

Perancangan *System* Pengolahan Limbah Detergen Berbasis *Internet of Things*

Sandhy Auliya Ma'arief¹, Ida Sriyana², Pita Adis Hernanda³, dan Shinta Amelia^{4*}

¹²³⁴⁵Universitas Ahmad Dahlan

*Corresponding author, e-mail: shinta.amelia@che.uad.ac.id

Abstrak

Limbah detergen merupakan larutan yang berbahaya bagi lingkungan karena limbah detergen merupakan polutan yang didalamnya terdapat zat Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) dan zat Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS), senyawa tersebut adalah surfaktan anionik yang merupakan senyawa aktif yang berbahaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pengujian pada reaktor limbah detergen berbasis *internet of things* dalam mendegradasi limbah detergen. Reaktor pengolahan limbah detergen ini berfungsi mendegradasi limbah detergen dengan metode Fenton Heterogen berbasis *internet of thing*. Dengan memasukkan limbah ke dalam reaktor dan ditambah dengan katalis sebagai zat pengemban lalu reaktor akan bekerja. Reaktor akan membaca nilai warna pada limbah untuk menentukan apakah limbah siap dibuang atau belum. Dalam proses degradasi limbah akan berubah warna dari yang sebelumnya berwarna biru menjadi bening. Setelah limbah detergen terdegradasi reaktor pengolahan limbah akan mengirimkan notifikasi berupa SMS kepada pengguna hal ini bertujuan untuk mempermudah pemantauan proses degradasi pada limbah detergen. Reaktor ini dilengkapi dengan sensor warna, SIM, dan motor pengaduk sebagai komponen utama. Dari pengujian yang dilakukan dibutuhkan 3 jam untuk mendegradasi limbah ABS dan dibutuhkan waktu hingga 4 jam untuk mendegradasi limbah menggunakan reaktor. Limbah ABS dengan konsentrasi yang sama lebih mudah didegradasi dibandingkan dengan limbah LAS. Hal tersebut dapat diketahui dari waktu yang dibutuhkan dalam proses degradasi.

Keyword: Perancangan, reaktor IoT, limbah, detergen, fenton heterogen

Abstract

Effluent is a dangerous solution to the environment because detergent waste is a pollutant in which ABS and LAS are found, it is an anionic surfusion that is a dangerous active compound. The purpose of this research is to test detergent reactors based on the Internet of things in fraction of detergent waste. The detergent treatment reactor works to depreciate the detergent waste by the internet-based fenton method of thing. By putting the waste in the reactor, and coupled with the catalyst, as a matter of fact, the reactor will work. The reactor will read the value of the color on the waste to determine if the waste is ready to be removed. In the process of waste degradation will change colors from one that was previously blue to clear. After the degraded detergent waste of the sewage treatment replants will send users a text alert and this is intended to facilitate the monitoring of the degradation process of detergent waste. The reactor is equipped with color sensors, driver's license, and stirrer motors as primary components. From testing done, it takes three hours to deform the ABS waste and it takes up to four hours to descale the waste using the reactor. ABS waste with the same concentration is easier to degrade than welding. It can be known from the time it takes in the degradation process.

Keywords: Designer, reactor IoT, sewage, detergent, fenton heterogeneous

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Dua pertiga dari permukaan bumi merupakan air. Namun, saat ini terdapat permasalahan serius yang mengancam keberadaan air yaitu pencemaran air. Tingkat pencemaran air mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Penyebab pencemaran terdiri dari banyak hal. Salah satu penyebab pencemaran air adalah limbah detergen. Limbah detergen di perairan dapat dihasilkan dari kegiatan mencuci baik dari rumah tangga, industri kecil seperti *laundry* maupun industri besar. Limbah detergen ini dibuang secara langsung ke tanah maupun perairan atau selokan air. Keberadaan detergen di

perairan sangat berbahaya, karena bersifat karsinogen, menimbulkan bau dan menyebabkan proses eutrofikasi yang berupa pertumbuhan tidak terkendali bagi enceng gondok. Sungai atau perairan yang seharusnya bersih sebagai sumber air bersih untuk warga. Jika sungai tercemar maka air tanah juga ikut tercemar.

Air limbah detergen termasuk polutan karena didalamnya terdapat zat yang disebut Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) dan zat Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS). Senyawa LAS dan ABS adalah surfaktan anionik yang merupakan senyawa aktif yang terdapat didalam detergen. Ada beberapa metode penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diantaranya yaitu metode fotokatalis, metode foto degradasi, dan metode fenton heterogen. Metode fotokatalis melalui proses Foto degradasi limbah cair *laundry* dilakukan dengan limbah cair dihitung absorbansi awal dengan spektrofotometri UV-Vis. Dengan cara melihat absorbansi limbah pada panjang gelombang maksimum. Metode fotokatalis memudahkan dalam hal pemisahan setelah proses degradasi dan meningkatkan kemampuan absorpsi katalis.

Penelitian tentang Foto degradasi senyawa surfaktan menggunakan sinar UV memperoleh Jumlah optimum penambahan katalis TiO_2 yang diperoleh dari hasil degradasi senyawa LAS secara fotokatalis adalah 1,5 gram dan ABS sebanyak 2 gram. Waktu optimum yang diperoleh dari hasil degradasi senyawa LAS dan ABS secara fotokatalis sama yaitu 120 menit. Hasil degradasi dengan limbah *laundry* sebesar 70,27 % [1]. Penelitian lain tentang Uji Aktivitas Beberapa Katalis pada Proses Degradasi Senyawa Aktif Detergen secara Fotokatalis memperoleh hasil dengan Katalis TiO_2 Degussa P-25 menunjukkan hasil terbaik dengan penyisihan sebesar 84,98 %. Sedangkan untuk katalis lainnya yaitu TiO_2 Merck, immobilized TiO_2 P₂₅ Degussa – silica gel, immobilized TiO_2 Merck – silica gel dan silica gel masing-masing menunjukkan penyisihan sebesar 76,29 %; 65,45 %; 53,87 %; 39,87 % [2].

Internet of Things (IoT) adalah salah satu perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan dalam mengoptimalkan kehidupan manusia berdasarkan sensor cerdas yang dimiliki dan peralatan pintar yang bekerjasama dalam jaringan internet. Perkembangan perangkat komunikasi yang dihadirkan pada IoT berkembang sangat pesat dalam dua dekade terakhir dengan peningkatan penggunaan sensor di setiap aspek kehidupan manusia sehingga membentuk jaringan-jaringan berbasis sensor dan ditambah dengan perkembangan teknologi komunikasi nirkabel yang memudahkan pengiriman data yang dibutuhkan dengan aksesibilitas yang tinggi seperti *Bluetooth*, WiFi, ZigBee, 5 dan GSM. IoT memberikan peluang pada kita dalam penerapan dibidang mana pun [3][4][5].

Sensor warna yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor warna dengan tipe TCS3200 yang dapat mengukur warna RGB dari sebuah objek berwarna. Sensor warna ini dilengkapi dengan 4 buah LED putih guna membantu pembacaan data warna pada objek. Kemampuan dalam mendeteksi warna dapat digunakan sebagai teknologi yang memungkinkan alat untuk bekerja secara otomatis ketika mendeteksi perubahan warna pada limbah detergen yang semula berwarna biru dan kemudian setelah terdegradasi menjadi berwarna bening [6][7].

Metode Fenton adalah salah satu dari teknologi oksidasi kimia lanjut (Advanced Oxidation Process) adalah serangkaian prosedur yang dirancang untuk menghilangkan bahan organik dalam air limbah melalui oksidasi melalui reaksi dengan radikal hidroksil (OH). Proses Fenton itu sendiri terjadi dari reaksi antara hidrogen peroksida dengan ion besi menghasilkan hydroxyl radical yang dapat mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik. Namun, dalam aplikasi pengolahan air limbah, istilah ini biasanya merujuk secara lebih spesifik pada subset proses kimia yang menggunakan ozon, hidrogen peroksida (H_2O_2) dan / atau sinar UV [8][9][10].

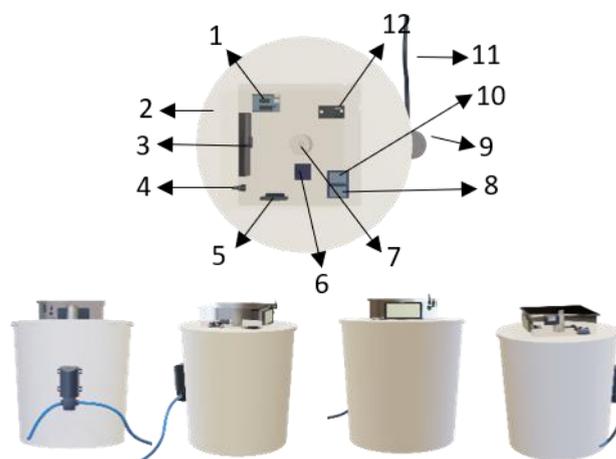
AOPs dapat diklasifikasikan baik sebagai homogen atau heterogen. Metode homogen terbagi atas tiga yaitu Metode fenton $\text{Fe}_2^+/\text{H}_2\text{O}_2/\text{dark}$. Reaksi antara pencampuran Fe_3^+ dan H_2O_2 pada larutan asam untuk oksidasi Fe_2^+ ke Fe_3^+ dan sedikit bentuk tingginya reaksi hidroksil radikal ($\bullet\text{OH}$) [11]. Metode ini memiliki karakteristik yang sama dan formasi H_2O_2 harus sedikit. Metode

Heterogen dimana Sumber Fe digunakan pada katalis. Fe yang baik menyerap ion membran yang sudah berubah. Dalam mendegradasi LAS dan ABS dalam penelitian ini menggunakan metode fenton heterogen yang dikombinasikan dengan sensor warna berbasis *Internet of Things*. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan dan pengujian reaktor limbah detergen berbasis *internet of things* dalam mendegradasi limbah detergen.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things* adalah mikrokontroler, tabung reaktor, liquid crystal display (LCD), antena, SIM, sensor warna, motor pengaduk, 2 relay, pompa air DC, selang, *stepdown*, dan *power supply*. Selain alat yang digunakan pada penelitian reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things*, penelitian ini juga menggunakan beberapa bahan yaitu katalis, limbah detergen yang digunakan adalah LAS dan ABS, dan hidrogen peroksida.

Reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things* ini memiliki tampilan seperti pada gambar 1 dan memiliki komponen di dalamnya yaitu 1) mikrokontroler sebagai komponen pengendali komponen lainnya, 2) Tabung reaktor sebagai tempat penampungan limbah dan sebagai tempat proses degradasi berlangsung, 3) LCD sebagai penampil keterangan yang sedang dilakukan reaktor, 4) antena sebagai penangkap sinyal untuk meningkatkan fungsi SIM, 5) SIM sebagai komponen untuk mengirimkan dan menerima pesan berupa SMS, 6) sensor warna sebagai pendeteksi warna limbah, 7) motor pengaduk sebagai pengaduk limbah detergen, 8) relay sebagai saklar untuk mematikan atau menyalakan pompa air DC, 9) pompa air DC sebagai komponen untuk membuang limbah yang telah didegradasi, 10) relay sebagai saklar untuk menyalakan atau mematikan motor pengaduk, 11) selang sebagai jalur pembuangan limbah, 12) *stepdown* sebagai penurun tegangan dari 12V ke 5V.

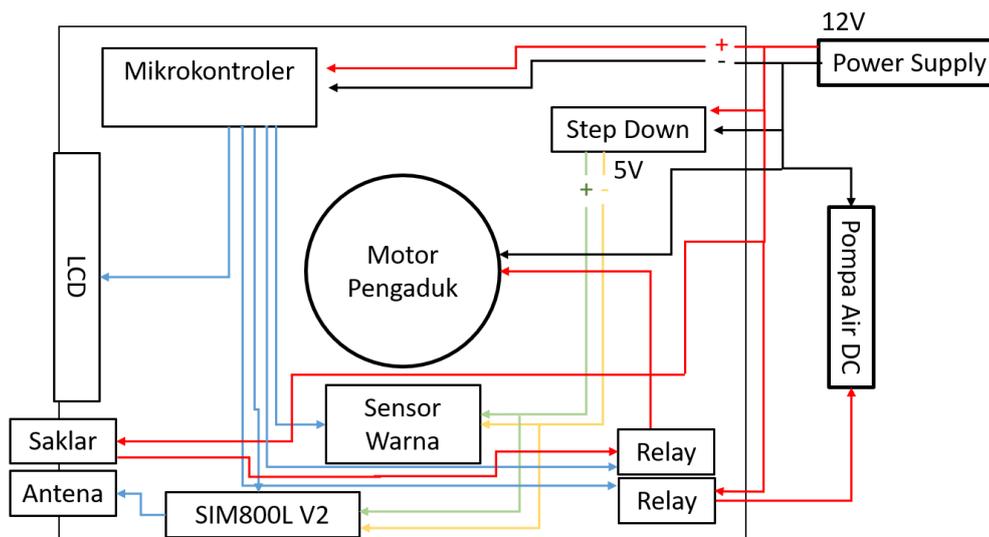


Gambar 1. Tampilan reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things*

Reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things* memiliki cara kerja yaitu dengan sensor warna membaca nilai dari warna limbah yang berada pada reaktor ketika mencapai nilai yang dinyatakan telah siap dibuang atau degradasi telah selesai dilakukan. setelah SIM mengirimkan pesan berupa SMS ke nomor pengguna yang berisi “apakah limbah akan dibuang? balas 1 untuk buang, balas 2 untuk tahan”, pada tahap ini *smartphone* menerima pesan dari reaktor berupa SMS, setelah itu pengguna menerima pesan pada *smartphone* dan menentukan balasan apabila membalas 1 maka pompa pada reaktor akan menyala dan kemudian membuang limbah yang terdapat pada

reaktor kemudian mematikan sistem pada reaktor karena proses telah selesai, apabila membalas 2 maka reaktor akan tetap menahan limbah dan akan mematikan sistem.

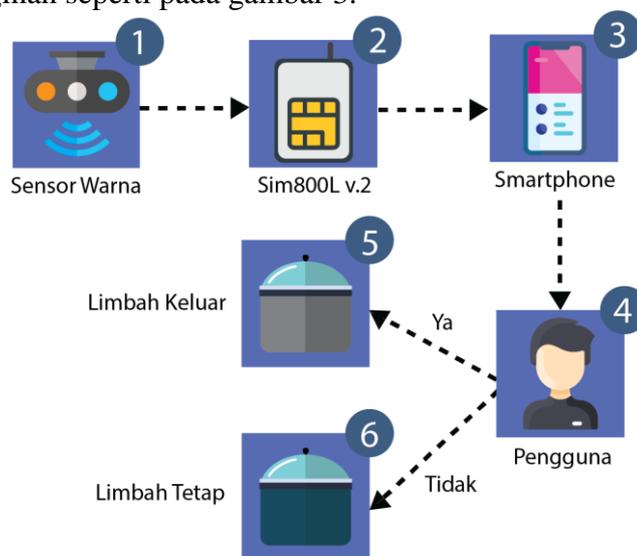
Mengacu pada Gambar 2, yang memperlihatkan secara lengkap blok diagram reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things*, tegangan awal pada reaktor yang diberikan *power supply* adalah sebesar 12V yang digunakan untuk komponen mikrokontroler, motor pengaduk, pompa air DC, *relay*, dan *stepdown*. Pada *stepdown* tegangan 12V diturunkan menjadi 5V untuk memberikan tegangan pada sensor warna dan SIM800L v2 agar stabil. Kemudian mikrokontroler memberikan sinyal perintah pada beberapa komponen diantaranya adalah LCD, SIM800L v2, sensor warna, dan kedua *relay* untuk mengendalikan reaktor sesuai dengan program dan logika yang diinginkan.



Gambar 2. Blok diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

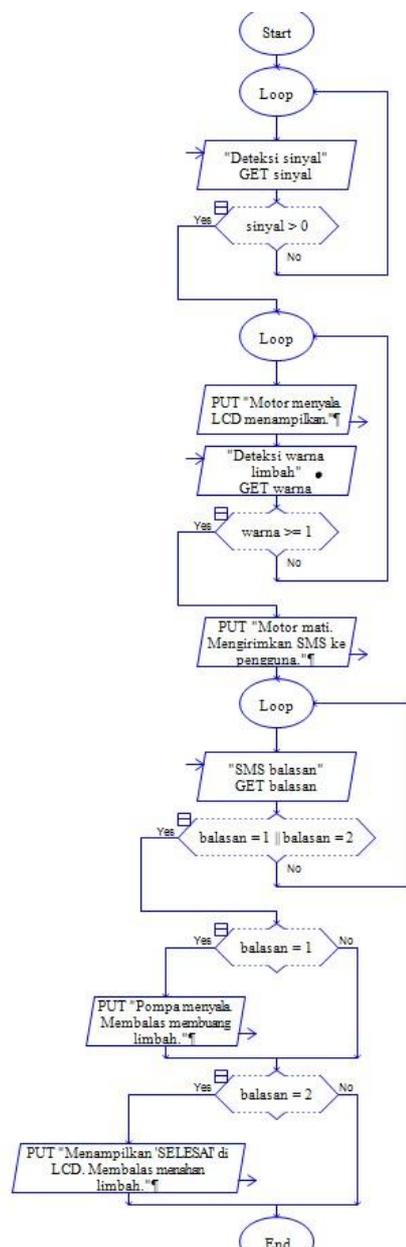
Hasil dari penelitian rancang alat reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things* diperoleh sebuah reaktor yang memiliki 12 komponen yang digunakan. Reaktor ini telah memiliki logika sesuai dengan keinginan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Cara kerja

Mengacu pada Gambar 3, yang memperlihatkan secara lengkap cara kerja reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things* dengan penjelasan sebagai berikut:

- 1) Sensor warna akan membaca nilai dari warna limbah yang berada pada reaktor ketika telah mencapai nilai yang dinyatakan siap untuk dibuang atau degradasi telah selesai dilakukan.
- 2) SIM mengirimkan pesan berupa SMS ke nomor pengguna yang berisi “apakah limbah akan dibuang? Balas 1 untuk buang, dan balas 2 untuk tahan”.
- 3) Pada tahap ini, *smartphone* menerima pesan dari reaktor berupa SMS.
- 4) Pengguna menerima pesan pada *smartphone* dan menentukan balasan
- 5) Apabila membalas 1, maka pompa pada reaktor akan menyala dan kemudian membuang limbah yang terdapat pada reaktor lalu mematikan sistem pada reaktor karena proses telah selesai.
- 6) Apabila membalas 2, maka reaktor akan tetap menahan limbah dan akan mematikan sistem



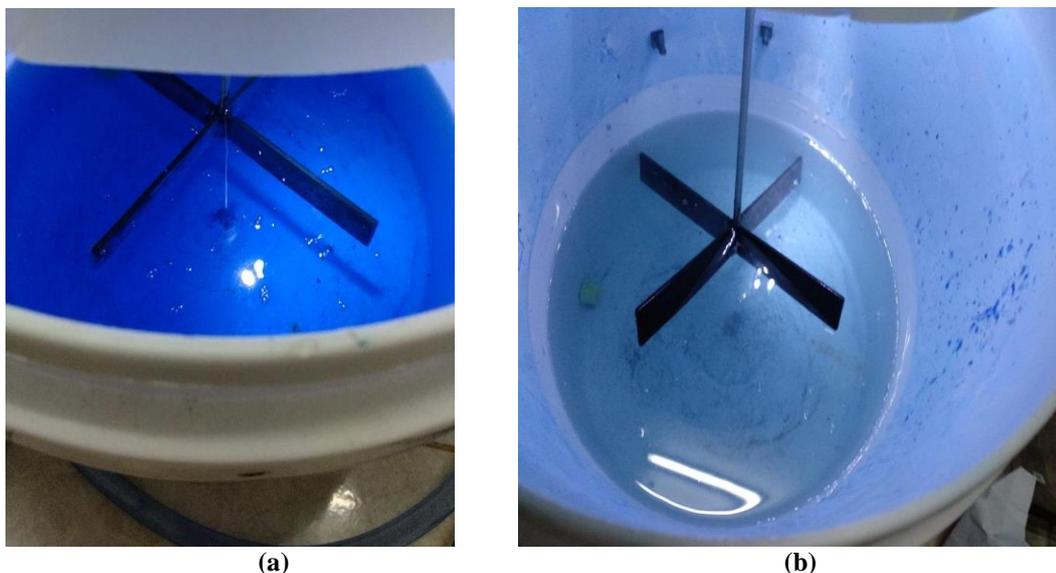
Gambar 4. Flowchart sistem

Dari cara kerja yang telah dijelaskan sistem ini memiliki flowchart seperti pada gambar 4 yang dibuat menggunakan software raptor dengan jalan sistem yang disesuaikan seperti program yang dipakai. Sehingga mendapatkan hasil pengujian sesuai dengan cara kerja dan sistem yang diinginkan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian reaktor pengolah limbah

Konsentrasi LAS dan ABS	Konsentrasi Metilen Blue	Katalis	Kecepatan Motor	Waktu Degradasi	SMS Terkirim/Tidak	Dokumentasi Hasil SMS
20 ppm LAS	5 ml	5 gram	100 rpm	4 jam	Terkirim	
20 ppm ABS	5 ml	5 gram	100 rpm	3 jam	Terkirim	

Hasil dari detergen yang dilakukan pengujian sebelum dan sesudah di uji terlihat seperti pada gambar 5 a dan b berikut:



Gambar 1. (a) Sebelum degradasi dengan reaktor (b) Setelah degradasi dengan reaktor

PENUTUP

Setelah melakukan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa reaktor pengolahan limbah berbasis *internet of things* dapat digunakan dalam mendegradasi limbah detergen yaitu LAS dan ABS menggunakan metode fenton heterogen dan dapat dipantau menggunakan *smartphone* melalui SMS. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa proses degradasi pada limbah ABS lebih cepat dibandingkan dengan degradasi pada limbah LAS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hendra, E. Barlian, A. Razak, and H. Sanjaya, "Photo-Degradation of Surfactant Compounds Using Uv Rays With Addition of TiO_2 Catalysts in Laundry Waste," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 59, 2016, doi: 10.31958/js.v7i1.126.
- [2] Y. Maryani, I. Kustiningsih, and H. Nufus, "Uji Aktivitas Beberapa Katalis pada Proses Degradasi Senyawa Aktif Detergen Secara Fotokatalisis," *Semin. Rekayasa Kim. dan Proses*, vol. A-15-1, pp. 4–5, 2010.
- [3] E. Y. Suyanti, "Rancang Bangun Deteksi Detak Jantung Manusia dengan Metode Pulse Sensor Berbasis IoT (Internet of Things) Eppy Yundra," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 191–198, 2019, [Online]. Available: www.pulsesensor.com.
- [4] J. Faza, S. I. Purnama, and F. T. Syifa, "Sistem Monitoring Tingkat pH, Kekeruhan dan Suhu Air Limbah Batik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis LoRa," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–15, Jul. 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i1.146.
- [5] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>.
- [6] R. Dwi and Vivianti, "Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs3200," no. November, 2018.
- [7] K. Thoriq Al-Azis, A. Ma'arif, S. Sunardi, F. Nuraisyah, and A. Rusdiarna Indrapraja, "Glucose level detection system in glucose solution using TCS3200 sensor with If-Else method," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 13, no. 2, pp. 110–116, 2021, doi: 10.33096/ilkom.v13i2.733.110-116.
- [8] S. Amelia, W. Rahmadani, L. R. Amalia, and Z. Mufrodi, "Degradation of surfactant waste of leather tanning using Fe_2O_3 /activated carbon catalyst," *Maj. Kulit, Karet, dan Plast.*, vol. 35, no. 2, p. 49, 2019, doi: 10.20543/mkkp.v35i2.5607.

- [9] H. Setiyanto, "Study on the Fenton Reaction for Degradation of Remazol Red B in Textile Waste Industry," *Molekul*, vol. 11, no. 2, p. 168, 2016, doi: 10.20884/1.jm.2016.11.2.212.
- [10] S. Soraya Santi, "Penurunan Kosentrasi Surfactan Pada Limbah Detergen Dengan Proses Fotokatalitik Sinar UV," 2009.
- [11] T. E. Agustina and A. Bustomi, "Pada Proses Pengolahan Limbah Pewarna Sintetik," vol. 22, no. 1, pp. 65–72, 2016.

Biodata Penulis

Sandhy Auliya Ma'arief, lahir di OKU Timur, 30 Agustus 2000. Sedang menjalani studi pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan.

Ida Sriyana, dilahirkan di Pandeglang, 9 Januari 2001. Sedang menjalani studi pada program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan.

Pita Adis Hernanda, dilahirkan di Sragen, 17 April 2001. Sedang menjalani studi pada program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan.

Shinta Amelia, dilahirkan di Tangerang, 26 Juni 1989. Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, memperoleh gelar Magister Teknik Kimia di Universitas Gadjah Mada.