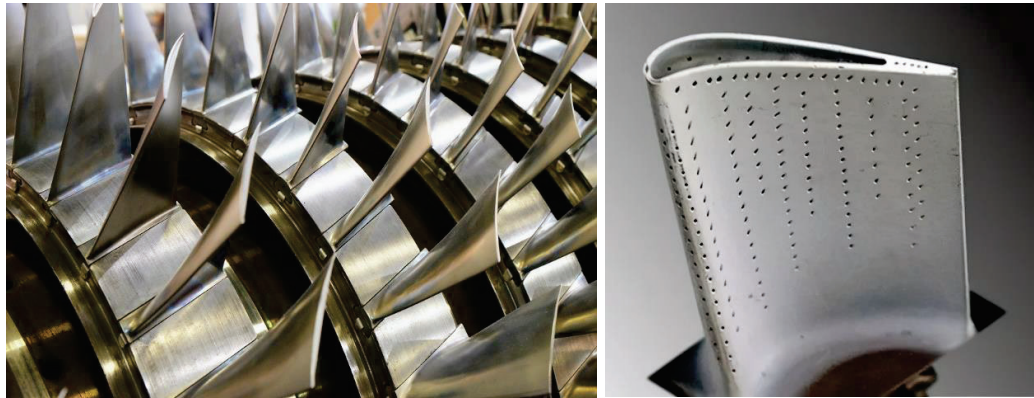


Figure 2: (a) Aerospace gas turbine blades (b) single blade showing cooling holes and hollow structure

*Gambarajah 2: (a) bilah turbin gas aeroangkasa, (b) satu bilah yang menunjukkan lubang penyejukan dan struktur berliang*

(15 marks/markah)

...5/-

- (2). (a). In an internal combustion engine, the gas force from combustion is transmitted into mechanical energy, and a linear motion when piston moves up and down during combustion is converted into rotary motion which moves the car. Thus, the main function of a piston is to transmit gas energy into rotary motion. Other functions are cooling by transmitting some of the heat into the cylinders to avoid overheating and possible seizure. The lubrication on the cylinder walls is maintained by spreading the oil with the piston rings.

*Di dalam enjin pembakaran dalaman, daya gas daripada pembakaran dialirkan menjadi tenaga mekanikal, dan pergerakan linear apabila omboh bergerak ke atas dan ke bawah sewaktu pembakaran ditukarkan kepada pergerakan berputar yang akan menggerakkan kereta. Maka, fungsi utama sebuah omboh ialah menukarkan tenaga gas kepada pergerakan berputar. Fungsi lain adalah penyejukan dengan mengalirkan sebahagian haba kepada silinder untuk mengelakkan panas lampau dan kemungkinan gegaran. Pelincir pada dinding silinder dikekalkan dengan menyebarkan minyak dengan gegelung omboh.*

Analyze the function of piston head and the connecting rod (Figure 3), do they have the same function and property requirements? Elaborate function and important properties for piston head and the connecting rod. The properties you mention must be justified and in relation to the function.

*Analisa fungsi kepala omboh dan rod penyambung (gambarajah 3), adakah mereka mempunyai fungsi dan keperluan sifat yang sama? Terangkan dengan terperinci fungsi dan sifat-sifat penting bagi kepala omboh dan rod penyambung. Sifat-sifat yang anda nyatakan mestilah dijustifikasikan dan berkait dengan fungsi.*

...6/-

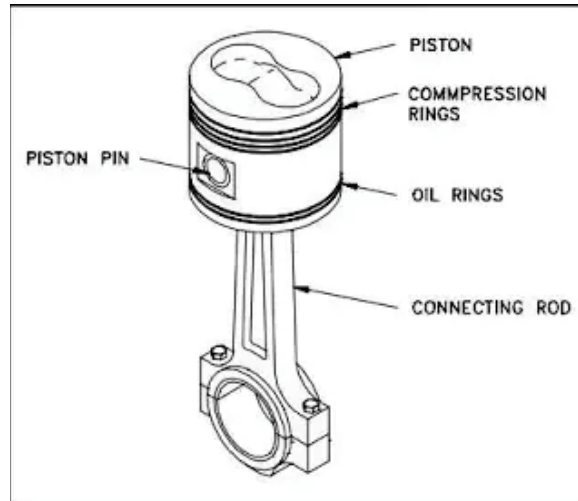


Figure 3: Piston and connecting rod of traditional fossil fuel car  
*Gambarajah 3: ombok dan rod penyambung bagi kereta minyak fosil tradisional*

(13 marks/markah)

- (b). Figure 4 illustrates the energy consumption plot of some products. You can see that for some products, the highest energy consumption is during the use of the product, while in some others, the highest is in the production of raw materials needed for the product. Compare the plots and assess how the information can be used to strategize how best to reduce the energy consumption of each product.

*Gambarajah 4 memberikan plot penggunaan tenaga bagi beberapa produk. Anda boleh lihat bahawa bagi sesetengah produk, penggunaan tenaga tertinggi adalah sewaktu penggunaan produk tersebut, manakala bagi setengah yang lain, nilai tertinggi adalah pada penghasilan bahan mentah yang diperlukan bagi produk tersebut. Bandingkan plot tersebut dan nilaikan bagaimana pengetahuan ini boleh digunakan untuk membuat strategi bagaimana cara terbaik untuk mengurangkan penggunaan tenaga bagi setiap produk tersebut.*

...7/-

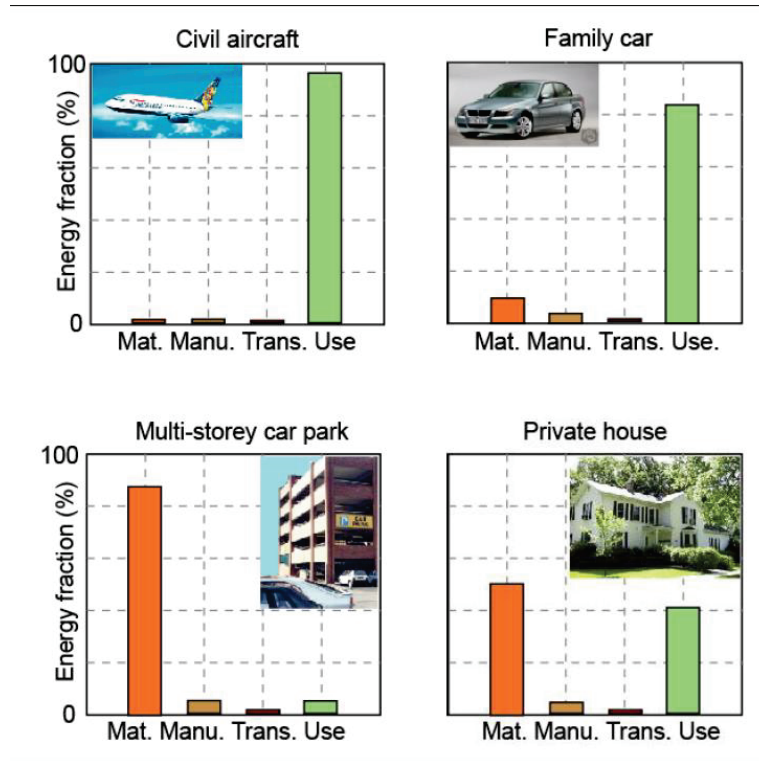


Figure 4: energy consumption of some products /  
 Gambarajah 4: penggunaan tenaga oleh beberapa produk  
 (12 marks/markah)

- (3). Figure 5 shows the knob that has been used as a gas flow regulator for petrochemical industries. As a materials engineer, you need to validate this design's ability by using the stress and strain analysis function in Simulation Flow Process. For this analysis, cast carbon steel was selected as the main material to compare the stress and strain performance of this gas flow regulator knob.

*Gambarajah 5 menunjukkan tombol yang digunakan sebagai pengatur aliran gas bagi industri petrokimia. Sebagai seorang jurutera bahan, kamu perlu mengesahkan keupayaan rekabentuk ini dengan menggunakan fungsi analisis tegasan dan terikan dalam proses aliran simulasi. Bagi analisis ini, keluli karbon tuang dipilih sebagai*

...8/-

bahan utama dalam membandingkan prestasi tegasan dan terikan bagi tombol pengatur aliran gas ini.



Figure 5: Knob used as gas flow regulator

Gambarajah 5: Tombol yang digunakan sebagai pengatur aliran gas

- (a) Analyze the stress analysis results after performing the stress validation process as shown in Figure 6.

Analisa keputusan analisis tegasan setelah menjalani proses pengesahan tegasan seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 6.

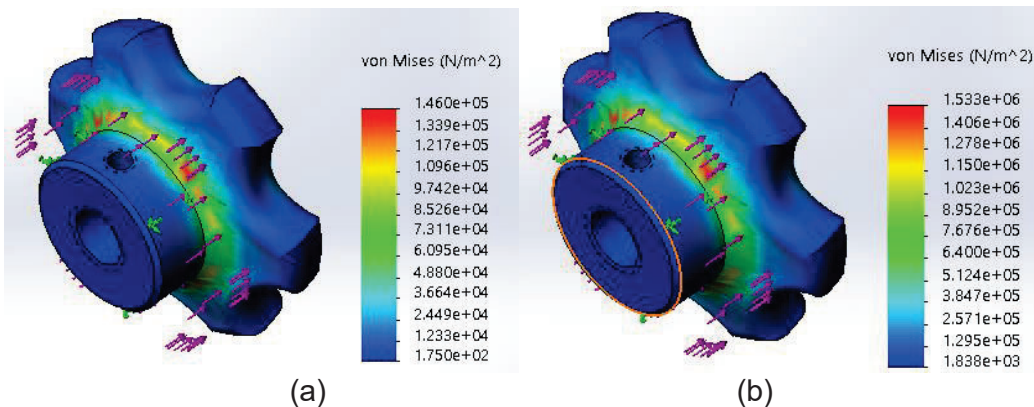


Figure 6: Stress analysis results using the Simulation Flow Process after applying (a) 10 N and (b) 100N loads.

Rajah 6: Keputusan analisis tegasan menggunakan Proses Aliran Simulasi setelah dikenakan beban (a) 10 N dan (b) 100 N

(15 marks/markah)

...9/-



- (b) Compare the strain analysis results as shown in Figure 7.

*Bandingkan keputusan analisis terikan seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 7.*

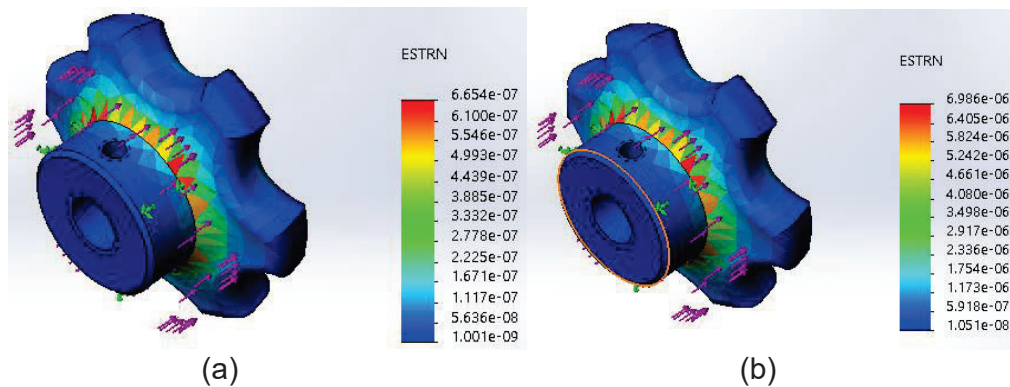


Figure 7: Strain analysis results using the Simulation Flow Process after applying (a) 10 N and (b) 100N loads.

*Rajah 7: Keputusan analisis terikan menggunakan Proses Aliran Simulasi setelah dikenakan beban (a) 10 N dan (b) 100 N.*

(10 marks/markah)

- (4). (a). Explain the steps involved when performing the stress and strain validation process on a metal hollow plate.

*Terangkan langkah-langkah yang terlibat apabila menjalankan proses pengesahan tegasan dan terikan terhadap plat logam berlubang.*

(10 marks/markah)

...10/-



- (b) Figure 8 shows the mesh analysis condition for two different metal plate designs. Compare the mesh analysis size obtained from both designs and correlate the effect of mesh analysis size on the accuracy of the simulation results.

*Gambarajah 8 menunjukkan keadaan analisis jaring bagi dua rekabentuk plat logam yang berbeza. Bandingkan saiz analisis jaring yang terhasil daripada kedua-dua rekabentuk ini dan kaitkan kesan saiz analisis jaring terhadap ketepatan keputusan simulasi.*

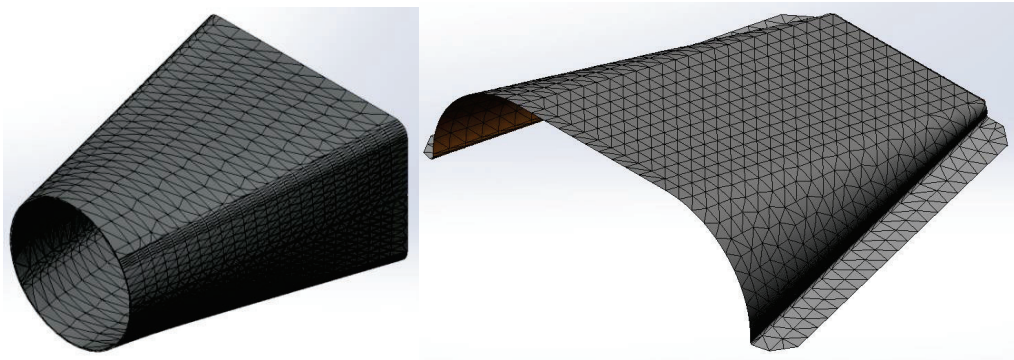


Figure 8: Mesh analysis condition for two different metal plate design.

*Rajah 8: Keadaan analisis jaring bagi dua rekabentuk plat logam yang berlainan.*

(15 marks/markah)

- oooOooo -