

Fabrikasi dan Pencirian Penceraai 3×3 Berasaskan Gentian Optik Polimer (POF) dengan Teknik Pelakuran Berkos Rendah

(Fabrication and Characterization of Splitter 3×3 based on Polymer Optical Fibre
(POF) with Low Cost Fusion Technique)

MOHAMMAD SYUHAIMI AB-RAHMAN*, LATIFAH SARAH SUPIAN, HADI GUNA,
NIK NUR SYAHIRAH MOHAMMAD, I-SHYAN HWANG & AFIQ HIPNI

ABSTRAK

Gentian optik polimer (POF) mempunyai banyak kelebihan dan banyak digunakan untuk komunikasi terutamanya dalam industri automotif. Komunikasi ini memerlukan maklumat yang banyak dihantar pada satu masa dengan kos yang rendah. Untuk itu penceraai 3×3 POF yang berkonsepkan pemultipleks bahagi jarak gelombang (WDM) yang berkos rendah dan berteknologi hijau difabrikasikan. Penceraai POF ini difabrikasikan dengan menggunakan alat yang murah dan mudah didapati, iaitu tiub besi dan lilin. Teknik fabrikasi yang digunakan adalah dengan memanaskan tiga lembar POF sehingga bahagian tengahnya mencair dan melakur sehingga mengecil dan memanjang berdiameter 1 mm. Penceraai 3×3 POF yang berjaya difabrikasi dicirikan dengan mengukur kehilangan POF sebelum dan selepas hujungnya diratakan dan digilap dengan dua jenis kertas pasir yang berlainan darjah kekasaran. Ini untuk melihat kesan gilapan pada kehilangan isyarat optik. Kehilangan penceraai POF juga diukur pada suhu yang berbeza bagi melihat kesannya pada prestasi penceraai POF. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, dapat dilihat bahawa kebersihan dan kerataan hujung POF memberi kesan kepada kehilangan dengan penurunan antara 0.3 hingga 5.0 dB. Suhu juga memberi kesan kepada kehilangan isyarat POF, walaupun tidak begitu ketara, dengan purata peningkatan kehilangan sebanyak 0.3 dB. Walaupun secara keseluruhannya nilai kehilangan dalam penceraai POF yang difabrikasi ini masih tinggi, prestasi ini dapat diperbaiki dengan penambahbaikan pada teknik pelakuran dan penggunaan alat yang lebih berkualiti. Teknik pemfabrikasi berkos rendah ini dipercayai boleh menghasilkan penceraai POF yang murah secara komersil, tetapi dengan kajian yang lebih mendalam pada teknik pelakuran, punca kehilangan dan cara meminimumkan kehilangan boleh diperolehi dan meningkatkan isyarat optik keluaran.

Kata kunci: *Buatan tangan; mesra alam; mesra pengguna; penceraai POF 3×3; teknik pelakuran*

ABSTRACT

Polymer optical fiber (POF) has many advantages making it the choice of today's communication, especially in automotive industry. This communication requires low cost ways for much information to be sent simultaneously. Because of this, using wavelength division multiplexing (WDM) concept, a low cost and green 3×3 POF splitter is fabricated. It is fabricated using cheap and easy-to-find tools such as metal tube and candle. The fabrication is being done by taking three strands of POF and heating the middle parts so that it will melted and fused together until it elongated and shrink to a diameter of 1 mm. Successfully fabricated POF splitter are characterized by measuring the output losses, before and after the POF's end is being smoothed and polished using two sand papers of different degree of coarseness. This is to observe the effect of polishing on optical signal losses. POF splitter's losses are also measured on different temperature to observe the effect of temperature on the splitter's performance. Based on the result, it is obvious that cleanliness and a flat POF's end surface influenced the losses with a reduction between 0.3 and 5.0 dB. Temperature, even though subtle, does also affect the signal losses with increased losses averaging around 0.3 dB. Overall, the losses in the fabricated POF splitter are still high, but show promising improvement with amelioration of fusion technique and the use of tools with higher quality. This low cost fabrication technique is believed to commercially produce cheap POF splitter, but with more in-depth research on the fusion technique, the source of losses and ways to minimize the losses can be obtained and improve the output optic signals.

Keywords: *Environment friendly; fusion technique; hand made; user friendly; 3×3 POF splitter*

PENGENALAN

Objektif utama kajian ini adalah untuk memfabrikasi penceraai gentian optik polimer (POF) 3×3 dengan kos yang rendah dan berteknologi hijau. Penceraai POF yang berjaya

difabrikasi akan dibuat perincian bagi melihat prestasinya. Untuk mencapai objektif ini, beberapa perkara akan dilakukan. Penceraai POF yang difabrikasi adalah dengan menggunakan teknik lakuran yang berkos rendah dengan

menggunakan alat-alat yang mudah didapati. Teknik lakuran yang dilakukan juga mudah untuk dipelajari tanpa perlu pengetahuan yang banyak tentang cara pengendalian. Penceraai POF yang telah difabrikasi akan melalui proses pencirian. Proses ini dilakukan bagi melihat prestasi penceraai POF yang difabrikasikan. Antara parameter-parameter yang akan dikaji adalah kehilangan lebihan, kehilangan sisipan dan nisbah pemisahan. Penceraai POF yang difabrikasi juga akan melalui uji kaji suhu. Ini adalah bagi melihat prestasi penceraai POF pada suhu yang berbeza. Ini juga bagi melihat kesan suhu pada penceraai POF untuk memastikan penceraai POF boleh digunakan pada berbagai-bagai persekitaran seperti persekitaran yang mempunyai suhu yang tinggi.

PENYATAAN MASALAH

Wayar kuprum adalah konduktor konvensional yang digunakan untuk penghantaran data dari satu tempat ke satu tempat yang lain. Walau bagaimanapun, penggunaan wayar kuprum ini mempunyai banyak kekurangan seperti isyarat yang dihantar akan terpengaruh oleh ciri-ciri elektrik wayar kuprum seperti terhasilnya rintangan dan gangguan semasa penghantaran data dan kebergantungan kepada jarak yang dihantar. Ini bermaksud, lagi jauh jarak isyarat dihantar, kekuatan isyarat akan berkurang dan lebih cenderung untuk kehilangan data. Selain itu, rintangan yang terdapat di dalam kuprum melambatkan aliran arus ataupun isyarat dan menyebabkan kadar penghantaran menjadi rendah. Bukan itu sahaja, gangguan dan hingar juga boleh terjadi kepada penghantaran data dan menyebabkan wayar kuprum menjadi salah satu medium penghantaran yang tidak sesuai. Selain penggunaan wayar kuprum, gentian optik kaca juga ada digunakan sebagai medium penghantaran data. Tetapi sifatnya seperti mempunyai diameter yang kecil menyebabkan gentian optik kaca ini tidak fleksibel. Selain itu, pemasangan gentian optik kaca memerlukan pengendalian yang khusus dan teliti, menyebabkan kos pemasangan yang tinggi. Walau bagaimanapun, gentian optik kaca ini lebih digunakan untuk penghantaran data jarak jauh dan tidak sesuai digunakan di dalam penghantaran data di dalam kenderaan.

Untuk meningkatkan kadar transmisi data, teknik pemultipleksan pembahagi panjang gelombang (WDM) digunakan. WDM merupakan satu teknik dengan beberapa

jumlah isyarat optik dipancarkan serentak pada satu gentian optik menggunakan panjang gelombang yang berbeza. Oleh kerana panjang gelombangnya berbeza, ia tidak akan mengganggu antara satu sama lain dan ini sekaligus akan menyebabkan lebar jalur menjadi lebih tinggi.

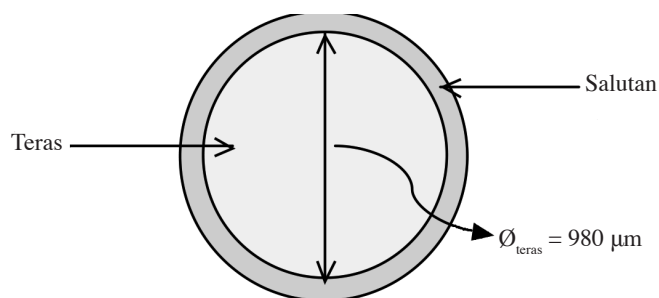
KAJIAN KEPUSTAKAAN

Gentian optik merupakan sejenis gentian lutsinar yang membenarkan cahaya melaluinya dari satu hujung ke hujung yang lain. Ini membenarkan gentian optik ini menjadi sejenis pemandu gelombang yang berprinsipkan pantulan dalaman penuh. Data akan ditukar ke dalam bentuk cahaya sebelum dihantar ke dalam gentian optik untuk dipantulkan sehingga ke hujung gentian. Oleh sebab sifat gentian optik yang membenarkan komunikasi jarak jauh pada lebar jalur yang lebih tinggi berbanding komunikasi dalam bentuk lain, penggunaan gentian optik fiber ini kian meluas.

Secara amnya, gentian optik terdiri daripada teras yang tinggi kelutsinarannya. Teras ini akan diliputi salutan yang mempunyai indeks biasan yang lebih rendah berbanding terasnya bagi prinsip pantulan dalaman penuh dapat dipenuhi. Selain itu juga gentian optik ini akan diselaputi satu lagi lapisan iaitu lapisan jaket bagi melindungi gentian optik daripada haba dan kelembapan. Ini bagi melindungi gentian optik daripada rosak dan mengganggu perambatan cahaya dalam gentian optik.

Gentian optik polimer (POF) merupakan gentian optik yang berasaskan bahan polimer dengan lapisan terasnya dibuat daripada polimetil metakrilat (PMMA) manakala lapisan salutan dibuat daripada perfluoroplastik (Ab-Rahman et al. 2010). Dalam gentian yang berdiameter besar, terasnya terdiri daripada 96% keratan rentasnya untuk membenarkan cahaya melaluinya (Appajaiyah 2004; O'Gorman et al. 2010). Kebiasaan gentian optik polimer (POF) mempunyai diameter teras kira-kira 1 mm dan mempunyai apertur berangka (NA) 0.50 (Rajah 1).

Penggunaan gentian optik polimer (POF) dalam aplikasi yang berkenaan dengan komunikasi kini makin meluas (Zieamann et al. 2008). Ini adalah disebabkan oleh ciri-ciri dan kelebihanannya seperti kebolehlenturan, ringan, mudah untuk ditangani dan kos yang rendah kerana diameter teras yang besar (Kuzyk 2007), struktur berasaskan bahan polimer dan pemasangan yang ringkas



RAJAH 1. Struktur keratan rentas gentian optik fibre (POF)

serta mudah (Im et al. 2002). Selain itu gentian optik polimer ini tahan pada suhu yang tinggi, lali terhadap hingar elektromagnetik (EMI) kerana lapisan salutannya berasaskan perfluoroplastik, sesuai untuk komunikasi data sehingga jauh 100 m, permindahan data yang laju (400 Mbps untuk jenis SI dan 1 Gbps untuk jenis GI), lebar jalur yang tinggi (melebihi 4 GHz) dan ketahanan terhadap gegaran (Appajaiah 2004; Grzemba 2008; Kuzyk 2007; Ziemann et al. 2008).

Pencerai gentian optik adalah sejenis peranti yang menceraikan kuasa optik yang dibawa oleh masukan gentian tunggal kepada keluaran gentian berganda. Tetapi bagi masukan yang berganda, masukan itu digabungkan menjadikannya keluaran tunggal, ini dinamakan pengganding. Pencerai optik yang menggunakan teknik perlakuran tirus merupakan satu pencerai optik yang berasaskan pengganding bintang. Kebiasaannya, pencerai optik yang menggunakan teknik perlakuran tirus ini menggunakan haba dalam melakukan proses perlakuran. Pencerai gentian optik ini boleh berfungsi dalam dua hala.

METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini memfokus kepada pemfabrikasi dan pencirian prototaip peranti. Pemfabrikasi pencerai optik melibatkan 3 lembar gentian optik polimer yang dilakurkan untuk menjadi pencerai optik 3×3. Proses pemfabrikasi pencerai ini melalui 4 langkah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2. Untuk pemfabrikasi pencerai POF, teknik tirus dwikon lakur digunakan. Teknik perlakuran ini menggunakan alat-alat yang mudah didapati seperti lilin bagi pemanasan dan tiub besi dengan panjang 15 cm serta diameter 2 cm, bagi mengelakkan POF terkena haba daripada lilin secara

terus. Peralatan yang digunakan hanyalah dua dan berkos rendah. Selain itu, kaedah pelakuran ini mudah dipelajari tanpa memerlukan pengetahuan khas untuk pengendalian.

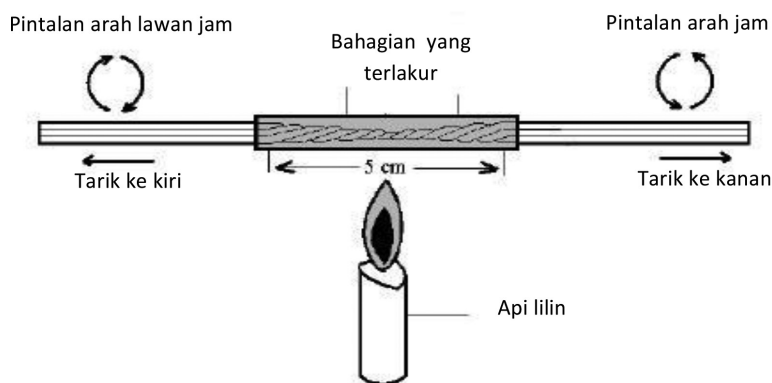
Kaedah fabrikasi pencerai POF 3×3 ini perlu dilakukan dalam dua langkah iaitu proses pemintalan dan proses pelakuran POF. Proses pemintalan merupakan satu proses bagi memintal himpunan tiga lembar POF dengan rapat dan padat tanpa bonggolan pada POF yang dilakurkan. Tiga lembar POF yang telah dimasukkan pada tiub besi dipanaskan dan dipintal pada masa yang sama. Kedua-dua belah hujung POF akan ditarik dan dipintal pada arah yang berlainan iaitu di satu hujung akan dipintal mengikut arah jam dan di hujung yang lagi satu akan dipintal mengikut arah lawan jam dengan kekuatan tangan yang sama. Pada masa yang sama, kedua-dua belah hujung POF juga ditarik ke arah keluar tiub besi juga dengan daya yang sama. Pemintalan dibuat sedikit demi sedikit sehingga ia terpinjal dengan kemas dan rapat dibahagian tengah POF.

Proses seterusnya merupakan proses pelakuran. Pelakuran bermaksud mencantumkan ketiga-tiga POF itu supaya memanjang dan mengecil menjadi satu POF yang berdiameter 1 mm. Proses ini menggunakan langkah yang sama seperti proses pemanasan tetapi dengan daya pintalan dan tarikan yang lebih kuat sehingga POF didapati sudah mengecil, memanjang dan terlakur sehingga diameter POF yang terlakur itu sama dengan saiz satu POF iaitu 1 mm (Rajah 3). Pemantauan harus sentiasa dilakukan bagi mengelakkan bahagian POF yang terlakur menjadi terlalu kecil dan halus sehingga boleh menyebabkan ia terputus.

Setelah itu pencirian dibuat bagi melihat prestasi pencerai ini. Untuk mengukur kuasa optik keluaran, pemancar LED yang memancarkan cahaya merah 665 nm pada satu masukan dan meter kuasa digunakan bagi



RAJAH 2. Carta alir proses pemfabrikasi pencerai optik



RAJAH 3. Proses pelakuran yang sudah mengecil (Ab-Rahman et al. 2008)

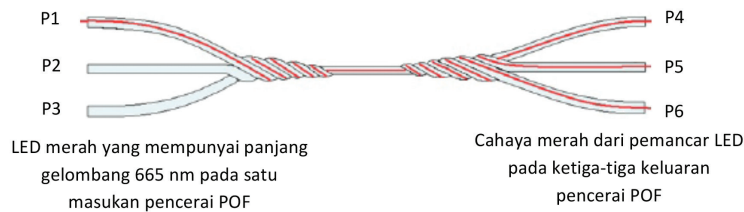
mengukur kuasa keluaran optik untuk semua keluaran. Proses ini dilakukan bagi semua masukan, untuk pincangan ke hadapan dan juga pincangan songsang. Pencirian ini juga diulang setelah hujung permukaan pencerai POF ini diratakan dan digilap dengan menggunakan dua kertas pasir yang berbeza darjah kekasarannya. Selain itu, uji kaji yang dilakukan ke atas pencerai POF adalah uji kaji suhu. Pencerai POF diletakkan pada sebuah plat panas digital dan plat panas ini dipanaskan secara berperingkat pada kadar peningkatan 5°C untuk setiap bacaan. Bacaan diambil pada suhu yang paling rendah plat panas ini boleh dicapai iaitu pada suhu 35°C dan akan diteruskan sehingga suhu maksimum yang boleh diterima oleh pencerai POF sebelum ia mencair dan terputus. Nilai yang diperolehi dicatat ke dalam jadual yang telah disediakan bagi memudahkan pengiraan dan analisis dibuat (Rajah 4).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

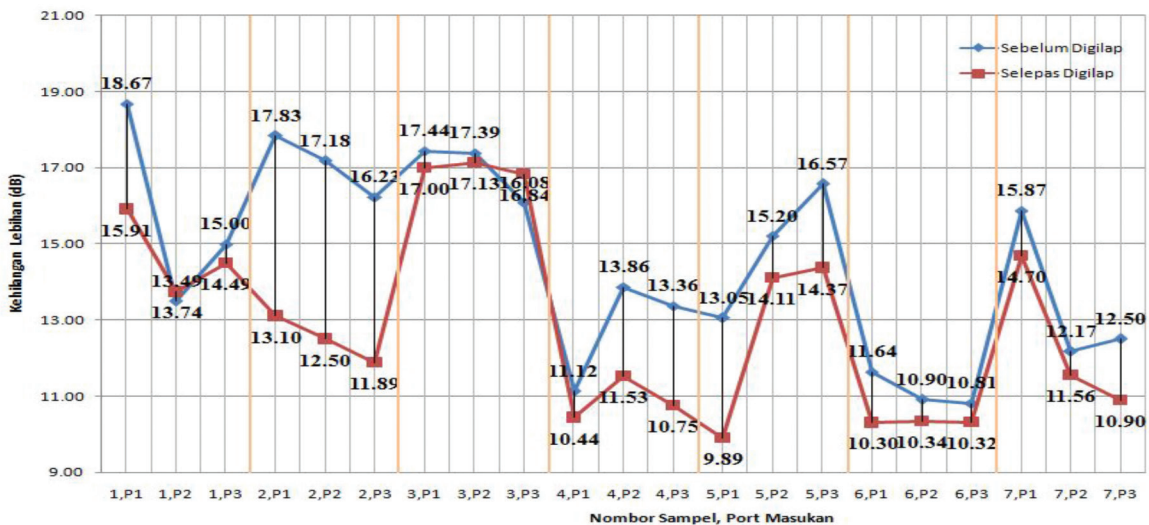
Hasil daripada proses pemfabrikasi, 7 sampel prototaip berjaya difabrikasikan. Ketujuh-tujuh sampel ini melalui proses pencirian bagi sebelum dan selepas digilap. Hasil daripada pencirian dan pengiraan yang dibuat, graf berikut terhasil. Rajah 5 merujuk kepada graf hilangan lebihan bagi pincangan ke hadapan dan Rajah 6 adalah graf kehilangan lebihan bagi pincangan songsang.

Untuk graf kehilangan lebihan ini, dapat dilihat secara keseluruhannya kehilangan yang dialami oleh pencerai POF ini berkurang setelah melalui proses meratakan dan penggilapan. Ini kerana sambungan tidak sempurna pada pemancar LED dan pencerai POF dan juga pada meter kuasa dan pencerai POF. Apabila permukaan hujung pencerai POF tidak rata, pertembungan yang tidak rapat akan terhasil pada sambungan dan menyebabkan cahaya yang lalu tidak dapat dipancarkan keseluruhannya ke dalam pencerai optik atau pun meter kuasa.

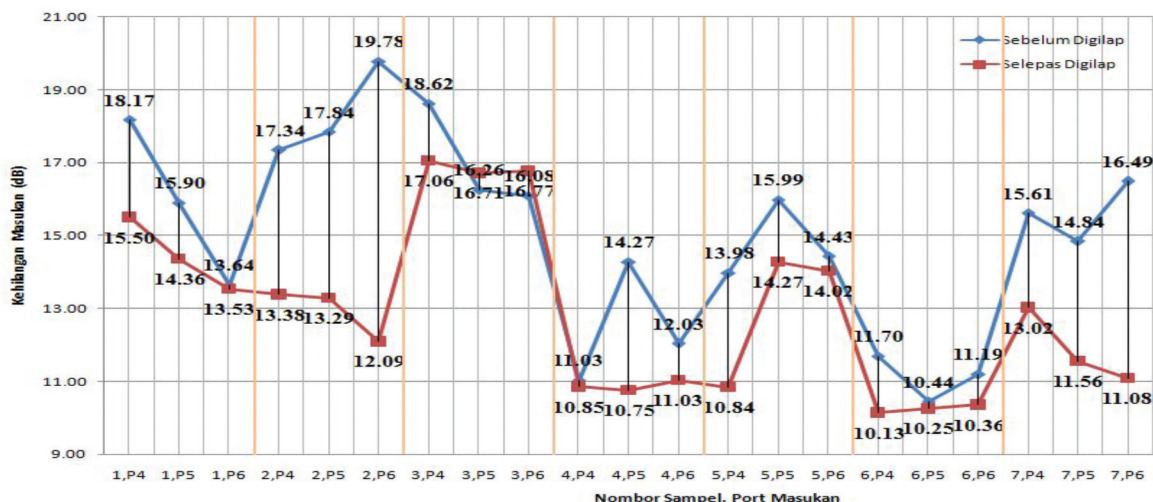
Merujuk kepada graf pada Rajah 5 dan 6, dapat dilihat nilai kehilangan lebihan adalah agak tinggi dengan kebanyakan kehilangan melebihi 10 dB. Ini boleh dianggap sebagai kehilangan yang besar bagi satu sistem komunikasi dengan kehilangan biasa bagi POF adalah sekitar 1 dB/m. Kehilangan lebihan ini berpunca daripada cahaya yang melalui pencerai POF tidak terbias keluar secara sepenuhnya. Ini boleh disebabkan oleh perubahan struktur POF semasa proses pemfabrikasi. Pemanasan haba yang tidak sekata pada POF semasa proses fabrikasi dan sifat POF yang mempunyai takat lebur yang rendah (sehingga mencapai 160°C untuk material PMMA) menyebabkan POF sensitif pada proses pemanasan. Cara pemfabrikasi seperti penarikan dan pintalan secara ekstrim dan berlebihan juga boleh menyebabkan kehilangan ini.



RAJAH 4. Cara keluaran isyarat optik yang diukur (Mohd Syuhaimi Ab-Rahman et al. 2009)



RAJAH 5. Hilangan lebihan bagi pincangan ke hadapan



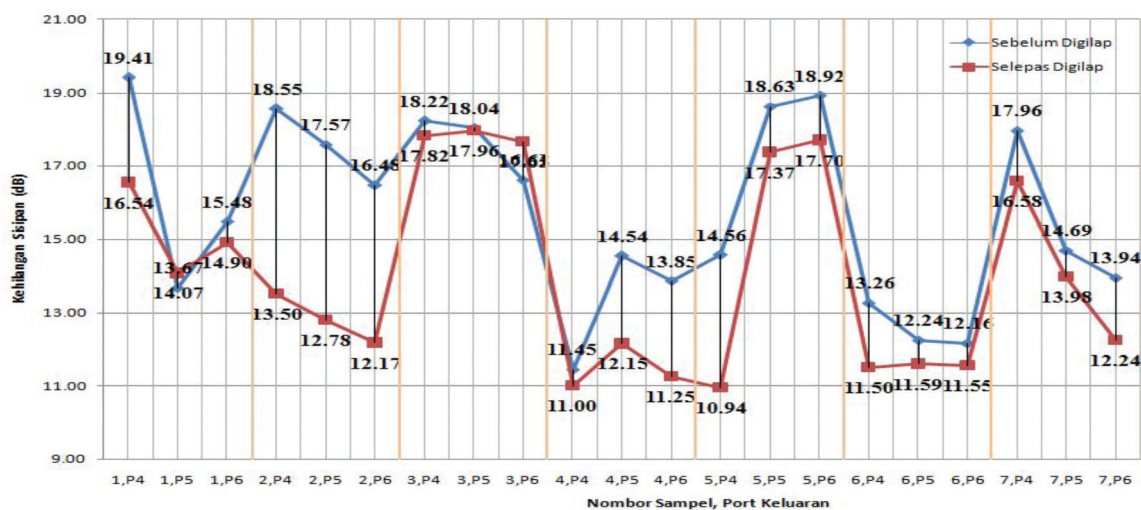
RAJAH 6. Hilangan lebih bagi pincangan songsang

Kehilangan lain yang dikira adalah hilangan sisipan. Hilangan sisipan merujuk kepada hilangan yang disebabkan oleh wujudnya sejenis komponen pada gentian fiber. Rajah 7 menunjukkan hilangan sisipan bagi pincangan ke hadapan dan Rajah 8 menunjukkan hilangan sisipan bagi pincangan songsang. Nilai kehilangan sisipan ini mempunyai purata sekitar 14 hingga 16 dB dan ini juga boleh dianggap besar berbanding nilai kehilangan POF sekitar 1 dB/m.

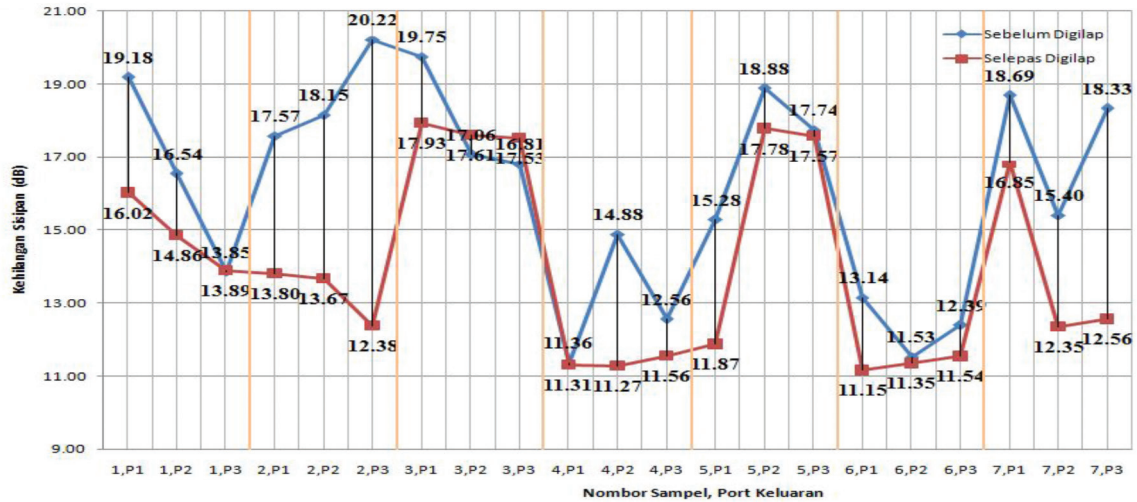
Perbezaan hilangan antara Generasi 1 (sampel 1 hingga 3) dan Generasi 2 (sampel 4 hingga 7) mempunyai perbezaan yang agak ketara. Ini mungkin disebabkan oleh proses pelakuran dengan struktur asas teras POF berubah secara mendadak dan menyebabkan ketidaksempurnaan pada strukturnya. Pengecilan diameter POF secara dramatik ini telah membawa kepada perubahan ciri optikalnya termasuklah nilai apertur berangka dan sudut kritikal bagi cahaya terus. Selain itu, daya tarikan dan pintalan

semasa proses pelakuran memainkan peranan yang penting dalam memberi kesan pada hilangan. Daya yang terlalu kuat akan menyebabkan struktur teras POF akan rosak dan menyebabkan hilangan yang tinggi. Daya yang terlalu kecil akan menyebabkan ketiga-tiga lembar POF tidak terpintal dan terlakur dengan sempurna dan juga menyebabkan kehilangan.

Bagi sampel untuk generasi pertama (sampel bernombor 1 hingga 3), proses terikan dan pintalan dilakukan beberapa kali yang menyebabkan kawasan menirus dan terpintal adalah cukup panjang dan banyak. Panjang kawasan tirus yang dihasilkan ialah menghampiri 8 hingga 10 cm dengan kawasan terpintal sebanyak 10 hingga 20 kali pintalan. Manakala untuk generasi kedua (sampel bernombor 4 hingga 7) pula, proses terikan dijalankan lebih kerap daripada proses pintalan itu sendiri yang menyebabkan penghasilan kawasan menirus adalah lebih pendek dengan jumlah pintalan yang lebih sedikit. Kawasan menirus untuk



RAJAH 7. Hilangan sisipan bagi pincangan ke hadapan



RAJAH 8. Hilangan sisipan bagi pincangan songsang

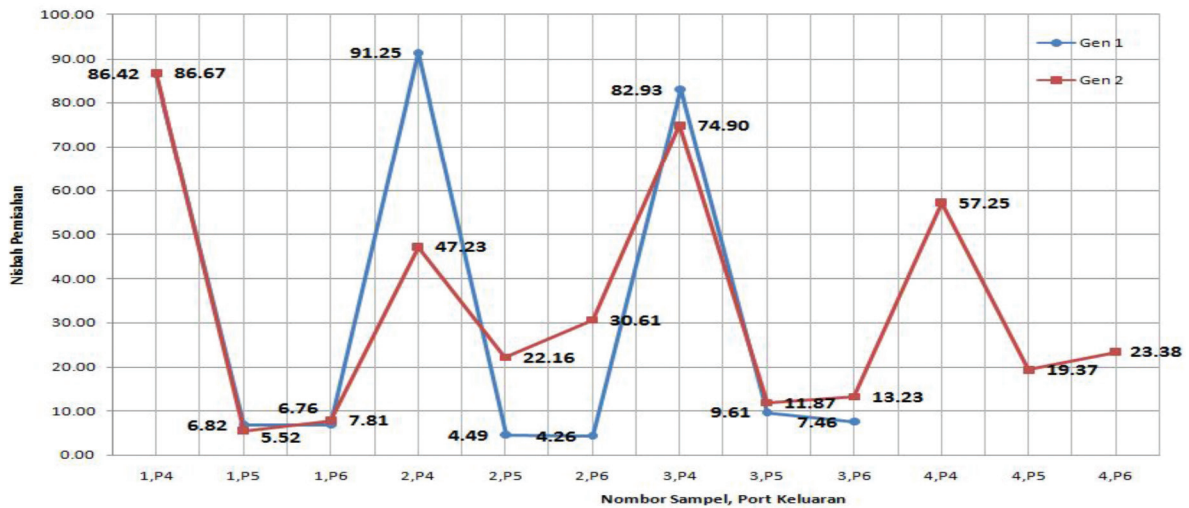
generasi kedua ialah kurang daripada 6 cm dengan jumlah pintalan adalah antara 2 hingga 8 kali pintalan sahaja.

Selain kehilangan, nisbah pemisahan bagi pencerai POF ini juga dikira. Secara idealnya, nisbah pemisahan bagi pencerai optik ini adalah pada kadar 33:33:33 dengan cahaya isyarat optik ini tercerai secara sekata bagi setiap keluaran. Rajah 9 dan 10 masing-masing menunjukkan nisbah pemisahan bagi pincangan ke hadapan dan pincangan songsang, dengan garisan kuning merujuk kepada garisan ideal. Berdasarkan kepada graf, boleh dilihat nisbah ini tersasar daripada nisbah pemisahan ideal. Ini menunjukkan proses pintalan dan pelakuran yang dibuat tidak memenuhi sepenuhnya kriteria bagi pencerai POF melakukan pencerai secara efisien. Pencerai POF hanya terlakur secara separa menyebabkan cahaya yang lalu tidak dapat diceraikan secara sekata bagi setiap keluaran.

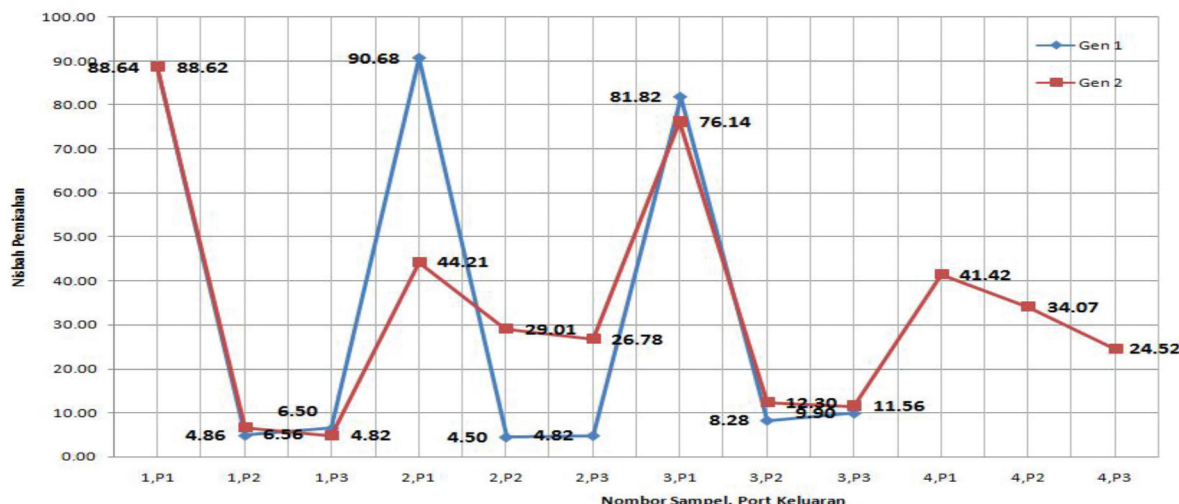
Salah satu uji kaji yang penting yang dilakukan ialah uji kaji suhu. Penggunaan POF dalam bidang automotif

memerlukan pencerai POF ini menampung suhu yang tinggi. Oleh itu, uji kaji dilakukan bagi melihat prestasi pencerai POF pada suhu yang berbeza-beza. Graf yang terhasil menunjukkan nilai hilangan bagi kedua-dua pincangan ke hadapan dan pincangan songsang. Satu garisan lurus dilukis bagi melihat nilai kecerunan graf tersebut.

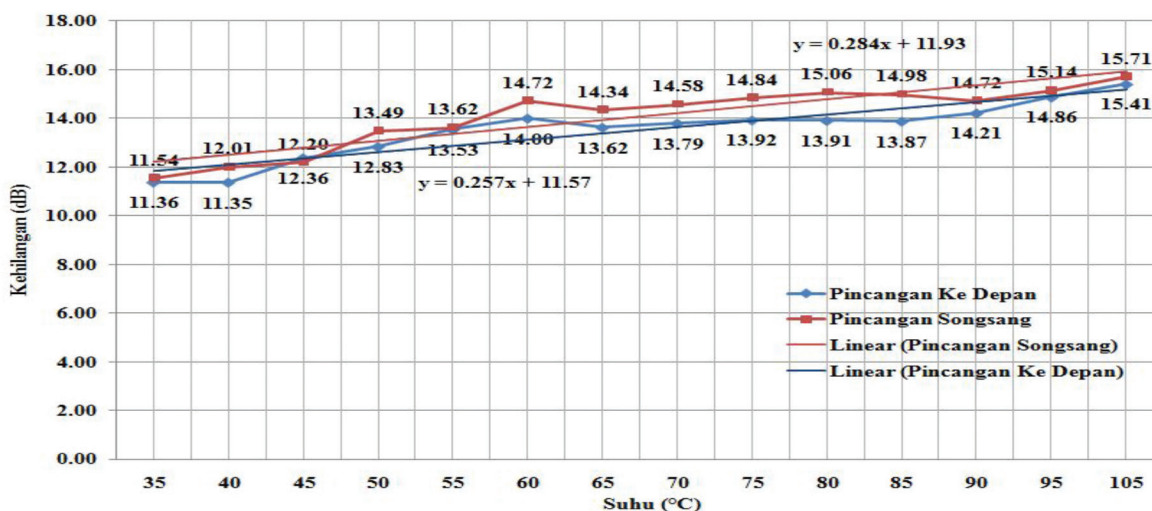
Berdasarkan graf, terdapat peningkatan dalam hilangan yang dialami oleh pencerai POF bagi suhu yang makin meningkat. Walau bagaimanapun peningkatan ini masih kecil walaupun pada suhu maksimum yang dibenarkan bagi POF iaitu pada suhu 85°C. Pencerai POF ini menunjukkan hilangan yang tidak banyak beza walaupun pada suhu melebihi 85°C sehingga suhu mencapai 105°C. Daripada garis lurus yang dilukis pada Rajah 11, dapat diperhatikan nilai kecerunan bagi graf ini ialah sebanyak 0.257 dan 0.248 masing-masing untuk pincangan ke hadapan dan pincangan songsang. Ini menunjukkan secara puratanya kehilangan meningkat



RAJAH 9. Nisbah pemisahan bagi pincangan ke hadapan



RAJAH 10. Nisbah pemisahan bagi pincangan songsang



RAJAH 11. Graf uji kaji suhu

sebanyak lebih kurang 25% bagi peningkatan suhu sehingga 105°C.

Di sini boleh dilihat bahawa pencerai POF ini masih boleh digunakan hingga ke suhu 100°C. Tambahan pula pencerai POF yang digunakan sudah dibuang jaketnya menyebabkan pencerai POF ini kurang daya tahan terhadap suhu yang tinggi. Jika pencerai POF ini masih mempunyai jaket yang melindungi struktur terasnya, kemungkinan pencerai POF ini mampu menampung suhu yang lebih tinggi. Daripada uji kaji ini, objektif kajian yang terakhir iaitu pencerai POF yang difabrikasi akan melalui uji kaji suhu bagi melihat prestasi pencerai POF pada suhu yang berbeza telah tercapai.

KESIMPULAN

Berdasarkan kepada objektif kajian kesemuanya berjaya dicapai. Tujuh sampel pencerai POF berjaya difabrikasi

dengan menggunakan teknik lakuran berkos rendah dengan hanya menggunakan alat-alat yang mudah didapati iaitu lilin dan tiub besi. Walau bagaimanapun, berdasarkan pencerian yang dibuat prestasi pencerai POF yang difabrikasi kurang memuaskan. Kehilangan kuasa yang yang dikira memberi nilai yang tinggi dan menunjukkan proses pelakuran kurang memuaskan. Tetapi melihat pada graf perbandingan kehilangan kuasa bagi pencerai POF sebelum dan selepas digilap, kehilangan berkurang dengan agak banyak selepas pencerai POF digilap dengan kertas pasir. Ini menunjukkan bagi setiap pencerai POF yang dilakurkan, pembersihan dengan teliti perlu dilakukan. Bagi uji kaji suhu, pencerai POF masih boleh digunakan walaupun pada suhu yang tinggi sehingga 100°C. Kehilangan yang dicatat menunjukkan peningkatan yang tidak begitu tinggi dan boleh dikurangkan sekiranya pencerai POF mempunyai jaket khas penebat haba. Walau bagaimanapun, prestasi keseluruhan pencerai POF ini perlu

dipertingkatkan sehingga mencapai tahap yang memuaskan sebelum ianya diimplimentasikan dalam industri. Teknik pelakuran juga perlu diperbaiki supaya POF dapat terlakur dengan sempurna bagi mendapatkan pencerai POF yang mempunyai prestasi yang konsisten. Ini kerana dalam kajian ini pencerai POF memberi prestasi yang berbeza-beza dan menyukarkan pencirian dan kesimpulan dibuat.

CADANGAN PENERUSAN

Kajian yang lebih mendalam dalam proses pelakuran perlu dilakukan bagi meningkatkan prestasi pencerai POF supaya nilai kehilangan sedia ada menurun dan peratus kecekapan melebihi 90%. Satu alat yang boleh mengukur daya pintalan dan tarikan yang sekata akan memberikan pencerai POF prestasi yang lebih memuaskan. Cara pemanasan yang dapat memberikan suhu yang tidak begitu tinggi dan sekata sepanjang bahagian tengah POF juga patut diberi perhatian. Selain itu, jaket khas penebat haba bagi pencerai POF boleh dicadangkan untuk direka dan dibangunkan supaya pencerai mempunyai pelindung daripada haba dan ini boleh mengurangkan kehilangan yang dihadapi oleh pencerai POF.

RUJUKAN

- Ab-Rahman, M.S., Guna, H., Harun, M.H. & Jumari, K. 2010. Fabrication and characterization of hand-made 1x12 splitter based on polymer optical fiber made of polymethyl methacrylate. *Sains Malaysiana* 39(3): 459-466.
- Ab-Rahman, M.S., Muhammad, H.G.S., Muhammad, H.H., Saiful, D.Z. & Kasmiran, J. 2008. Home-made optical 1x12 fused-taper-twisted polymer optical fiber splitters for small world communication. *Journal of Applied Science Research* 4(12): 1450-1459.
- Appajaiah, A. 2004. Climatic stability of polymer optical fibers (POF). Disertasi Ph.D. Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Potsdam University (tidak diterbitkan).
- Grzempa, A. 2008. *MOST: The Automotive Multimedia Network*. German: Franzis.
- Im, S.H., Suh, D.J., Park, O.O., Cho, H., Choi, J.S., Park, J.K. & Hwang, J.T. 2002. Fabrication of a graded-index polymer optical fiber preform by using a centrifugal force. *Korean Journal of Chemical Engineering* 19(3): 505-509.
- Kuzyk, M.G. 2007. *Polymer Fiber Optics: Materials, Physics, and Applications*. Boca Raton, USA: Taylor & Francis Group.
- Mohd Syuhaimi Ab-Rahman, Hadi, G., Mohd, H.H. & Kasmiran, J. 2009. Cost-effective fabrication of selfmade 1x12 polymer optical fiber-based optical splitters for automotive application. *American Journal of Engineering & Applied Science* 2: 252-259.
- O'Gorman, M., Scholles, M. & Faller, J. 2010. Simply POF: High-end connectivity with plastic optical fiber. <http://www.firecomms.com/about-tech-papers.html>. Accessed on 5 October 2010.
- Zieamann, O., Krauser, J., Zamzow, P.E. & Daum, W. 2008. *POF Handbook: Optical Short Range Transmission Systems*. Ed. Ke-2. Berlin, Germany: Springer.
- Mohammad Syuhaimi Ab-Rahman*, Latifah Sarah Supian & Hadi Guna
Department of Electrical, Electronics & System Engineering
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor
Malaysia
- Latifah Sarah Supian
Department of Electrical & Electronics Engineering
Universiti Pertahanan Nasional Malaysia, Kem Sungai Besi
57000 Kuala Lumpur
Malaysia
- Afiq Hipni, Nik Nur Syahirah Mohammad & I-Shyan Hwang
Department of Civil & Structural Engineering
Faculty of Engineering & Built Environment
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: syuhaimi@ukm.edu.my

Diserahkan: 26 Disember 2012

Diterima: 9 April 2014