



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG




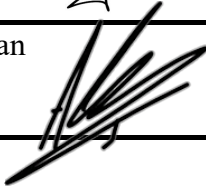
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

JALAN GANESHA NO. 10 Gedung Labtek V Lantai 2 ☎ (022)2508135-36, 📠 (022)250 0940
BANDUNG 40132

Dokumentasi Produk Tugas Akhir

Lembar Sampul Dokumen

Judul Dokumen	TUGAS AKHIR TEKNIK ELEKTRO: PENGUJIAN EFISIENSI FILTER MOF
Jenis Dokumen	PROPOSAL
Catatan: Dokumen ini dikendalikan penyebarannya oleh Prodi Teknik Elektro ITB	
Nomor Dokumen	B100-TA2324.01.004
Nomor Revisi	003
Nama File	B100-TA2324.01.004-003
Tanggal Penerbitan	29 Desember 2023
Unit Penerbit	Prodi Teknik Elektro - ITB
Jumlah Halaman	26 (termasuk lembar sampul ini)

Data Pengusul				
Pengusul	Nama	Elmo Ryaner Panggabean	Jabatan	Mahasiswa
	Tanggal	29/12/2023	Tanda Tangan	
	Nama	Muhammad Raihan Elfazri	Jabatan	Mahasiswa
	Tanggal	29/12/2023	Tanda Tangan	
	Nama	Gilbert Ng	Jabatan	Mahasiswa
	Tanggal	29/12/2023	Tanda Tangan	
Pembimbing	Nama	Ir. Akhmadi Surawijaya,	Tanda Tangan	
	Tanggal	S.T, M.Eng. 29/12/2023		
Lembaga Program Studi Teknik Elektro Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung				
Alamat Labtek V, Lantai 2, Jalan Ganesha no. 10, Bandung Telepon : +62 22 250 2260 Faks : +62 22 253 4222 Email:stei@stei.itb.ac.id				
Nomor Dokumen: B100-TA2324.01.004 Nomor Revisi: 003 Tanggal: 12/29/2023 Halaman 1 dari 26				

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN	3
1 PENGANTAR	4
1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN	4
1.2 TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI/KEGUNAAN DOKUMEN	4
1.3 REFERENSI	4
1.4 DAFTAR SINGKATAN	5
2 PROPOSAL	6
2.1 MASALAH	6
2.1.1 <i>Latar Belakang Masalah</i>	6
2.1.2 <i>Informasi Pendukung</i>	6
2.1.3 <i>Analisis Masalah</i>	13
2.1.4 <i>Kebutuhan yang harus dipenuhi</i>	14
2.1.5 <i>Tujuan Proyek</i>	14
2.2 SOLUSI	14
2.2.1 <i>Karakteristik Produk</i>	14
2.2.2 <i>Usulan Solusi</i>	14
2.2.3 <i>Analisis Usulan Solusi</i>	15
2.2.4 <i>Solusi yang dipilih</i>	17
2.3 PERENCANAAN PASAR	17
2.3.1 <i>Perkiraan Biaya</i>	17
2.3.2 <i>Analisa Finansial</i>	18
2.3.3 <i>Model Bisnis</i>	20
2.4 KESIMPULAN DAN RINGKASAN	20
3 LAMPIRAN	22

Catatan Sejarah Perbaikan Dokumen

VERSI, TGL, OLEH	PERBAIKAN
1.2 29 Desember 2023, Elmo Ryaner P.	Revisi dokumen berdasarkan masukan dari dosen pembimbing (Latar Belakang Masalah, Informasi Pendukung, Karakteristik Produk, dan Model Bisnis)
1.1 27 Desember 2023, Gilbert Ng	Revisi berdasarkan masukan dari dosen penguji saat Seminar Proposal TA I (Pernyataan Masalah, Fitur Utama, Fitur Dasar, Usulan Solusi) dan Analisis Finansial
1.0 13 Oktober 2023	Dokumen versi 1.0 diterbitkan
0.1 3 Oktober 2023	Dokumen dibuat.

1 Pengantar

1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen B100 ini merupakan proposal dari kelompok TA232401004 terkait pengembangan solusi untuk permasalahan pengujian filter air limbah tekstil yang memakan waktu karena berbagai tahapan pengujian yang perlu dijalankan secara terpisah. Kelompok TA232401004 bermaksud mengembangkan suatu modul yang mengintegrasikan tahapan-tahapan pengujian filter air limbah. Penjelasan detail terkait permasalahan, solusi, dan perencanaan pasar dirinci dalam dokumen ini.

1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Dokumen B100 ini dibuat dengan maksud sebagai panduan untuk memberikan gambaran umum terkait permasalahan yang hendak diselesaikan dan solusi yang hendak dirancang secara umum. Selain itu, dokumen ini juga dibuat dengan maksud sebagai bentuk dokumentasi segala progres dan revisi selama pengerjaan Tugas Akhir I. Dokumen B100 ditujukan kepada dosen pembimbing tugas akhir dan tim tugas akhir Program Studi Teknik Elektro ITB sebagai salah satu komponen penilaian Tugas Akhir I, serta kepada semua pihak (dalam lingkup STEI ITB) yang ingin mengembangkan produk-produk lain yang serupa sebagai bahan referensi.

1.3 Referensi

- [1] Yohan, Y., Astuti, F., & Wicaksana, A., *Pembuatan Spektrofotometer Edukasi untuk Analisis Senyawa Pewarna Makanan*. Jurnal Chemica Et Natura Acta: Banten (2018).
- [2] Zhang, C., Ren, G., Wang, W., Yu, X., Yu, F., Zhang, Q., & Zhou, M., *A New Type of Continuous-Flow Heterogeneous Electro-Fenton Reactor for Tartrazine Degradation*. Elsevier B. V.: Tianjin (2019).
- [3] Muktaridha, O., Adlim, M., Suhendrayatna, S., & Ismail, I., *Highly Reusable Chitosan-Stabilized Fe-ZnO Immobilized onto Fiberglass Cloth and the Photocatalytic Degradation Properties in Batch and Loop Reactors*. Journal of Saudi Chemical Society: Banda Aceh (2022).
- [4] Lin, Z., Zhang, C., Su, P., Lü, W., Zhang, Z., Wang, X., & Hu, W., *Fenton process for treating acrylic manufacturing wastewater: Parameter optimization, performance evaluation, degradation mechanism*. MPDI: Beijing (2022).
- [5] B. Lai, Y. Zhou, P. Yang, *Degradation of 3,3-iminobis-propanenitrile in aqueous solution by Fe⁰/GAC micro-electrolysis system*, Chemosphere 90 (2013) 1470–1482.
- [6] L. Fan, J. Ni, Y. Wu, Y. Zhang, *Treatment of bromoamine acid wastewater using combined process of micro-electrolysis and biological aerobic filter*, J. Hazard. Mater. 162 (2009) 1204–1214.
- [7] Yulkifli, Wulandari, D. A., Ramli, R., Etika, S. B., & Imawan, C. *A simple colorimeter based on microcontrollers to detect food dyes*. Journal of Physics: Conference Series (2020).

- [8] Schmidt, W. (1982). *A computerized single-beam spectrophotometer: An easy setup*. *Analytical Biochemistry*, 125(1), 162–167.
- [9] Loniza, E., & Syabani, I., *Portable Turbidimeter Dilengkapi Penyimpanan Data Berbasis Arduino*. *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia* 1, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.18196/mt.010103>.
- [10] Walling, S.A., Um, W., Corkhill, C.L. *et al.* *Fenton and Fenton-like wet oxidation for degradation and destruction of organic radioactive wastes*. *npj Mater Degrad* 5, 50 (2021).
- [11] Ramos, R.O., Albuquerque, M.V.C., Lopes, W.S., Sousa, J.T., & Leite, V.D., *Degradation of indigo carmine by photo-Fenton, Fenton, H₂O₂/UV-C and direct UV-C: Comparison of pathways, products, and kinetics*. *Journal of Water Process Engineering*, vol. 37, p. 101535 (2020).
- [12] Torres-Martínez, L. M., Ruiz-Gómez, M. A., Figueroa-Torres, M. Z., Juárez-Ramírez, I., & Moctezuma, E., *SmFeTaO Photocatalyst for Degradation of Indigo Carmine Dye under Solar Light Irradiation*. *International Journal of Photoenergy* (2012).
- [13] TA232401004, *Pengujian Absorbansi Indigo Carmine*. Laboratorium Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi: Bandung (2023).
- [14] Townshend, A., Poole, C.F., Miró, M., Worsfold, P., *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier Science: Netherlands (2019).
- [15] <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/kinerja-industri-tekstil-meningkat-934-pada-2022>, diakses 12:00, Sabtu, 7 Oktober 2023.

1.4 Daftar Singkatan

SINGKATAN	ARTI
UV-Vis	Ultraviolet – Visible
MOF	Metal Organic Framework
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional
LED	Light Emitting Diode
TOC	Total Organic Carbon
EF	Electro-Fenton
PEF	Photoelectro-Fenton
SPEF	Solar Photoelectro-Fenton
NTU	Nephelometer Turbidity Unit

2 Proposal

2.1 Masalah

Masalah yang dihadapi adalah pengujian efisiensi filter berdasarkan absorbansi zat pewarna oleh filter hasil riset penelitian saat ini terbagi menjadi beberapa tahapan yang dilakukan terpisah dan sekuensial (tidak dapat berjalan paralel) sehingga memakan waktu.

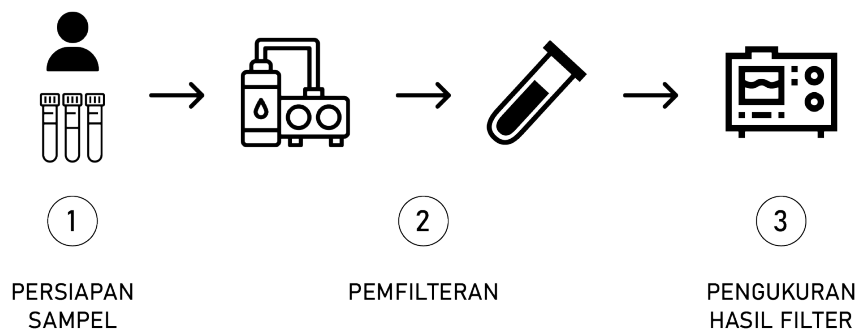
2.1.1 Latar Belakang Masalah

Industri Tekstil pada masa modern sangatlah besar dengan produk domestik bruto sebesar Rp139.33 triliun pada tahun 2022 menurut Badan Pusat Statistik (BPS).[15] Industri tersebut memenuhi kebutuhan 275,77 juta penduduk Indonesia dan ekspor tekstil Indonesia. Jumlah produksi yang tinggi dapat tercapai karena pabrik tekstil yang terus bekerja sepanjang waktu. Akan tetapi, proses produksi pada pabrik industri juga menghasilkan limbah, terutama limbah zat pewarna. Semakin besar jumlah produksi suatu pabrik, semakin besar pula limbah yang dihasilkan. Limbah-limbah tersebut memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan, antara lain pencemaran air, mengganggu ekosistem, bahkan mengganggu kesehatan manusia. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan sebelum limbah dibuang agar zat pewarna dalam limbah tidak mengkontaminasi lingkungan.

Saat ini sudah banyak dikembangkan produk-produk untuk memfilter atau mengolah limbah tersebut, salah satunya filter MOF yang dikembangkan oleh BRIN. Dalam pengolahan limbah, pemfilteran saja tidaklah cukup, diperlukan pula pengukuran sampel yang sudah diolah dengan filter untuk memastikan filter bekerja dengan efisien dan tanpa masalah sehingga limbah tidak lagi berdampak buruk terhadap lingkungan. Kondisi nyata saat ini, pengujian efisiensi filter terbagi ke dalam tiga tahap, yaitu persiapan sampel, proses pemfilteran, dan pengukuran sampel hasil filter. Pertama sampel dipersiapkan terlebih dahulu, diambil dari air limbah untuk sampel organik ataupun dibuat secara sintetik. Kedua, sampel yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam sistem atau reaktor filter untuk proses pemfilteran. Ketiga, diambil sampel air limbah hasil pemfilteran dan dilakukan pengukuran. Ketiga tahapan tersebut umumnya dilakukan secara terpisah dalam waktu dan bahkan tempat yang berbeda pula. Akibatnya, proses pengujian absorbansi filter memakan waktu yang relatif lama. Kondisi ideal yang diharapkan adalah adanya suatu sistem yang mengintegrasikan tahapan-tahapan pengujian efisiensi filter berdasarkan absorbansi zat pewarna oleh filter hasil riset penelitian sehingga dapat menghemat waktu.

2.1.2 Informasi Pendukung

2.1.2.1 Tahapan Pengujian Absorbansi Filter



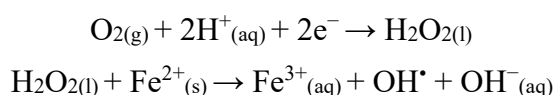
Gambar 2.1 Ilustrasi tahapan pengujian absorbansi filter

Pengujian efisiensi filter berdasarkan absorbansi zat pewarna oleh filter terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu persiapan sampel, pemfilteran, dan pengukuran absorbansi hasil pemfilteran. Tahap persiapan sampel dilakukan oleh peneliti untuk menyiapkan sampel yang akan difilter. Sampel dapat berupa zat organik yaitu limbah yang berasal langsung dari sumber pencemaran atau zat sintetik yang dibuat di laboratorium. Tahap kedua adalah pemfilteran dengan langsung memasukkan sampel ke dalam reaktor filter di mana sampel akan bereaksi dengan filter dan menghasilkan output berupa air jernih. Proses filter umumnya menggunakan metode *electro-fenton*, melibatkan *Fenton Reaction*. Sampel yang telah difilter akan digunakan dalam tahap terakhir yaitu pengukuran absorbansi, di mana kejernihan air diukur dengan berbagai metode. Salah satu cara pengukuran sampel adalah dengan melihat nilai absorbansi dan Total Organic Carbon (TOC) menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Sebagai contoh pengukuran sampel, absorbansi Indigo Carmine di Laboratorium Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi (PPNN) diuji menggunakan Spektrofotometer UV-Vis berjenis *single beam* merk Thermo Scientific. Untuk persiapan sampel, Indigo Carmine dilarutkan ke dalam aquades dengan berbagai variasi molaritas sampel yang disiapkan dengan metode dilusi (pengenceran). Untuk persiapan pengukuran dilakukan kalibrasi awal dengan zat pelarut (blank) terlebih dahulu. Setelah itu dilakukan pengukuran sampel dengan melihat nilai absorbansi larutan pada rentang panjang gelombang 200 - 900 nm. Pengujian dilakukan dari molaritas terendah selama 2 menit per sampel. Setelah pengukuran diperoleh data berupa grafik kartesian dengan sumbu X panjang gelombang (nm) dan sumbu Y merupakan absorbansi (A.u). Berdasarkan hasil, diperoleh kesimpulan berupa absorbansi semakin tinggi untuk konsentrasi tinggi dengan rentang gelombang puncak 550 - 650 nm. ^[13]

2.1.2.2 Reaksi Fenton

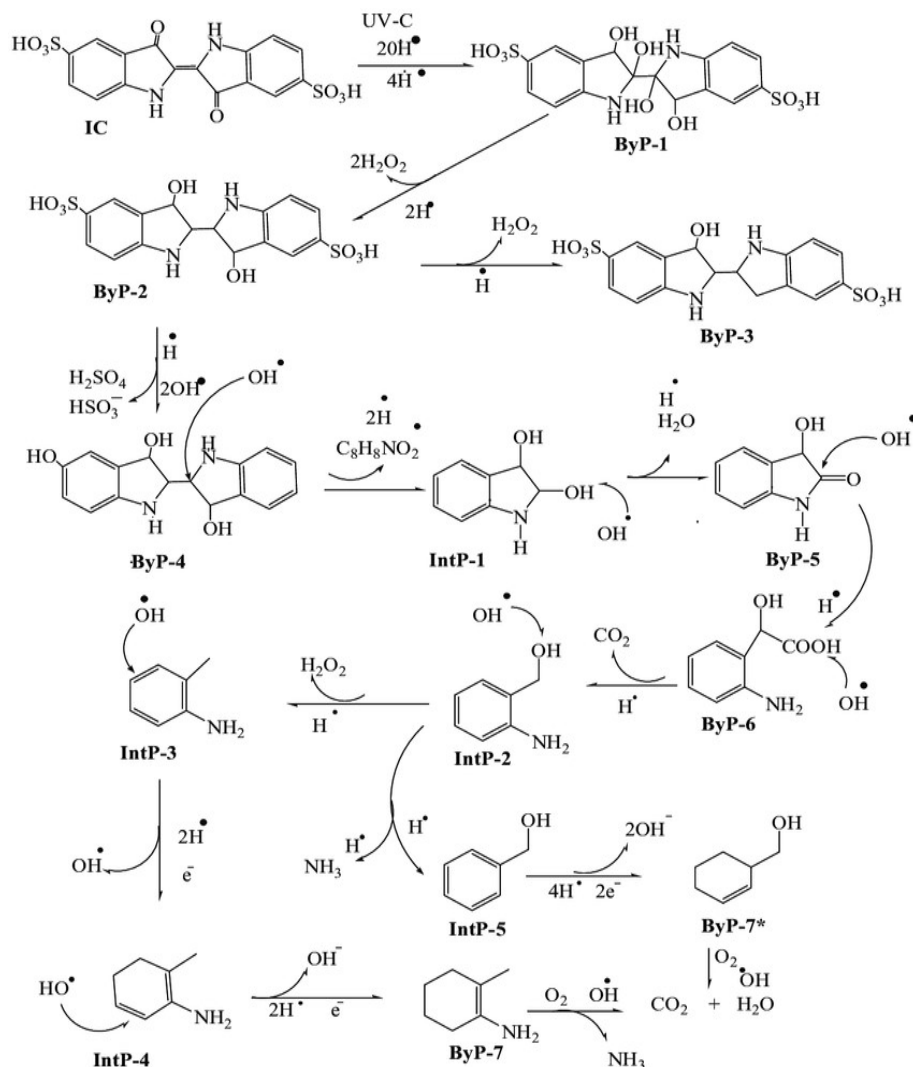
Reaksi Fenton atau oksidasi Fenton dapat digolongkan sebagai proses oksidasi tingkat lanjut, di mana hidrogen peroksida atau H_2O_2 dan sumber ion Fe^{2+} digunakan untuk menghasilkan radikal hidroksil yang kemudian menguraikan zat organik ^[10]. Reaksi ini pertama kali dilaporkan oleh Fenton pada tahun 1894, yang menunjukkan oksidasi asam tartarat oleh besi sulfat dan hidrogen peroksida. Dengan kata lain, reaksi Fenton adalah salah satu proses oksidasi tidak langsung di mana hidrogen peroksida (H_2O_2) dapat dihasilkan oleh reduksi oksigen (Persamaan (1)), dan kemudian dikatalisis menjadi persentase OH yang sangat kuat dengan adanya Fe^{2+} (Persamaan (2)). Radikal hidroksil (OH) yang dihasilkan sangat reaktif dan menyerang kontaminan organik yang ada dalam air limbah. Reaksi ini memecah molekul organik yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak terlalu berbahaya seperti air, karbon dioksida, dan produk sampingan mineral lainnya.



Reaksi Fenton adalah salah satu jenis sistem pengolahan air yang dapat digunakan untuk mendegradasi dan menghilangkan berbagai polutan organik, termasuk kontaminan seperti pewarna organik, obat-obatan, dan bahan kimia industri, dari air limbah. Salah satu keuntungan dari proses Fenton adalah kemampuannya untuk beroperasi dalam berbagai kondisi ringan dibandingkan dengan beberapa jenis proses oksidasi lainnya. Namun, proses ini membutuhkan kontrol yang teliti dan optimisasi parameter untuk memastikan degradasi

polutan yang efisien tanpa menghasilkan produk sampingan yang berbahaya. Kerugian utama untuk penerapan proses Fenton adalah biaya H_2O_2 yang relatif tinggi dan jumlah lumpur besi yang tinggi yang dihasilkan pada langkah netralisasi larutan yang diolah sebelum dibuang. Kelemahan-kelemahan ini menjadi tantangan untuk mengembangkan solusi yang ditujukan untuk meningkatkan teknologi Fenton.

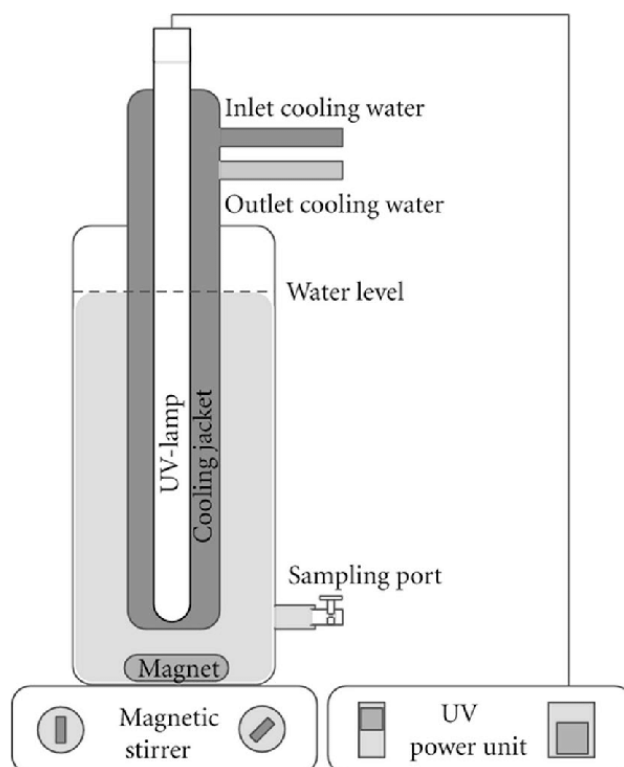
Dalam melakukan proses Fenton, terdapat beberapa variasi yang dapat memengaruhi hasil reaksi. Variasi-variasi tersebut antara lain adalah Fenton konvensional, Photo-Fenton (PF), dan Solar Photo-Fenton (SPF). Perbedaan variasi proses Fenton tersebut dapat dilihat juga dari kemampuan degradasi Indigo Carmine, salah satu pewarna sintetis yang biasa digunakan di berbagai industri, termasuk industri tekstil dan makanan.



Gambar 2.2 Mekanisme degradasi indigo carmine melalui proses Fenton konvensional.

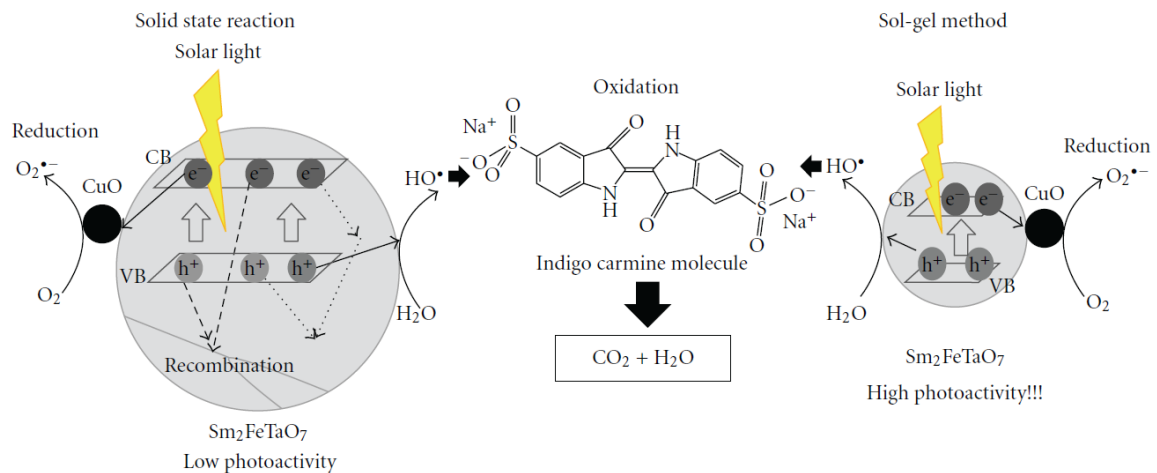
Berdasarkan mekanisme yang diilustrasikan pada Gambar 2.2, dengan adanya hidrogen peroksida dan cahaya, degradasi indigo carmine dimulai dengan memutus ikatan rangkap pusat molekul ($\text{C}=\text{C}$). Hal ini menyebabkan reorganisasi struktural, mengubah fungsi karbonil menjadi kelompok hidroksil. Radikal hidroksil berinteraksi dengan atom karbon di dekatnya, membentuk perantara reaksi seperti ByP-1, kemudian mengabstraksi gugus hidroksil untuk menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2).

Langkah selanjutnya melibatkan pembentukan zat antara lainnya (ByP-2 hingga ByP-7) melalui reaksi kompleks, termasuk penghilangan kelompok bisulfit dan pembelahan berbagai ikatan dalam molekul. Reaksi-reaksi ini menghasilkan pembentukan zat antara baru (IntP-1 hingga IntP-5) melalui pembentukan dan pembelahan ikatan secara berurutan. Pada akhirnya, proses ini mengarah pada pembentukan intermediet reaksi (ByP-7 dan ByP-7*) yang, dengan adanya oksigen dan radikal hidroksil, mengalami degradasi dan mineralisasi, menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) sebagai produk reaksi akhir. Jalur degradasi ini melibatkan serangkaian langkah yang rumit, membentuk beberapa zat antara melalui berbagai formasi ikatan, pembelahan, dan transformasi hingga pemecahan akhir menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti CO_2 dan H_2O .



Gambar 2.3 Diagram Photo-Fenton

Pada jenis proses Fenton ini, proses dilakukan sama seperti dengan reaksi Fenton konvensional. Mekanisme degradasi indigo carmine pun juga sama dengan proses Fenton konvensional. Perbedaannya terletak pada perlakuan yang diberikan selama reaksi, yaitu dengan memberikan sinar UV. Cahaya, terutama radiasi UV, bertindak sebagai katalis untuk meningkatkan pembentukan radikal hidroksil dari hidrogen peroksida dengan adanya besi besi. Energi dari cahaya mengaktifkan proses tersebut dan meningkatkan pembentukan radikal hidroksil ^[11]. Sumber cahaya tambahan secara signifikan meningkatkan produksi radikal OH, yang mengarah pada degradasi polutan organik yang lebih cepat, termasuk indigo carmine, dibandingkan dengan proses Fenton konvensional.

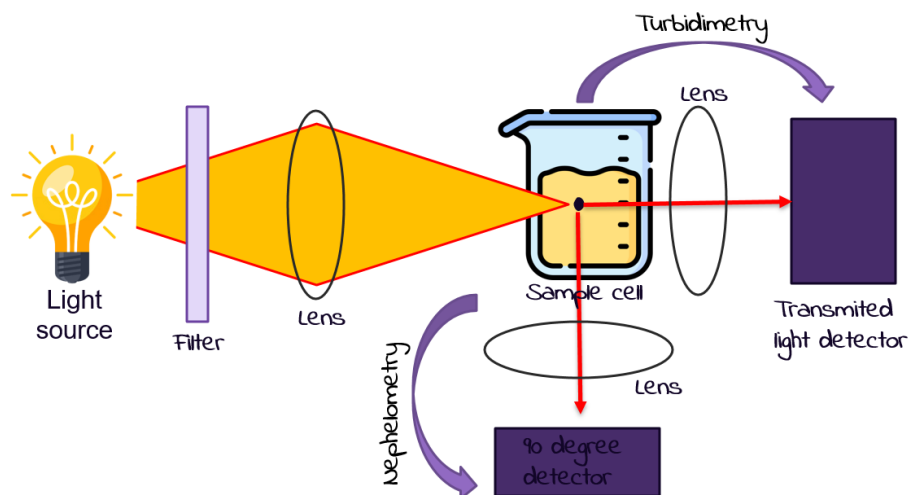


Gambar 2.4 Mekanisme degradasi Indigo Carmine dengan proses Solar Photo-Fenton. CB: Pita konduksi, VB: pita valensi. ^[12]

Pada jenis proses Fenton ini, proses dilakukan sesuai dengan reaksi Fenton sebelumnya. Perbedaannya terletak pada perlakuan yang diberikan selama reaksi, yaitu dengan memberikan sinar UV dan matahari. Penggunaan sinar UV dan matahari pada variasi ini memberikan kelebihan yang sama dengan variasi PF berupa kecepatan reaksi yang lebih tinggi dan kapabilitas untuk menguraikan kontaminan-kontaminan yang lebih sulit terurai. Akan tetapi, penggunaan sinar matahari bersifat fluktuatif dan intermiten sehingga variasi ini tidak dapat digunakan setiap saat.

Diagram pada Gambar 2.4 mengilustrasikan mekanisme reaksi degradasi fotokatalitik pewarna Indigo Carmine. Prosesnya dimulai dengan CuO/SS dan CuO/SG yang menyerap foton, membentuk pasangan elektron-hole. Pembawa muatan ini bermigrasi ke permukaan untuk reaksi redoks, sementara rekombinasi simultan berlangsung bersamaan dengan proses fotokatalitik. Persiapan sol-gel menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil, mengurangi jarak migrasi elektron-hole, mengurangi tingkat rekombinasi, dan menyediakan lebih banyak situs aktif untuk reaksi redoks permukaan. CuO bertindak sebagai perangkap elektron, mengurangi laju rekombinasi elektron-hole. Lubang yang terbentuk bereaksi dengan pewarna indigo carmine, yang pada akhirnya menghasilkan CO₂ dan H₂O.

2.1.2.3 Turbidimetri

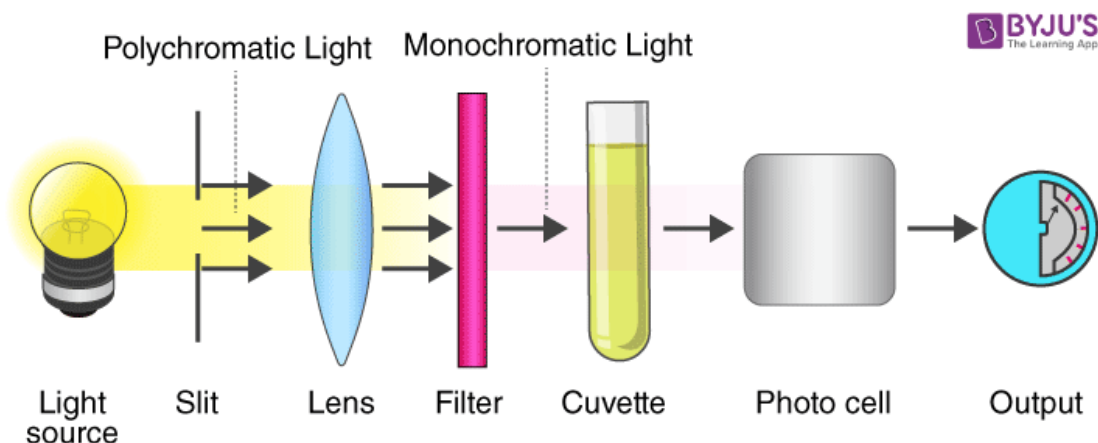


Gambar 2.5 Skema turbidimetri

Turbidimetri adalah proses pengukuran turbiditas yaitu hilangnya intensitas cahaya yang ditransmisikan akibat efek hamburan partikel yang tersuspensi di dalamnya. Turbiditas diukur dengan satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Dasar dari analisis Turbidimetri adalah pengukuran intensitas cahaya yang ditransmisikan mengenai partikel padat, maka sebagian cahaya akan mengalami pemantulan dan sisanya akan ditransmisikan.^[9]

Turbidimetri telah menemukan banyak aplikasi di laboratorium ilmiah dan di industri kimia, farmasi, bahan makanan, dan minuman. Selain itu, turbidimetri merupakan prosedur yang efektif di mana pun proses penyaringan harus dilakukan, dipantau, dan dikontrol. Dalam ilmu hidrologi, serta industri penyediaan air dan pengelolaan air limbah, nilai kekeruhan dapat bertindak sebagai ukuran pengganti yang sederhana dan mudah untuk konsentrasi padatan tersuspensi, ion sulfat, dan bahan partikulat lainnya, dan tetap menjadi salah satu aplikasi turbidimetri yang paling umum.^[14]

2.1.2.4 Kolorimetri



Gambar 2.6 Skema kolorimetri

Kolorimetri merupakan metode yang digunakan dalam analisis kimia dengan menggunakan perbandingan intensitas warna suatu larutan dengan warna larutan standar dengan cara mengukur intensitas warna larutan tersebut. Penentuan intensitas warna larutan mengikuti Hukum Lambert-Beer, yang digunakan untuk menghitung konsentrasi dari hasil pengukuran serapan dari eksperimen. Berkurangnya intensitas cahaya menunjukkan adanya cahaya yang diserap oleh molekul penyerap.^[7]

Dengan metode ini, konsentrasi larutan dapat ditentukan dengan menganalisis intensitas cahaya yang dilewatkan oleh larutan. Metode ini biasanya menggunakan sumber cahaya tunggal, yaitu cahaya putih. Faktor utama dalam metode ini adalah intensitas warna larutan yang digunakan harus seimbang dengan konsentrasinya. Larutan yang akan dideteksi penyerapan cahaya tampak merupakan larutan yang berwarna agar mendapatkan hasil pengukuran absorbansinya. Alat yang digunakan untuk mengukur perbandingan intensitas warna ini adalah kolorimeter.^[7]

Hukum Lambert-Beer menyatakan hubungan antara absorbansi dan konsentrasi dari suatu larutan kimia yang berbanding lurus, dan akan berbanding terbalik dengan transmitansi. Ada beberapa batasan dalam Hukum Lambert-Beer, yaitu sinar yang digunakan akan dianggap sebagai sinar monokromatik atau bisa disebut sinar dengan panjang gelombang tunggal, absorpsi yang terjadi pada suatu larutan tidak akan mempengaruhi apapun pada larutan, konsentrasi yang digunakan haruslah rendah karena apabila tinggi akan mempengaruhi

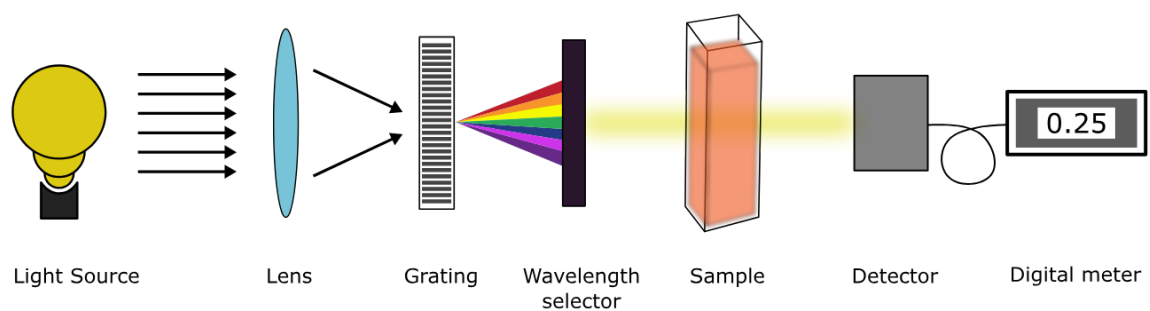
linieritas absorbansi. Hukum Lambert-Beer dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$A = a.l.c$$

Dengan A sebagai absorptivitas molar (konstanta jenis zat) dengan satuan (L/mol cm), l adalah panjang lintasan (cm) dan c adalah konsentrasi (mol/L).[7]

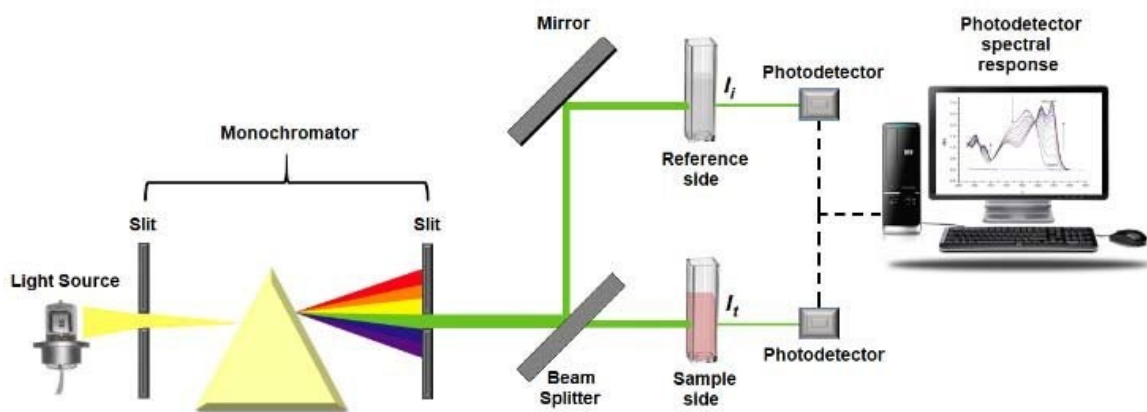
2.1.2.5 Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah metode untuk mengukur seberapa banyak zat kimia menyerap cahaya dan mengukur jumlah zat kimia yang diketahui dengan mengukur intensitas cahaya ketika seberkas cahaya melewati larutan sampel. Prinsip dasarnya adalah bahwa setiap senyawa menyerap atau memancarkan cahaya pada rentang panjang gelombang tertentu. Berdasarkan jumlah cahaya, spektrofotometri dibagi menjadi *single beam* dan *double beam*.



Gambar 2.6 Skema spektrofotometri *single beam*

Pada spektrofotometri *single beam*, sinar cahaya melewati sampel dan kemudian diarahkan ke detektor. Intensitas cahaya yang ditransmisikan diukur, dan informasi ini digunakan untuk menentukan absorbansi sampel. Spektrofotometer jenis ini cocok untuk pengukuran rutin sampel dengan karakteristik absorbansi yang relatif stabil. Spektrofotometer sinar tunggal memiliki beberapa keunggulan dibandingkan instrumen sinar ganda: kesederhanaan optik, lebih sedikit kehilangan cahaya; tidak ada bagian yang bergerak, SNR yang lebih tinggi; adaptabilitas yang mudah ke komputer mikro; dan kemungkinan pengaturan akhir fotomultiplier untuk pengukuran bahan yang keruh.



Gambar 2.7 Skema spektrofotometri *double beam*

Dalam spektrofotometri *double beam*, berkas cahaya dibagi menjadi dua jalur terpisah setelah meninggalkan sumber cahaya. Satu sinar melewati sampel, sedangkan sinar lainnya

melewati larutan referensi (*blank*) atau kuvet kosong. Kedua sinar kemudian diarahkan ke detektor yang terpisah, dan intensitasnya diukur secara bersamaan. Pengukuran dengan spektrofotometer *double beam* lebih tepat dan akurat, terutama saat menangani sampel yang dapat berubah seiring waktu atau saat bekerja dengan zat yang memiliki absorbansi yang kuat.

2.1.3 Analisis Masalah

Analisis masalah dari konstrain-konstrain yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan solusi produk Tugas Akhir ini sebagai berikut.

2.1.3.1 Ekonomi dan Manufakturabilitas (Economy and Manufacturability)

Produk yang akan dikembangkan akan dimanfaatkan untuk pengukuran sampel limbah pewarna standar oleh peneliti. Oleh karena itu, produk yang dihasilkan sebaiknya menggunakan bahan dan komponen yang mudah ditemukan di pasar Indonesia untuk memastikan penelitian dan pengembangan produk lebih lanjut tidak terhambat oleh adanya kebutuhan komponen secara impor.

2.1.3.2 Konstrain Kesehatan, Keselamatan, dan Lingkungan (Health, Safety, and Environment)

Lingkungan disini terkait dengan lingkungan hidup. Adanya kemungkinan kecelakaan atau insiden yang tak terduga saat pengujian sampel sehingga sampel berpotensi mengkontaminasi lingkungan sekitar. Untuk itu, produk harus terisolasi dari dunia luar dalam melakukan pemrosesan dan pengukuran sampel, mengingat alat akan menangani bahan kimia atau biologis.

2.1.3.3 Konstrain Lingkungan dan Keberlanjutan (Environment and Sustainability)

Lingkungan disini terkait kondisi lingkungan kerja (kondisi cuaca dan sebagainya). Produk yang dikembangkan harus tahan digunakan dalam lingkungan kerja yang beragam, tidak hanya kondisi ideal. Selain itu, produk harus dapat digunakan berkali-kali, bukan sekali pakai.

2.1.3.4 Legal, Code, and Standards

Produk yang dikembangkan harus memenuhi standar dan mengikuti peraturan dan undang-undang yang ada terkait standar untuk Balai Laboratorium Pengukuran.

2.1.3.5 Ethics, Social, and Culture

Produk yang dikembangkan harus menyesuaikan dengan aspek etika, sosial, dan budaya peneliti. Produk dapat digunakan dengan fleksibilitas sesuai dengan penggunaan yang diharapkan peneliti.

2.1.3.6 Practicality And Portability

Salah satu karakteristik produk yang akan dikembangkan ialah *user friendly* dan fleksibel, sehingga mudah digunakan dan dimengerti oleh *user*. Produk yang dikembangkan diharapkan mudah digunakan dan memiliki antarmuka yang mirip dengan alat-alat laboratorium umumnya, sehingga peneliti familiar dengan cara penggunaannya. Produk diharapkan memiliki dimensi yang tidak terlalu besar dan ringan sehingga mudah dipindahkan jika diperlukan untuk kebutuhan penelitian atau proyek tertentu.

2.1.4 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Diperlukan suatu sistem yang mengintegrasikan tahapan-tahapan dalam pengujian filter untuk menghemat waktu dengan kapabilitas yang dapat disandingkan dengan metode konvensional.

2.1.5 Tujuan Proyek

Berdasarkan latar belakang masalah, tujuan dari proyek tugas akhir ini adalah merancang suatu sistem terintegrasi yang memungkinkan peneliti untuk menguji absorbansi filter zat pewarna secara akurat dalam waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan dengan metode konvensional.

2.2 Solusi

2.2.1 Karakteristik Produk

- Fitur Utama:

Produk dapat membantu proses pengukuran absorbansi filter limbah tekstil dengan mengintegrasikan tahapan-tahapan dalam pengujian absorbansi filter.

- Fitur Dasar:

- Produk dapat mengintegrasikan tahapan-tahapan pengujian absorbansi filter
- Produk dapat membantu dalam pengukuran absorbansi filter
- Produk dapat mengendalikan keberjalanan dan parameter uji untuk pengujian filter
- Produk dapat melakukan pengukuran berulang dalam satu sesi pengujian
- Produk dapat menguji absorbansi filter dengan akurasi yang tidak berbeda jauh dengan pengujian konvensional

- Fitur Tambahan:

- Hasil pengujian produk dapat ditampilkan
- Hasil pengujian dapat disimpan di memori
- Bagian reaktor filter transparan

- Sifat solusi yang diharapkan:

- Produk mudah dibawa (*portable*)
- *Interface* produk *user friendly*
- Produk mengonsumsi daya yang tidak terlalu besar
- Produk tahan lama dan tidak mudah rusak

2.2.2 Usulan Solusi

2.2.2.1 Turbidimeter

Akan digunakan turbidimeter sebagai penguji kadar zat pewarna pada limbah yang terintegrasi dengan sistem pengolahan limbah. Alat ini berbasis mikrokontroler yang mengukur kekeruhan air, seperti adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung didalam air seperti lumpur dan pasir halus. Alat ini dirancang dengan menggunakan sensor fotodiode yang akan menerima cahaya yang berasal dari LED serta mikrokontroler ATmega328 sebagai pengolah data. Besaran kekeruhan ditentukan oleh satuan Nephelometer Turbidity Unit (NTU). Berdasarkan hasil pengukuran di paper terkait,

kekeruhan yang telah dilakukan didapatkan nilai kesalahan (*error*) tertinggi sebesar 0.9989%.

2.2.2.2 Kolorimeter

Akan digunakan kolorimeter sebagai penguji kadar zat pewarna pada limbah yang terintegrasi dengan sistem pengolahan limbah. Sistem ini menggunakan LED sebagai sumber cahaya dan fotoresistor sebagai detektor. Perangkat berfungsi berdasarkan tingkat cahaya yang diterima oleh fotoresistor, yang terhubung ke multimeter digital yang menghasilkan resistansi pembacaan. Resistansi meningkat dengan meningkatnya absorbansi sampel.

2.2.2.3 Spektrofotometer *Single Beam*

Akan digunakan Spektrofotometer *single beam* sebagai penguji kadar zat pewarna pada limbah yang terintegrasi dengan sistem pengolahan limbah. Spektrofotometer *single beam* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan instrumen *double beam*, yaitu kesederhanaan optik, lebih sedikit kehilangan cahaya, tidak ada bagian yang bergerak, SNR yang lebih tinggi, adaptabilitas yang mudah ke komputer mikro, dan kemungkinan pengaturan akhir fotomultiplier untuk pengukuran bahan yang keruh.

2.2.2.4 Spektrofotometer *Double Beam*

Akan digunakan spektrofotometer *double beam* sebagai penguji kadar zat pewarna pada limbah yang terintegrasi dengan sistem pengolahan limbah. Keunggulan spektrofotometer ini terhadap *single beam* adalah kemampuannya untuk memitigasi gangguan dan dapat digunakan tanpa perlu memberikan waktu untuk mempersiapkan lampu.

2.2.3 Analisis Usulan Solusi

Analisis usulan solusi dilakukan dengan mempertimbangkan konstrain-konstrain yang dibahas sebelumnya dengan tabel penilaian *Analytical Hierarchy Process (pairwise)*. Perincian konstrain yang menjadi pertimbangan dan tabel penilaian AHP untuk pemilihan solusi disajikan sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perincian konstrain sebagai bahan pertimbangan

Konstrain	Keterangan
Economy and Manufacturability	Komponen mudah ditemukan dan TKDN >15%
Health, Safety, and Environment	Produk terisolasi selama proses kerjanya demi keamanan dan keselamatan
Environment and Sustainability	Produk dapat digunakan dalam lingkungan yang beragam dan melakukan pengukuran lebih dari satu sesi
Legal, Code, and Standards	Produk sesuai dengan standar untuk Balai Laboratorium Pengujian
Ethics, Social, and Culture	Produk fleksibel sesuai etika, sosial, dan budaya peneliti

Practicality and Portability	Produk <i>user friendly</i> dan portabel
------------------------------	--

Tabel 2.2 Pembobotan konstrain dengan metode *pairwise comparison*

Konstrain	A	B	C	D	E	F	Nilai	Normalisasi
Economy and Manufacturability	1	1	0,5	2	2	0,5	7	0,1687
HSE	1	1	0,5	2	1	0,5	6	0,1446
Environment and Sustainability	2	2	1	2	2	1	10	0,241
Legal, Code, and Standards	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	4	0,0964
Ethics, Social, and Culture	0,5	1	0,5	1	1	0,5	4,5	0,1084
Practicality and Portability	2	2	1	2	2	1	10	0,241
Total							41,5	1

Pada Tabel 2.2 di atas, A sampai F secara berurutan adalah konstrain dari Economy and Manufacturability hingga Practicality and Portability. Dari tabel dapat dilihat hasil pembobotan setiap konstrain dengan metode *pairwise*. Metode tersebut membandingkan satu konstrain dengan konstrain lainnya untuk melihat prioritas antara konstrain-konstrain tersebut. Konstrain dengan prioritas yang lebih tinggi akan bernilai 2, konstrain dengan prioritas lebih rendah akan bernilai 0,5, dan konstrain dengan prioritas yang sama akan bernilai 1. Selanjutnya nilai normalisasi diperoleh dari membagi nilai masing-masing konstrain dengan total (41,5). Hasil normalisasi ini akan digunakan dalam tabel penilaian pemilihan solusi (integrasi tahapan pengujian filter dan metode pengukuran) selanjutnya.

Tabel-tabel penilaian solusi metode pengukuran dapat dilihat sebagai berikut. Penilaian dibuat dalam skala 1-3 dengan nilai semakin besar semakin memenuhi konstrain.

Tabel 2.3 Tabel penilaian untuk memilih solusi integrasi tahapan pengujian filter

Konstrain	Bobot	A	Terbobot	B	Terbobot	C	Terbobot	D	Terbobot
Economy and Manufacturability	0,1687	3	0,5061	3	0,5061	2	0,3374	2	0,3374
HSE	0,1446	3	0,4338	3	0,4338	3	0,4338	3	0,4338
Environment and Sustainability	0,241	3	0,723	3	0,723	3	0,723	3	0,723
Legal, Code, and Standards	0,0964	3	0,2892	3	0,2892	3	0,2892	3	0,2892
Ethics, Social, and Culture	0,1084	3	0,3252	3	0,3252	3	0,3252	3	0,3252

Practicality and Portability	0,241	1	0,241	2	0,482	2	0,482	3	0,723
Total			2,5183		2,7593		2,5906	v	2,8316

Pada Tabel 2.3 di atas, A adalah turbidimeter, B adalah kolorimeter, C adalah spektrofotometer *single beam*, dan D adalah spektrofotometer *double beam*. Dapat dilihat solusi metode pengukuran terpilih adalah D, yaitu spektrofotometer *double beam*.

2.2.4 Solusi yang dipilih

Berdasarkan analisis usulan solusi yang dilakukan, solusi yang dipilih adalah sebuah modul yang mengintegrasikan tahapan pemfilteran dan pengukuran hasil filter dengan metode pengukuran spektrofotometri *double beam*. Karakteristik solusi terpilih ini adalah sebagai berikut.

- Produk mengintegrasikan tahapan-tahapan pengujian absorbansi filter
- Produk dapat membantu dalam pengukuran absorbansi filter dengan menampilkan nilai absorbansi sampel
- Produk dapat mengendalikan keberjalanan dan parameter uji untuk pengujian filter
- Produk dapat melakukan pengukuran berulang dalam satu sesi pengujian dan untuk sesi-sesi berikutnya
- Produk memiliki akurasi yang tidak berbeda jauh dengan pengujian konvensional

2.3 Perencanaan Pasar

2.3.1 Perkiraan Biaya

Bagian ini membahas tentang perkiraan biaya yang akan diperlukan untuk mengembangkan produk dan solusi atas problem yang akan dipecahkan. Ada berbagai biaya yang perlu dihitung, antara lain:

- *Product cost*
- *Development cost*

2.3.1.1 Product Cost

Product cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu produk. Biaya yang termasuk ke dalam *product cost* adalah komponen-komponen yang diperlukan dalam satu produk tersebut. Tabel perincian *product cost* adalah sebagai berikut.

Tabel 2.4 Perincian biaya produk

Komponen	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga
Container	2	Rp50.000	Rp100.000
Pompa	2	Rp100.000	Rp200.000
Heater	1	Rp100.000	Rp100.000
Stirrer	1	Rp50.000	Rp50.000
Sumber Cahaya	1	Rp50.000	Rp50.000
Kuvet Quartz	2	Rp150.000,00	Rp300.000
Monokromator	1	Rp200.000,00	Rp200.000
Mikroprosesor dan PCB	1	Rp200.000,00	Rp200.000
Baterai 18650	4	Rp50.000,00	Rp200.000

Display	1	Rp50.000,00	Rp50.000
Casing	1	Rp500.000,00	Rp500.000
Kabel-kabel		bervariasi	Rp50.000
Product Cost 1 produk			Rp2.000.000

2.3.1.2 Development Cost

Development Cost merupakan biaya riset dan perancangan untuk pengembangan produk sebelum dapat dipasarkan. Biaya yang termasuk ke dalam *development cost* adalah biaya-biaya untuk SDM, riset dan pengembangan, material, dan biaya kontingensi.

Tabel 2.6 Perincian biaya pengembangan produk

Kategori	Deskripsi	Biaya
Labor Cost	Total gaji semua <i>engineer</i>	Rp120.000.000,00
Riset dan Pengujian	Zat pewarna, alat pengukuran, studi literatur, dll.	Rp10.000.000,00
Material	Alat dan bahan untuk satu produk	Rp2.000.000,00
Lain-lain	Biaya kontingensi (10% biaya total)	Rp13.200.000
Total		Rp145.200.000,00

2.3.1.3 Production Cost

Production cost merupakan biaya produksi untuk satu tahun, dan mencakup *product cost*, *development cost*, *maintenance* (pemeliharaan dan suku cadang untuk satu tahun), dan biaya non teknis lainnya. Dalam setahun, ditargetkan produksi unit sebanyak 100 buah.

Tabel 2.7 Perincian biaya produksi

Kategori	Deskripsi	Biaya
<i>Development Cost</i>	Biaya pengembangan produk	Rp145.200.000
<i>Product Cost</i>	Harga untuk 100 unit	Rp200.000.000
<i>Maintenance</i>	10% dari harga 100 unit	Rp20.000.000
Biaya nonteknis	Pengemasan, pengiriman, dan lain-lain	Rp10.000.000
<i>Production Cost 100 unit</i>		Rp375.000.000
<i>Production Cost 1 unit</i>		Rp3.750.000

2.3.2 Analisa Finansial

Terdapat beberapa analisa finansial yang dilakukan terkait produk yang akan dirancang, antara lain *Break Even Point* (BEP) dan *Net Present Value* (NPV).

2.3.2.1 Break Even Point

Break Even Point adalah kondisi di mana penghasilan dari penjualan produk sama dengan pengeluaran yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk, sehingga tidak mengalami kerugian ataupun keuntungan. Perhitungan BEP dapat dilihat sebagai berikut.

$$BEP = \frac{\text{Fixed Cost}}{(\text{Price per Unit} - \text{Variable Cost per Unit})}$$

$$BEP = \frac{Rp145.200.000}{(Rp5.000.000 - Rp3.750.000)}$$

$$BEP = 116,16 \approx 117 \text{ produk}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, modal akan tercapai kembali saat jumlah produk yang terjual sejumlah 116 produk. Penjualan produk ke-117 dan seterusnya akan terhitung sebagai keuntungan (*profit*).

2.3.2.2 Net Present Value

NPV adalah salah satu metrik keuangan yang digunakan untuk mengevaluasi proyek investasi atau keputusan bisnis. NPV membantu mengukur nilai ekonomi dari suatu proyek dengan memperhitungkan arus kas masuk (pendapatan) dan arus kas keluar (biaya) dari proyek tersebut.

Konsep dasar dari NPV adalah bahwa nilai uang di masa depan lebih rendah daripada nilai uang pada saat ini. Oleh karena itu, NPV menghitung nilai sekarang dari semua arus kas yang diharapkan diterima atau dikeluarkan dalam suatu proyek, dan kemudian membandingkannya dengan biaya awal investasi.

$$NPV = A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -Rp145.200.000 + \sum_{t=1}^n \frac{Rp125.000.000}{(1+0.2)^t}$$

Dengan:

A₀ = Production Cost

n = Tahun

F_t = Net Cash Flow

k = Persentase Keuntungan Bersih

Target penjualan produk adalah 100 produk per tahun, *Net Present Value* selama beberapa tahun awal produk disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.8 Tabel *Net Present Value* (NPV)

Tahun	NPV	NPV Kumulatif
0	-Rp145.200.000	-Rp145.200.000
1	Rp104.166.666	-Rp41.033.333
2	Rp86.805.555	Rp45.772.222
3	Rp72.337.962	Rp118.110.185

Dari tabel di atas, dapat dilihat *Net Present Value* (NPV) akan bernilai positif pada tahun kedua.

2.3.3 Model Bisnis

Model bisnis yang digunakan adalah *Business to Business* (B2B) dan *Business to Government* (B2G), berdasarkan pembeli produk tersebut. B2G adalah model bisnis yang menjual produk ke pemerintah atau instansi pemerintahan, dalam hal ini adalah BRIN dan industri tekstil BUMN. Model bisnis yang lainnya adalah B2B, yang menjual produk ke bisnis lain, dalam hal ini adalah peneliti non-pemerintah (perusahaan atau individu). Pihak-pihak yang terlibat dalam kedua model bisnis adalah sebagai berikut.

Tabel 2.9 Model Bisnis

Peran	B2B	B2G
Developer	ITB	ITB
Sumber Dana	ITB	ITB/Kemenristek/BRIN
Klien	Peneliti (Perusahaan atau Individu)	BRIN
Target Pasar	Perusahaan atau Peneliti Swasta	Badan Riset Negara (BUMN)
Maintenance	ITB	ITB
Pengguna	Peneliti Pengolahan Limbah	Peneliti Pengolahan Limbah

Penjelasan lebih lanjut mengenai model bisnis B2B dan B2G:

- ITB akan menjadi pengembang, pemroduksi, *service*, pemasar, dan penjual.
- BRIN atau peneliti terkait akan menjadi pembeli. Pihak ini akan meminta pihak pemroduksi jika ada kebutuhan pembelian, pengembangan, ataupun perawatan dan pemeliharaan alat.
- Pengguna langsung produk ini adalah BRIN atau pabrik tekstil (khususnya bagian pengolahan limbah). Pihak ini yang memiliki akses terhadap data sistem dan mengatur perizinan pemasangan alat di pabrik.

2.4 Kesimpulan dan Ringkasan

Berdasarkan keseluruhan konten dalam dokumen B100 ini, dapat diambil beberapa poin kesimpulan dan ringkasan sebagai berikut.

- Masalah yang dihadapi adalah tidak adanya suatu sistem terintegrasi yang memungkinkan peneliti untuk menguji absorbansi filter zat pewarna secara akurat dalam waktu yang singkat.
- Solusi yang dipilih adalah sebuah modul yang mengintegrasikan tahapan pemfilteran dan pengukuran hasil filter dengan metode pengukuran spektrofotometri *double beam*.
- Produk ini akan digunakan oleh peneliti untuk melakukan penelitian atau pengembangan lebih lanjut terkait pengolahan limbah, terutama limbah dari industri tekstil.

3 Lampiran

CV 1

ELMO RYANER PANGGABEAN

ryaner717@gmail.com | +62 813 1426 4203 | LinkedIn: [Elmo Ryaner Panggabean](#)

PROFILE

I am a penultimate-year Electrical Engineering student eager to put my abilities to work in a demanding position in the field of electrical engineering, where I can advance my knowledge and skills. I am experienced in various software commonly used in the field, including MATLAB, Simulink, and LTSpice. I am fluent in English and possess a good working proficiency in the German language. I am a quick learner, capable of adapting to new situations and learning new skills as needed. I also have a strong work ethic, attention to detail, and a dedication to producing excellent results.

EDUCATION

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Bachelor of Engineering, Electrical Engineering

August 2020 – present

- Member of Electrical Engineering Student Association ITB (HME ITB)
- Member of Christian Student Association ITB (PMK ITB)
- Member of ITBJazz Student Association

SMAN 61 JAKARTA

Mathematics and Natural Science

January 2019 – May 2020

High School Diploma

SEKOLAH INDONESIA SINGAPURA LTD.

Mathematics and Natural Science

August 2017 – January 2019

High School Diploma, transferred to SMAN 61 Jakarta in January 2019

ORGANIZATIONAL & VOLUNTEER EXPERIENCE

ELECTRICAL ENGINEERING STUDENT ASSOCIATION ITB (HME ITB)

Staff of Media and Communications

July 2022 – April 2023

- Assisted in the creation of graphic materials for the use of the internal department.
- Handled several design requests from clients, i.e., designs for Instagram posts.

ITBJAZZ STUDENT ASSOCIATION

Staff of Media and Communications

May 2021 – April 2022

- Created content in the form of Instagram posts using graphic design software, such as Adobe Illustrator.
- Edited music videos using Adobe Premiere Pro.
- Utilized a strong working knowledge of photo and video editing software.

BADAN PENGURUS ANGKATAN STEI '20

UI/UX Division, Ministry of Communications, and Informatics

February 2021

- Assisted in designing a website using Figma.
- Utilized crucial design software skills to assist in designing the website.

SKILLS

Software: Microsoft Office, Spice, Visual Studio Code, Quartus, MATLAB, Arduino IDE, Circuit Design

Hardware: ESP32, Arduino, FPGA

Programming Languages: C/C++, Assembly, Python, VHDL, Verilog

Soft Skills: Knowledge of Technical Diagrams, Teamwork, Communication, Adaptability, Good work ethic

Spoken Languages: Indonesian (Native speaker), English (Highly proficient), German (Working proficiency)

PROJECTS

PID CONTROLLER FOR DC MOTOR SPEED AND POSITION, EL3014 MICROPROCESSOR SYSTEMS COURSE

Designed a system consisting of plant (DC motor) and controller (PID controller) implemented using MATLAB and Arduino IDE software. DC motor has parameters that can be modified according to needs. Designed and simulated control system for DC motor's speed and position using P, I, PI, PD, and PID controllers via root locus.

ELECTRICAL POWER SYSTEM DESIGN IN SIMULINK, EL3014 ELECTRICAL POWER SYSTEMS COURSE

Designed and analysed an electric power system with four generators and four load categories, based on provided parameters, through simulation of the power system using MATLAB. Responsible for calculating priority load parameters and analysing the power capacity of transmission lines and transformers.

WIEN-BRIDGE OSCILLATOR, EL3109 ELECTRONICS II LABORATORY COURSE

Designed an RC oscillator with given specifications consisting of peak-to-peak output voltage amplitude and frequency. Responsible for designing the oscillator circuit using CAD tools and the PCB layout using EAGLE. Succeeded in fulfilling the given specifications.

BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR AMPLIFIER, EL2205 ELECTRONICS LABORATORY COURSE

Designing a Common Emitter amplifier using Bipolar Junction Transistor (BJT) with a given specification consisting of gain, input resistance, and output resistance. The designing process is divided to four steps, which are hand calculation, simulation using software, PCB designing and printing, and circuit testing.

INTERESTS

Tinkering with computers and electronics | Graphic Design | Sports | Video games | Video Editing | Audio Mixing | Playing music

MUHAMMAD RAIHAN ELFAZRI

raihanelfazri2002@gmail.com | +62 822 8948 1704 | LinkedIn : [Muhammad Raihan Elfazri](#)

EDUCATION

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2020 – 2024

Bachelor of Engineering, Electrical Engineering

- Member of Electrical Engineering Student Association ITB (HME ITB)

DWIWARNA BOARDING HIGH SCHOOL

2017 – 2020

Mathematics and Natural Science

ORGANIZATIONAL & VOLUNTEER EXPERIENCE

ELECTRICAL ENGINEERING STUDENT ASSOCIATION ITB (HME ITB)

Ministry of Innovation and Collaborative Work Member

August 2022 – April 2023

- Documenting, publishing, and archiving Electrical Engineering Student Association (HME) ITB's events.
- Providing Electrical Engineering Student Association (HME) members with mentorship, competition incubation, and providing database to be used in learning

WISOKLORD: Wisuda Oktober HME ITB Liaison Officer

September – October 2022

- Responsible for contacting alumnis regarding to the graduation event

MEMBER OF SOUTH SUMATRA CULTURE UNIT (MUSI ITB)

Head of Aspiration Body

August 2023 – Present

- Watching over election of new head of culture unit
- Holding Presentation of Accountability Report each quarter and moderate the event.

SKILLS

Language : Bahasa Indonesia (native), English (working proficiency), German (A2).

Software : Microsoft Office Programs, Google Workspace, LTSpice, Visual Studio Code, Quartus, MATLAB, CALogix & CALGrafix, Arduino IDE.

PROJECTS

PID CONTROLLER FOR DC MOTOR SPEED AND POSITION, EL3014 MICROPROCESSOR SYSTEM COURSE

Designing a system consisting of plant (DC motor) and controller (PID controller) implemented using MATLAB and Arduino IDE software. DC motor has parameters that can be modified according to needs. Designed and simulated control system for DC motor's speed and position using P, I, PI, PD, and PID controllers via root locus.

WIEN-BRIDGE OSCILLATOR, EL3109 ELECTRONICS II LABORATORY COURSE

Designing one of a RC oscillator, the Wien Bridge Oscillator with a given spesification consisting of peak-to-peak output voltage amplitude and frequency. Designing process is divided to four steps, which are hand calculation, simulation using LTSpice, PCB designing and printing, and circuit testing.

BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR AMPLIFIER, EL2205 ELECTRONICS LABORATORY COURSE

Designing a Common Emitter amplifier using Bipolar Junction Transistor (BJT) with a given spesification consisting of gain, input resistance, and output resistance. Designing process is divided to four steps, which are hand calculation, simulation using LTSpice, PCB designing and printing, and circuit testing.

8-BIT LEAST COMMON MULTIPLIER (LCM) AND GREATEST COMMON DIVISOR (GCD) CALCULATOR, EL2002 DIGITAL SYSTEMS COURSE

Designing a Least Common Multiplier (LCM) and Greatest Common Divisor (GCD) calculator up to 8 bit (0 – 255 in numbers) using Quartus 16 software with VHDL programming language. Calculator is realized with Termite software UART serial communication as input and Altera Cyclone IV FPGA board LED as output.

GILBERT NG

gilbertng20@gmail.com | +62 882 8662 6488 | LinkedIn : [Gilbert Ng](#)

EDUCATION**INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

2020 – 2024

Bachelor of Engineering, Electrical Engineering

- Member of Electrical Engineering Student Association ITB (HME ITB)
- Member of Buddhist Student Association ITB (KMB ITB)
- Member of Melayu Riau Culture Unit (UKMR ITB)

ORGANIZATIONAL & VOLUNTEER EXPERIENCE**ELECTRICAL ENGINEERING STUDENT ASSOCIATION ITB (HME ITB)**

Staff of Communications Media

July 2022 – April 2023

- Documenting, publishing, and archiving Electrical Engineering Student Association (HME) ITB's events.
- Managing flow of information in social media including Instagram and Line.

WISOKLORD: Wisuda Oktober HME ITB Head of Event

September – October 2022

- Lead the team to plan the whole event for graduation parade and celebration of the alumni.

Masa Bina Cinta (MBC) HME ITB Head of Field and Event

July – August 2022

- Lead three divisions consisting of 30+ people to plan and prepare 11 days of event for electrical engineering major orientation consisting of 100+ participants.

CHAMPARADE: Dies Natalis HME ITB Head of Event

November 2021 – January 2022

- Lead the team to plan the whole event for Electrical Engineering Student Association (HME) ITB's Dies Natalis, including cake ceremony, sport and e-sport competitions, escape room, and community service.

BUDDHIST STUDENT ASSOCIATION ITB (KMB ITB)

Head of Extracampus

April 2022 – March 2023

- Representative of Buddhist Student Association (KMB) ITB in interacting and communicating with people and/or instances outside ITB.
- Lead the team to plan the whole event for the whole year, including media partner, comparative study, committee collaboration, bonding, and company visit.

SKILLS

Language: Bahasa Indonesia (native), English (working proficiency), Chinese (daily conversation).

Software: Microsoft Office Programs, Google Workspace, LTSpice, Visual Studio Code, Quartus, MATLAB, CALogix & CALGrafix, Arduino IDE.

PROJECTS**PID CONTROLLER FOR DC MOTOR SPEED AND POSITION, EL3014 MICROPROCESSOR SYSTEM COURSE**

Designing a system consisting of plant (DC motor) and controller (PID controller) implemented using MATLAB and Arduino IDE software. DC motor has parameters that can be modified according to needs. Designed and simulated control system for DC motor's speed and position using P, I, PI, PD, and PID controllers via root locus.

WIEN-BRIDGE OSCILLATOR, EL3109 ELECTRONICS II LABORATORY COURSE

Designing one of the RC oscillators, the Wien Bridge Oscillator with a given specification consisting of peak-to-peak output voltage amplitude and frequency. The designing process is divided into four steps, which are hand calculation, simulation using LTSpice, PCB designing and printing, and circuit testing.

BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR AMPLIFIER, EL2205 ELECTRONICS LABORATORY COURSE

Designing a Common Emitter amplifier using Bipolar Junction Transistor (BJT) with a given specification consisting of gain, input resistance, and output resistance. The designing process is divided into four steps, which are hand calculation, simulation using LTSpice, PCB designing and printing, and circuit testing.

8-BIT LEAST COMMON MULTIPLIER (LCM) AND GREATEST COMMON DIVISOR (GCD) CALCULATOR, EL2002 DIGITAL SYSTEMS COURSE

Designing a Least Common Multiplier (LCM) and Greatest Common Divisor (GCD) calculator up to 8 bit (0 – 255 in numbers) using Quartus 16 software with VHDL programming language. Calculator is realized with Termite software UART serial communication as input and Altera Cyclone IV FPGA board LED as output.