

Penggunaan Anti-*Fatberg* (Campuran Polyurethane dan Zinc Oxyde) Untuk Meningkatkan Kinerja *Grease Trap* Dalam Meninimalisir Endapan Minyak Lemak

Laksmiana Riswanda Syach, Firra Rosariawari*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: firra.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 7 Juli 2026

Disetujui: 15 Juli 2026

Abstract

The growth of the culinary sector is directly proportional to the increasing generation of domestic wastewater, particularly from restaurant kitchen activities. The deposition of oil and grease, especially within wastewater piping systems, poses a significant risk of fatberg formation. Fatberg accumulation in grease traps and drainage systems is highly likely to generate unpleasant odors and harmful bacteria, as well as reduce the effectiveness of grease traps. This study focuses on improving grease trap performance through the optimum dosage of a liquid polyurethane and zinc oxide (PU/ZnO) mixture prepared using the blending method. Variations in the PU/ZnO composition ratio were tested to determine the formulation with the highest effectiveness and best performance, namely control, 1:1, 2:1, and 3:1. The highest removal efficiency was achieved by the 3:1 ratio at approximately 91.40%, followed by the 1:1 ratio at 84.50% and the 2:1 ratio at 77.41%. Fatberg mass increased with increasing residence time (td) across all PU/ZnO ratio variations. The PU/ZnO 3:1 ratio was the most effective in inhibiting fatberg formation, exhibiting the lowest accumulation rate ($b = 0.180$ g/day), whereas the 2:1 ratio showed the highest formation rate ($b = 1.825$ g/day). Overall, the PU/ZnO 3:1 ratio demonstrated the best performance in preventing fatberg formation and enhancing oil-and-grease removal efficiency.

Keywords: *fatberg, polyurethane, zinc oxide, oil and grease*

Abstrak

Pertumbuhan sektor kuliner berbanding lurus dengan meningkatnya timbunan limbah cair domestik, khususnya dari aktivitas dapur restoran. pengendapan minyak lemak khususnya dalam perpipaian saluran air limbah berpotensi besar yang mengakibatkan terbentuknya *Fatberg*. *Fatberg* pada *grease trap* dan saluran pembuangan sangat berpotensi menimbulkan bau yang kurang sedap dan bakteri kotor serta menyebabkan efektivitas *grease trap* menurun. Penelitian ini difokuskan pada peningkatkan kinerja *grease trap* menggunakan dosis optimum dari campuran polyurethane cair dan zinc oxide (PU/ZnO) dengan metode blending. Dilakukan variasi rasio komposisi PU/ZnO untuk mendapatkan efektivitas tinggi dan kinerja terbaik, yaitu variasi kontrol, 1:1, 2:1, dan 3:1. Efisiensi tertinggi dicapai oleh rasio 3:1 dengan nilai sekitar 91,40%, diikuti oleh 1:1 sebesar 84,50% dan variasi 2:1 sebesar 77,41%. Massa *fatberg* meningkat seiring bertambahnya waktu tinggal (td) pada semua variasi rasio PU/ZnO. Rasio PU/ZnO 3:1 merupakan yang paling efektif dalam menghambat pembentukan *fatberg* dengan laju akumulasi terendah ($b = 0,180$ g/hari), sedangkan rasio 2:1 menunjukkan laju pembentukan tertinggi ($b = 1,825$ g/hari). Rasio PU/ZnO 3:1 memberikan kinerja terbaik dalam mencegah pembentukan *fatberg* dan meningkatkan efisiensi penyisihan minyak-lemak.

Kata Kunci: *fatberg, polyurethane, zinc oxide, minyak lemak*

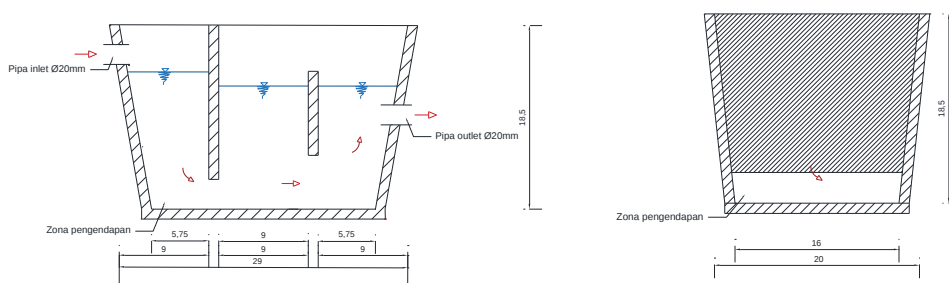
1. Pendahuluan

Perkembangan sektor kuliner tersebut berbanding lurus dengan meningkatnya timbunan limbah cair domestik, khususnya dari aktivitas dapur restoran [1]. Adanya salah satu parameter yang merupakan konsentrasi maksimum adalah minyak dan lemak. Selain itu pengendapan minyak lemak khususnya dalam perpipaian saluran air limbah berpotensi besar yang mengakibatkan terbentuknya *Fatberg* [2]. *Fatberg* pada *grease trap* dan saluran pembuangan sangat berpotensi menimbulkan bau yang kurang sedap dan bakteri kotor dalam *grease trap* [3]. Selain itu efektivitas *grease trap* sering menurun akibat pembentukan endapan lemak yang menempel pada dinding dan pipa saluran. Penelitian sebelumnya telah digunakan *grease trap* untuk menyisihkan minyak lemak dengan penambahan media zeolit mampu meningkatkan efisiensi penyisihan minyak dan lemak sebesar 80% [4].

Penelitian ini difokuskan pada peningkatan kinerja *grease trap* dengan penambahan campuran cairan *polyurethane* dan *zinc oxide*. *Polyurethane* bersifat elastis dan tahan kimia dalam mengurangi adhesi minyak, sedangkan *zinc oxide* memiliki sifat antibakteri dan katalitik yang menghambat biofilm serta mempercepat degradasi lemak [5]. Penelitian menggunakan dosis optimum dari campuran *polyurethane* cair dan *zinc oxide* (PU/ZnO) dengan metode *blending* dan *brush coating*. Kombinasi kedua material berfungsi anti *fatberg* untuk meminimalisir endapan minyak dan lemak sehingga diharapkan dapat mengurangi potensi terbentuknya *fatberg* yang berisiko menyebabkan penyumbatan saluran air limbah.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan air limbah yang diperoleh dari rumah makan "Kedai Semoga Sukses" berlokasi di Jl. Raya Tenggilis No.64, Kendangsari, Kec. Tenggilis Mejoyo, Kota Surabaya. Air limbah tersebut memiliki karakteristik kandungan minyak dan lemak dengan kadar tinggi yang berpotensi menimbulkan permasalahan unit *grease trap* air limbah mencakup kinerja tidak maksimal dan penyumbatan di saluran selanjutnya. Reaktor penelitian ini yaitu *Grease Trap* dengan dimensi 29 cm x 20 cm x 18,5 cm dan kapasitas maksimum 10,73 L. Reaktor terdiri dari tiga (3) kompartemen, dengan pembatas berupa sekat atau baffle terbuat dari akrilik serta memanfaatkan prinsip pemisahan gravitasi dengan volume air limbah yang diolah dalam reaktor adalah 10 L. Reaktor *grease trap* penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**. berikut.



Gambar 1. (a)Potongan A-A Reaktor (b)Potongan B-B Reaktor
Sumber: Penelitian (2026)

Penelitian pendahuluan mencakup analisis kualitas awal air limbah rumah makan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 [6] dengan parameter utama yaitu konsentrasi awal minyak dan lemak, pH, dan suhu. Serta analisis pembentukan *fatberg* pada unit *grease trap* komersial bertujuan sebagai pembandingan dosis optimum antara modifikasi anti-*fatberg* dengan *grease trap* komersial.

Penelitian utama dapat dilakukan setelah penelitian pendahuluan telah berhasil dan selesai dilakukan. Penelitian utama mencakup sintesis material PU/ZnO dan pengujian pelapisan PU/ZnO pada *grease trap*. Sintesis material merupakan proses fabrikasi material komposit yang terdiri atas beberapa polimer. Sintesis dilakukan melalui pencampuran *Polyurethane* dengan rasio komposisi dosis PU-A dan PU-B yang telah ditentukan yaitu 1:1, 2:1, dan 3:1; PU-A dimasukkan dahulu dan selanjutnya ditambahkan PU-B sesuai rasio. Aduk perlahan dengan kecepatan rendah dan dipastikan tidak ada gelembung udara berlebih.

Campurkan secara berkala *zinc oxide* dengan massa konstan yaitu 40 gr bersama pengadukan perlahan selama 10-15 menit. Metode ini disebut *blending*. Larutan akhir memiliki warna putih susu/keruh dengan viskositas stabil. Larutan anti-*fatberg* disimpan didalam wadah gastronon subron tertutup pada suhu ruang guna menjaga stabilitas sebelum diaplikasikan. Dilakukan proses *brush coating* terhadap unit *grease trap* di masing-masing konsentrasi yang sudah ditetapkan menggunakan kuas secara merata. Selanjutnya dilakukan pengeringan lapisan selama waktu tertentu (± 48 jam) agar lapisan menempel sempurna dan membentuk ikatan kuat dengan substrat.

Pengujian *grease trap* dengan anti-*fatberg* menggunakan pelapisan PU/ZnO dalam penelitian ini dilakukan melalui pengisian reaktor *grease trap* terlapisi PU/ZnO sesuai variasi rasio komposisi oleh air limbah rumah makan. Dilakukan penentuan variasi waktu tinggal (td) yaitu selama 2, 4, dan 6 hari. Setelah waktu tinggal selesai, sampel air limbah dilakukan uji kualitas. Sedangkan *fatberg* yang terbentuk pada dinding *grease trap* ditimbang untuk mendapatkan massa FOG.

Dilakukan perhitungan penyisihan minyak dan lemak persen removal (% removal) untuk menunjukkan seberapa besar kemampuan sistem dalam menyisihkan minyak dan lemak dari air limbah yang diolah. C_0 merupakan konsentrasi minyak dan lemak pada influen (sebelum perlakuan), dan C_t

merupakan konsentrasi minyak dan lemak pada effluen (setelah perlakuan) [7,8]. Persamaan sebagai berikut.

$$\% \text{ Removal} = \left(\frac{C_o - C_t}{C_o} \right) \times 100\%$$

Terdapat hubungan massa fatberg dengan waktu tinggal (td), dimana peningkatan waktu tinggal berpengaruh terhadap laju akumulasi deposit fat, oil, and grease (FOG) [8]. Laju akumulasi dihitung menggunakan model regresi. Dalam model ini, persamaan yang digunakan adalah

$$y = a + bx$$

dengan: Y = Massa fatberg (gram) dan X = Waktu tinggal (hari)

Nilai a dan b diperoleh melalui perhitungan regresi, dengan a sebagai intersep yang menunjukkan nilai awal massa saat $t_d=0$, sedangkan b merupakan koefisien regresi (slope) yang merepresentasikan laju akumulasi fat, oil, and grease (FOG) terhadap perubahan waktu tinggal. Persamaan koefisien regresi (Slope, b) sebagai berikut.

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

dengan: b = koefisien regresi (slope); n = jumlah data pengamatan ; X = waktu tinggal (hari) ; dan Y = massa fatberg (gram)

Sedangkan persamaan intersep (a) sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

Dengan: a = intersep ; $\sum Y$ = jumlah nilai Y ; b = koefisien regresi (slope) ; $\sum X$ = jumlah nilai X ; n = jumlah data pengamatan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik awal air limbah

Karakteristik air limbah dianalisis di laboratorium terakreditasi, yaitu Laboratorium Genau. Uji karakteristik awal air limbah dilakukan untuk mengetahui konsentrasi awal parameter minyak dan lemak, dengan hasil disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Uji Awal Air Limbah

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	Minyak Lemak	mg/L	387	10
2.	pH	-	6,3	6-9
3.	Suhu	°C	28	-

Sumber: Penelitian (2026)

Tingginya kandungan minyak dan lemak pada air limbah rumah makan berasal dari sisa makanan yang terbawa saat proses pencucian peralatan masak [9]. Kandungan tersebut membentuk lapisan pada permukaan air yang menghambat difusi oksigen dari udara, sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) dan berpotensi mengganggu kehidupan organisme akuatik. Selain itu, minyak dan lemak turut meningkatkan beban pencemaran organik pada badan air penerima [4,9].

3.2 Pengaruh variasi rasio PU/ZnO terhadap % removal fatberg pada grease trap

Massa *fatberg* digunakan sebagai indikator tingkat akumulasi minyak dan lemak yang mengalami pengerasan pada *grease trap*. Pengukuran dilakukan dengan menimbang massa endapan yang terbentuk pada masing variasi rasio PU/ZnO setelah periode pengamatan. Hasil pengukuran massa fatberg disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengaruh variasi rasio PU/ZnO terhadap konsentrasi, massa, dan % removal

No	Variasi Rasio PU/ZnO	Variasi Waktu Tinggal (Hari)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Fatberg (gram)	Massa Minyak & Lemak Mengapung	% Removal	Δ (pp)	Interpretasi
1	Awal air limbah	0	387	387	-				
2	Kontrol	2	387	211,3	10,54	17,57	45,40	-	Fatberg terbanyak
		4	387	178,407	12,52	20,86	53,90		
		6	387	120,938	15,97	26,61	68,75		
3	1:1	2	387	156,74	6,58	23,03	59,50	15,75	Cukup rendah
		4	387	107,16	7,05	27,98	72,31		
		6	387	59,98	8,9	32,70	84,50		
4	2:1	2	387	163,69	7,2	22,33	57,70	8,66	Fluktuatif
		4	387	131,193	13,64	25,58	66,10		
		6	387	87,42	14,5	29,96	77,41		
5	3:1	2	387	151,55	6,45	23,55	60,84	22,65	Fatberg terendah
		4	387	82,818	6,76	30,42	78,60		
		6	387	33,28	7,17	35,37	91,4		

Sumber: Penelitian (2026)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan PU/ZnO menghasilkan massa *fatberg* yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Kondisi ini menunjukkan lapisan PU/ZnO mampu mengurangi akumulasi minyak dan lemak yang mengalami pengerasan di dalam *grease trap* [5]. Berdasarkan Tabel 2, seluruh variasi rasio PU/ZnO menunjukkan efisiensi penyisihan minyak dan lemak yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Efisiensi penyisihan pada kontrol sebesar 68,75%, sedangkan rasio PU/ZnO 1:1, 2:1, dan 3:1 masing-masing sebesar 84,50%, 77,41%, dan 91,40%. Dibandingkan kontrol, rasio PU/ZnO 1:1 meningkatkan efisiensi penyisihan sebesar 15,75 poin persentase (pp), rasio 2:1 sebesar 8,66 pp, dan rasio 3:1 sebesar 22,65 pp.

Nilai Δ (pp) menunjukkan besarnya peningkatan efisiensi penyisihan secara absolut terhadap *grease trap* tanpa lapisan [10]. Berdasarkan hasil, rasio PU/ZnO 3:1 memberikan peningkatan kinerja paling signifikan, diikuti rasio 1:1 dan 2:1. Hasil ini menunjukkan penambahan lapisan PU/ZnO mempengaruhi sifat hidrofobik yang mempengaruhi proses pemisahan minyak dan lemak dari air limbah. Kondisi ini berkaitan dengan kemampuan lapisan dalam mengurangi adhesi minyak pada permukaan *grease trap* sehingga minyak lebih mudah terpisah dan terakumulasi di permukaan air [11]. Selain itu, zinc oxide memiliki sifat antibakteri yang berpotensi menghambat pembentukan biofilm dan akumulasi lemak pada permukaan unit [12]. Data efisiensi penyisihan minyak dan lemak disajikan dalam bentuk grafik guna memudahkan interpretasi pengaruh variasi rasio PU/ZnO terhadap kinerja *grease trap* dalam menyisihkan minyak dan lemak pada **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Efisiensi Penyisihan Minyak Dan Lemak Pada Variasi Waktu Tinggal 2 hari, 4 hari, dan 6 hari

Sumber: Penelitian (2026)

3.3 Pengaruh waktu tinggal (td) dengan massa fatberg

Laju akumulasi deposit fat, oil, and grease (FOG) secara mendasar dipengaruhi waktu kontak (td). Semakin lama air limbah berada di dalam unit, semakin besar peluang terjadinya akumulasi minyak dan lemak yang berkembang menjadi *Fatberg* [8]. Didapatkan nilai regresi pada masing variasi rasio dalam penelitian dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan Persamaan Regresi pada Variasi Rasio Penelitian

No	Variasi Rasio	X (hari)	Y (gram)	X ²	XY	$\hat{Y} = a + bX$	$(Y - \hat{Y})^2$	$(Y - \bar{Y})^2$	$\bar{Y}$ (gram)	Persamaan Regresi	Interpretasi
1	Kontrol	2	10,540	4	21,080	10,295	0,0600	6,1009	13,010	$Y = 7.580 + 1.358X$	$R^2 = 0.976$ $b = 1.358 \text{ g/hari}$
		4	12,520	16	50,080	13,010	0,2401	0,2401			
		6	15,970	36	95,820	15,725	0,0600	8,7616			
2	PU/ZnO 1:1	2	6,580	4	13,160	6,350	0,0529	0,8649	7,510	$Y = 5.190 + 0.580X$	$R^2 = 0.895$ $b = 0.580 \text{ g/hari}$
		4	7,050	16	28,200	7,510	0,2116	0,2116			
		6	8,900	36	53,400	8,670	0,0529	1,9321			
3	PU/ZnO 2:1	2	7,200	4	14,400	8,130	0,8649	20,9764	11,780	$Y = 4.480 + 1.825X$	$R^2 = 0.837$ $b = 1.825 \text{ g/hari}$
		4	13,640	16	54,560	11,780	3,4596	3,4596			
		6	14,500	36	87,000	15,430	0,8649	7,3984			
4	PU/ZnO 3:1	2	6,450	4	12,900	6,433	0,0003	0,1179	6,793	$Y = 6.073 + 0.180X$	$R^2 = 0.994$ $b = 0.180 \text{ g/hari}$
		4	6,760	16	27,040	6,793	0,0011	0,0011			
		6	7,170	36	43,020	7,153	0,0003	0,1419			

Sumber: Penelitian (2026)

Tabel 4. Nilai Koefisien Determinasi (R^2) pada Variasi Rasio Penelitian

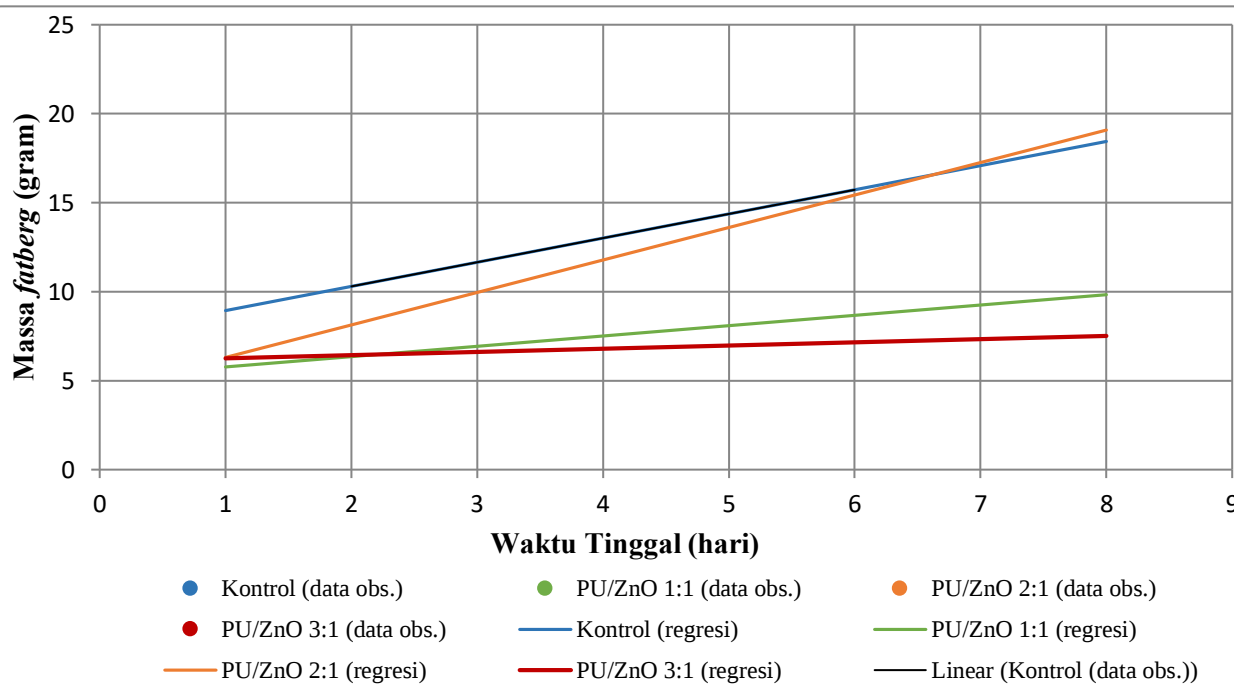
No	Variasi Rasio	Persamaan Regresi	a (gram)	b (gram/hari)	$n \cdot \Sigma XY$	$\Sigma X \cdot \Sigma Y$	R^2	Laju Fatberg
1	Kontrol	$Y = 7.580 + 1.358X$	7,580	1,358	500,940	468,360	0,976	Cepat
2	PU/ZnO 1:1	$Y = 5.190 + 0.580X$	5,190	0,580	284,280	270,360	0,895	Sedang
3	PU/ZnO 2:1	$Y = 4.480 + 1.825X$	4,480	1,825	467,880	424,080	0,837	Cepat (fluktuatif)
4	PU/ZnO 3:1	$Y = 6.073 + 0.180X$	6,073	0,180	248,880	244,560	0,994	Paling Lambat

Sumber: Penelitian (2026)

Pada rasio kontrol (tanpa lapisan PU/ZnO), nilai $b = 1,358 \text{ g/hari}$ menunjukkan bahwa laju pembentukan fatberg sangat cepat. Setiap penambahan satu hari waktu tinggal menyebabkan kenaikan massa fatberg sebesar 1,358 gram. Kondisi ini menandakan bahwa tanpa lapisan pelindung, endapan lemak terbentuk secara signifikan seiring bertambahnya waktu. Pada variasi rasio PU/ZnO 1:1, didapatkan nilai $b = 0,580 \text{ g/hari}$ menunjukkan laju pembentukan fatberg menurun dibanding kontrol. Lapisan PU/ZnO mulai berperan sebagai penghambat adhesi lemak di permukaan grease trap. Nilai $R^2 = 0,895$ menunjukkan hubungan linier yang kuat (89,5%) meskipun masih terdapat sedikit variasi akibat faktor lain seperti distribusi lemak dan turbulensi aliran [13]. Secara umum rasio 1:1 memberikan efek sedang dalam menekan pembentukan fatberg.

Pada variasi rasio PU/ZnO 2:1 didapatkan nilai $b = 1,825 \text{ g/hari}$ menunjukkan laju pembentukan fatberg kembali meningkat. Hal ini mengindikasikan peningkatan proporsi PU terhadap ZnO menyebabkan penurunan efektivitas katalitik ZnO dalam mendegradasi lemak [8,13,14]. Nilai $R^2 = 0,837$ menyatakan hubungan linier yang kuat namun fluktuatif karena lapisan dengan rasio ini cenderung memiliki permukaan kurang homogen sehingga rasio 2:1 menghasilkan fatberg cepat dan tidak stabil.

Pada variasi rasio PU/ZnO 3:1 dihasilkan nilai $b = 0,180 \text{ g/hari}$ menunjukkan nilai paling kecil di antara semua rasio mengindikasikan laju akumulasi fatberg paling lambat. Artinya pada tiap penambahan satu hari waktu tinggal hanya meningkatkan massa fatberg sebesar 0,18 gram. Nilai $R^2 = 0,994$ menunjukkan hubungan linier yang sangat kuat. Rasio ini memberikan efek paling optimal karena kombinasi PU dan ZnO membentuk lapisan hidrofobik yang efektif mencegah penempelan lemak dan memperlambat pembentukan endapan. Untuk mengetahui hubungan antara waktu tinggal dan massa fatberg, dilakukan analisis regresi linier pada setiap variasi rasio PU/ZnO, dengan hasil regresi linier disajikan pada **Gambar 3** berikut.



Gambar 3. Regresi Hubungan waktu tinggal dengan pembentukan massa fatberg
Sumber: Penelitian (2026)

Lemak minyak dan fat (FOG) mengeras hanya karena proses fisika berupa pendinginan. Saat suhu turun di bawah 40°C, FOG yang awalnya cair berubah menjadi kental dan lengket. Selanjutnya terjebak partikel lain di sekitarnya dan membesar seiring waktu [15]. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa seluruh rasio PU/ZnO memiliki hubungan linier positif antara waktu tinggal (td) dan massa fatberg. Nilai slope (b) menjadi indikator utama laju pembentukan fatberg, semakin besar slope maka semakin cepat akumulasi terjadi. Pada kontrol tanpa lapisan PU/ZnO, nilai slope sebesar 1,358 g/hari menunjukkan pembentukan fatberg berlangsung cepat akibat akumulasi FOG yang mengeras tanpa adanya perlakuan penghambatan. Kondisi ini digunakan sebagai baseline untuk membandingkan efektivitas variasi pelapisan PU/ZnO.

Variasi PU/ZnO 1:1 mampu memperlambat pembentukan fatberg, yang ditunjukkan oleh kemiringan grafik yang lebih landai dibandingkan kontrol, meskipun efektivitasnya belum optimal. Sebaliknya, variasi 2:1 menghasilkan garis regresi paling curam, yang mengindikasikan pertumbuhan fatberg lebih cepat. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh penggumpalan partikel ZnO selama penelitian, sehingga luas permukaan aktif berkurang dan kemampuan adsorpsi lemak serta aktivitas antibakterinya menurun. Berkurangnya permukaan aktif menyebabkan pelepasan ion Zn^{2+} dan pembentukan spesies oksigen reaktif tidak berlangsung optimal, sehingga penghambatan terhadap bakteri pembentuk biofilm dan akumulasi lemak menjadi kurang efektif [16].

Variasi PU/ZnO 3:1 menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai slope sebesar 0,180 g/hari dan R^2 sebesar 0,994. Garis regresi yang hampir mendatar menunjukkan bahwa penambahan massa fatberg sangat rendah seiring peningkatan waktu tinggal. Kinerja tersebut didukung oleh kemampuan matriks PU/ZnO dalam mengadsorpsi minyak dan lemak, serta peran ZnO sebagai agen antibakteri dan katalis oksidatif yang menghambat pembentukan biofilm dan akumulasi endapan. Oleh karena itu, rasio PU/ZnO 3:1 merupakan variasi paling optimal dalam menekan pembentukan fatberg pada grease trap [5,12].

4. Kesimpulan

Variasi komposisi PU/ZnO berpengaruh signifikan terhadap massa Fatberg yang terbentuk. Efisiensi tertinggi dicapai oleh rasio 3:1 dengan nilai sekitar 91,40%, diikuti oleh 1:1 sebesar 84,50% dan variasi 2:1 sebesar 77,41%. Kondisi ini linear dengan peningkatan massa Fatberg dimana massa Fatberg meningkat seiring bertambahnya waktu tinggal (td) pada semua variasi rasio PU/ZnO. Hasil regresi linier menunjukkan bahwa waktu tinggal berpengaruh kuat terhadap pembentukan Fatberg pada seluruh variasi PU/ZnO. Rasio PU/ZnO 3:1 merupakan yang paling efektif dalam menghambat pembentukan fatberg

dengan laju akumulasi terendah ($b = 0,180$ g/hari), sedangkan rasio 2:1 menunjukkan laju pembentukan tertinggi ($b = 1,825$ g/hari). Variasi kontrol sebagai produk komersial menunjukkan kinerja yang kurang efektif dalam mencegah pembentukan Fatberg karena lemak lebih mudah terakumulasi pada permukaan grease trap. Rasio PU/ZnO 3:1 memberikan kinerja terbaik dalam mencegah pembentukan fatberg dan meningkatkan efisiensi penyisihan minyak-lemak, yang menunjukkan keseimbangan ideal antara sifat hidrofobik PU dan adsorptif ZnO.

5. Daftar Pustaka

- [1] Kanda, A. S. and A. D. Rahmawati. Efektivitas Pengolahan Limbah Minyak Rumah Tangga Terhadap Peningkatan Ekonomi Sebagai Pencegahan Pencemaran Air dan Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Research Student*. 1(3): 933-941, 2024.
- [2] Areli, A. J., et al. Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengelolaan Limbah Minyak Jelantah: Produksi Lilin Aromaterapi Ramah Lingkungan Di Dusun Belahan Desa Gedangan Kecamatan Kutorejo Kabupaten Mojokerto." *ABDI MASSA: Jurnal Pengabdian Nasional* 5(04): 101-110, 2025.
- [3] O'Sullivan, O. and T. Curran. Comparison Of The Lipid Components Found In Grease Trap Waste From Different Restaurants. *Biosystems Food Engineering Research Review* 25-207, 2020
- [4] Abd El-Gawad, H. Oil and grease removal from industrial wastewater using new utility approach. *Advances in Environmental Chemistry* 2014(1): 916878, 2014.
- [5] Rahman, M. M. Polyurethane/zinc oxide (PU/ZnO) composite—synthesis, protective property and application. *Polymers* 12(7): 1535, 2020
- [6] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 tentang Baku Mutu Air Limbah Dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah Untuk Air Limbah Domestik
- [7] Iasmin, M., et al. Quantifying fat, oil, and grease deposit formation kinetics." *Water Research* 88: 786-795, 2016.
- [8] Cabrera, D. V., et al. Grease Trap Waste Valorization Through Hydrothermal Liquefaction And Anaerobic Digestion: A Circular Approach To Dairy Wastewater Treatment. *Energy Environmental Science* 17(22): 8926-8941, 2024.
- [9] Akbar, I. and A. Silmi. Pengolahan limbah minyak dan lemak di restoran Padang dengan metode fisik (oil grease trap). *Jurnal TechLINK* 5(2): 1-7, 2021.
- [10] Iyare, P. U., et al. Microplastics Removal In Wastewater Treatment Plants: A Critical Review. *Environmental Science: Water Research Technology* 6(10): 2664-2675, 2020
- [11] Liu, Y., et al. Covalently bonded ZnO-reinforced waterborne polyurethane incorporating carboxymethyl chitosan with synergistic antibacterial and antifouling functions. *Chemical Engineering Journal*.174112, 2026
- [12] Rocha, K. R. d., et al. Reduction, Recycling, And Reuse Of Polyurethane Mattresses For Recovering Oils Spilled In Seawater: Kinetics And Surface Phenomena Study. *Proceedings of the 17. Brazilian congress on polymers*, 2023
- [13] Awad, S., et al. Free Volume Properties Of The Zinc Oxide Nanoparticles/Waterborne Polyurethane Coating System Studied by a Slow Positron Beam. *Journal of Composite Materials* 53(13): 1765-1775, 2019
- [14] Jiang, J., et al. The Advancing Of Zinc Oxide Nanoparticles For Biomedical Applications. *Bioinorganic chemistry applications* 2018(1): 1062562, 2018
- [15] Qi, Q.-r., et al. (2024). "Research Progress of SN38 Drug Delivery System In Cancer Treatment." *International Journal of Nanomedicine*: 945-964.
- [16] Hooda, V. A Novel Polyurethane/Nano ZnO Matrix For Immobilization Of Chitinolytic Enzymes And Optical Sensing Of Chitin. *International journal of biological macromolecules* 106: 1173-1183, 2018