

SERAT INSULATOR PANAS RAMAH LINGKUNGAN BERBAHAN DASAR RECYCLED POLYPROPYLENE DARI LIMBAH TUTUP BOTOL AIR MINERAL

ECO-FRIENDLY INSULATOR POLYPROPYLENE FIBER FROM MINERAL WATER BOTTLE CAP WASTE

A S Soekoco
Teknik Tekstil, Politeknik STTT Bandung
E-mail: asrilsenoaji@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim dunia yang dipicu oleh gas rumah kaca telah mengakibatkan terjadinya peningkatan temperatur di permukaan Bumi. Hal ini akan berdampak terhadap penurunan kenyamanan bangunan sehingga untuk menyiasati hal ini digunakanlah serat *insulator* panas yang umumnya terbuat dari *glass wool* ataupun *polyester*. Limbah tutup botol air mineral yang berbahan dasar *polypropylene* yang diproses melalui metode *melt spinning* memiliki potensi sebagai bahan alternatif serat *insulator* panas. Penggunaan serat *insulator* panas berbahan *recycled polypropylene* pada temperatur 50 ° C dapat menurunkan temperatur hingga 25.4% . Penurunan temperatur dari penggunaan serat *insulator* berbahan *recycled polypropylene* masih lebih rendah dibandingkan serat *insulator* panas berbahan *polyester* dan *glass wool*. Kemampuan insulasi panas serat *recycled polypropylene* dapat ditingkatkan melalui proses *texturizing* sehingga gumpalan serat yang dibuat lapisan memiliki struktur lebih ruia yang dapat ditempati oleh udara yang juga merupakan *insulator* panas yang baik.

Abstract

Greenhouse gases are efecting global climate change makes increment of earth surface temperature. This condition is infuencing to decrease of building comfortability, glass wool or polyester fiber is needed to overcome this situation. Recycled polypropylene fiber which produced through melt spinning from bottle cap waste of mineral water has a great alternative as thermal insulator fiber. Application of thermal insulator fiber from bottle cap waste can reduce the temperature up to 25.4%, this result is still lower than common thermal insulator fiber made from polyester and glass wool. Thermal insulation of recycled polypropylene can be improved by texturizing process in order to create bulky structure in fibers flock that would be filled by air which is also great thermal insulator.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi membawa dampak positif sekaligus dampak negatif bagi kehidupan manusia dan lingkungan hidup, salah satu dari dampak negatif yang ditimbulkan adalah pemanasan global akibat efek gas rumah kaca seperti CO₂. [1] kandungan gas CO₂ di atmosfer setiap tahunnya terus meningkat sekitar 0.45%/tahun. Hal ini akan berdampak terhadap peningkatan temperatur permukaan bumi karena sifat dari gas CO₂ yang menangkap radiasi gelombang infra merah yang dipancarkan oleh matahari. Peningkatan temperatur ini dapat memicu ketidaknyamanan karena temperatur lingkungan menjadi lebih panas. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah penggunaan serat *insulator* panas pada bagian atap bangunan.

Pada masa sekarang ini terdapat berbagai serat *insulator* panas yang digunakan untuk mengurangi peningkatan temperatur ruangan yang diakibatkan oleh pancaran sinar matahari, beberapa contoh serat *insulator* panas tersebut adalah *polyester* dan *glass wool*. Proses pembuatan serat *insulator* panas berbahan *polyester* kurang ramah lingkungan, hal ini disebabkan karena material *polyester* ini berasal dari minyak bumi yang disebutkan pada tahun 2014 lalu persediaannya hanya cukup untuk penggunaan selama 53.3 tahun lagi [2] penggunaannya haruslah dilakukan secara bijaksana. Proses pembuatan *glass wool* pun dinilai kurang ramah lingkungan, hal ini disebabkan pada saat manufaktur serat gelas dibutuhkan energi yang relatif tinggi untuk mencapai temperatur 1500-1700 °C [3]. Pada kondisi ini dibutuhkan solusi berupa serat *insulator* panas yang lebih ramah lingkungan baik

dengan menggunakan bahan berkelanjutan yang dapat diperbaharui, proses manufaktur dengan penggunaan energi serendah mungkin atau menggunakan material limbah yang dapat memperlambat pengurangan cadangan minyak bumi dan limbah yang ditimbulkan. Salah satu material yang memiliki potensi sebagai bahan utama serat *insulator* panas adalah *recycled polypropylene* dari limbah tutup botol air mineral.

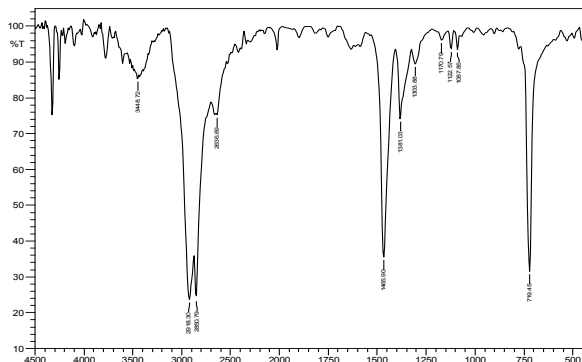
Material *polypropylene* memiliki sifat yang cukup menarik sebagai salah satu alternatif serat *insulator* panas. Material *polypropylene* memiliki temperatur leleh yang relatif rendah, yaitu berada dalam range 130 – 171 °C [4], hal ini menyebabkan energi yang dibutuhkan dalam proses manufaktur material *polypropylene* lebih rendah dibandingkan dengan proses manufaktur material *polyester* yang memiliki temperatur leleh 260 °C [5] dan terlebih lagi *glass wool* yang memiliki temperatur leleh lebih tinggi. Material *polypropylene* memiliki thermal conductivity yang lebih rendah dengan material wool, hal ini mengakibatkan proses perpindahan panas lebih lambat. Penggunaan material *recycled polypropylene* sebagai bahan utama serat *insulator* panas melalui metoda *melt spinning* diharapkan dapat menjawab berbagai masalah yang dihadapi saat ini.

BAHAN DAN METODE

Bahan

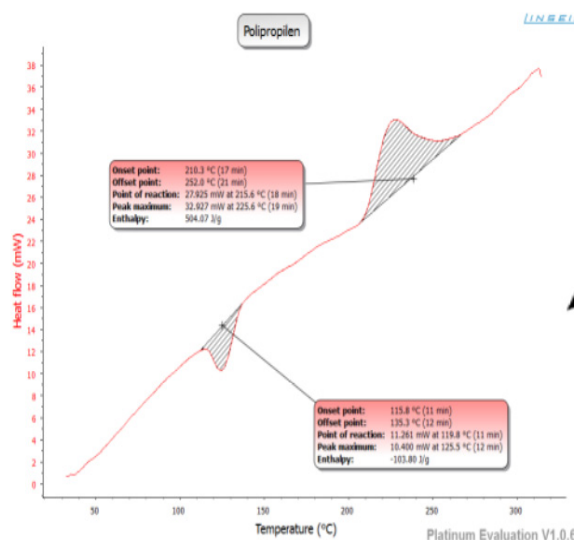
Bahan *polypropylene* yang digunakan pada penelitian ini berasal hanya dari satu jenis merk air mineral saja untuk meminimasi potensi perbedaan komposisi kimia. Merk air mineral ditetapkan yang relatif mudah ditemui di pasaran agar tidak sulit dalam pengadaannya. Tutup botol air mineral dibersihkan dari kotoran dan kemudian dipotong-potong hingga membentuk *flakes* dengan dimensi tertentu. Untuk mengkonfirmasi material *polypropylene* waste maka dilakukanlah pengujian FTIR dengan menggunakan FTIR Shimadzu. Hasil pengujian FTIR dari *polypropylene* waste menunjukkan penyerapan yang tinggi pada panjang

gelombang 1087, 1465, 1381, 2850 & 2918 cm [6], *spectrum* FTIR hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.

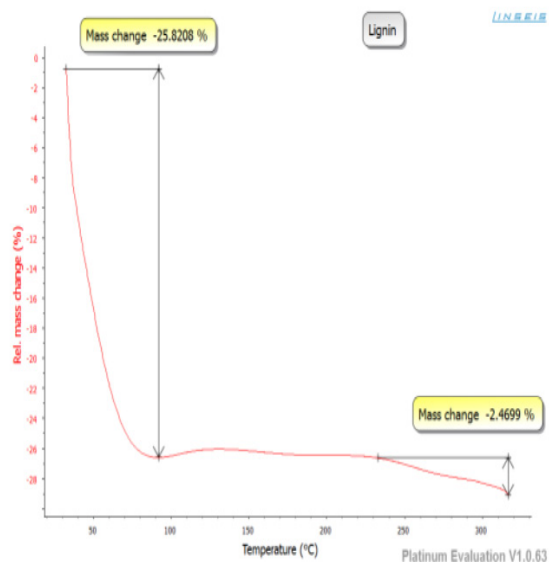


Gambar 1. *Polypropylene* waste FTIR spectra

Untuk mengetahui secara akurat temperatur proses yang dapat diaplikasikan pada material *polypropylene* waste ini dilakukanlah thermal analysis berupa *differential scanning calorimetry* (DSC) dan *thermogravimetric analysis* (TGA) menggunakan peralatan *LINSEIS STA Platinum Series*. Pelaksanaan pengujian thermal analysis dilakukan dengan *heating rate* 10 °C /min hingga mencapai temperatur 310 °C dan berat material yang diuji sebesar 1.8 ± 0.5 mg. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa temperatur leleh dari *polypropylene* waste tersebut berkisar pada temperatur 125 c.



Gambar 2. *Polypropylene* waste DSC analysis



Gambar 3. *Polypropylene waste* TGA analysis

Metode

Proses pembuatan serat *insulator* dengan material *polypropylene waste* ini dilakukan dengan metode *melt spinning*. Mesin *melt spinning* yang digunakan menggunakan *plunger* dan beban tetap yang akan menekan lelehan *polypropylene* melewati lubang spinneret dengan diameter 5 mm. Proses pemanasan dilakukan dengan menggunakan *heater* yang dikontrol oleh pengatur panas Autonics TZ4M dan Fotek *solid state* reliay dengan arus 40 Ampere. Temperatur proses dilakukan pada temperatur 160 °C dan lelehan *polypropylene* kemudian ditarik dan digulung dengan bantuan sebuah rol yang berputar dengan kisaran 1000 RPM. Lelehan *polypropylene* mengalami pendinginan dengan temperatur 24.5 °C. Serat yang dihasilkan kemudian diukur diameternya dan kemudian diukur kekuatan tarik serat per helai dengan menggunakan metode ASTM 3822 menggunakan peralatan Texteco Favigraph.

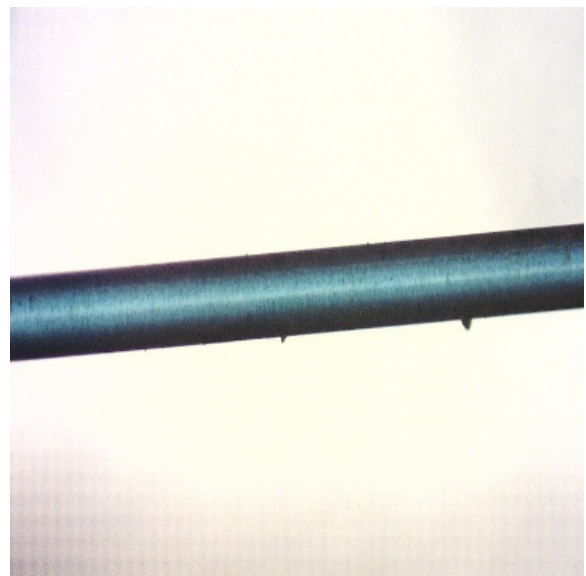
Serat *polypropylene* yang dihasilkan kemudian ditimbang sebanyak 0.5 gram dan ditempatkan diatas *heater* dalam sebuah tabung berdiameter 38 mm dengan tinggi 20 mm, lalu kemudian ditekan dengan beban dengan berat 4 gram. *Heater* diatur pada temperatur 50 °C, 60°C dan 70 °C dengan

durasi 5 menit secara kontinyu. Setelah durasi tercapai maka dilakukan pengukuran temperatur pada permukaan atas beban penekan dengan menggunakan infrared thermometer Krisbow KWO 6-559. Prosedur ini dilakukan berulang untuk jenis serat *insulator polyester* fiber dan *glass wool* agar dapat diketahui perbandingan diantara seluruh jenis serat tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

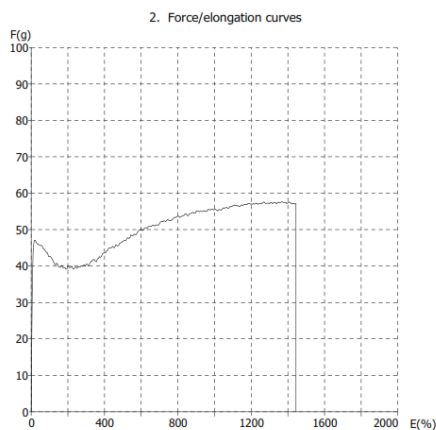
Serat insulator panas

Serat recycled polypropylene yang dihasilkan memiliki diameter 69.94 micrometer, warna serat yang dihasilkan berwarna biru sesuai dengan warna limbah tutup botol yang digunakan sebagai material utama. Permukaan serat yang dihasilkan relatif halus namun terdapat slub yang menempel pada beberapa bagian serat, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Serat recycled polypropylene

Serat recycled polypropylene yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik serat maksimal 57.74 gram dengan mulur 1438.96%. Tingginya mulur dari serat recycled polypropylene yang dihasilkan ini menunjukkan bahwa serat ini dapat kembali diproses lebih lanjut untuk mendapatkan diameter yang lebih kecil. Sifat mekanik dari serat recycled polypropylene ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik kekuatan tarik dan mulur serat *recycled polypropylene*

Insulasi panas serat polypropylene

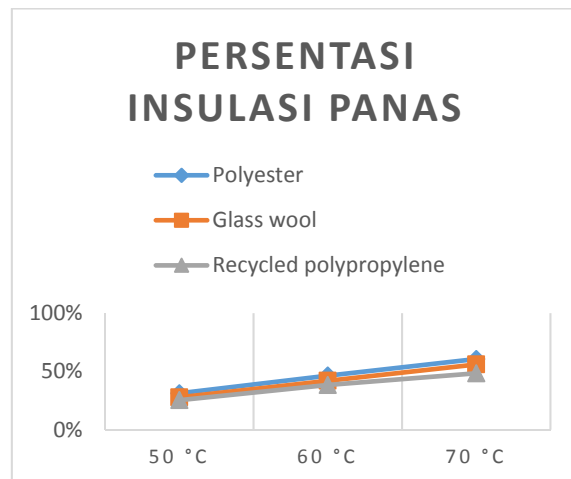
Berdasarkan hasil pengujian insulasi panas diketahui bahwa serat insulator panas dari material *recycled polypropylene* belum dapat mengungguli serat insulator panas yang berasal dari material polyester dan glass wool. Pada temperatur sumber panas 50 °C, serat insulator panas dari material polyester dapat menurunkan panas hingga 15.6 °C dan serat insulator panas dari glass wool dapat menurunkan panas hingga 13.9 °C, sedangkan serat insulator panas dari material *recycled polypropylene* hanya dapat menurunkan panas hingga 12.7 °C, hasil pengujian insulasi panas lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penurunan temperatur hasil penggunaan serat insulator

Material Serat	Temperatur Sumber Panas		
	50 °C	60 °C	70 °C
<i>Polyester</i>	15.6 °C	23.2 °C	30.3 °C
<i>Glass wool</i>	13.9 °C	21 °C	28 °C
<i>Recycled polypropylene</i>	12.7 °C	19.2 °C	24.2 °C

Data hasil pengujian menunjukan terjadi peningkatan insulasi panas seiring dengan peningkatan temperatur sumber panas untuk seluruh jenis serat termasuk serat insulator panas dari material *recycled polypropylene*. Serat insulator panas dari material *recycled polypropylene* pada temperatur sumber panas 50 °C dapat

menurunkan panas hingga 25.4%, pada temperatur sumber panas 60 °C dapat menurunkan panas hingga 38% dan pada temperatur sumber panas 70 °C dapat menurunkan temperatur hingga 48%.



Gambar 6. Grafik presentasi insulasi panas

Untuk meningkatkan kemampuan insulasi panas dari serat *recycled polypropylene* dapat dilakukan salah satu caranya dengan memberikan tekstur serat *polypropylene* yang dihasilkan. Pemberian tekstur pada serat ini ditemukan juga pada serat insulator panas yang berasal dari material polyester sehingga ketika gumpalan serat-serat tersebut dikumpulkan dalam beberapa lapisan akan memiliki struktur yang lebih ru. Struktur ru inilah yang akan ditempati oleh udara yang juga dapat berfungsi sebagai insulator panas.



(a)



(b)

Gambar 7. Bentuk penampang membujur serat *polyester* (a) dan serat *recycled polypropylene* (b)

KESIMPULAN

Limbah tutup botol air mineral yang berasal dari material *polypropylene* dapat digunakan sebagai bahan baku utama serat *insulator* panas. Serat *insulator* panas dari limbah tutup botol air mineral ini lebih ramah lingkungan karena diproses dalam temperatur yang lebih rendah dari serat *insulator* lainnya yang umum ditemukan dipasaran yaitu serat *polyester* dan *glass wool*. Serat *insulator* panas dari material *recycled polypropylene* pada temperatur sumber panas 50 °C dapat menurunkan panas hingga 25.4% dan pada temperatur sumber panas 70 °C dapat menurunkan temperatur hingga 48%. Tingkat insulasi panas dari serat *recycled polypropylene* dapat ditingkatkan dengan melalui proses *texturizing* agar ketika gumpalan serat ini dibuat lapisan dapat menghasilkan struktur lebih tua yang dapat ditempati oleh udara.

REFERENSI

- Vicky Wong, The greenhouse effect and global warming, The Royal Society of Chemistry journals, RSC- Burlington House, London W1J 0BA.
- Matt DiLallo, The Motley Fool, 2014, [usatoday.com/story/money/business/2014/06/28/the-world-was-533-years-of-oil-left/11528999](https://www.usatoday.com/story/money/business/2014/06/28/the-world-was-533-years-of-oil-left/11528999)
- Wool Fiberglass Insulation Manufacturing Industry: Background Information For Proposed Standards, EPA-450/3-83-022a, U. S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, December 1983.
- Maier, Clive; Calafut, Teresa (1998). Polypropylene: the definitive user's guide and databook. William Andrew. p. 14. ISBN 978-1-884207-58-7
- A.K. van der Vegt & L.E. Govaert, Polymeren, van keten tot kunstof, ISBN 90-407-2388-5