

SULIT



Second Semester Examination
2024/2025 Academic Session

July/August 2025

EBB 308/3 – Materials Selection and Design Analysis
[Pemilihan Bahan dan Analisa Reka Bentuk]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please ensure that this examination paper contains THIRTEEN (13) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS (13) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **ALL** questions.

[Arahan] : Jawab **SEMUA** soalan.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].

Should any candidate be caught cheating or in possession of materials not authorised to be brought into the Examination Hall during the examination, appropriate disciplinary action will be taken against the candidate concerned. In the event a candidate is found guilty of cheating, he/she can be expelled from the University.

[Sekiranya seseorang calon didapati meniru/menipu ataupun mempunyai bahan-bahan yang tidak dibenarkan dibawa ke dalam Dewan Peperiksaan semasa peperiksaan diadakan, tindakan disiplin yang sewajarnya akan dikenakan terhadap calon berkenaan. Jika seseorang calon didapati bersalah meniru/menipu beliau boleh disingkir dari Universiti.]

...2/-

SULIT

- (1). Figure 1 shows the knob that has been used as a gas flow regulator for petrochemical industries. As a material 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.

*Rajah 1 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 bahan utama dalam membandingkan prestasi tegasan dan terikan bagi tombol pengatur aliran gas ini.*

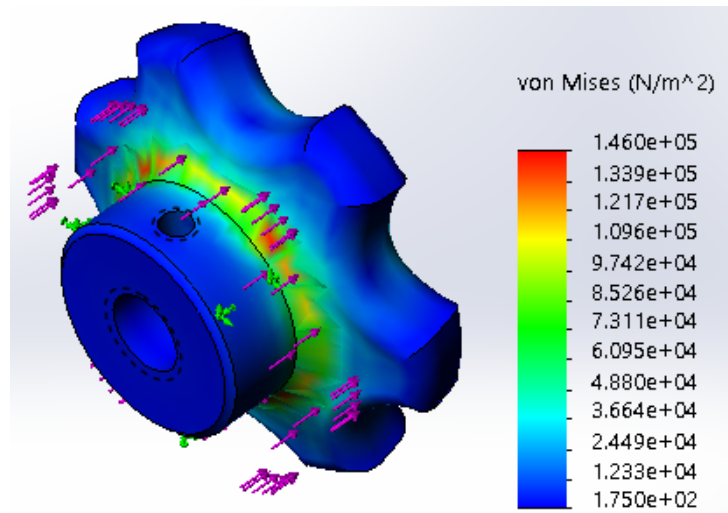


Figure 1: Knob used as gas flow regulator

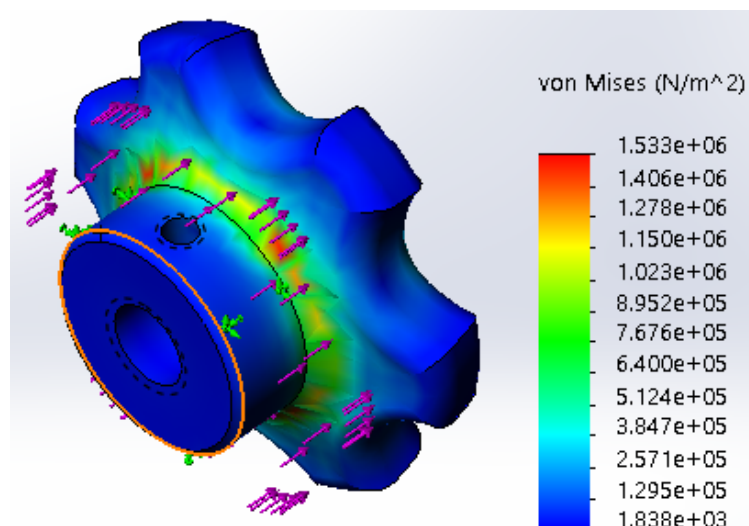
Rajah 1: Tombol yang digunakan sebagai pengatur aliran gas

- (a). Analyze the stress analysis results after performing the stress validation process as shown in Figure 2.

Analisa keputusan analisis tegasan setelah menjalani proses pengesahan tegasan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



(a)



(b)

Figure 2: Stress analysis results using the simulation flow process after applying (a) 10 N and (b) 100 N loads.

Rajah 2: Keputusan analisis tegasan menggunakan Proses Aliran Simulasi setelah dikenakan beban (a) 10 N dan (b) 100 N

(9 marks/markah)

(b). Compare the strain analysis results as shown in Figure 3.

Bandingkan keputusan analisis terikan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.

...4/-

SULIT

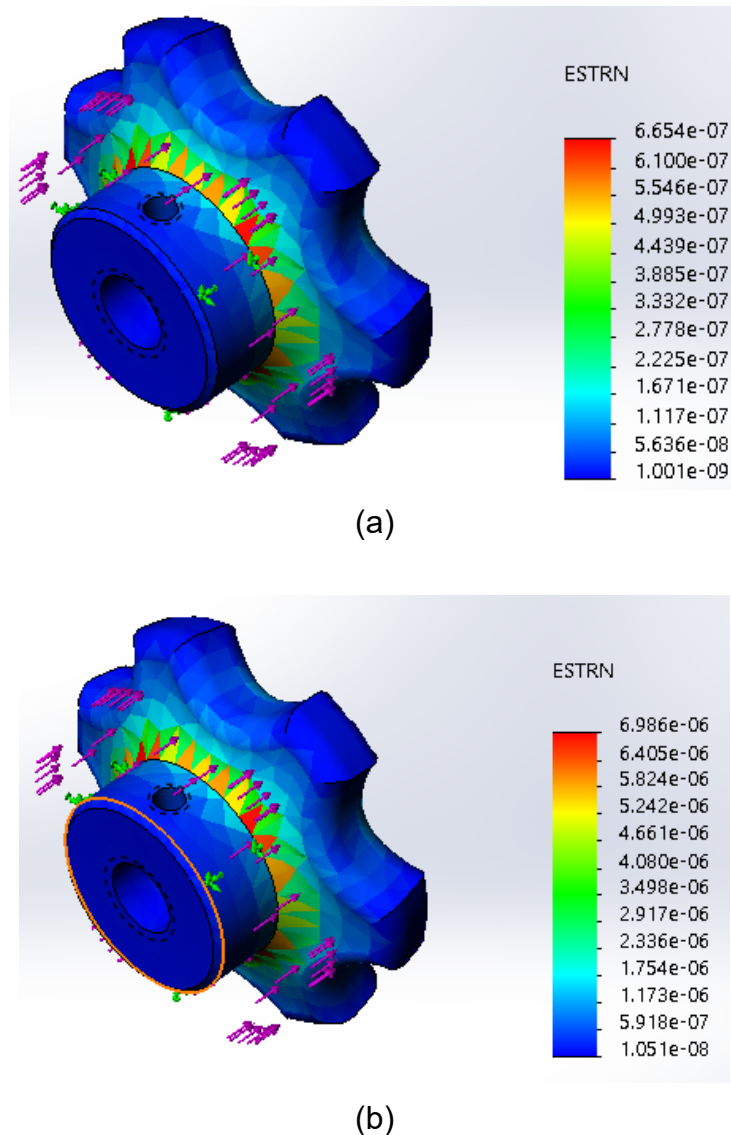


Figure 3: Strain analysis results using the Simulation Flow Process after applying (a) 10 N and (b) 100N loads.

Rajah 3: Keputusan analisis terikan menggunakan Proses Aliran Simulasi setelah dikenakan beban (a) 10 N dan (b) 100 N.

(9 marks/markah)

- (c). Propose the steps involved when performing the stress validation process on a metal hollow plate.

Cadangkan langkah-langkah yang terlibat apabila menjalankan proses pengesahan tegasan terhadap plat logam berongga.

(7 marks/markah)

- (2). (a). Many companies are trying to incorporate innovative sustainable materials into their products, spurred on by initiatives such as the New Plastics Economy Global Commitment and UN Sustainable Development Goals, their own environmental objectives and changing consumer behaviors. Plastic straws are a great example; where the requirement is for a disposable item, paper has replaced plastic, and where consumers are willing to take personal responsibility, there are now metal reusable straws. Whenever we consider choice of materials that meet the product specification, examine also the ecological impact of creating them. For example, is it better to use fossil-based plastics that go to landfill or a biodegradable plant-based alternative that takes a lot of water to grow? Or consideration on the energy it takes to extract the raw materials, the chemicals used to make the raw materials useful and the carbon footprint of putting it all together. Applying this thought process has led to innovations such as cleaning products that you add water to at home, dramatically reducing the amount of packaging.
- Based on the above, suggest ONE product that had eco-influenced material replacement, OR a product that you think the material should be changed to more sustainable materials. Your product must not be the ones already stated in the above paragraph.

Banyak Syarikat sedang mencuba untuk memasukkan bahan mampan yang inovatif ke dalam produk mereka, yang dicetuskan oleh inisiatif seperti Komitmen Global Ekonomi Plastik Baru dan Matlamat Pembangunan Mampan UN, objektif persekitaran mereka sendiri dan perubahan kelakuan pengguna. Straw plastik adalah satu contoh yang baik; yang mana jika keperluannya adalah guna habis, kertas telah menggantikan plastik, dan apabila pengguna sanggup mengambil tanggungjawab sendiri, sekarang sudah ada straw guna semula logam. Apabila kita menilai pemilihan bahan yang memenuhi spesifikasi produk, kita juga perlu mempertimbangkan impak ekologi dalam menghasilkan produk tersebut Sebagai contoh,

adakah lebih baik menggunakan plastik berasaskan fosil yang akan berakhir ditapak pelupusan, atau bahan bio-urai alternatif berasaskan tumbuhan yang akan memerlukan banyak air untuk tumbesarannya? Atau pertimbangan tenaga yang diperlukan untuk mengekstrak bahan mentah, bahan kimia diperlukan untuk membuat bahan mentah yang berguna dan jejak karbon yang diperlukan untuk keseluruhan penghasilan. Menggunakan proses pemikiran ini telah membawa kepada inovasi seperti produk pembersihan yang mana air ditambah sendiri oleh anda di rumah, secara dramatiknya menurunkan jumlah pembungkusan.

Berdasarkan pernyataan diatas, cadangkan SATU produk yang mempunyai penggantian bahan dipengaruhi oleh kesan eko, ATAU satu produk yang anda rasakan perlu ditukarkan bahannya kepada bahan yang lebih mampan. Produk anda mestilah bukan produk yang telah disebutkan dalam paragraf di atas.

(12 marks/markah)

- (b). Over the last few decades, improved technology has narrowed the comfort gap between aluminum and carbon. Manufacturers can now vary the shape of aluminum tubing throughout its length with hydroforming to achieve laterally stiff and vertically compliant ride characteristics. Frame tubes can be thinner — sometimes as thin as a soda can — in areas where compliance is desired and thicker where stiffness and strength are necessary. All this means that a modern aluminum frame isn't significantly less comfortable on regular roads than its carbon counterparts.

The statement above concludes comparison between aluminum alloy and carbon in producing bicycle frame (example of design in Figure 4).

Semenjak beberapa dekad yang lalu, teknologi maju telah mengecilkan jurang keselesaan di antara aluminum dan karbon. Pembuat kini boleh membezakan bentuk tiub aluminum pada sepanjang tiub dengan pembentukan-hidro untuk mencapai ciri tunggangan kekakuan lateral dan kelenturan vertical. Rangka tiub boleh menjadi nipis – kadangkala senipis

...7/-

tin minuman – pada kawasan di mana kelenturan dikehendaki dan ketebalan yang diperlukan untuk kekakuan dan kekuatan. Ini semua bermaksud rangka aluminum moden tidak terlalu jauh bezanya dari segi keselesaan pada jalan biasa berbanding komponen sama diperbuat daripada karbon.

Pernyataan di atas menyimpulkan perbandingan di antara aloi aluminum dan karbon di dalam penghasilan rangka basikal (contoh rekabentuk di dalam Rajah 4).

- (i). Compare between metal and carbon composite for bicycle frame.

Bandingkan antara logam dan komposit karbon untuk rangka basikal.

(5 marks/markah)

- (ii). Would your discussion varies depending on the type of bicycles, i.e typical road use, mountain bike and racing bike?

Adakah perbincangan anda berbeza bergantung kepada jenis basikal, contohnya kegunaan tipikal jalan biasa, basikal bukit dan basikal perlumbaan?

(4 marks/markah)

- (iii). Elaborate how manufacturing technique affect material selection and product performance.

Bincangkan dengan teliti bagaimana teknik pembuatan mempengaruhi pemilihan bahan dan prestasi produk.

(4 marks/markah)

...8/-



Figure / *Rajah 4* Example of bicycle frame / *Contoh rangka basikal*

- (3). Figure 5 shows a compact electronic cooling system that integrates a micro heat pipe array with a heat sink to enhance thermal management for next-generation high-performance processors. As a material engineer, your role is to optimize the system's thermal performance while maintaining a lightweight and compact structure.

Rajah 5 menunjukkan sistem penyejukan elektronik padat yang menyepadukan tatasusunan paip haba mikro dengan sirip haba untuk meningkatkan pengurusan haba bagi pemproses berprestasi tinggi generasi akan datang. Sebagai jurutera bahan, peranan anda adalah untuk mengoptimumkan prestasi terma sistem sambil mengekalkan struktur yang ringan dan padat.

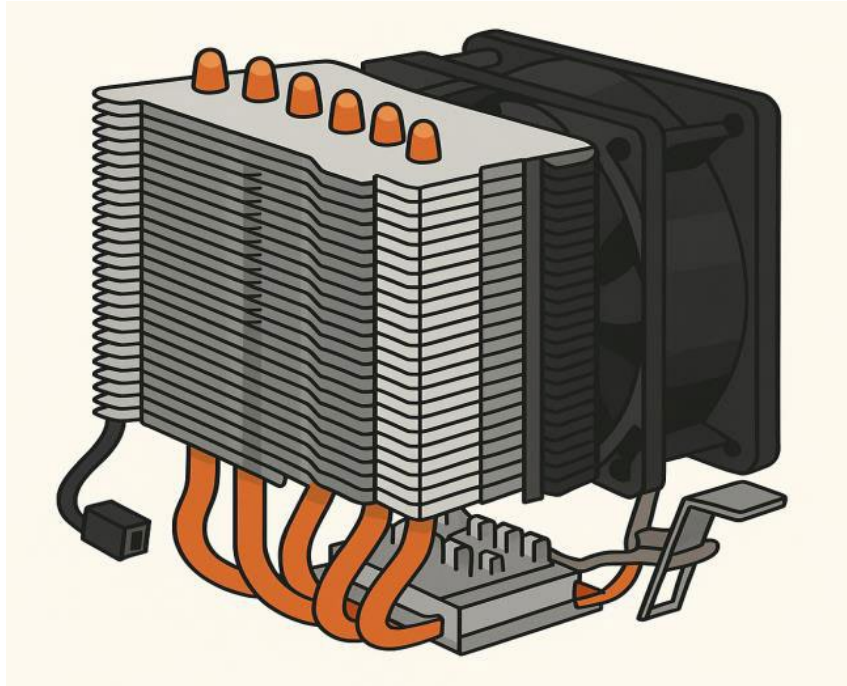


Figure 5: Compact electronic cooling system

Rajah 5: Sistem penyejukan elektronik kompak.

- (a). What strategies or innovations might you propose in the heat sink design process when faced with the challenge of reducing the weight and size of a heat sink while maintaining or improving its cooling efficiency.

Apakah strategi atau inovasi yang mungkin anda cadangkan dalam proses reka bentuk sirip penyejuk apabila berhadapan dengan cabaran mengurangkan berat dan saiz sirip penyejuk sambil mengekalkan atau meningkatkan kecekapan penyejukannya.

(9 marks/markah)

- (b). Outline the procedures to carry out the thermal analysis simulation of natural convection flow for a heat sink in Figure 5.

Gariskan prosedur untuk menjalankan simulasi analisis haba aliran perolakan semula jadi untuk sirip penyejuk dalam Rajah 5.

(8 marks/markah)

...10/-

- (c). Analyze the maximum and minimum stress results after performing the thermal stress validation process for a heat sink as shown in Figure 6.

Analisis keputusan tegasan maksimum dan minimum selepas melakukan proses pengesanan tegasan haba untuk sirip penyejuk seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.

(8 marks/markah)

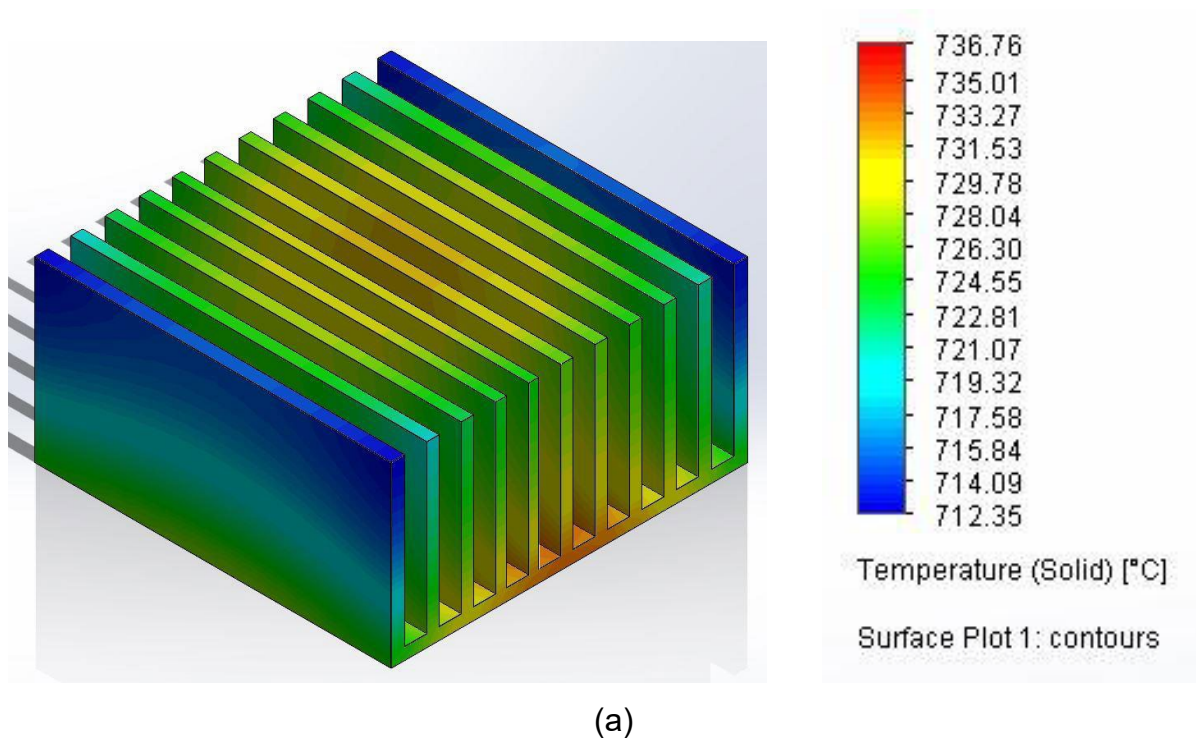


Figure 6: Thermal analysis results on the Heat Sink using the Flow Simulation after applying 80W loads.

Rajah 6: Hasil analisis terma pada Sirip Penyejuk menggunakan Simulasi Aliran selepas menggunakan beban 80W.

(8 marks/markah)

- (4). (a). A disc brake is a type of brake that uses calipers to squeeze a pair of brake pads against a disc (see Figure 7) in order to create friction that retards the rotation of wheels and slows down the car. Disc brakes are typically made from metal, but in recent years, some automotive manufacturers have started to switch to ceramic disc brake. As the engineer in-charge of braking system, you have been tasked to lead an engineering study to assess the possibility of using ceramic or ceramic composite for your disc brake. Prior to carrying out your engineering study, you will need to consider several factors. Discuss these :

Cakera brek ialah sejenis brek yang menggunakan angkup untuk menekan sepasang pad brek kepada satu cakera (lihat Rajah 7) supaya geseran akan terhasil yang akan mengurangkan pusingan roda dan seterusnya memberhentikan kereta. Cakera brek secara lazimnya diperbuat daripada logam, namun dalam beberapa tahun kebelakangan ini, beberapa pengeluar kereta sudah mula bertukar kepada cakera brek seramik. Sebagai jurutera yang bertanggungjawab kepada sistem brek, anda diberi tugas untuk mengetuai satu kajian kejuruteraan untuk menilai kemungkinan menggunakan seramik atau komposit seramik untuk cakera brek anda. Sebelum memulakan kajian kejuruteraan anda, terdapat beberapa perkara yang perlu dipertimbangkan. Bincangkan :

- (i) What are the properties important for the selection, i.e enabling the disc to function efficiently?

Apakah sifat-sifat yang penting untuk pemilihan tersebut, contohnya membolehkan cakera berfungsi dengan berkesan?

(3 marks/markah)

- (ii) Manufacturing flexibility when using both materials

Keanjalan pembuatan apabila menggunakan kedua-dua bahan.

(3 marks/markah)

...12/-

- (iii). Cost consideration. Cost in this case, would not only be the cost of material, but cost efficiency for long service life.

Pertimbangan kos. Kos di sini tidak hanya merangkumi kos bahan, tetapi keberkesanan kos untuk jangka hayat yang panjang.

(2 marks/markah)

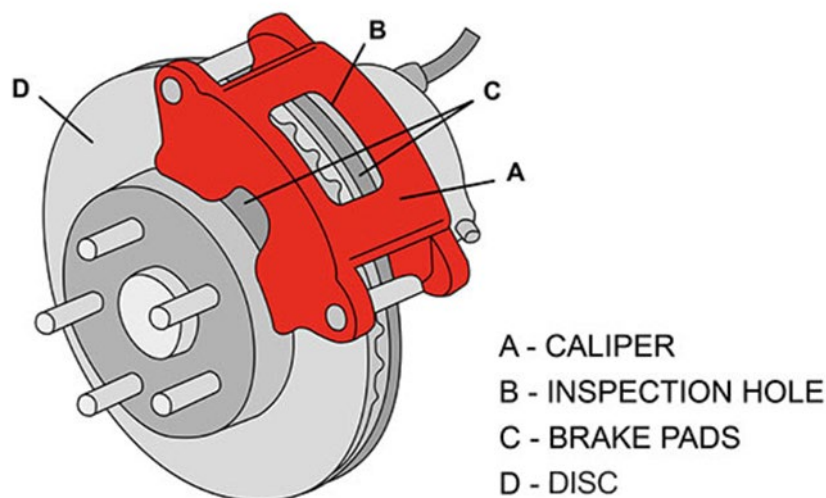


Figure / *Rajah 7* Schematic of disc brake / *skematik satu cakera brek*

- (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.

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

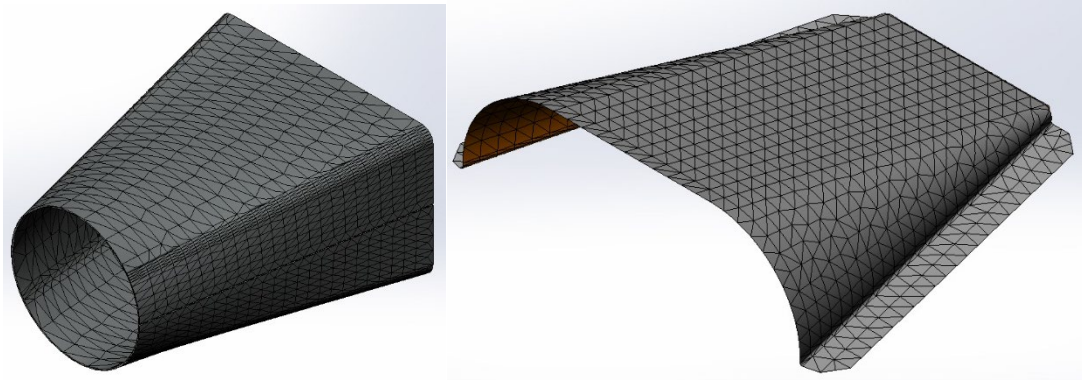


Figure 8: Mesh analysis condition for two different metal plate design.

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

(8 marks/markah)

- (c). Based on the material and design you selected in Question 4(a), construct the suitable thermal analysis procedures for this current disc brake design.

Berdasarkan bahan dan reka bentuk yang anda pilih dalam Soalan 4(a), bina prosedur analisis haba yang sesuai untuk reka bentuk brek cakera ini.

(8 marks/markah)

-oooOooo-