

Kajian Prestasi Ke Atas Bod Gelugur Sebagai Bahan Pembungkusan Melalui Ujian Jatuh Bebas

Suzilawati Alias^{1*}, Marlina Mohamad¹, Rahmat Nor Mohd Sharif¹

¹Department of Mechanical Engineering, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin, 23000 Dungun, Terengganu¹

*Corresponding author E-mail: suzilawati@psmza.edu.my

Abstrak

Ujian Jatuh Bebas bertujuan bagi menentukan kebolehan bod gelugur sebagai bahan pembungkusan bagi menyerap daya kejutan yang dihasilkan daripada fenomena jatuh bebas. Kajian ini menggunakan *Drop Tester Lab 200* bagi mendapatkan ciri-ciri prestasi bod gelugur bagi menilai kebolehannya sebagai bahan pengkusyen dalam aspek pembungkusan dan membandingkan nilai pecutan puncak yang diperolehi bagi orientasi atas, orientasi bawah, orientasi sudut atas dan orientasi sudut bawah. Hasil keputusan yang diperolehi akan memberi maklumat yang berguna bagi tujuan rekabentuk bod gelugur sebagai bahan pembungkusan. Analisis data menunjukkan bahawa bod gelugur flut B mempunyai ciri menahan daya kejutan yang lebih baik berbanding flut A kerana memerlukan bilangan jatuh bebas yang lebih tinggi bagi orientasi atas, orientasi bawah, orientasi sudut atas dan orientasi sudut bawah sebelum bod gelugur mengalami kemerosotan ciri pengkusyen dan tidak lagi mampu melindungi produk pembungkusan sekunder. Berdasarkan analisis data yang diperolehi juga menunjukkan bahawa orientasi bawah dan atas memerlukan bilangan jatuh bebas yang paling maksimum iaitu sehingga membawa kerosakan pada sampel tin aluminium. Merujuk kepada Analisis data bagi orientasi atas dan sudut atas, didapati lengkung pecutan puncak bagi flut A adalah lebih rendah berbanding flut B. Maka boleh dikatakan bahawa bod gelugur flut A membekalkan ciri pengkusyen yang lebih baik berbanding bod gelugur Flut B bagi orientasi tersebut. Walaubagaimanapun kebolehannya sebagai bahan pengkusyen akan berkurangan sekiranya ia dikenakan daya kejutan yang berterusan.

Kata Kunci: bod gelugur; drop tester 200

1.0 PENGENALAN

Pembungkusan merupakan suatu seni, sains dan merangkumi teknologi penyediaan barangan bagi tujuan pengangkutan dan penjualan. Ia juga merupakan suatu kaedah bagi memastikan penghantaran sesuatu produk kepada pengguna akhir adalah di dalam keadaan selamat tanpa menjejaskan kualiti produk (Raheem, 2013) “A package must protect what it sells and sells what its protects” jelas menunjukkan bahawa fungsi utama pembungkusan ialah bagi melindungi sesuatu produk dalam usaha membantu hasil penjualannya.

Bod Gelugur digunakan secara meluas dalam industri pembungkusan. Kelebihan utama ialah ringan, boleh dikitar semula dan murah sekaligus menjadikannya pilihan utama sebagai bahan pembungkusan. (Jiménez-Caballero, Conde, García, & Liarte, 2009). Bod gelugur merupakan salah satu bahan pembungkusan yang yang murah dan mesra alam dan menyumbang ciri pengkusyen untuk melindungi produk daripada kerosakan akibat daya kejutan dan getaran semasa proses pengalihan produk. (Guo, Xu, Fu, & Zhang, 2010).

Bod gelugur diaplikasikan secara dominan dalam pembungkusan pengangkutan kerana kebolehannya menggunakan pelbagai jenis kertas dan bod kertas untuk menghasilkan bod gelugur yang luas sifatnya sama ada dari sudut struktur dan grafik serta kebolehannya untuk mencipta rekabentuk struktur yang pelbagai berdasarkan keperluan hasil dan sistem pengangkutan.

Bod gelugur juga menjadi pilihan kerana mempunyai kebolehan untuk mengubah rekabentuk struktur bergantung kepada keperluan konsumer, kesesuaian untuk memenuhi keperluan penghasilan yang berbeza sama ada secara manual atau automatik dengan kelajuan tinggi. Ciri-ciri kejuruteraan yang dikenalpasti boleh mempengaruhi prestasi struktur bod gelugur ialah jenis kertas yang digunakan dalam penghasilan bod gelugur serta orientasi gentian. Ketinggian dan frekuensi flut turut mempengaruhi prestasi struktur bod gelugur yang mana semakin tinggi flut dan frekuensi bod gelugur, maka semakin kuat bod gelugur tersebut. Selain itu, integriti garis gam juga memainkan peranan dalam mempengaruhi prestasi struktur bod gelugur.

Kajian ini dijalankan bertujuan untuk menentukan kebolehan bod gelugur dalam prestasi pembungkusan yang mana ianya berperanan sebagai elemen yang mampu menyerap daya kejutan atau getaran daripada fenomena jatuh bebas. Dalam kajian ini, Ujian Jatuh Bebas dilakukan bagi menilai sejauh manakah prestasi bod gelugur berperanan sebagai elemen pengkusyen. Keperluan kajian ini adalah untuk memperolehi maklumat mengenai ciri-ciri prestasi bod gelugur sekaligus menyumbang idea bagi tujuan rekabentuk bod gelugur yang sesuai sebagai bahan pembungkusan.

Melalui Ujian jatuh yang berkonsepkan jatuh bebas, bilangan jatuh yang mengakibatkan kegagalan produk pada pelbagai orientasi jatuh bebas dapat diperolehi. Melalui nilai pecutan puncak (G) yang dianalisa, pelbagai maklumat dan fakta yang berguna dapat diperolehi bagi membantu menentukan prestasi bod gelugur dalam teknologi pembungkusan terutamanya dari aspek melindungi isi kandungan akibat jatuh bebas.

1.1 Objektif

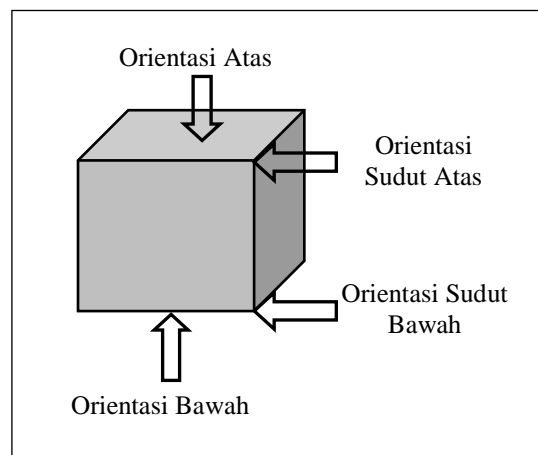
- 1.1.1 Menentukan nilai pecutan puncak (G) yang menyebabkan kerosakan pakej pada pelbagai orientasi jatuh bebas.
- 1.1.2 Membandingkan ciri prestasi bagi bod gelugur flut A dan flut B berdasarkan Ujian Jatuh Bebas.

2.0 KAJIAN METODOLOGI

2.1 Bahan Ujian Jatuh Bebas

Ujian Jatuh Bebas ini menggunakan bod gelugur dengan saiz 3x3x5 inci sebagai bahan pembungkusan utama dan tin aluminium yang mempunyai ketebalan 1-2 mm sebagai item pembungkus (pembungkusan sekunder).

Ujian Jatuh Bebas akan dijalankan pada empat jenis orientasi pakej yang berbeza iaitu orientasi atas, bawah, sudut atas dan sudut bawah. Prosedur ujikaji melibatkan bod gelugur dengan dua jenis saiz flut iaitu flut A dan flut B. Perbezaan diantara jenis-jenis bod gelugur yang dipilih adalah dari segi saiz flut. Saiz flut bergantung kepada ketinggian flut dan bilangan flut per unit panjang. Jenis bod gelugur yang berbeza mempunyai ciri-ciri prestasi yang berbeza.

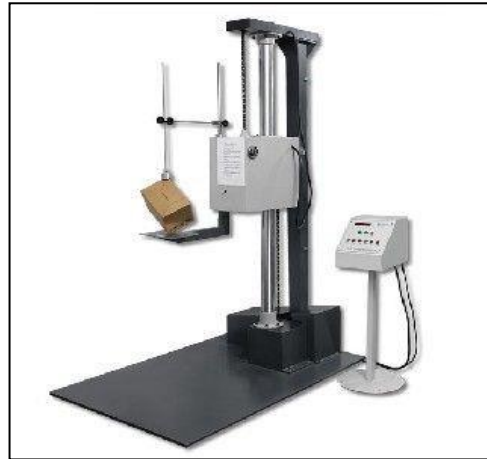


Rajah 2.1: Orientasi Jatuh Bebas

2.2 Kaedah Ujian

Ujian Jatuh Bebas ini mengaplikasikan penggunaan *Drop Tester model LAB 200*. Drop tester melibatkan tiga komponen utama iaitu accelerometer, bekalan kuasa atau coupler (*model Kistler Type 5134 A*) dan komputer.

Ujian Jatuh Bebas dijalankan ke atas bod gelugur flut A dan flut B dengan pelbagai orientasi bagi menilai sejauh manakah bod gelugur berfungsi sebagai elemen pengkusyenan bagi menyerap tenaga kejutan seterusnya mengekalkan kualiti dan isi kandungan sesuatu produk. Orientasi yang dipilih untuk kajian ialah orientasi atas, orientasi bawah, orientasi sudut atas dan orientasi sudut bawah.



Rajah 2.2: Drop Tester model LAB 200

Merujuk kepada ASTM Standard D5276-*Drop Test of Loaded Containers by Free Fall* yang sesuai digunakan bagi aplikasi jatuh bebas bagi pembungkus berbentuk segiempat tepat. Kaedah Ujian Jatuh Bebas adalah sesuai digunakan bagi pembungkus yang dikendalikan secara manual semasa proses pengagihan. Permukaan jatuh bebas perlulah rata, kukuh dan kuat iaitu permukaan jatuh bebas perlu dibuat daripada konkrit. Jika Permukaan jatuh adalah plat keluli, ia perlu memberi ketebalan sekurang-kurangnya 13mm.

Sebelum Ujikaji Jatuh Bebas dijalankan, beberapa parameter perlu dipastikan dengan mempertimbangkan sampel tin aluminium dan kotak bod gelugur flut A dan flut B.

Jadual 2.1: Parameter Ujian Jatuh Bebas

Bil	Item	Dimensi
1	Dimensi bod gelugur	3 X 3 X 5 inci
2	Jisim sampel kotak bod gelugur Flut A	28.9 g
3	Jisim sampel kotak bod gelugur Flut A	30.5 g
4	Berat bersih tin aluminium	16.1 g
5	Berat tin aluminium berisi	365.1 g
6	Jisim keseluruhan kotak flut A + tin aluminium	394 g
7	Jisim keseluruhan kotak flut A + tin aluminium	395.6 g

Ujian jatuh Bebas ini menggunakan perisian TP3 (Test partner Three). Ujian Jatuh Bebas menggunakan suatu *accelerometer* yang disambungkan kepada bod gelugur semasa produk tersebut dijatuhkan bebas pada pecutan graviti. Objek yang dijatuhkan disambungkan kepada bekalan kuasa dan monitor melalui satu kabel yang mana monitor kemudiannya akan mempamerkan suatu lengkung G puncak melawan jangkamasa.

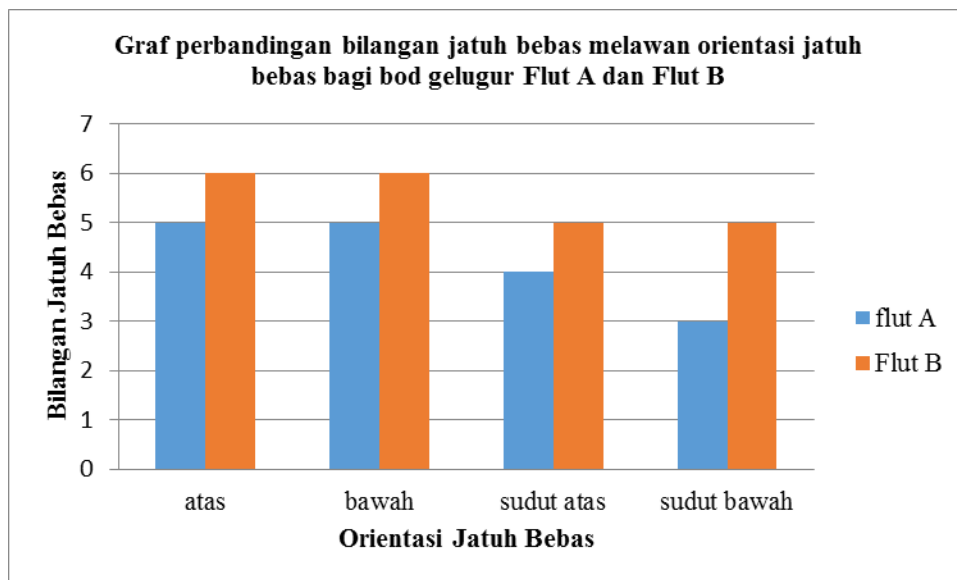
Sebelum ujian jatuh bebas dijalankan, ketinggian jatuh bebas yang dikehendaki perlu ditetapkan dengan menaikkan atau menurunkan engsel pengikat pada Drop Tester. Kotak bod gelugur yang berisi tin aluminium kemudiannya diletakkan ke atas Drop Tester.

Accelerometer perlu diletakkan pada sudut 90 dengan permukaan lantai bersentuhan dengan sampel tin aluminium yang ingin diuji supaya ia mampu memainkan perannya mengesan kejutan puncak apabila sampel yang dijatuhkan menyentuh permukaan lantai sekaligus menghasilkan kejutan dan seterusnya komputer akan mempamerkan graf kejutan puncak melawan tempoh masa.

3.0 ANALISIS DATA DAN PERBINCANGAN

Jadual 3.1: Taburan bilangan jatuh bebas pada pelbagai orientasi bagi sampel bod gelugur flut A dan Flut B pada ketinggian tetap 20 inci

Bil	Orientasi	Bilangan Jatuh Bebas (Flut A)	Bilangan Jatuh Bebas (Flut B)
1	atas	5	6
2	bawah	5	6
3	sudut atas	4	5
4	sudut bawah	3	5



Rajah 3.1: Graf perbandingan bilangan jatuh bebas melawan orientasi jatuh bebas bagi bod gelugur Flut A dan Flut B pada ketinggian tetap 20 inci

Merujuk kepada Rajah 3.1, didapati bilangan jatuh bebas yang paling maksimum berlaku pada orientasi atas dan bawah yang mana kedua-dua orientasi tersebut menyumbang lima kali jatuh bebas bagi sampel gelugur flut A dan enam kali jatuh bebas bagi sampel gelugur flut B .

Keputusan ini menjelaskan bahawa orientasi atas dan bawah mempunyai kecenderungan yang tinggi bagi menahan daya kejutan yang dikenakan ke atasnya kerana ini dijatuhkan dari suatu kedudukan yang stabil.

Orientasi sudut bawah melibatkan tiga kali jatuh bebas pada sampel bod gelugur flut A dan lima kali jatuh bebas pada sampel bod gelugur Flut B. Bagi Orientasi sudut atas pula, ia melibatkan empat kali jatuh bebas dan lima kali jatuh bebas masing-masing pada sampel bod gelugur flut A dan flut B sehingga tin aluminium yang digunakan sebagai sampel pembungkusan kedua mengalami kerosakan. Merujuk kepada data, didapati jatuh bebas pada orientasi sudut bawah menyumbang bilangan jatuh bebas yang paling minimum kerana sampel bod gelugur yang dijatuhkan dalam orientasi ini adalah dalam keadaan yang tidak stabil.

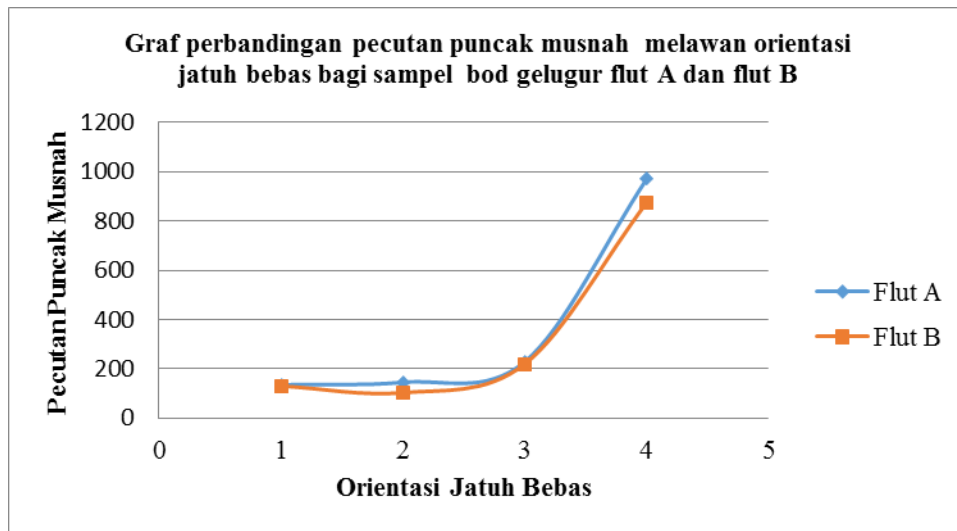
Bod gelugur Flut A telah digunakan sebagai bahan pengkusyen sejak sekian lama kerana mempunyai ciri ketebalan yang mana membekalkan kelenturan dan kekuatan mampatan yang baik. Manakala bod gelugur Flut B yang mempunyai ciri yang lebih nipis membekalkan ciri kebolehcetakan yang baik dan kelenturan dan kekuatan mampatan yang lebih rendah.(Campbell, 2010).

Walaubagaimanapun merujuk kepada rajah 3.1, didapati bahawa bod gelugur flut B mempunyai ciri menahan daya kejutan yang lebih baik berbanding flut A kerana memerlukan bilangan jatuh bebas yang lebih tinggi bagi orientasi atas, orientasi bawah, orientasi sudut atas dan orientasi sudut bawah sebelum bod gelugur megalami kemerosotan ciri pengkusyen dan tidak lagi mampu melindungi produk pembungkusan sekunder.

Jadual 3.2: Taburan Pecutan Puncak Musnah pada pelbagai orientasi jatuh bebas bagi sampel bod gelugur flut A dan flut B pada ketinggian tetap.

Bil	Orientasi	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut A	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut B
1	Atas	135.39	130.82
2	Bawah	145.58	103.37
3	Sudut Atas	228.75	219.90
4	Sudut Bawah	970.31	875.11

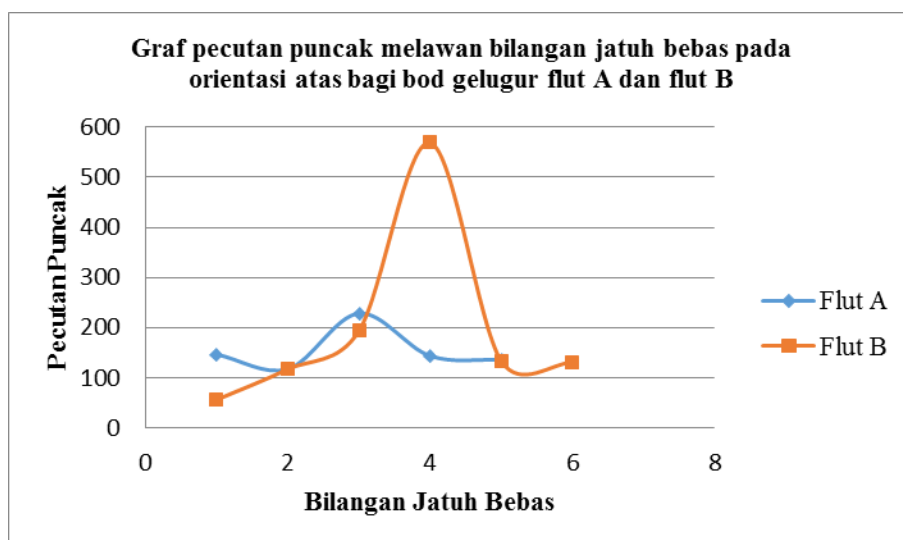
Merujuk kepada rajah 3.2 , didapati bahawa jatuh bebas pada orientasi sudut bawah meyumbang nilai pecutan puncak yang paling maksimum iaitu 970.31 bagi flut A dan 875.11 bagi flut B. Manakala jatuh bebas pada orientasi atas meyumbang nilai pecutan puncak musnah yang paling minimum iaitu 135.39 bagi flut A dan 875.11 bagi flut B. Nilai pecutan puncak musnah ialah nilai pecutan puncak yang paling maksimum sebelum nilai pecutan puncak pada orientasi tersebut mengalami kemerosotan seterusnya kegagalan pada produk. Walaubagaimanapun merujuk kepada graf 3.1, bilangan jatuh bebas yang paling maksimum berlaku orientasi atas manakala bilangan bilangan jatuh bebas yang paling minimum berlaku pada orientasi sudut bawah.



Rajah 3.2: Graf perbandingan Pecutan Puncak Musnah melawan Orientasi Jatuh Bebas bagi sampel bod gelugur flut A dan flut B

Jadual 3.3: Taburan pecutan puncak pada orientasi atas bagi bod gelugur Flut A dan Flut B

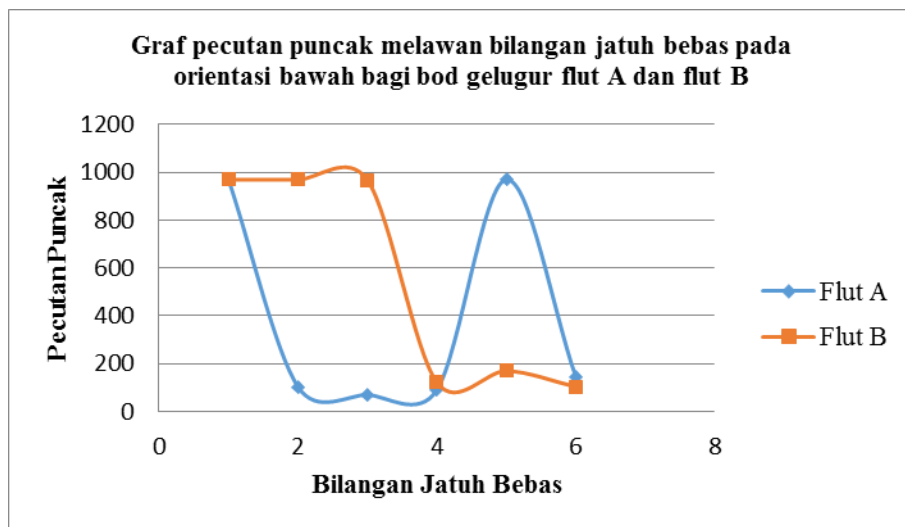
Bil	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut
	A	B
1	146.73	56.25
2	117.58	117.15
3	228.53	193.62
4	143.66	568.87
5	135.39	133.41
6	-	130.82



Rajah 3.3: Graf pecutan puncak melawan bilangan jatuh bebas pada orientasi atas bagi bod gelugur flut A dan flut B

Jadual 3.4: Taburan pecutan puncak pada orientasi bawah bagi bod gelugur Flut A dan Flut B

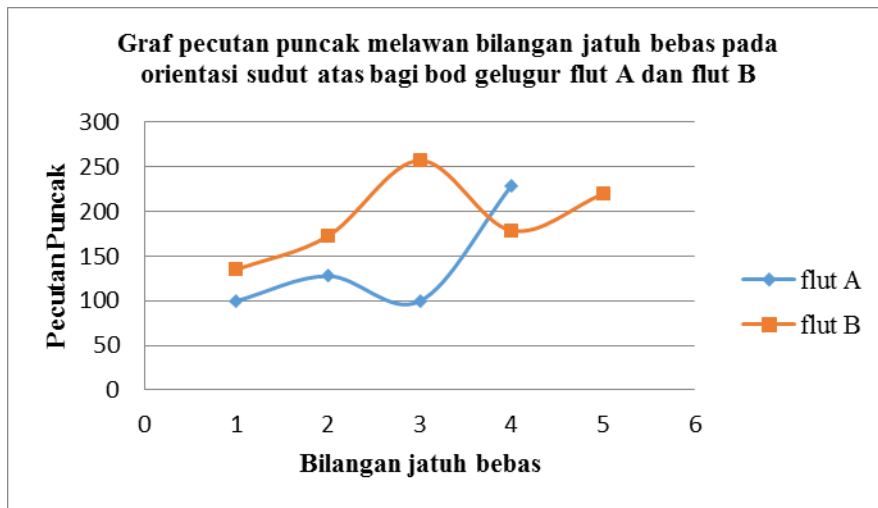
Bil	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut	
	A	B
1	970.40	968.80
2	103.37	969.40
3	69.84	967.25
4	89.53	122.30
5	970.01	169.52
6	145.58	103.37



Rajah 3.4: Graf pecutan puncak melawan bilangan jatuh bebas pada orientasi bawah bagi bod gelugur flut A dan flut B

Jadual 3.5: Taburan pecutan puncak pada orientasi sudut atas bagi bod gelugur Flut A dan Flut B

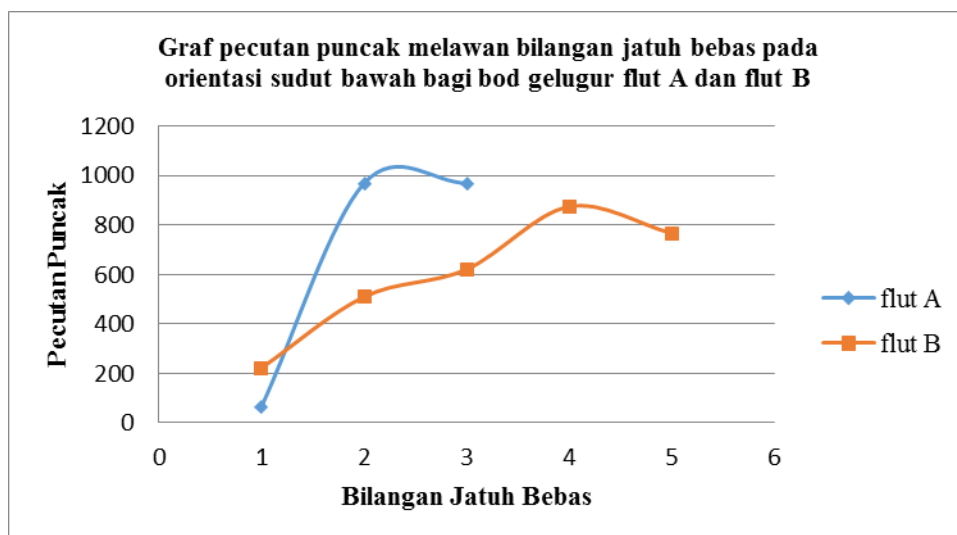
Bil	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut	
	A	B
1	970.40	968.80
2	103.37	969.40
3	69.84	967.25
4	89.53	122.30
5	970.01	169.52
6	145.58	103.37



Rajah 3.5: Graf pecutan puncak melawan bilangan jatuh bebas pada orientasi sudut atas bagi bod gelugur flut A dan flut B

Jadual 3.6: Taburan pecutan puncak pada orientasi sudut bawah bagi bod gelugur Flut A dan Flut B

Bil	Pecutan Puncak Musnah (G) bagi flut	
	A	B
1	66.26	222.71
2	969.78	510.26
3	970.31	621.62
4	-	875.11
5	-	767.11



Rajah 3.6: Graf pecutan puncak melawan bilangan jatuh bebas pada orientasi sudut bawah bagi bod gelugur flut A dan flut B

Ciri-ciri pengkusyen akan merosot bagi setiap kali jatuh bebas. Nilai pecutan puncak akan meningkat selepas jatuh bebas yang kedua dan seterusnya ciri pengkusyen akan merosot. (Campbell, 2010). Merujuk kepada graf pecutan puncak melawan bilangan jatuh bebas pada pelbagai orientasi iaitu orientasi atas, orientasi bawah, orientasi sudut atas dan orientasi sudut bawah, didapati nilai pecutan puncak akan mengalami peningkatan sehingga 2 atau 3 kali jatuh bebas, seterusnya nilai pecutan puncak akan mengalami penurunan. Pada orientasi tersebut didapati bilangan jatuh bebas yang paling maksimum berlaku sehingga enam kali jatuh bebas sehingga sampel bod gelugur tidak lagi menyumbang ciri-ciri pengkusyen seterusnya akan menyebabkan kerosakan kepada sampel tin aluminium sebagai pembungkusan sekunder. Pecutan puncak menunjukkan kebolehan menyerap daya kejutan dan mempamerkan ciri-ciri pengkusyen bagi bod gelugur. Lengkung pengkusyen yang lebih rendah akan menyumbang ciri pengkusyen yang lebih tinggi. (Guo et al., 2010).

Bagi ketinggian jatuh bebas yang sama, pecutan puncak minimum bagi bod gelugur X-PLY (A) adalah lebih rendah berbanding bod gelugur X-PLY (B), maka bod gelugur X-PLY (A) menyumbang ciri pengkusyen akibat kejutan dinamik yang lebih baik berbanding bod gelugur X-PLY (B). (Guo, Xu, Fu, & Wang, 2011). Merujuk kepada Analisis data iaitu rajah 3.3 dan rajah 3.5, didapati lengkung pecutan puncak bagi flut A adalah lebih rendah berbanding flut B. Maka boleh dikatakan bahawa bod gelugur flut A membekalkan ciri pengkusyen yang lebih baik berbanding bod gelugur Flut B bagi orientasi atas dan sudut atas.

4.0 KESIMPULAN

Bod gelugur merupakan salah satu bahan pembungkusan yang yang murah dan mesra alam dan menyumbang ciri pengkusyen untuk melindungi produk daripada kerosakan akibat daya kejutan dan getaran semasa proses pengagihan. Hasil keputusan yang diperolehi akan memberi maklumat yang berguna bagi tujuan rekabentuk bod gelugur sebagai salah satu bahan pembungkusan. Ciri-ciri pengkusyen akan merosot bagi setiap kali jatuh bebas.

Hasil ujikaji menunjukkan bahawa bod gelugur flut B mempunyai ciri menahan daya kejutan yang lebih baik berbanding flut A kerana memerlukan bilangan jatuh bebas yang lebih tinggi bagi pelbagai orientasi jatuh bebas sehingga bod gelugur mengalami kemerosotan ciri pengkusyen dan tidak lagi mampu melindungi produk pembungkusan sekunder. Pecutan puncak menunjukkan kebolehan menyerap daya kejutan dan mempamerkan ciri-ciri pengkusyen bagi bod gelugur. Lengkung pengkusyen yang lebih rendah akan menyumbang ciri pengkusyen yang lebih tinggi.

5.0 RUJUKAN

- Campbell, A. C. (2010). *The use of A-flute, B-flute, AC-flute, and BC-flute corrugated paperboard as a cushioning material*. Clemson University.
- Guo, Y., Xu, W., Fu, Y., & Wang, H. (2011). Dynamic shock cushioning characteristics and vibration transmissibility of X-PLY corrugated paperboard. *Shock and Vibration*, 18(4), 525-535.
- Guo, Y., Xu, W., Fu, Y., & Zhang, W. (2010). Comparison studies on dynamic packaging properties of corrugated paperboard pads. *Engineering*, 2(05), 378.
- Jiménez-Caballero, M., Conde, I., García, B., & Liarte, E. (2009). *Design of different types of corrugated board packages using finite element tools*. Paper presented at the SIMULIA Customer Conference.
- Raheem, D. (2013). Application of plastics and paper as food packaging materials-An overview. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(3), 177.
- ASTM D 5276 Drop Test of Loaded Containers by Free fall.
- ASTM D 1596 Standard Test Method for Shock Absorbing Characteristics of Package Cushioning Materials.
- ASTM D 4168 Standard Test Method for Vibration Transmissibility of Package Cushioning Materials.