



Submitted : 31 Mei 2018

Revised : 11 Oktober 2018

Accepted : 10 November 2018

PENGARUH SUHU PROSES CETAK TERHADAP KEKUATAN PANEL BACKSPASH DARI PEMANFAATAN BOTOL PET BEKAS

Gema Fitriyano^{1*}, Susanty¹, Muhammad Reza Huseini¹, Naazilatul Luthfiah Al'aizzah

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta 10510

*Email : gema.fitriyano@ftumj.ac.id

Abstrak

Saat ini penggunaan botol plastik berbahan polietilena tereftalat atau lebih dikenal dengan PET sangat populer karena memudahkan perusahaan minuman siap saji untuk mengemas produknya, sebagian besar botol PET diimpor untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia. Keberadaan limbah botol PET bekas pakai dalam jumlah besar adalah dampak dari hasil konsumsi masyarakat yang sebenarnya merupakan potensi untuk dimanfaatkan di Indonesia, akan tetapi potensi ini baru dapat dimanfaatkan pada kegiatan membersihkan dan mencacahnya menjadi pellet plastik PET yang kemudian dijual kembali ke luar negeri untuk diproses menjadi botol daur ulang atau produk lainnya. Hal tersebut dikarenakan tidak tersedianya teknologi yang dapat membantu pengusaha dalam negeri untuk memproses lebih lanjut pellet plastik PET yang sudah dikumpulkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode dalam rekayasa teknologi pemanfaatan limbah botol PET bekas yang akan diubah menjadi panel *back splash*. Percobaan dilakukan menggunakan oven dengan variasi suhu proses pelelehan pada 280, 290, 300, 310, 320 °C masing-masing selama 50 menit dengan analisis yang dilakukan yaitu *bending strength test* untuk mengetahui kekuatan dari panel *back splash* yang dihasilkan. Kondisi optimum adalah pada suhu 280 °C karena produk panel memiliki nilai *bending strength* sebesar 8,53 N/mm².

Kata Kunci: Panel *back splash*, Pemanfaatan botol bekas, Polietilena tereftalat

Abstract

Currently the use of plastic bottles made from polyethylene terephthalate or better known as PET is very popular because it allows fast-food beverage companies to package their products easily, the majority of PET bottles are imported to meet demand in Indonesia. The existence of waste used PET bottles in large numbers as impact of the actual results of public consumption is the potential to be used in Indonesia, but this potential can only be used in cleaning and chopping into PET plastic pellets which are then sold back abroad to be processed into recycled bottles or other products. This is due to the unavailability of technology that can help domestic entrepreneurs to further process the PET plastic pellets that have been collected. This study aims to develop methods in engineering technology waste utilization of used PET bottles which will be transformed into a *back splash* panel. The experiments were carried out by using the oven with heating process at 280, 290, 300, 310, 320 °C each for 50 minutes with the analysis of the *bending strength test* to determine the strength of the *back splash* panel product. The optimum condition is at 280 °C because the panel product has a *bending strength* value of 8.53 N / mm².

Keywords: *Back splash* panel, Bottle waste utilization, PET

1. PENDAHULUAN

Dengan jumlah yang sangat banyak, limbah botol PET bekas dapat menjadi sebuah potensi yang sangat besar bagi industri di Indonesia. Akan tetapi potensi tersebut baru dapat dimanfaatkan sampai tahap proses pembersihan dan pencacahan menjadi pellet plastik PET yang kemudian dijual kembali ke luar negeri untuk diproses menjadi botol daur ulang atau produk lainnya.

Konsep penggunaan kembali (*reuse*) tidak dapat diaplikasikan karena botol PET adalah kemasan sekali pakai, sehingga tidak higienis jika ingin langsung digunakan kembali. Konsep yang dapat dilakukan adalah daur ulang (*recycle*), dimana limbah botol PET bekas dapat dicetak kembali dalam bentuk produk botol daur ulang maupun perkakas rumah tangga lainnya.

Saat ini penelitian di Indonesia tentang pemanfaatan botol PET bekas berkuat pada proses *recycle* untuk digunakan sebagai campuran beton, aspal & *paving block*. (Sibuea and Tarigan, 2017)

Karena adanya perbedaan titik lebur antara PET dengan bahan lain pembentuk campuran beton, aspal & *paving block* yang cukup signifikan, maka akan menyebabkan kerusakan terhadap struktur PET. Sehingga konsep pemanfaatan kurang tepat untuk metode tersebut karena PET yang rusak strukturnya malah akan menurunkan performa dari produk.

Sejalan dengan penelitian di Indonesia, peneliti di luar negeri juga melakukan pemanfaatan botol bekas berbahan PET untuk campuran beton, aspal & *paving block*. (Alzuhairi, 2016)

Tapi selain penelitian tersebut ada juga penelitian yang mendalami pemanfaatan PET melalui reaksi kimia, dalam penjelasannya reaksi kimia seperti *methanolysis*, *glycolysis*, *hydrolysis*, *ammonolysis*, *aminolysis* dan metode lainnya memiliki beberapa permasalahan diantaranya waktu reaksi yang cukup panjang, yield rendah, kebutuhan energi tinggi, kondisi operasi yang tidak diinginkan serta polusi dari hasil samping proses. (Al-Sabagh, 2016)

Selain botol daur ulang, plastik PET juga dapat dibentuk menjadi produk perkakas rumah tangga, tentu dengan menambahkan nilai dan fungsi akan membuat harganya lebih tinggi dibandingkan produk botol daur ulang.

Salah satu produk yang dapat dihasilkan dengan nilai tambah yang cukup signifikan adalah panel *back splash*. produk ini merupakan bahan tambahan pada dinding yang terpasang pada bagian dapur, berfungsi untuk mencegah kerusakan dinding yang disebabkan oleh sifat korosi bahan makanan, panas dari peralatan memasak serta dari benturan perkakas yang ada di dapur.

Umumnya *back splash* tersedia dalam berbagai jenis pilihan bahan dasar, yang umum ditemukan diantaranya terbuat dari keramik, kaca, kayu, maupun dari logam besi atau baja.

Pemilihan panel *back splash* untuk dinding dapur biasanya didasarkan pada desain, harga, kekuatan, jenis pemakaian dan kemudahan dalam pemeliharaan.

Panel PET memiliki resistensi terhadap keausan yang sangat baik, koefisien gesekan yang rendah, modulus lentur tinggi, dan voltase dimensional superior menjadikannya bahan serbaguna untuk merancang bagian mekanik dan elektro-mekanis.

Karena PET tidak memiliki porositas garis tengah, kemungkinan penyerapan dan kebocoran cairan hampir dihilangkan. Kelemahannya adalah desain produk panel yang tidak konsisten karena memiliki karakteristik pola seperti batu alam.

Penelitian ini memanfaatkan limbah botol PET bekas yang akan diubah menjadi panel *back splash* dimana percobaan dilakukan menggunakan oven dengan variasi suhu 280, 290, 300, 310, 320 °C masing-masing selama 50 menit dengan analisis yang dilakukan terhadap panel *back splash* yang dihasilkan yaitu kekuatan lekuk (*bending strength test*), struktur gugus fungsi (FTIR) & tampilan permukaan (SEM).

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dibagi dalam beberapa bagian yang diantaranya preparasi bahan baku, pemilihan alat proses peleburan & pencetakan serta prosedur analisis produk yang dijelaskan lebih detail sebagai berikut :

2.1 Bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah botol plastik bekas berbahan PET bening (tanpa pewarna). Preparasi yang dilakukan terhadap bahan diantaranya pemisahan leher, tutup dan stiker label dari botol. Selanjutnya botol dicuci dan dilakukan pencacahan menggunakan gunting hingga berbentuk kotak dengan ukuran luas 1 – 2 cm². Cacahan plastik dikumpulkan sampai 300 gram untuk setiap perlakuan.

Sehingga dibutuhkan total 1500 gram untuk menghasilkan 5 sampel panel *back splash*. Satu botol tanpa tutup, leher dan stiker memiliki massa ± 9 gram. Untuk memenuhi kondisi tersebut maka dibutuhkan sekitar 166 buah.

2.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yang mencakup alat proses dan instrumen analisis dijelaskan sebagai berikut :

- a. Alat proses preparasi & cetak :
 - Oven
 - Loyang aluminium
 - Gunting
 - Sarung tangan tahan panas
 - Gunting penjepit
- b. Instrumen analisis produk diantaranya :
 - *Bending Strength Test Machine*
 - FTIR (*Fourier-Transform Infra Red*)
 - SEM (*Scanning Electron Microscope*)

2.3 Rancangan Penelitian

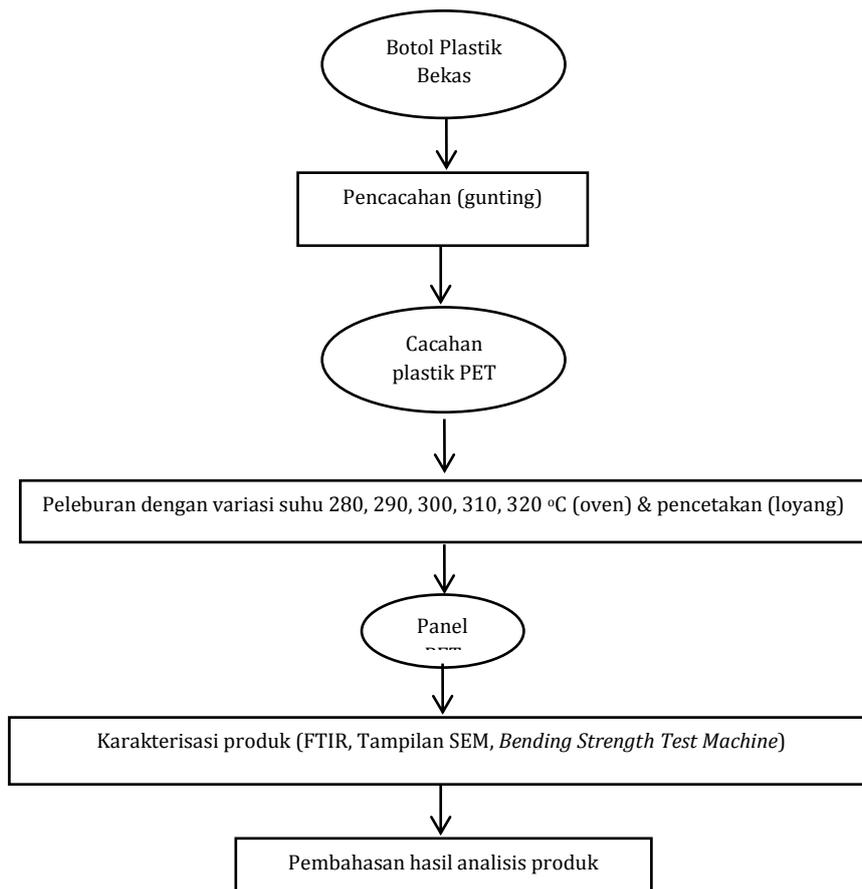
Penelitian ini menggunakan metode pengerjaan yang terdiri dari preparasi bahan, proses pencetakan dan analisis produk. Langkah pertama dilakukan preparasi bahan tanpa perlakuan variasi terhadap ukuran bahan baku, botol PET yang dipilih hanya yang bening tanpa warna. Selanjutnya botol dipotong menggunakan gunting dan diperkecil ukurannya sampai berbentuk potongan kotak kecil sekitar 1 – 2 cm².

Penelitian ini dilakukan dengan keterangan pelaksanaan yang diantaranya variabel yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 3, yaitu :

1. Variabel tetap yang digunakan untuk setiap proses dijelaskan sebagai berikut :
 - Jumlah plastik bekas 300 gram / sampel
 - Waktu peleburan 50 menit

- Tekanan 1 atm
 - Kondisi operasi tanpa pengadukan & tanpa penekanan terhadap bahan selama proses
2. Variable bebas dalam penelitian ini adalah temperatur proses peleburan dengan variasi 280, 290, 300, 310, dan 320 °C
 3. Variable terikat yang dipantau adalah gugus fungsi (FTIR), kekuatan material panel *back splash* (*Bending strength test*) dan tampilan mikroskopis dari permukaan panel (SEM).

Adapun proses utama dalam penelitian ini adalah proses peleburan dan pencetakan yang dilakukan secara bersamaan. Adapun diagram alir proses tersebut ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

2.4 Analisis Produk

Dalam penelitian ini dilakukan karakterisasi terhadap produk panel PET yang didapatkan, fungsinya untuk mengetahui pengaruh dari variasi yang dilakukan terhadap karakteristik masing-masing sampel. Analisis yang dilakukan diantaranya :

a. FTIR

Analisa FTIR dijelaskan dalam langkah – langkah berikut :

- Sampel dihaluskan, diletakkan pada tempat sampel, kemudian dijepit oleh alat FTIR ke arah sinar infra merah
 - Output akan muncul pada layar monitor komputer berupa aluran kurva bilangan gelombang terhadap intensitas sinar berupa grafik spektrum
 - Hasil tersebut diprint out
- b. *Bending Strength Test*
 Prosedur kerja dari alat bending strength test adalah sebagai berikut :

- Aktifkan mesin dengan switch on pada main switch dan set di posisi 1. Tunggu 10 menit sampai alat elektronik stabil. Display akan menunjukkan angka 0. Untuk memulai tes, tekan dengan cepat tombol E. LED 4 akan berkedip dan huruf P akan muncul di layar menandakan bahwa alat siap digunakan.
- Atur jarak support sesuai dengan ukuran tile yang akan di tes. Skala yang ada pada meja kerja menunjukkan jarak center-to-center dari support dalam cm.
- Letakkan tile yang akan di tes di atas support. Periksa apakah sampel berada ditengah-tengah breaking pin dan periksa juga agar breaking cutter paralel dengan kedua support.
- Periksa bleed knob dari hydrolic lift dan pastikan agar berada dalam posisi tertutup (dalam keadaan terputar penuh ke kanan).
- Handel dipasangkan pada dudukannya di hidrolik lift lalu mulailah memompa. Hidrolik akan mengangkat bagian kerja (support dan sampel) hingga menyentuh breaking pin. Tenaga hidrolik lifting akan diteruskan ke breaking pin lalu diteruskan ke instrument load cell hingga layar menunjukkan load value.
- Operasikan *hydrolic lifting* dengan gerakan perlahan dan stabil. Ketika tile sampel patah, harga breaking load dalam kg akan tertera tetap di layar.
- Bila load value maksimum sudah tercapai saat melakukan tes, maka akan keluar suara. Bila hal ini terjadi, hentikan tes untuk mencegah kerusakan load cell. Suara berhenti bila beban sudah dibawah maximum load. Untuk menghilangkan beban, kendurkan breaking knob dari hydrolic lifter. (Catatan : Jangan melakukan beban melebihi kemampuan alat)
- Untuk tes berikutnya, ulangi prosedur dari awal.
- Baca P pada layar display.
- Ukur L, b dan H lalu hitung Bending Strength/Tensile Strength/MOF dengan rumus $MOF = (3 \times P \times L) / (2 \times b \times H^2)$
- Untuk mendapatkan angka yang representatif dari *Bending Strength / Tensile Strength / MOF* biasanya dilakukan percobaan minimal 10 kali atau menggunakan 10 sampel. Hasilnya ditentukan dengan nilai rata-rata, nilai

minimum dan nilai maksimum. (Purnawan, 2013)

c. SEM

Analisa SEM dijelaskan dalam langkah – langkah berikut :

- Spesimen dipasang dengan kuat pada dudukan spesimen SEM menggunakan penjepit mekanik
- Output berupa gambar struktur objek yang sudah diperbesar ditampilkan dalam gradasi gelap terang pada layar monitor CRT (tabung sinar katoda). (Bacher, 2002)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian produk panel back splash hasil dari penelitian ini adalah *bending strength test*, didapatkan hasil perhitungan analisis dari setiap sampel sebagai berikut :

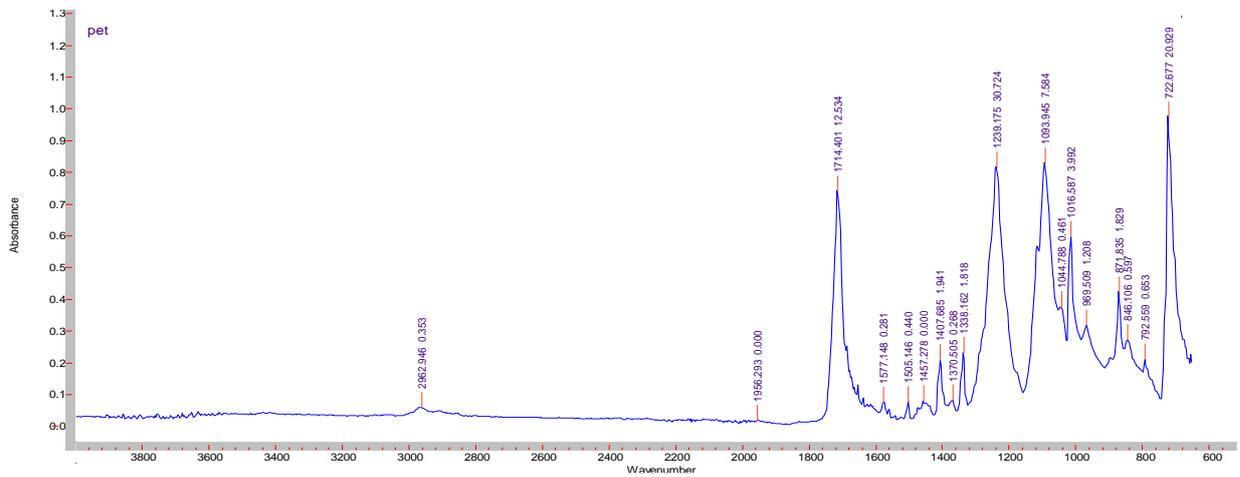
Tabel 1. Hasil *Bending Strength Test*

Variasi Suhu Sampel (°C)	MOF (N/mm ²)
280	8,53
290	6,36
300	4,19
310	4,02
320	3,85

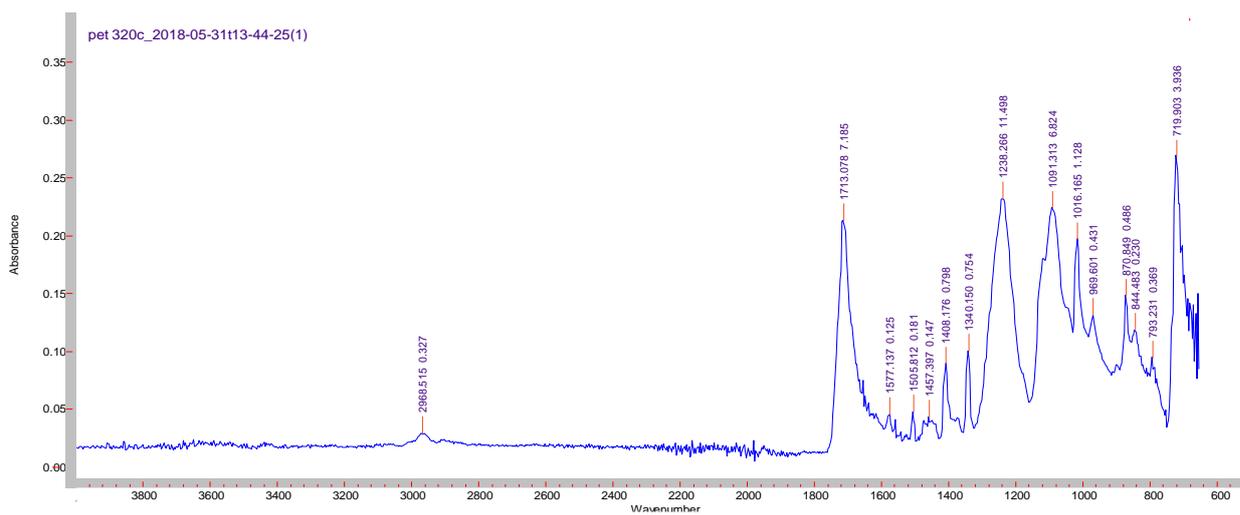
Hasil paling optimum terlihat pada produk dengan suhu proses pencetakan 280°C dikarenakan nilai hasil *bending strength test* yang didapatkan paling tinggi yaitu sebesar 8,53 N/cm². Akan tetapi nilai ini belum mencapai persyaratan untuk setara dengan nilai *bending strength test* dari keramik dinding yang memiliki nilai lebih besar dari 16 N/mm².(Anon, 2007)

Pada sampel dengan suhu cetak di atas 280°C kekuatan panel menurun sehingga mudah mengalami retak atau pecah, hal ini diperlihatkan oleh nilai *bending strength test* yang meurun hingga paling kecil pada 320°C yaitu sebesar 3,85 N/mm². Penurunan nilai *bending strength* dikarenakan terjadi degradasi terhadap struktur PET yang juga mempengaruhi penurunan stabilitas ketahanan produk panel *back splash* terhadap panas.

Pengujian berikutnya dilakukan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR terhadap sampel panel back splash yang dibandingkan dengan botol plastik PET. Hasil dari analisis produk dapat dilihat pada gambar berikut :



(a)



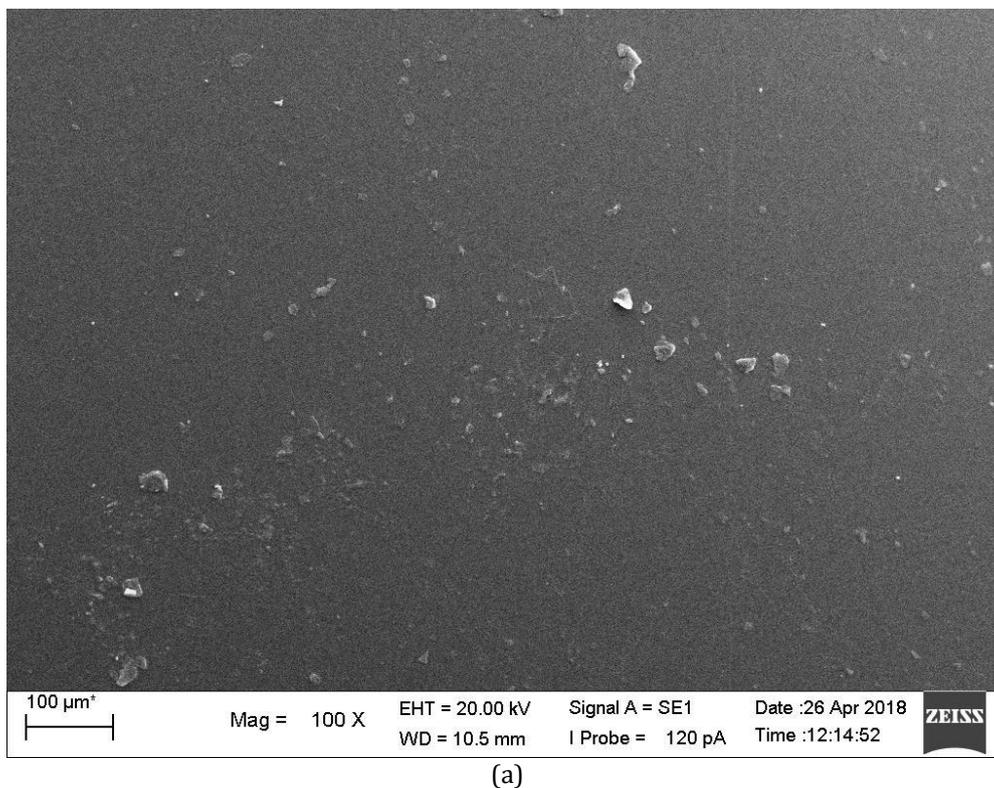
(b)

Gambar 2. Spektrum FTIR: (a) Botol plastik PET ; (b) Sampel panel dengan suhu 320 °C.

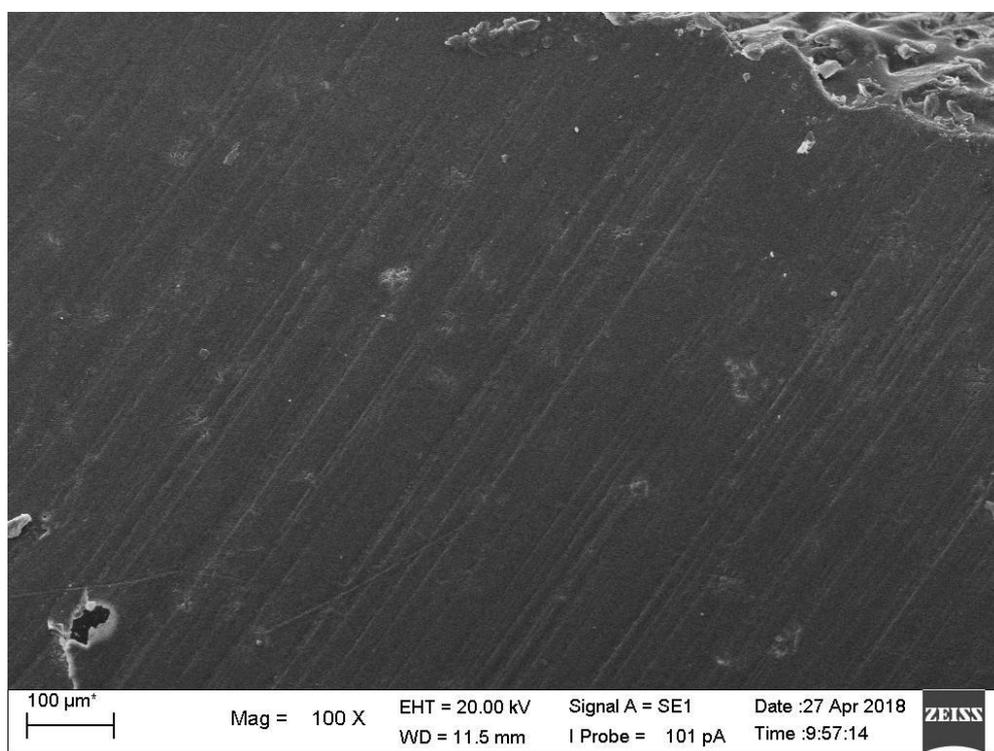
Dari perbandingan kedua spektrum FTIR di atas dapat dilihat bahwa terjadi perubahan gugus fungsi pada sampel panel *back splash* dengan suhu proses 320°C. Ada *noise* pada grafik di area dengan panjang gelombang 3400 sampai 3800 cm^{-1} . Adanya gugus fungsi yang hilang pada panjang gelombang 1956 cm^{-1} , Sehingga data tersebut memperlihatkan bahwa terdeteksi adanya gugus rantai ganda (C=C) yang putus berubah menjadi gugus rantai tunggal (C-H)

dengan jumlah yang sangat sedikit.(Alzuhairi et al., 2016)

Selain itu *noise* juga terjadi pada panjang gelombang 2000 sampai 2200 cm^{-1} hal ini memperlihatkan terjadinya perubahan struktur kimia dari produk panel PET yang berdampak terhadap penurunan kekuatan bahan akibat degradasi gugus fungsi. (Bacher, 2002)



(a)



(b)

Gambar 3. Tampilan SEM: (a) Botol plastik PET ; (b) Sampel panel dengan suhu 280 °C.

Hasil tampilan permukaan botol plastik dan panel back splash menggunakan analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*) diperlihatkan pada gambar 3. Sampel plastik dan panel back splash dilakukan pembesaran tampilan hingga 100X (skala tampilan 100 μm) menunjukkan perbandingan tampilan yang cukup signifikan.

Tampilan permukaan sampel botol plastik lebih halus (gambar 3a) jika dibandingkan tampilan panel back splash, tidak ada lubang dan retakan pada permukaan serta hanya terdapat sejumlah padatan pengotor di atas permukaannya.

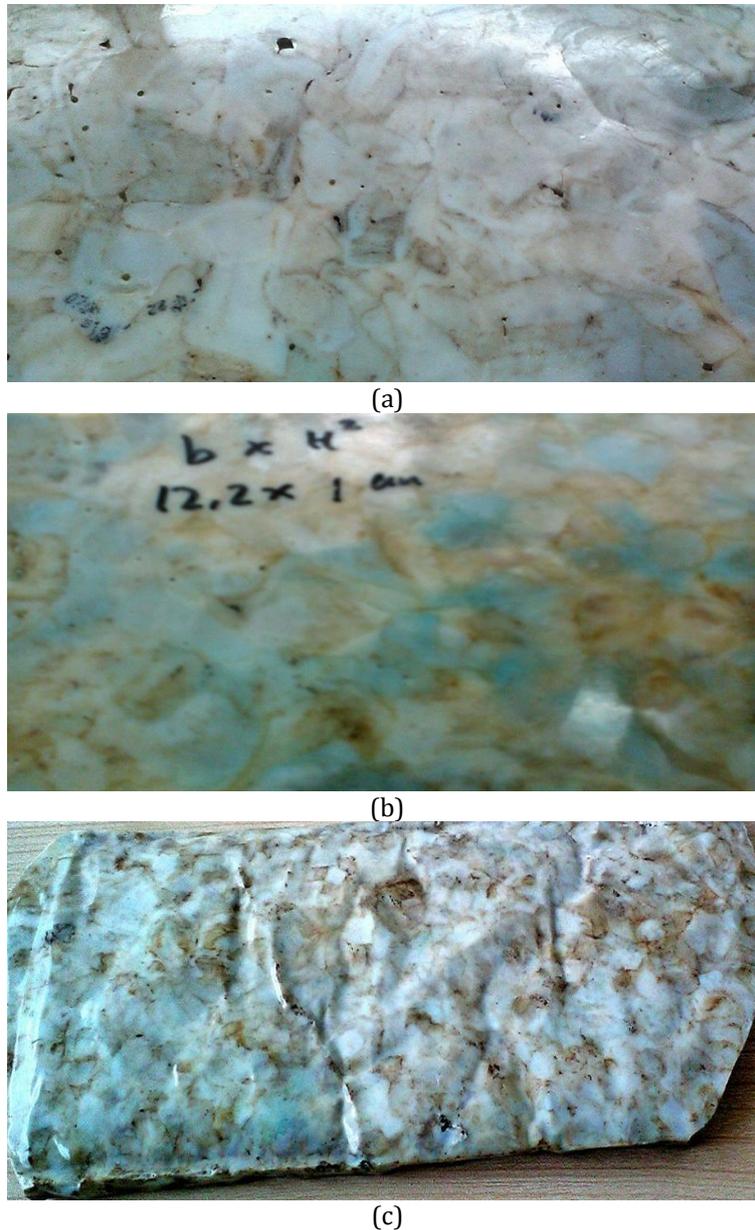
Pada sampel panel *back splash* (gambar 3b) memperlihatkan tampilan permukaan yang tidak

halus karena adanya retak dan lubang dengan ukuran lubang sekitar 25,84 μm hingga 260,6 μm .

Keberadaan lubang dan retakan tersebut yang memberikan dampak penurunan kinerja terhadap kekuatan panel back splash dimana nilai uji bending strength menjadi lebih rendah dibandingkan dengan acuan keramik dinding.

Jika produk panel ini digunakan sebagai kompartemen pada dapur memiliki risiko menyerap air ke dalam dinding, hal ini dikarenakan adanya lubang dan retak sehingga memungkinkan masuknya air ke dalam celah tersebut.

Tampilan produk panel back splash dari suhu 280, 300 dan 320 $^{\circ}\text{C}$ diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 4. Panel *back splash* (a) 280, (b) 300, (c) 320 $^{\circ}\text{C}$

Perubahan tampilan fisik panel back splash terlihat secara signifikan pada gambar 4 dimana pada suhu 320 $^{\circ}\text{C}$ panel mengalami penyusutan ukuran dan memperlihatkan adanya lekukan serta tampilan coklat kehitaman akibat degradasi dari bahan.

Pada produk panel dengan suhu 280 $^{\circ}\text{C}$ kelemahan terdapat pada retak dan celah dipermukaan, sedangkan pada produk panel hasil proses 300 $^{\circ}\text{C}$ terlihat lebih sedikit retak dan lubang akan tetapi

terjadi penyusutan ukuran sehingga menyebabkan turunnya kekuatan panel.

4. KESIMPULAN

Pada Penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yang diantaranya :

1. Kondisi optimum dari penelitian ini didapatkan pada suhu proses 280 $^{\circ}\text{C}$ ditunjukkan dari hasil analisis produk uji *bending strength* sebesar 8,53 N/mm^2

2. Semakin tinggi suhu proses cetak menyebabkan semakin turun kekuatan dari panel karena kenaikan suhu menyebabkan terjadinya dekomposisi terhadap struktur Polietilena tereftalat.
3. Hasil analisis SEM memperlihatkan produk panel back splash memungkinkan adanya akumulasi air atau minyak pada panel, sehingga masih belum dapat langsung digunakan sebagai kompartemen pada dapur.
4. Panel back splash yang didapatkan dari penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu terdapat lubang dan retak yang menyebabkan kekuatan uji bending strength dari produk nilainya lebih rendah dibandingkan nilai yang dimiliki oleh keramik dinding komersil yaitu harus lebih besar dari 16 N/mm².

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM UMJ yang telah menunjang pendanaan pada pelaksanaan penelitian dan publikasi karya ilmiah ini melalui Skema Hibah Penelitian Unggulan Universitas Muhammadiyah Jakarta.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sabagh, A. M., F. Z. Yehia, Gh. Eshaq, A. M. Rabie, and A. E. ElMetwally. 2016. "Greener Routes for Recycling of Polyethylene Terephthalate." *Egyptian Journal of Petroleum* 25:53-64.
- Alzuhairi, Mohammed A.Hussein, Ahmed M. H. Al-Ghaban, and Shams N. Almutalabi. 2016. "Chemical Recycling of Polyethylene Terephthalate (PET) as Additive for Asphalt." *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences* 28(2):675-79.
- Anon. 2007. "Technical Specifications - Wall Tile, Technical Information & Guidelines Indian Council of Ceramic Tiles and Sanitaryware." 1.
- Bacher, A. 2002. "Infrared Spectroscopy Hand Out." P. 3 in. UCLA. Retrieved (<http://www.chem.ucla.edu/~bacher/spectroscopy/IR1.html>).
- Purnawan, Irfan. 2013. *TEKNOLOGI KERAMIK*. Jakarta: Teknik Kimia FT UMJ.
- Sibuea, Arif Frisman and Johannes Tarigan. 2017. "PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK SEBAGAI BAHAN ECO PLAFIE (ECONOMIC PLASTIC FIBER) PAVING BLOCK YANG BERKONSEP RAMAH LINGKUNGAN DENGAN UJI TEKAN, UJI KEJUT DAN SERAPAN AIR." Universitas Sumatera Utara.