

Rancang Bangun Alat Pabrikasi Pelapisan TiO₂ Pada Permukaan Polimer

O. Arutanti, H. Aliah, M.P. Aji, Mora, Masturi, Khairurrijal dan M. Abdullah *

Program Studi Fisika, Fakultas MIPA – Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha No. 10, Bandung – Indonesia

*Email: mikrajuddin@gmail.com

Abstrak. Dalam penelitian ini rancang bangun alat merupakan tahap awal untuk menunjang aplikasi nanomaterial bagi lingkungan. Yaitu penggunaan TiO₂ sebagai katalis untuk dekomposisi zat organik berbahaya dalam air. Ada tiga alat yang dirancang dan dibangun untuk melapiskan TiO₂ pada polimer. Setelah *cylinder milling*, vibrator menggunakan membran, dan yang ketiga *roll laminating*. *Roll laminating* memiliki batang-batang silinder besi yang berfungsi untuk menggiling benang nilon menjadi lembaran tipis dan dilapisi oleh TiO₂. Dengan motor berkecepatan 1740 rpm, alat ini mampu menghasilkan gilingan nilon ± 227cm/menit. Dari variasi suhu yang digunakan dengan menggunakan plat pemanas, menunjukkan bahwa TiO₂ dapat menempel dengan baik pada permukaan nilon pada suhu 60°C. Hal ini ditunjukkan oleh hasil karakterisasi permukaan nilon menggunakan mikroskop dengan 10 perbesaran. Tanpa adanya penggunaan lem sebagai perekat TiO₂ pada permukaan nilon dan dengan suhu pemanasan yang rendah, maka ini menjadi kelebihan tersendiri dari alat ini, dan diharapkan alat ini mampu mensintesis secara lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan alat sebelumnya khususnya untuk pelapisan TiO₂ pada permukaan nilon.

Kata kunci: Fotokatalisis, *Cylinder milling*, tabung getar, *roll hot press*.

PENDAHULUAN

Salah satu penggunaan TiO₂ dalam pemanfaatannya untuk aplikasi lingkungan adalah sebagai katalis dalam penjernihan air limbah dari pengotor organik. Atau yang dikenal sebagai fotokatalisis. Fotokatalisis merupakan suatu proses kimia yang melibatkan penyerapan foton sehingga menghasilkan pasangan elektron dan hole. Hole (positif) dari TiO₂ akan memecah molekul air menjadi gas hidrogen dan radikal hidroksil. Sedangkan elektron (negatif) bereaksi dengan oksigen dari larutan membentuk anion oksida (O₂⁻). Dalam pembentukan anion oksida terjadi pengambilan elektron dari radikal hidroksil (OH⁻) pada molekul air melalui proses oksidasi. Karena kekurangan elektron, radikal hidroksil (OH⁻) berubah menjadi OH radikal dengan energi yang besar yang mengakibatkan OH dapat menarik elektron dari senyawa organik pada air untuk menstabilkan dirinya menjadi OH⁻. Karena adanya pengambilan elektron dari OH⁻, maka senyawa radikal berubah menjadi karbon dioksida (CO₂) [1].

Akan tetapi permasalahan berikutnya adalah bagaimana memisahkan TiO₂ yang terdispersi di dalam air setelah proses penjernihan berlangsung.

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Beberapa diantaranya adalah melapiskan TiO₂ serbuk pada permukaan partikel magnetik sehingga dapat ditarik oleh magnet [2,3]. Adapula yang menggunakan prinsip

koagulasi [4]. Beberapa proses di atas memiliki kelemahan. Partikel magnetik yang akan dilapisi TiO₂ memiliki ρ lebih besar dari ρ air. Ini menyebabkan tenggelamnya TiO₂. Sementara, cahaya tidak dapat masuk ke dalam air yang keruh yang menyebabkan katalis tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya [5].

Pada makalah ini dilaporkan metoda baru tentang pelapisan TiO₂ serbuk pada permukaan material tertentu yang memiliki karakteristik ringan dan transparan contohnya polimer. Ada dua polimer yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya HDPE (*High Density Polyethylene*) yang kemudian diganti menjadi LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan nilon pancing berdiameter 0,25mm. Penelitian yang dilakukan dibagi ke dalam tiga tahap yaitu rancang bangun alat pelapisan TiO₂, Sintesis dan terakhir adalah aplikasi.

Dalam makalah ini yang akan dibahas adalah rancang bangun alat pabrikasi dan pelapisan yang dihasilkan.

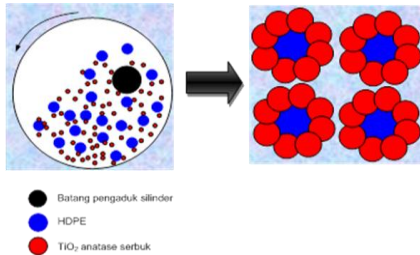
EKSPERIMEN

Ada tiga macam alat yang dirancang untuk melapiskan TiO₂ serbuk pada permukaan polimer.

1. *Cylinder milling*

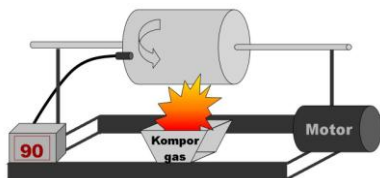
Pada prinsipnya alat ini menggunakan metoda tumbukkan. Gambar 1 panas dan tumbukkan. Gambar 2 dapat dilihat bahwa ketika silinder berputar, maka

akan terjadi tumbukkan antara TiO_2 , HDPE dan batang pengaduk. Serbuk TiO_2 akan dengan mudah menempel pada permukaan HDPE ketika diberikan panas dengan suhu mendekati titik leleh HDPE ($100-110$) $^{\circ}C$.



GAMBAR 1. Prinsip kerja *cylinder milling* [5].

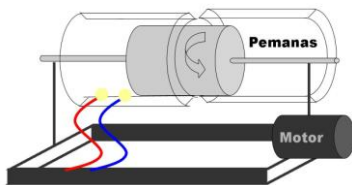
Pada awalnya pemanas yang digunakan bersumber dari api kompor (Gambar 2,3). Akan tetapi pengontrolan suhu sulit dilakukan. Sehingga modifikasi alatpun dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik (Gambar 4,5).



GAMBAR 2. Rancangan alat pelapisan permukaan butiran polimer menggunakan *cylinder milling* pertama.



GAMBAR 3. Rangkaian alat pelapisan permukaan butiran polimer menggunakan *cylinder milling* [6].



GAMBAR 4. Perubahan rancangan alat pelapisan polimer menggunakan *cylinder milling*.

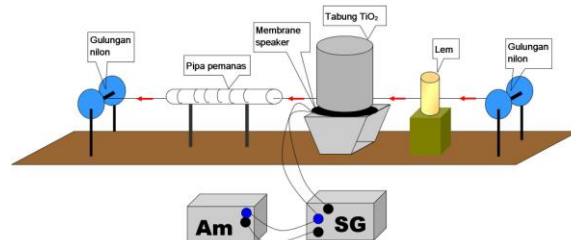
2. Tabung getar

Alat yang ke dua dirancang untuk melapiskan TiO_2 pada permukaan nilon. Pada metoda ini digunakan perekat sebagai perekat. Getaran yang dihasilkan oleh

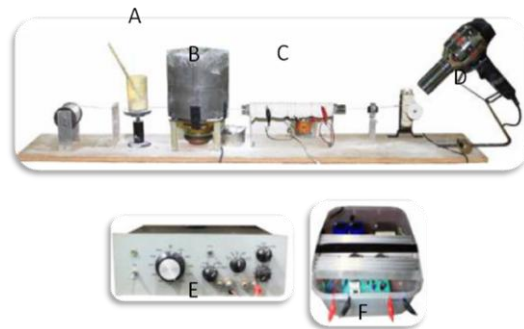
membrane speaker pada tabung TiO_2 menyebabkan TiO_2 dapat dengan mudah merekat pada permukaan nilon yang terlapis perekat. Perekat yang digunakan dalam percobaan ini adalah *polyurethane*. Pipa pemanas disini berfungsi untuk mengeringkan perekat pada permukaan nilon. Suhu pemanasan $105^{\circ}C$ [1]. Gerakan nilon dari awal sampai *roll* berikutnya secara otomatis menggunakan motor DC.



GAMBAR 5. *Cylinder Milling* setelah modifikasi [7].



GAMBAR 6. Rancangan alat pelapisan permukaan nilon menggunakan metoda getaran.

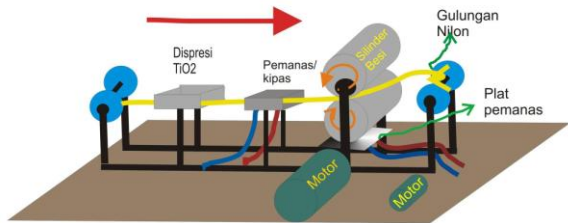


GAMBAR 7. Rangkaian alat pelapisan TiO_2 pada permukaan nilon dengan metoda getar [1].

3. Roll Hot Press

Alat ini rancangan terbaru untuk melapiskan TiO_2 pada permukaan nilon. Dalam pelapisannya tidak diperlukan perekat. Hanya saja TiO_2 yang akan dilapiskan pada permukaan nilon dibuat dalam bentuk dispersi. Setelah nilon dilewatkan pada disperse TiO_2 , lalu dikeringkan pada suhu ruang kemudian dilewatkan pada *roll hot press*. Suhu terbaik yang digunakan untuk melapiskan TiO_2 berkisar $60-70^{\circ}C$. Di atas itu, nilon menjadi mudah putus. Ketika dilewatkan pada alat tersebut, secara morfologi nilon berubah menjadi pipih.

Alat ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan alat sebelumnya. Diantaranya, waktu yang diperlukan untuk mensintesis lebih cepat. Panjang nilon yang dihasilkan tiap menitnya ± 227 cm, selain itu lebar silinder *press* ± 15 cm sehingga dapat digunakan untuk mensintesis 5-10 nilon secara parallel. Kedua, tidak dilibatkannya *polyurethane* sebagai perekat. Terakhir, penggunaan TiO_2 jauh lebih sedikit namun efektif karena tidak banyak TiO_2 yang terbuang.

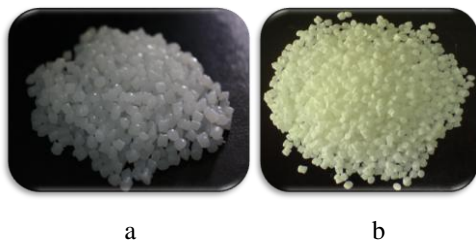


GAMBAR 8. Rancangan alat pelapisan permukaan nilon menggunakan *roll hot press*.

Pada tahap awal dilakukan variasi pemanasan mulai dari 0°C - 90°C .

HASIL DAN DISKUSI

Pelapisan TiO_2 pada permukaan polimer diamati menggunakan *microscope motic*. Gambar 9 menunjukkan perbedaan fisik HDPE sebelum dan setelah dilapisi.



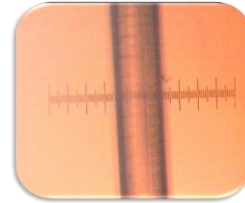
GAMBAR 9. HDPE sebelum (a) dan (b) dilapisi TiO_2 [6]



GAMBAR 10. Permukaan HDPE sebelum (a) dan sesudah (b) dilapisi TiO_2 di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x [6].

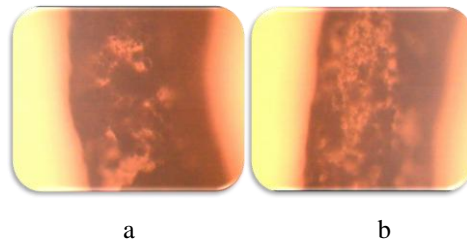
Dengan perbesaran 10x menggunakan mikroskop, dapat dilihat bahwa pemanasan $\leq 110^\circ\text{C}$ menyebabkan

perubahan pada permukaan HDPE dan TiO_2 menempel pada permukaannya.



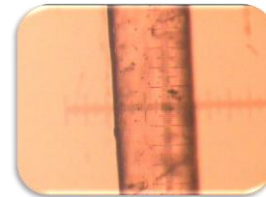
GAMBAR 11. Nilon seblum diberikan perlakuan, di amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x.

Hasil yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 12. Tidak rataanya permukaan nilon bukan diakibatkan oleh pemanasan tinggi atau tumbukkan, akan tetapi karena adanya perekat pada permukaan nilon. Setelah dilakukan pencucian, ternyata masih banyak TiO_2 yang lepas dari permukaan nilon.



GAMBAR 12. Permukaan nilon sebelum (a) dan sesudah (b) dilapisi TiO_2 di bawah mikroskop dengan perbesaran 20x.

Gambar 8 menunjukkan permukaan nilon setelah di *press* pada suhu ruang. Belum terlihat perbedaan yang kuat jika dibandingkan dengan Gambar 11.

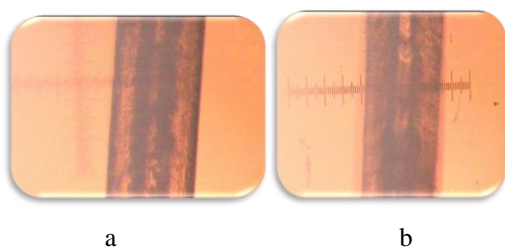


GAMBAR 13. Permukaan nilon setelah dipipihkan pada suhu ruang dan tanpa TiO_2 .

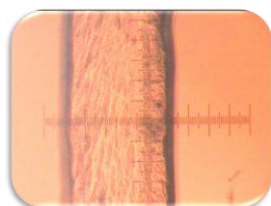
Kemudian nilon dilapisi TiO_2 setelah pengeringan, pada suhu ruang nilon tersebut di *press*. Jika langsung diamati di bawah mikroskop, TiO_2 benar menempel pada permukaan nilon. Akan tetapi pada gambar 14, setelah pencucian dapat dilihat bahwa TiO_2 banyak terlepas dari permukaan nilon.

Pengaruh perubahan suhu dapat dilihat pada gambar 15. Suhu 40°C menyebabkan permukaan nilon menjadi tidak rata. Lalu dilakukan kembali pelapisan TiO_2 sebelum di *press*. Setelah di *press* dapat dilihat pada Gambar 16, bahwa TiO_2 yang menempel pada

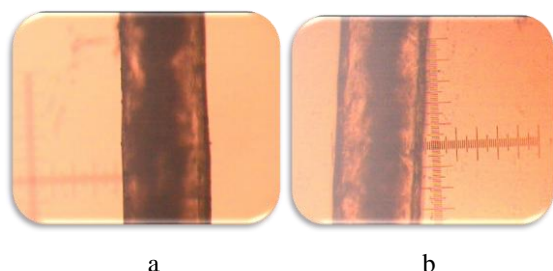
permukaan nilon jauh lebih baik dibandingkan dengan penempelan pada suhu ruang.



GAMBAR 14. Permukaan nilon setelah dilapisi TiO_2 pada suhu ruang, sebelum (a) dan setelah (b) dicuci.

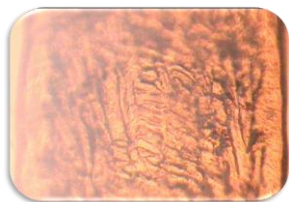


GAMBAR 15. Permukaan nilon setelah dipipihkan pada suhu 40°C .



GAMBAR 16. Permukaan nilon setelah dilapisi TiO_2 pada suhu 40°C , sebelum (a) dan setelah (b) dicuci.

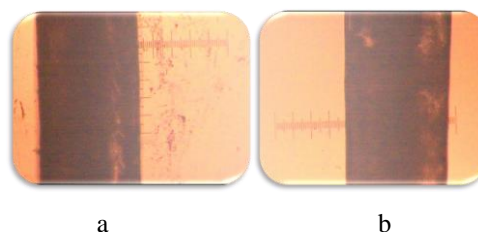
Semakin tinggi suhu, semakin merubah permukaan nilon. Semakin banyak kerutan pada permukaan nilon, menyebabkan nilon tersebut menjadi lebih rapuh. Pemanasan pada suhu 60°C memberikan penampakan permukaan nilon yang berbeda dengan suhu pemanasan sebelumnya.



GAMBAR 17. Permukaan nilon setelah dipipihkan pada suhu 60°C .

Kemudian pelapisan TiO_2 dilakukan kembali sebelum di *press*. Kemudian setelah di *press* pada suhu 60°C , permukaanya diamati kembali menggunakan

mikroskop. Dan hasilnya baik sebelum maupun setelah pencucian tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Artinya, sebagian besar TiO_2 menempel dengan baik pada permukaan nilon.



GAMBAR 18. Permukaan nilon setyelah dilapisi TiO_2 pada suhu 40°C , sebelum (a) dan setelah (b) dicuci.

KESIMPULAN

Ketiga alat yang dirancang berhasil melapiskan TiO_2 pada permukaan polimer. Alat pertama dan kedua telah dibuktikan bahwa hasil pelapisannya tidak mengganggu fungsi kerja TiO_2 sebagai katalis [1,2,8]. Alat ke tiga merupakan pengembangan dari alat-alat sebelumnya diharapkan mampu menghasilkan yang lebih baik dari sebelumnya. Dari optimasi suhu pada alat ketiga didapat bahwa rentang 60°C - 70°C merupakan suhu terbaik untuk melapiskan TiO_2 pada permukaan nilon.

REFERENSI

1. V.A.Isnaini, "Desain Peralatan Baru Untuk Melapiskan Nanopartikel Titanium Dioksida Pada Benang Nilon Dan Aplikasi Benang Hasil Pelapisan Untuk Mendekomposisi Polutan Organik Dalam Air Di Bawah Penyinaran Matahari", M.Si. Thesis, Institut Teknologi Bandung, 2011.
2. Beydoun, B., Amal, R., Low, G K. -C.& McEvoy, S. J. *Phys. Chem. D* **104**, 4387-4396(2000).
3. Watson, S., Beydoun, D. & Amal, R. *J.Photoch. photobio A Chemistry* **148**. 303 (2002).
4. Wang, J.,Lu, Y.,Zhang, L., Jiang, R., Han, G., Liu, B., Wang, D. & Zhang, X. *Environmental Progress & Sustainable Energy* **29**.443(2002).
5. Vandri A.I, O.Arutanti, E.Sustini, H.Aliah, Khairurrijal, and M.Abdullah. *Environmental Progress & Sustainable Energy* ,Vol.00, No.00 DOI 10.1002/ep, 2011.
6. O. Arutanti "Pelapisan permukaan HDPE (High Density Polyethylene) dengan Titanium Dioksida (TiO_2) anatase Menggunakan metode *Cylinder Milling* dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis" S.Si. Bachelor Thesis, Institut Teknologi Bandung, 2010.
7. F. Irma "Pelapisan Nanopartikel TiO_2 pada Bulir Polimer Transparan dan aplikasinya sebagai Fotokatalis dengan Radiasi Matahari" S.Si. Bachelor Thesis, Institut Teknologi Bandung, 2011.