

# Penggunaan Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) Untuk Material Anti Kotor

1<sup>st</sup> Vonny Aulia Alviona  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

vonyaulia@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Mamat Rokhmat  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

mamatrokhmat@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Edy Wibowo  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

edywibowo@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Di Indonesia banyak gedung perkantoran, rumah bertingkat yang mempunyai kaca atau dinding besar. Dengan cuaca tropis Indonesia menyebabkan noda mudah berkembang pada kaca atau dinding. Maka dibutuhkan inovasi dalam pembersihan kaca atau dinding tersebut dengan melapiskan material  $\text{TiO}_2$  pada kaca atau dinding agar kotoran tidak mudah menempel pada kaca (*self-cleaning*). *Self-cleaning* dapat dihasilkan dengan memanfaatkan sifat fotokatalis dari  $\text{TiO}_2$  yang aktif jika terkena cahaya matahari. Pengukuran yang digunakan yaitu pengukuran fotokatalis dan sudut kontak. Pengukuran sudut kontak bertujuan untuk mengetahui sifat *self-cleaning* yang didapat hidrofilik atau hidrofobik. Pelapisan larutan  $\text{TiO}_2$  dan *Aquades* pada substrat kaca dengan ukuran 2 cm x 2 cm dengan tebal kaca 5 mm dilakukan dengan teknik *spray*. Penelitian yang telah dilakukan saat proses fotokatalis mendapatkan komposisi terbaik yaitu komposisi lapisan  $\text{TiO}_2$  sebanyak 6-gram, baik dengan lapisan  $\text{TiO}_2$ -PEG maupun lapisan  $\text{TiO}_2$ -Tanpa PEG. Komposisi  $\text{TiO}_2$  sebanyak 6-gram yang terdegradasi dan menghilangkan pengotor lebih cepat 5 sampai 10 menit dibandingkan komposisi lapisan  $\text{TiO}_2$  sebanyak 2-gram dan 4-gram dengan nilai rata-rata persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* pada permukaan lapisan  $\text{TiO}_2$ -PEG yaitu 37% dan rata-rata intensitas cahaya 99498 lux. Kemudian sifat *self-cleaning* yang didapat merupakan sifat hidrofilik karena memiliki sudut kontak kurang dari  $90^\circ$ .

**Kata kunci**— Fotokatalis, PEG, *Self-Cleaning*,  $\text{TiO}_2$

## I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki iklim tropis yang mengalami dua musim, yaitu musim panas dan musim hujan. Namun, intensitas musim di setiap daerah berbeda [1]. Di Indonesia banyak gedung tinggi, gedung perkantoran, rumah bertingkat yang mempunyai kaca atau dinding besar yang umumnya masih dibersihkan secara manual. Cuaca tropis dapat menyebabkan noda lebih mudah menempel pada kaca atau dinding. Dengan demikian dibutuhkan inovasi dan alternatif dalam pembersihan kaca atau dinding gedung dengan melapiskan material  $\text{TiO}_2$  pada kaca atau dinding agar kotoran tidak mudah menempel pada kaca atau dinding (*self-cleaning*).

Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan semikonduktor yang aktif untuk fotokatalis, saat  $\text{TiO}_2$  terkena cahaya matahari  $\text{TiO}_2$  akan bereaksi menjadi  $\text{TiO}_2$  yang radikal yang dimanfaatkan untuk membersihkan kotoran yang menempel

pada permukaan kaca atau dinding.  $\text{TiO}_2$  biasanya digunakan pada bahan kosmetik, panel surya, dan penjernihan pada air limbah [2]. Pada penelitian ini akan digunakan  $\text{TiO}_2$  bubuk terhadap substrat kaca yang diharapkan kotoran tidak tumbuh dan berkembang pada permukaan substrat kaca. Hal ini dikarenakan setiap kaca yang telah dilapisi  $\text{TiO}_2$  akan menghambat perkembangan kotoran itu sendiri dengan bantuan sinar matahari.  $\text{TiO}_2$  digunakan karena  $\text{TiO}_2$  bersifat fotokatalis, stabil, tidak beracun, dan biaya yang rendah [3]. Anatase merupakan struktur kristal yang stabil saat ukuran partikel kurang dari 11 nm [9].  $\text{TiO}_2$  mempunyai dua sifat yang tergantung pada permukaan material yang dilapisinya, yaitu ada yang menyebabkan munculnya sifat hidrofilik dan ada yang menyebabkan munculnya sifat hidrofobik. Kedua sifat tersebut dapat menjadi *self-cleaning* dengan perbedaan perilaku terhadap air. Agar bisa mencapai *self-cleaning* harus dipastikan bahwa noda yang terdapat pada permukaan lapisan  $\text{TiO}_2$  dapat terdegradasi dengan metode efek fotokatalis.

*Self-cleaning* dapat menjaga permukaan sampel tetap bersih dengan memanfaatkan cahaya matahari atau menggunakan sifat fotokatalis. Selain itu, terdapat penelitian yang telah menggunakan  $\text{TiO}_2$  *self-cleaning* pada kaca yang dilakukan oleh Akbar [5]. Penulis melakukan pengujian dengan menggunakan sifat hidrofilik yang didapat hasil sudut kontak semakin kurangnya kondisi cahaya matahari, semakin besar sudut kontak yang dihasilkan. Namun, untuk pengujian sifat fotokatalis dilakukan dengan tahap pertama pengujian menggunakan lumpur sebagai bahan pengotor dengan berat 0,5-gram dan dijemur langsung di bawah matahari selama 40 jam. Tahap selanjutnya sampel yang sudah dijemur kemudian dicelupkan ke dalam air dan dikeringkan, ditimbang agar mengetahui banyak pengotor yang hilang. Pengujian dengan penyinaran menggunakan lampu UV yang berjarak 5 cm di atas sampel dan disinari selama 40 jam, kemudian sampel dicelupkan ke dalam air. Tahap selanjutnya menggunakan pewarna makanan sebagai pengotor dengan membandingkan nilai transmitansi dan karbonansi sebelum dan sesudah dijemur. Pada ke tiga tahap di atas didapat hasil semakin besar komposisi  $\text{TiO}_2$  yang digunakan maka semakin besar pula persentase hilangnya pengotor pada kaca [5].

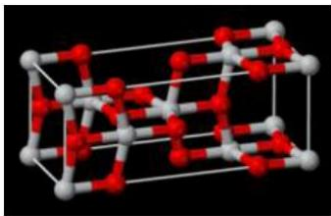
## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>)

TiO<sub>2</sub> adalah material semikonduktor yang dapat diaktifkan dengan cahaya secara kimia. TiO<sub>2</sub> banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam pengolahan air limbah, kosmetik, dan panel surya. TiO<sub>2</sub> dikenal dengan senyawa dioksida yang memiliki keuntungan biaya rendah, ketersediaan komersial dan tidak beracun [1, 2].

TiO<sub>2</sub> memiliki struktur umum, yaitu anatase, brookite, dan rutil. Struktur anatase memiliki fase kristal yang reaktif terhadap cahaya, struktur anatase terbentuk karena pemanasan TiO<sub>2</sub> pada suhu 400<sup>o</sup>C-600<sup>o</sup>C jika pemanasan mencapai 600<sup>o</sup>C-700<sup>o</sup>C, struktur kristal anatase akan bertransformasi menjadi struktur kristal rutil. Anatase merupakan struktur kristal yang stabil saat ukuran partikel kurang dari 11 nm [9].

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan TiO<sub>2</sub> dengan struktur kristal anatase bubuk karena merupakan struktur kristal yang paling sering ditemukan dalam lingkungan sehari-hari, memiliki sifat fotokatalis yang baik karena permukaan yang luas yaitu 16.7 m<sup>2</sup>/g dari pada struktur kristal rutil dan brookite serta merupakan salah satu struktur yang cukup stabil terhadap cahaya. Sifat hidrofilik yang dimiliki oleh TiO<sub>2</sub> dapat diaplikasikan sebagai self-cleaning [2, 3, 5, 10].



GAMBAR 2.1  
Struktur TiO<sub>2</sub> Anatase [11]

### B. Self-Cleaning

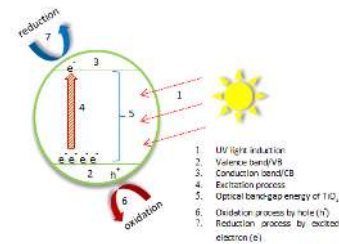
Self-cleaning memiliki dua mekanisme pembersihan yaitu mekanisme dengan air dan tanpa air. Pertama self-cleaning menggunakan air, contohnya daun teratai dan daun talas yang membersihkan diri sendiri dengan cara berinteraksi dengan air dan permukaan daun. Kedua self-cleaning tanpa air, contohnya cicak yang memiliki kaki yang lengket dapat menjaga kebersihan kakinya dengan keunikan kakinya yang memiliki jutaan rambut kecil yang di setiap rambut itu juga mempunyai cabang rambut yang lebih banyak dan lebih kecil, hal ini menyebabkan cicak bisa menempel pada dinding dan mencegah kaki cicak dari kotoran dan debu yang ada pada dinding [12].

TiO<sub>2</sub> mempunyai dua sifat yang tergantung pada permukaan material yang dilapisinya, yaitu ada yang menyebabkan munculnya sifat hidrofilik dan ada yang menyebabkan munculnya sifat hidrofobik. Sifat hidrofilik merupakan sifat yang menyerap air atau sering disebut dengan sifat cinta air. Sifat hidrofilik berguna dalam penjernihan air dan dalam pengurangan noda pada kain dengan menggunakan efek fotokatalis yang secara langsung terkena cahaya matahari [2, 5, 11]. Suatu permukaan akan dikatakan hidrofilik jika mempunyai sudut kontak <90<sup>o</sup>.

Sifat hidrofobik merupakan sifat yang tidak menyerap air atau sering disebut dengan sifat anti air [13]. Sifat hidrofobik seperti tumbuhan talas, saat air menetes pada permukaan daun, air akan terbentuk bola [2, 10]. Suatu material dikatakan bersifat hidrofobik jika memiliki sudut kontak >90<sup>o</sup>.

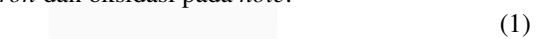
### C. Fotokatalis

Self-Cleaning dapat dihasilkan dengan memanfaatkan sifat fotokatalis dari TiO<sub>2</sub>. Fotokatalis merupakan proses yang dibantu cahaya dan material katalis yang merupakan suatu zat yang dapat mempengaruhi proses laju reaksi tanpa ikut berubah secara kimia. Efek fotokatalis terjadi ketika permukaan TiO<sub>2</sub> menyerap cahaya matahari (sinar UV) yang memiliki energi (*band gap*) sama atau lebih besar dari energi yang dimilikinya yaitu 3.2 eV. Jika sinar UV mengenai permukaan TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> akan aktif dan mampu mendegradasi senyawa organik.

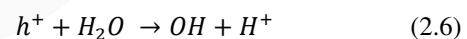
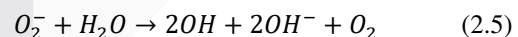


GAMBAR 2.2  
Mekanisme Fotokatalis [14]

Fotokatalis mengalami dua reaksi, yaitu reaksi oksidasi yang terjadi karena adanya *hole* dan reaksi reduksi yang terjadi karena adanya *electron*. Proses oksidasi reduksi terjadi saat semikonduktor TiO<sub>2</sub> disinari cahaya dengan energi yang sama atau melebihi energi *band gap* 3.2 eV. Maka *electron* pada pita valensi akan berpindah ke pita konduksi sehingga adanya *hole* pada pita valensi. Setelah *electron* dan *hole* terpisah, sebagian *electron* dan *hole* akan berinteraksi pada permukaan TiO<sub>2</sub>, hal ini sering disebut efek rekombinasi. Masing-masing akan mengalami proses reduksi pada *electron* dan oksidasi pada *hole*.

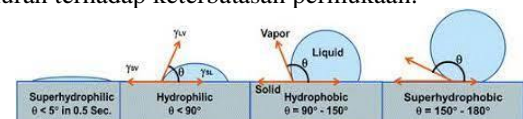


*Hole* akan berinteraksi dengan molekul *aquades* dan membentuk radikal hidroksil oksidatif (OH dan H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>), sedangkan *electron* berinteraksi dengan oksigen (O<sub>2</sub>) sehingga membentuk radikal super oksida O<sub>2</sub><sup>-</sup> [2, 3]



### D. Sudut Kontak

Sudut kontak merupakan sudut yang terbentuk dari sebuah garis singgung terhadap air yang ditetaskan pada permukaan material [13]. Sudut kontak adalah suatu pengukuran terhadap keterbatasan permukaan.



GAMBAR 2.3  
Sudut Kontak [15].

Gambar 2.3 menjelaskan bahwa sudut kontak <math>< 5^\circ</math> merupakan sifat yang dikenal sebagai super hidrofilik. Sudut kontak <math>< 90^\circ</math> merupakan sifat hidrofilik. Sudut kontak dengan rentang <math>90^\circ-150^\circ</math> merupakan sifat hidrofobik, sedangkan sudut kontak dengan rentang <math>150^\circ-180^\circ</math> merupakan sifat super hidrofobik.

Sudut kontak bisa diukur pada permukaan yang padat karena saat ditetaskan air pada pengujian, air akan membentuk buliran, namun jika digunakan pada permukaan material yang mudah basah atau menyerap air maka sudut kontak yang tererntuk berupa sudut kontak hidrofilik.

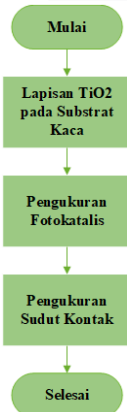
E. PEG (*Polietilen Glikol*)

PEG mempunyai karakteristik dapat larut dengan air, polimer yang fleksibel, dan kandungan racun yang rendah [16]. PEG terdapat beberapa jenis seperti PEG 200-600, PEG 3000-20000 dan PEG yang >100000. Angka yang terdapat pada jenis PEG merupakan berat molekul yang dimiliki oleh PEG tersebut. PEG dengan berat molekul terendah 200-600 umumnya berbentuk cair, PEG 1500 berbentuk semi padat, dan PEG 3000-20000 berupa padatan semi kristalin dan seringkali berlilin, dan PEG >100000 berbentuk resin [17]. Pada penelitian ini menggunakan PEG 4000. Adapun terdapat pada PEG 3000-20000 berupa padatan semi kristalin yang seringkali berlilin

III. METODE

A. Jenis Penelitian



Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimen yang membahas pengaruh efektifitas lapisan  $TiO_2$  sebagai *self-cleaning* dengan tolok ukur sudut kontak dan efek fotokatalis yang didapat pada penelitian ini. Langkah-langkah penelitian sebagai berikut:


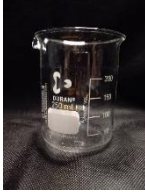






GAMBAR 3.1 Flowchart Diagram Penelitian

B. Alat dan Bahan

TABEL 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat	
	
Kompressor	Spray Gun

	
Luxmeter	Timbangan Digital
	
Gelas Beaker	Gelas Ukur
Bahan	
	
Kaca	TiO <sub>2</sub>
	
Kapur	PEG
	
Debu	Aquades

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pendeposisian Lapisan TiO<sub>2</sub>

Penelitian ini merupakan pelapisan larutan TiO<sub>2</sub> pada permukaan substrat kaca dengan ukuran 2 cm x 2 cm dan tebal kaca 5 mm melalui proses pemanasan agar larutan dapat menempel pada permukaan substrat kaca. Hasil deposisi lapisan TiO<sub>2</sub> dapat dilihat pada gambar.



GAMBAR 4.1 Hasil Deposisi Lapisan TiO<sub>2</sub> dan Unit Control

B. Pengujian Fotokatalis

Pengujian fotokatalis bertujuan agar sampel mencapai *self-cleaning* dengan mendegradasi pengotor

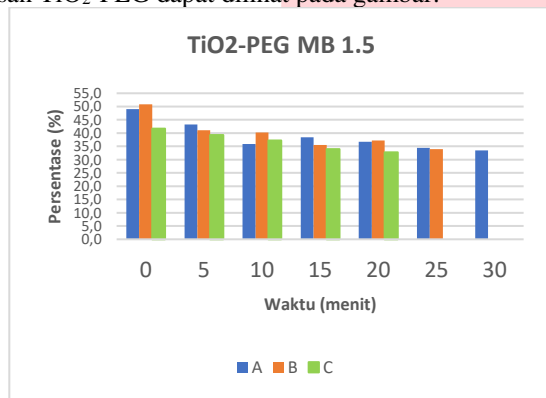
yang ditetes pada permukaan lapisan, hal itu dapat dilihat dari berkurangnya pengotor pada gambar dan grafik persentase hilangnya pengotor.

1. Lapisan Larutan TiO<sub>2</sub> -PEG Dengan *Methylene Blue* Sebagai Pengotor

Tahap ini menggunakan *Methylene Blue* cair + *aquades* sebagai pengotor yang ditetaskan pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>, juga PEG sebagai perekat antara lapisan TiO<sub>2</sub> dengan permukaan substrat kaca, Sebagai acuan terdegradasinya pengotor dilakukan pengukuran RGB dan dititung persentase hilangnya pengotor dengan rumus:

$$\% \text{ Blue} = \frac{B}{R + G + B} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan: R = Red, G = Green, B = Blue  
Perbandingan persentase degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG dapat dilihat pada gambar.



GAMBAR 4. 2

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 1.5 ml Pada Permukaan Lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG

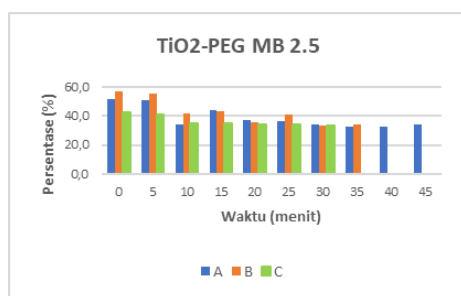
Gambar 4.2 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* dengan komposisi 1.5 ml dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.1

TABEL 4. 1

Keterangan Grafik Persentase TiO<sub>2</sub>-PEG-MB 1.5

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	30 menit	38.8	104827
B	25 menit	39.8	102698
C	20 menit	37.0	99498

Perbandingan persentase degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG dapat dilihat pada gambar.



GAMBAR 4. 3

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 1.5 ml Pada Permukaan Lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG

Gambar 4.3 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* dengan komposisi 2.5 ml dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.2

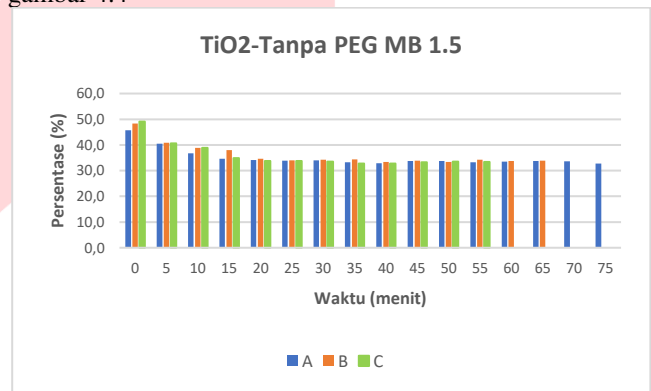
TABEL 4. 2

Keterangan Grafik Persentase TiO<sub>2</sub>-PEG-MB 2.5

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	45 menit	38.8	105489
B	35 menit	42.7	105224
C	30 menit	36.4	104827

2. Lapisan Larutan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG Dengan *Methylene Blue* Sebagai Pengotor

Perbandingan persentase degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG dapat dilihat pada gambar 4.4



GAMBAR 4. 2

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 1.5 ml Pada Permukaan Lapisan TiO<sub>2</sub>- Tanpa PEG

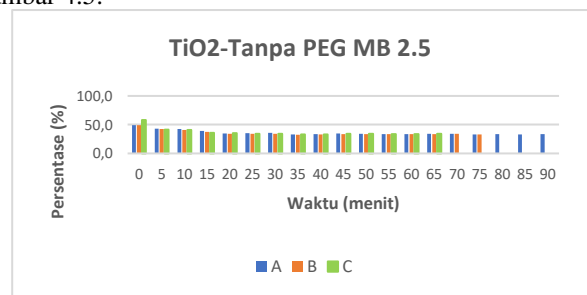
Gambar 4.4 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* dengan komposisi 1.5 ml dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.3.

TABEL 4. 2

Keterangan Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 1.5 ml

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	75 menit	35.0	103847
B	65 menit	36.1	104784
C	55 menit	35.8	105741

Perbandingan persentase degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG dapat dilihat pada gambar 4.5.



GAMBAR 4. 3

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 2.5 ml Pada Permukaan Lapisan TiO<sub>2</sub>- Tanpa PEG

Gambar 4.5 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* dengan komposisi 2.5 ml dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.4

TABEL 4.3  
Keterangan Grafik Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 2.5 ml

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	90 menit	35.9	102131
B	75 menit	35.9	103847
C	65 menit	36.7	104784

### 3. Lapisan Larutan TiO<sub>2</sub>-PEG Dengan Debu Sebagai Pengotor

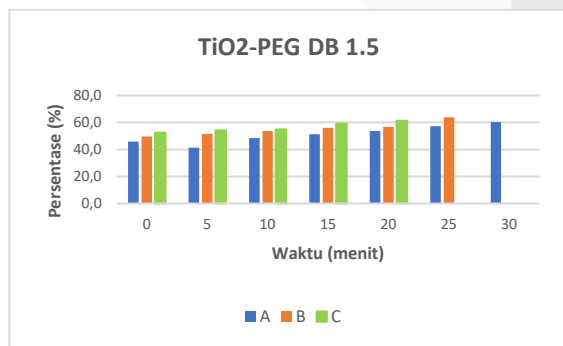
Pada tahap ini menggunakan debu sebagai pengotor yang ditetaskan pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>. Jenis debu yang digunakan yaitu debu yang terkumpul pada ruangan lama yang tidak terpakai kemudian disaring agar halus kemudian dicampur dengan *Aquades*, juga menggunakan PEG sebagai perekat antara lapisan TiO<sub>2</sub> dengan permukaan substrat kaca, agar lapisan TiO<sub>2</sub> lebih menempel dengan permukaan substrat kaca. Sebagai acuan terdegradasinya pengotor debu yang hilang dari permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>, dilakukan pengukuran RGB kemudian RGB dijumlahkan sehingga didapatkan nilai RGB total yang akan dibagi dengan RGB total *white*. Adapun nilai RGB total *white* masing-masing yaitu 255 sehingga didapatkan nilai RGB total *white* 765. Untuk rumus persentase hilangnya pengotor debu sebagai berikut:

$$\% \text{ White} = \frac{RGB_{td}}{RGB_{tw}} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan: RGB<sub>td</sub> = RGB total debu , RGB<sub>tw</sub> = RGB total *white*

Pemilihan RGB<sub>tw</sub> sebagai pembagi karena jika pengotor terdegradasi, maka hanya tersisa lapisan TiO<sub>2</sub> yang berwarna putih. Sehingga, nilai %white yang didapat yaitu 100%, Bila %white yang didapat mendekati 100% maka degradasi pengotor dari proses fotokatalis berhasil.

Perbandingan degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG dapat dilihat pada gambar 4.6



GAMBAR 4.4

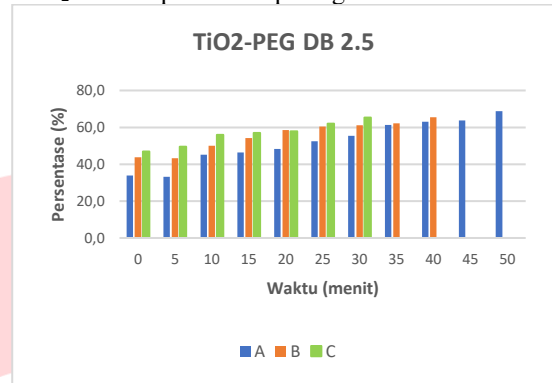
Grafik Persentase Hilangnya Pengotor Debu 1.5 g Pada Permukaan Lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG

Gambar 4.6 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor debu dengan komposisi 1.5 g dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.5

TABEL 4.4  
Keterangan Grafik Hilangnya Pengotor Debu 1.5 g

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	30 menit	51.1	104827
B	25 menit	55.2	102698
C	20 menit	56.3	99498

Perbandingan degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG dapat dilihat pada gambar 4.7.



GAMBAR 4.5

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor Debu 2.5 g Pada Permukaan Lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG

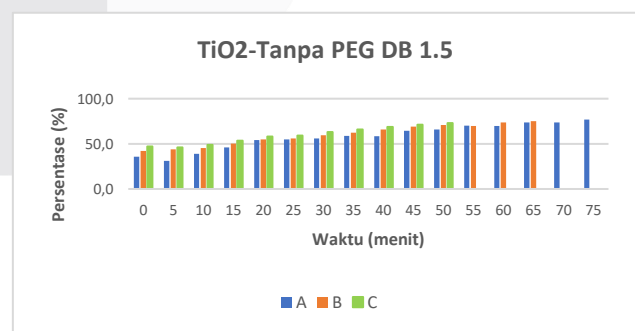
Gambar 4.7 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor debu dengan komposisi 2.5 g dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.6

TABEL 4.5  
Keterangan Grafik Hilangnya Pengotor Debu 2.5 g

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	50 menit	52.0	105690
B	40 menit	55.5	105421
C	30 menit	56.4	104827

### 4. Lapisan Larutan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG Dengan Debu Sebagai Pengotor

Perbandingan degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG dapat dilihat pada gambar 4.8.



GAMBAR 4.6

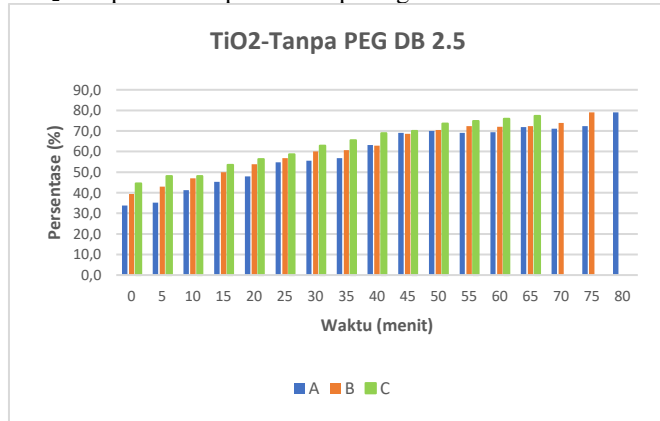
Grafik Persentase Hilangnya Pengotor debu 1.5 g pada lapisan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG

Gambar 4.8 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor debu dengan komposisi 1.5 g dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.7

TABEL 4. 6  
Keterangan Grafik Hilangnya Pengotor debu 1.5 g

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	75 menit	58.1	103847
B	65 menit	59.9	104784
C	50 menit	59.5	105690

Perbandingan degradasi pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG dapat dilihat pada gambar 3.9



GAMBAR 4. 7

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor debu 2.5 g pada lapisan TiO<sub>2</sub>-Tanpa PEG

Gambar 4.9 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor debu dengan komposisi 2.5 g dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat kesimpulan pada tabel 4.8

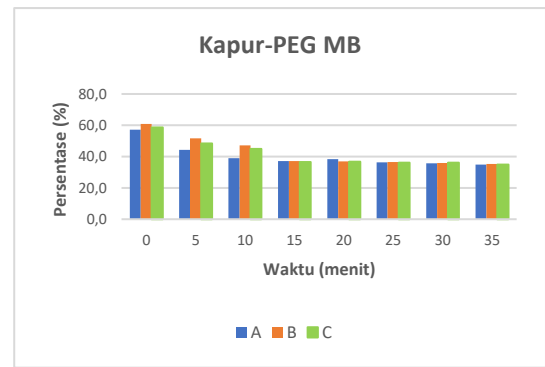
TABEL 4. 7  
Keterangan Grafik Hilangnya Pengotor Debu 2.5 g

Kode	Kesimpulan Grafik		
	Waktu Hilang	%	Intensitas (LUX)
A	80 menit	59.2	103504
B	75 menit	61.4	103847
C	65 menit	62.7	104784

5. Lapisan Larutan *Unit Control* (Kapur)-PEG Dengan *Methylene Blue* Sebagai Pengotor

Pada tahap ini larutan TiO<sub>2</sub> diganti dengan larutan kapur sebagai pembanding keefektifan *self-cleaning* dengan cara membandingkan larutan kapur dengan larutan TiO<sub>2</sub>. Kapur yang digunakan merupakan kapur papan tulis yang digerus dan disaring hingga jadi bubuk dan memiliki tekstur halus, kemudian kapur tersebut yang dilapiskan pada permukaan substrat kaca sebagai lapisan *unit control*. Pengotor yang digunakan pada tahap ini berupa *Methylene Blue* cair yang dicampur dengan *Aquades*.

Adapun perbandingan pendegradasian pengotor pada permukaan lapisan Kapur-PEG dapat dilihat pada gambar 4.10.



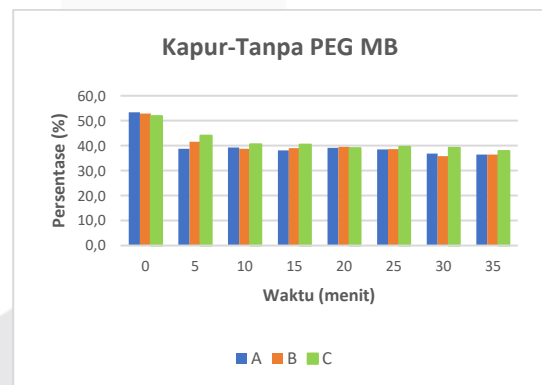
GAMBAR 4. 8

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 1.5 ml Pada Lapisan *Unit Control*-PEG

Gambar 4.10 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* dengan komposisi 1.5 ml dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat pengotor *Methylene Blue* yang ditetaskan pada permukaan lapisan Kapur-PEG tidak dapat hilang namun hanya pudar karena terserap pada lapisan Kapur-PEG pada menit ke 35 dengan nilai rata-rata persentase pemudaran pengotor 40.4% sampai 42.7% dan rata-rata intensitas cahaya 105224 lux.

6. Lapisan Larutan *Unit Control* (Kapur)-Tanpa PEG Dengan *Methylene Blue* Sebagai Pengotor

Adapun perbandingan pendegradasian pengotor pada permukaan lapisan Kapur-Tanpa PEG dapat dilihat pada gambar 4.11.



GAMBAR 4. 9

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor *Methylene Blue* 1.5 ml Pada Lapisan *Unit Control*

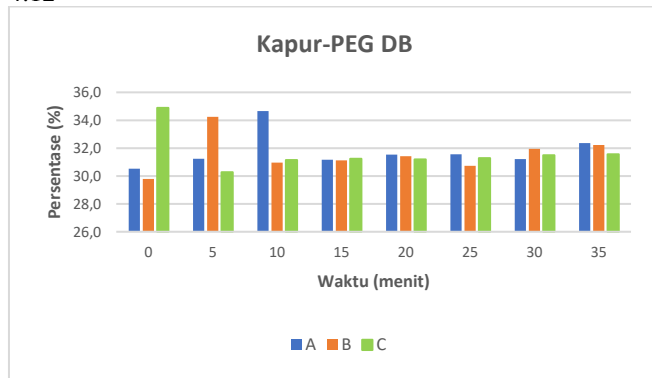
Gambar 4.11 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor *Methylene Blue* dengan komposisi 1.5 ml dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat pengotor *Methylene Blue* yang ditetaskan pada permukaan lapisan Kapur-PEG tidak dapat hilang namun hanya pudar karena terserap pada lapisan Kapur-PEG pada menit ke 35 dengan nilai rata-rata persentase pemudaran pengotor 40.1% sampai 41.5% dan rata-rata intensitas cahaya 105224 lux.

7. Lapisan Larutan *Unit Control* (Kapur)-PEG Dengan Debu Sebagai Pengotor

Pada tahap ini menggunakan debu sebagai pengotor pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub>. Jenis debu yang digunakan yaitu debu yang terkumpul pada ruangan lama yang tidak terpakai kemudian disaring menggunakan saringan. Debu yang sudah

disaring dan sudah memiliki tekstur lebih halus dicampur dengan *Aquades* sebanyak 10 ml.

Adapun perbandingan pendegradasian pengotor pada permukaan lapisan Kapur-PEG dapat dilihat pada gambar 4.12



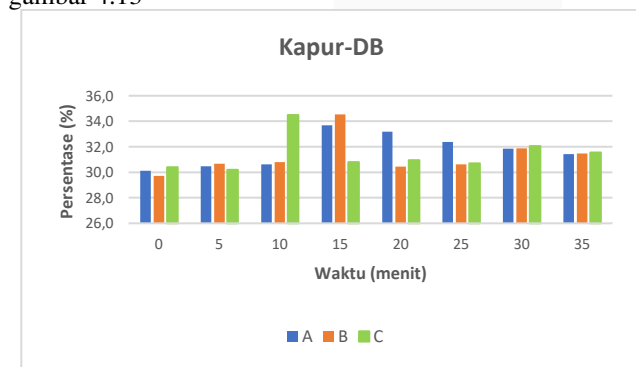
GAMBAR 4. 10

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor Debu 1.5 g Pada Lapisan *Unit Control*-PEG

Gambar 4.12 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor debu dengan komposisi 1.5 g dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat pengotor debu yang ditetaskan pada permukaan lapisan Kapur-PEG tidak dapat hilang namun hanya pudar karena terserap pada lapisan Kapur-PEG pada menit ke 35 dengan rata-rata intensitas cahaya 105223.8 lux

8. Lapisan Larutan *Unit Control* (Kapur)-Tanpa PEG Dengan *Methylene Blue* Sebagai Pengotor

Adapun perbandingan pendegradasian pengotor pada permukaan lapisan Kapur-Tanpa PEG dapat dilihat pada gambar 4.13



GAMBAR 4. 11

Grafik Persentase Hilangnya Pengotor DB 1.5 g Pada Lapisan *Unit Control*

Gambar 4.13 merupakan grafik persentase hilangnya pengotor debu dengan komposisi 1.5 g dicampur 10 ml *Aquades*. Dari grafik dapat dilihat pengotor debu yang ditetaskan pada permukaan lapisan Kapur-PEG tidak dapat hilang namun hanya pudar karena terserap pada lapisan Kapur-PEG pada menit ke 35 dengan rata-rata intensitas cahaya 105223.8 lux.

9. Hasil Pengujian Sudut Kontak

Pengujian Sudut Kontak bertujuan untuk mengetahui sifat *self-cleaning* yang didapat apakah hidrofobik atau hidrofilik yang akan diukur pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub> maupun lapisan *unit control*. Komposisi lapisan TiO<sub>2</sub> dan lapisan *unit control* terbaik akan ditetaskan dengan *Aquades*, kemudian di

ukur sudut kontak menggunakan aplikasi *software Image J*.

Pada penelitian ini lapisan TiO<sub>2</sub> dan lapisan *unit control* terbaik ada pada lapisan dengan komposisi TiO<sub>2</sub> dan lapisan *unit control* sebanyak 6-gram (kode C). Hasil pengukuran sudut kontak dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

TABEL 3. 8  
Hasil Pengujian Sudut Kontak

Keterangan	Hasil	
	A	B
TiO <sub>2</sub> Dengan PEG		
TiO <sub>2</sub> Tanpa PEG		
UC Dengan PEG		
UC Tanpa PEG		

Dari tabel 4.29 diperoleh bahwa lapisan TiO<sub>2</sub> dengan menggunakan PEG memiliki hasil sudut kontak 21.57<sup>0</sup>, lapisan TiO<sub>2</sub> tanpa menggunakan PEG memiliki hasil sudut kontak 10.56<sup>0</sup>, lapisan *unit control* dengan menggunakan PEG memiliki hasil sudut kontak 8.13<sup>0</sup>, lapisan *unit control* tanpa menggunakan PEG memiliki hasil sudut kontak 00.00<sup>0</sup>. Pada lapisan *unit control* dengan dicampur PEG terdapat sudut kontak sebesar 8.13<sup>0</sup> karena adanya PEG didalam lapisan yang membuat lapisan *unit control* tidak menyerap *Aquades* yang ditetaskan pada permukaan lapisan secara langsung. Sehingga, pada permukaan lapisan *unit control* dapat terbentuk struktur PEG yang dapat membentuk sudut

kontak. Dalam hal ini dapat disimpulkan sifat *self-cleaning* yang didapat berupa sifat hidrofilik karena masing-masing sudut kontak mempunyai nilai yang kurang dari  $90^{\circ}$ . Namun pada lapisan *unit control* tanpa PEG memiliki sifat super hidrofilik karena sudut kontak yang terbentuk sebesar kurang dari  $5^{\circ}$ .

#### 10. Perbandingan self-cleaning pada substrat kaca unit control dengan substrat kaca yang dilapisi TiO<sub>2</sub>

Pada penelitian kali ini didapat perbandingan *self-cleaning* pada substrat kaca *unit control* dengan substrat kaca yang dilapisi TiO<sub>2</sub> yaitu pada lapisan TiO<sub>2</sub> dapat mendegradasi pengotor berupa *Methylene Blue* dan debu dengan metode fotokatalis yang dibantu dengan cahaya matahari. Lapisan TiO<sub>2</sub> juga memiliki sudut kontak yang lebih tinggi dibanding lapisan *unit control*. Hal ini dikarenakan karena lapisan *unit control* menyerap *Aquadess* yang ditetaskan saat pengambilan data sudut kontak. Sehingga dapat disimpulkan lapisan TiO<sub>2</sub> yang digunakan lebih efektif dalam *self-cleaning* dibanding dengan substrat kaca *unit control*.

### V. KESIMPULAN

- Komposisi TiO<sub>2</sub> terbaik ada pada komposisi 6-gram pada lapisan TiO<sub>2</sub>-PEG yang mendegradasi dan menghilangkan pengotor lebih cepat 5 sampai 10 menit dibandingkan komposisi lainnya dengan nilai rata-rata degradasi 37%
- Nilai persentase hilangnya pengotor debu pada permukaan lapisan TiO<sub>2</sub> mendapatkan hasil semakin mendekati 100% yaitu dengan nilai rata-rata tertinggi 62%. Jika %white yang didapat mendekati 100% maka degradasi pengotor dari proses fotokatalis berhasil dilakukan.
- Pada penelitian ini didapat sudut kontak pada TiO<sub>2</sub> dengan hasil hidrofilik karena nilai sudut kontak kurang dari  $90^{\circ}$  dan sifat super hidrofilik pada lapisan *unit control* tanpa PEG. Hal itu dikarenakan nilai sudut kontak yang didapat kurang dari  $5^{\circ}$ .

### REFERENSI

- N. D. Rahayu, B. Sasmito, and N. Bashit, "Analisis pengaruh fenomena indian ocean dipole (Iod) terhadap curah hujan di pulau Jawa," *J. Geod. Undip*, vol. 7, no. 1, pp. 57–67, 2018.
- D. Lisi, "Self-Cleaning Glass," *Univ. Degli Stud. Di Lecce*, 2001.
- V. A. Leksono, "Pengolahan Zat Warna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Bentonit Terpillar Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>)," 2011.
- D. R. Eddy, M. W. Lestari, I. Hastiawan, and A. R. Noviyanti, "Sintesis Partikel Nano Titanium Dioksida Pada Kain Katun Dan Aplikasinya Sebagai Material Self-Cleaning," *Chim. Nat. Acta*, vol. 4, no. 3, p. 130, 2016, doi: 10.24198/cna.v4.n3.10923.
- A. D. Yuniar, "Pengaruh Komposisi TiO<sub>2</sub> Terhadap Kemampuan Self-Cleaning Pada Kaca Dengan Dispersant Polietilen Glikol (PEG) 4000," *Inst. sepuluh Nop.*, 2015.
- D. V. Wellia, F. Alvionita, and S. Arief, "Sintesis Permukaan Kaca Hidrofobik Melalui Kombinasi TiO<sub>2</sub>/Asam Stearat Untuk Aplikasi Material Self-Cleaning," *J. Res. Educ. Chem.*, vol. 2, no. 1, p. 12, 2020, doi: 10.25299/jrec.2020.vol2(1).4800.
- A. R. Saputra and D. Dahlan, "Elektrodeposisi Lapisan Kromium dicampur TiO<sub>2</sub> untuk Aplikasi Lapisan Self Cleaning," *J. Fis. Unand*, vol. 5, no. 4, pp. 345–350, 2016, doi: 10.25077/jfu.5.4.345-350.2016.
- R. Maulida, "Potensi Aplikasi Nanopartikel TiO<sub>2</sub> Sebagai Bahan Pelapis Genteng Tanah Liat Yang Bersifat Self-Cleaning Dan Thermal Reducing," 2013.
- M. Uyun, "Sintesis Nano Partikel TiO<sub>2</sub> Rutile dengan Prekursor TiCl<sub>3</sub> (Proses Hidrolisis dan Mineralisasi) dan Prekursor TiCl<sub>4</sub>," vol. 3, pp. 1–108, 2015.
- N. P. Anggreani, "Sintesis Dan Karakterisasi Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Plat Kaca Serta Aplikasi Pada Proses Fotodegradasi Metilena Biru," *Univ. PGRI Banyuwangi*, vol. 01, no. 01, 2019, doi: 10.36548/jaicn.2019.1.
- E. Hastuti, "Analisa Difraksi Sinar X TiO<sub>2</sub> Dalam Penyiapan Bahan Sel Surya Tersensitisasi Pewarna," *UIN Maliki Malang*, vol. 2010, pp. 93–100, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.2416.
- Q. Xu, W. Zhang, and C. Dong, "Biomimetic self-cleaning surfaces: synthesis, mechanism and applications," 2016.
- M. Salam, "Fabrikasi Dan Karakterisasi Permukaan Semmen Mortar Bersifat Hidrofobik," 2021.
- Febiyanto, "Mengenal Material Fotokatalis dan Proses Fotokatalisis," *Catatan Kimiawan*, 2017. <http://catatankimiawan.blogspot.com/2017/09/mengenal-material-fotokatalis-dan-proses-fotokatalisis.html> (accessed Nov. 12, 2022).
- I. N. Eskani, A. Haerudin, J. Setiawan, D. W. Lestari, and W. Astuti, "Batik Fungsional Sebagai Salah Satu Strategi Pengembangan Industri Batik Dalam Memasuki Era Industri 4.0," *Pros. Semin. Nas. Ind. Kerajinan dan Batik 2019*, no. January, pp. 1–12, 2019, [Online]. Available: <https://proceeding.batik.go.id/index.php/SNBK/article/view/17/14>
- S. Nuzully, T. Kato, S. Iwata, and ., "Pengaruh Konsentrasi Polyethylene glycol (PEG) pada Sifat Kemagnetan Nanopartikel Magnetik PEG-Coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>," vol. XVII, pp. 35–40, 2013.
- F. Alatas, S. Nurono, and S. Asyarie, "Pengaruh konsentrasi PEG 4000 terhadap laju disolusi ketoprofen dalam sistem dispersi padat ketoprofen-PEG 4000," *Maj. Farm. Indones.*, vol. 17, no. 2, pp. 57–62, 2006.