

SKRIPSI

**PEMANFAATAN GENERATOR OZON MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI *ARCING PLASMA* DAN *DIELECTRIC BARRIER
DISCHARGE (DBD)* SEBAGAI PEMBERSIH AIR BILASAN
*LAUNDRY***



**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**TRIO PUTRO WARINGIN
NIM. 03041182025021**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PEMANFAATAN GENERATOR OZON MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI *ARCING PLASMA* DAN *DIELECTRIC BARRIER
DISCHARGE (DBD)* SEBAGAI PEMBERSIH AIR BILASAN
*LAUNDRY***

Oleh:

**TRIO PUTRO WARINGIN
NIM. 03041182025021**

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

**Palembang, November 2024
Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



**Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141990031005**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PEMANFAATAN GENERATOR OZON MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI *ARCING PLASMA* DAN *DIELECTRIC BARRIER
DISCHARGE (DBD)* SEBAGAI PEMBERSIH AIR BILASAN
*LAUNDRY***

Oleh:

**TRIO PUTRO WARINGIN
NIM. 03041182025021**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disetujui untuk diujikan
guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro**

Palembang, November 2024

Dosen Pembimbing I



**Dr. Djdlil Amri, S.T., M.T.
NIP. 196507131997021001**

Dosen Pembimbing II



**Dr. Ir. Syarifa Fitria, S.T.
NIPUS. 1671025612880004**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Trio Putro Waringin
Nomor Induk Mahasiswa : 03041182025021
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Persentase plagiarism (*Turnitin*) : 10%

Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pemanfaatan Generator Ozon Menggunakan Metode Kombinasi *Arcing Plasma* dan *Dielectric Barrier Discharge* (DBD) sebagai Pembersih Air Bilasan *Laundry*”, merupakan karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat dari karya ilmiah orang lain, maka saya akan bertanggung jawab dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

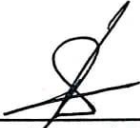
Demikian pernyataan ini saya buat dalam kesadaran dan tanpa paksaan.


Palembang, November 2024
Yang Menyatakan,



Trio Putro Waringin
NIM. 03041182025021

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya lingkup dan kualitas ini mencukupi sebagai skripsi.

Tanda Tangan : 
Pembimbing I : Dr. Djulil Amri, S.T., M.T.
Tanggal : /November/2024

Tanda Tangan : 
Pembimbing II : Dr. Ir. Syarifita Fitria, S.T.
Tanggal : /November/2024


KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa. Karena berkat izin, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Generator Ozon Menggunakan Metode Kombinasi *Arcing Plasma* dan *Dielectric Barrier Discharge* (DBD) sebagai Pembersih Air Bilasan *Laundry*” ini dengan baik.

Skripsi ini merupakan sebuah karya ilmiah yang dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya agar mendapatkan gelar Sarjana Teknik. Penyusunan skripsi ini dibuat berdasarkan pada kajian literatur, studi pustaka yang berkaitan, dan eksperimen serta pengambilan data secara langsung di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Tentunya proses pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan pada materi yang dibahas. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk meningkatkan kualitas skripsi kedepannya.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung serta membantu. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya ilmu teknik elektro terkait dengan pemanfaatan ozon.

Palembang, November 2024



Trio Putro Waringin
NIM. 03041182025021

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ilmiah skripsi ini penulis dedikasi dan persembahkan, sebagai penghargaan, dan rasa hormat penulis kepada:

- Bapak Alm. Rubingan (Bapak), Ibu Sumiati (Mamak), Mba Dwi, Mba Putri, Kak Ardi, Hafizzah, Afifah, dan keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan ini;
- Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D., Ibu Ir. Dwirina Yuniarti, M.T., Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng., Ph.D., Bapak Djulil Amri, S.T., M.T., dan Ibu Dr. Ir. Syarifa Fitria, S.T., yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan tugas akhir skripsi;
- Rektor Universitas Sriwijaya Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si.;
- Dekan Fakultas Teknik Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.;
- Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU selaku ketua jurusan, Bapak dan Ibu dosen-dosen serta administrasi dan akademik Jurusan Teknik Elektro;
- Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan waktu dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan dalam waktu 4 tahun (2020-2024) ini;
- Pranata dan senior di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Pak Lukmanul Hakim, S.T., Kak Intan Dwi Putri S.T., dan Kak Ferlian Seftianto, S.T., M.Kom.;

- Temen-teman seperjuangan, seluruh anggota Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTTPL) Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya angkatan 2020 yaitu Fadlu, Bhanunasmi, Raga, Elam, Meiwa, Muthia, Aldhi, Rangga, Adziin, Ridwan, Ryan, Hilman, Derry, Iqbal, Aldo, Rama, Sahrul, Ravi, Kurniawan, Lutfi, Eric, Ahmed, dan Mozmail yang telah terlibat dan mendukung penelitian;
- Tim ozon, Kurniawan, Lutfi, Erik, dan Ahmed yang telah bekerja sama baik dalam pikiran, tenaga, atau materi selama penelitian tugas akhir.
- Sahabat kosan kostsong, Ridho, Fadlu, Sahrul, Aldhi, Dery, Iqbal Samudera, Aldo, Iqbal Fahlevi, Adit, Adib;
- Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2020, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya;
- Pihak-pihak yang telah mendukung penulis selama menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis berdoa kepada Allah SWT, semoga diberikan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Palembang, November 2024



Trio Putro Waringin
NIM. 03041182025021

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Trio Putro Waringin
Nomor Induk Mahasiswa : 03041182025021
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul, “Pemanfaatan Generator Ozon Menggunakan Metode Kombinasi *Arcing Plasma* dan *Dielectric Barrier Discharge (DBD)* sebagai Pembersih Air Bilasan *Laundry*” beserta perangkat yang ada.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, November 2024
Yang Menyatakan,



Trio Putro Waringin
NIM. 03041182025021

ABSTRAK

PEMANFAATAN GENERATOR OZON MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *ARCING PLASMA* DAN *DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE (DBD)* SEBAGAI PEMBERSIH AIR BILASAN *LAUNDRY*

(Trio Putro Waringin, 03041182025021, 2024, xx + 53 halaman + lampiran)

Penelitian ini melaporkan mengenai efektivitas paparan ozon dalam membersihkan air bilasan *laundry* dengan menggunakan metode kombinasi *arcing plasma* dan *dielectric barrier discharge (DBD)* dalam menghasilkan ozon. Penelitian ini juga menganalisis pengaruh variasi jarak celah antar elektroda batang berbahan *stainless steel* dengan ukuran 1; 1,5; dan 2mm. Pembangkitan tegangan tinggi menggunakan transformator *flyback*, yang mampu menghasilkan tegangan keluaran hingga 15 kV. Paparan ozon dilakukan dengan variasi waktu 1 hingga 10 jam. Parameter yang diukur meliputi nilai *Potential Hydrogen (pH)*, *Total Dissolved Solids (TDS)*, *Electrical Conductivity (EC)* pada air bilasan *laundry*, serta perubahan warna yang terjadi setelah mengalami paparan ozon. Konsentrasi ozon diukur menggunakan ORP meter, dengan mengaplikasikan tegangan tinggi searah sebesar 6; 7; dan 8 kV untuk setiap variasi jarak celah elektroda pada *chamber* generator ozon. Hasil eksperimental memperlihatkan konsentrasi ozon tertinggi diperoleh pada *chamber* dengan menggunakan metode kombinasi *arcing plasma* dan DBD pada jarak celah 1,5mm dan pengaplikasian tegangan sebesar 7 kV. Paparan ozon selama 10 jam menunjukkan penurunan pada nilai pH dari 7,3 menjadi 6,9; Kemudian nilai TDS dari 99 ppm menjadi 88 ppm, dan nilai EC dari 207 mV menjadi 180 mV. Perubahan warna yang signifikan juga dihasilkan setelah paparan ozon selama 10 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ozon sebagai agen oksidasi yang kuat, efektif dalam memecah molekul organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan kurang berbahaya, sehingga dapat meningkatkan kualitas air bilasan *laundry*.

Kata Kunci: *Ozon, Air Bilasan Laundry, Arcing Plasma, Dielectric Barrier Discharge (DBD), Elektroda Stainless Steel, potential Hydrogen (pH), Total Dissolved Solids (TDS), dan Electrical Conductivity (EC)*

ABSTRACT

UTILIZATION OF AN OZONE GENERATOR USING A COMBINATION OF ARCING PLASMA AND DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE (DBD) METHODS AS A CLEANER FOR LAUNDRY RINSE WATER

(Trio Putro Waringin, 03041182025021, 2024, xx + 53 pages + appendix)

This study reports on the effectiveness of ozone exposure in cleaning laundry rinse water using a combination method of arcing plasma and dielectric barrier discharge (DBD) in producing ozone. This study also analyzes the effect of variations in the gap distance between stainless steel rod electrodes with sizes 1; 1.5; and 2mm. High voltage generation uses a flyback transformer, which is capable of producing output voltages up to 15 kV. Ozone exposure is carried out with a time variation of 1 to 10 hours. The parameters measured include the value of Potential Hydrogen (pH), Total Dissolved Solids (TDS), Electrical Conductivity (EC) in laundry rinse water, as well as color changes that occur after experiencing ozone exposure. Ozone concentration was measured using an ORP meter, by applying a direct high voltage of 6; 7; and 8 kV for each variation of electrode gap distance in the ozone generator chamber. The experimental results showed that the highest ozone concentration was obtained in the chamber using a combination method of arcing plasma and DBD at a gap distance of 1.5mm and applying a voltage of 7 kV. Ozone exposure for 10 hours showed a decrease in pH value from 7.3 to 6.9; then TDS value from 99 ppm to 88 ppm, and EC value from 207 mV to 180 mV. Significant color changes were also produced after 10 hours of ozone exposure. The results of this study indicate that ozone as a strong oxidizing agent, is effective in breaking down complex organic molecules into simpler and less harmful compounds, so it can improve the quality of laundry rinse water.

Keywords: *Ozone, Laundry Rinse Water, Arcing Plasma, Dielectric Barrier Discharge (DBD), Stainless Steel Electrode, potential Hydrogen (pH), Total Dissolved Solids (TDS), Electrical Conductivity (EC)*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
NOMENKLATUR.....	xix
DAFTAR ISTILAH.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Hipotesis Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Air Bersih	7
2.2 <i>Potential Hydrogen</i> (pH)	10
2.3 <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS).....	10

2.4	Plasma	11
2.5	<i>Dielectric Barrier Discharge</i> (DBD).....	13
2.6	Ozon (O ₃)	14
2.7	Penelitian Sebelumnya.....	16
BAB III METODOLOGI DAN EKSPERIMENTAL		22
3.1	Pendahuluan	22
3.2	Metode yang digunakan	23
3.3	Bahan dan Peralatan Penelitian	25
3.3.1	Bahan	25
3.3.2	Peralatan Penelitian	26
3.4	Rangkaian Pembangkit Tegangan Tinggi Searah.....	29
3.5	Sistem Elektroda.....	31
3.6	Diagram Skematik Generator Ozon dan Pengukuran Parameter Sampel Air Bilasan <i>Laundry</i>	33
3.7	Pengujian.....	34
3.7.1	Prosedur Pengukuran Keluaran Tegangan Pembangkitan Tegangan Tinggi Dengan Transformator <i>Flyback</i>	34
3.7.2	Prosedur Pengukuran Konsentrasi Ozon Menggunakan ORP Meter.....	35
3.7.3	Prosedur Paparan Ozon pada Air Bilasan <i>Laundry</i>	36
3.7.4	Prosedur Pengukuran Nilai pH pada Air Bilasan <i>Laundry</i> ...	37
3.7.5	Prosedur Pengukuran Nilai <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) pada Air Bilasan <i>Laundry</i>	37
3.7.6	Prosedur Pengukuran Nilai <i>Electrical Coductivity</i> (EC) pada Air Bilasan <i>Laundry</i>	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Umum	39
4.2	Hasil Eksperimental.....	40

4.2.1	Tegangan Keluaran Pembangkit Tegangan Tinggi Searah...	40
4.2.2	Konsentrasi Ozon	42
4.2.3	Nilai <i>Potential Hydrogen</i> (pH) pada Air Bilasan <i>Laundry</i> ...	44
4.2.4	Nilai <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) pada Air Bilasan <i>Laundry</i>	45
4.2.5	Nilai <i>Electrical Conductivity</i> (EC) pada Air Bilasan <i>Laundry</i>	46
4.2.6	Perubahan Warna pada Air Bilasan <i>Laundry</i>	47
4.3	Diskusi	48
BAB V PENUTUP		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Geometri lucutan plasma penghalang dielektrik yang membentuk lucutan mikro	13
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	24
Gambar 3.2 Air bilasan <i>laundry</i>	25
Gambar 3.3 <i>Hv probe</i>	27
Gambar 3.4 Gelas beaker	28
Gambar 3.5 Rangkaian pembangkitan tegangan tinggi searah dengan transformator <i>flyback</i>	30
Gambar 3.6 Desain <i>chamber</i> generator ozon metode kombinasi <i>arcing plasma</i> dan DBD	31
Gambar 3.7 Detail tampilan dalam <i>chamber</i> generator ozon metode kombinasi <i>arcing plasma</i> & DBD	32
Gambar 3.8 Rangkaian pengujian sampel air bilasan <i>laundry</i>	33
Gambar 4.1 Hasil pengukuran keluaran tegangan tinggi transformator <i>flyback</i>	41
Gambar 4.2 Perbandingan nilai konsentrasi ozon pada <i>chamber</i> generator ozon dengan variasi jarak celah sebesar 1; 1.5; dan 2mm	42
Gambar 4.3 Hasil pengukuran nilai pH pada air bilasan <i>laundry</i> yang telah dipaparkan ozon selama 1 jam hingga 10 jam	44
Gambar 4.4 Hasil pengukuran nilai TDS pada air bilasan <i>laundry</i> yang dipaparkan ozon selama 1 hingga 10 jam	45
Gambar 4.5 Hasil pengukuran nilai EC pada air bilasan <i>laundry</i> yang telah dipaparkan ozon selama 1 hingga 10 jam	46
Gambar 4.6 Perbandingan warna air bilasan <i>laundry</i> setelah dipaparkan ozon selama 1 hingga 10 jam	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air keperluan higiene sanitasi.....	8
Tabel 2.2 Parameter biologi dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi	8
Tabel 2.3 Parameter kimia dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi	9
Tabel 2.4 Data penelitian yang telah dilakukan dan berkaitan dengan topik riset yang akan dilakukan penelitian	16
Tabel 3.1 Spesifikasi dimensi <i>chamber</i> generator ozon kombinasi metode <i>arcing plasma</i> dan DBD	32
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan keluaran dari pembangkitan tegangan tinggi transformator <i>flyback</i> seri BSC25-3604	40
Tabel 4.2 Nilai konsentrasi ozon pada <i>chamber</i> generator ozon dengan variasi jarak celah sebesar 1, 1.5, dan 2mm.....	43

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Reaksi Pembentukan Ozon	15
Persamaan 2.2 Reaksi Penguraian Ozon	15

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian
- Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran
- Lampiran 3 Rekaman Hasil Pengukuran
- Lampiran 4 Lembar Plagiarisme *Turnitin*
- Lampiran 5 SULIET/USEPT

NOMENKLATUR

O = Atom oksigen tunggal

O_2 = Molekul oksigen

O_3 = Molekul ozon

DAFTAR ISTILAH

<i>Laundry</i>	: Cucian
<i>Arcing Plasma</i>	: Busur Plasma
<i>Dielectric Barrier Discharge</i>	: Peluahan Penghalang Dielektrik
<i>Flyback</i>	: Peralihan Balik
<i>Step Up</i>	: Penaik Tegangan
<i>Step Down</i>	: Penurun Tegangan
<i>Oxidation Reduction Potential</i>	: Potensi Reduksi Oksidasi
<i>Potential Hydrogen</i>	: Potensi Hidrogen
<i>Total Dissolved Solids</i>	: Zat Padatan Terlarut
<i>Electrical Conductivity</i>	: Konduktivitas Listrik
<i>Chamber</i>	: Ruang
<i>Stainless Steel</i>	: Baja Tahan Karat
<i>Aluminium Tape</i>	: Pita Aluminium
<i>Coliform</i>	: Organisme
<i>Escherichia coli</i>	: Bakteri Diare
<i>Colony Forming Unit</i>	: Satuan Koloni Unit
<i>Non Thermal Equilibrium</i>	: Ketidaksetimbangan Termal
<i>Thermal Equilibrium</i>	: Kesetimbangan Termal
<i>Paper</i>	: Makalah
<i>Pulse Width Modulation</i>	: Modulasi Gelombang Pulsa
<i>Voltage Regulator</i>	: Pengatur Tegangan
<i>Switching</i>	: Peralihan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air bersih di perkotaan Indonesia semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) dari tahun 2015 hingga tahun 2022, volume air bersih yang disalurkan oleh perusahaan air bersih di provinsi seluruh Indonesia mulai dari tahun 2015 mencapai 3.657.660.000 m³, pada tahun 2017 sebesar 3.583.525.000 m³, tahun 2018 sebesar 3.856.435.000 m³, tahun 2019 sebesar 4.130.273.000 m³, tahun 2020 mencapai 4.350.726.000 m³, tahun 2021 mencapai 4.375.679.000 m³ dan puncaknya pada tahun 2022 mencapai 4.504.496.000 m³. Volume produksi air bersih ini disalurkan kepada beberapa konsumen, antara lain sektor sosial, khusus, niaga & industri, non niaga dan lainnya [1][2].

Ketersediaan air bersih sangat dibutuhkan di semua sektor, termasuk industri kecil seperti industri *laundry* yang dianggap sebagai salah satu industri dengan tingkat konsumsi air bersih terbesar. Industri *laundry* memproses volume pencucian pakaian dalam jumlah yang besar. Aktivitas *laundry* dapat mengkonsumsi beberapa juta meter kubik air per tahun. Industri *laundry* mengolah pakaian dengan membersihkannya menggunakan air dan produk pembersih pakaian seperti detergen dalam skala yang besar. Oleh karena itu, selain mengkonsumsi air dalam jumlah yang besar, industri ini juga menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar dan dianggap sebagai sumber pencemaran utama terhadap lingkungan perairan [3].

Kandungan kimia yang terdapat pada air limbah *laundry* dapat menimbulkan busa pada perairan dan memberikan pengaruh yang buruk terhadap lingkungan yang berdampak pada kerusakan makhluk hidup di

perairan hingga mencemari dan menurunkan kualitas dari air baku sungai [4][5]. Air baku sangat dibutuhkan sebagai sumber utama dalam memproduksi air bersih. Volume kebutuhan air yang besar tentu harus diimbangi dengan produksi dan pasokan air baku yang besar. Produksi air bersih di Indonesia bersumber dari air sungai sebagai bahan bakunya. Salah satu sumber air baku yang mulai tercemar yakni Sungai Musi yang berada di Palembang, Sumatera Selatan.

Sungai Musi merupakan salah satu sungai terbesar di Pulau Sumatera yang membentang sepanjang 670 km dan melalui dua provinsi, yakni Provinsi Bengkulu dan Sumatera Selatan [6]. Dari data statistik kualitas air oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Sejak tahun 2015 hingga tahun 2020, Sungai Musi telah termasuk ke dalam kategori sungai yang tercemar berat [7]. Pencemaran ini terjadi seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan diikuti dengan aktivitas industri *laundry* di daerah Palembang, Sumatera Selatan. Penurunan kualitas air baku dapat menurunkan dayaguna, sumber daya, dan daya tampung dari sumber air yang telah tercemar. Sehingga dapat mempengaruhi kualitas pasokan air baku, kesehatan manusia, dan makhluk hidup yang berada di lingkungan sekitarnya.

Usaha untuk mengurangi konsumsi air bersih yang berdampak pada pengurangan biaya produksi *laundry*, maka banyak jasa *laundry* yang menggunakan kembali air bilasan pakaian yang telah digunakan pada proses pembilasan sebelumnya. Hal ini berdampak pada peningkatan keuntungan dari usaha *laundry*. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Daito Ueda *et al.* (2023) melaporkan bahwa penggunaan air bilasan cucian pakaian yang telah digunakan kembali ini jika tidak diperhatikan, maka akan berpotensi terkontaminasi bakteri dan virus yang bahkan akan menyebar ke pakaian yang telah melalui proses bilasan menggunakan air ini. Oleh karena itu, air

bilasan yang telah digunakan berulang kali ini perlu dilakukan pembersihan agar beberapa bakteri dan virusnya tidak menyebar melalui air hingga ke pakaian [8].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membersihkan air bilasan *laundry* ini adalah dengan menggunakan ozon, sebagaimana yang dilaporkan oleh Daito Ueda *et al.* (2019). Meskipun banyak metode serta teknologi pemurnian air, ozon telah banyak digunakan karena biaya yang rendah, pengolahan yang efektif, dan keunggulan dibandingkan dengan beberapa metode konvensional lainnya. Ozon telah banyak digunakan sebagai detoksifikasi, penghilang disinfektan, koagulan, algisida, pengendap, pestisida dan untuk menghilangkan rasa. Dari manfaat inilah membuat ozon dapat menjadi salah satu metode untuk pengolahan air dan juga pada aplikasi lainnya. Selain itu, ozon juga merupakan salah satu metode alternatif yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi [9].

Metode serta teknologi penghasil ozon yang banyak digunakan adalah metode *dielectric barrier discharge* (DBD) atau peluahan penghalang dielektrik yang pertama kali dilakukan oleh Siemens pada tahun 1857 [10]. DBD merupakan salah satu bentuk peluahan gas dimana media isolasi dimasukkan ke dalam ruang peluahan yang dibentuk oleh elektroda yang pada umumnya elektroda peluahan penghalang dielektrik ini terbuat dari bahan logam [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan studi terkait pemanfaatan generator ozon dengan mengkombinasikan metode *arcing plasma* dan *dielectric barrier discharge* (DBD) dengan tujuan agar konsentrasi ozon yang dihasilkan lebih optimal untuk membersihkan air bilasan *laundry*.

1.2 Rumusan Masalah

Air dari proses pencucian ini merupakan salah satu sumber pemasok utama limbah domestik. Proses pencucian ini biasanya dapat menghasilkan 50 hingga 200 liter air limbah per kali pencucian [12]. Dengan menggunakan kembali air bilasan *laundry* merupakan salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan air dan juga mengurangi dampak limbah yang dapat mencemari lingkungan. Air bilasan yang digunakan berulang kali berpotensi tercemar bakteri dan virus dan dapat menyebar ke pakaian yang melewati proses pembilasan ini [8].

Pada penelitian ini, air bilasan *laundry* perlu dilakukan pembersihan supaya air dan pakaian yang dicuci tidak terkontaminasi bakteri serta sebagai solusi penghematan air, dimana air bilasan ini dapat digunakan secara berulang kali. Proses sterilisasi menggunakan generator ozon metode kombinasi *arcing plasma* dan *dielectric barrier discharge* (DBD). Metode *arcing plasma* merupakan metode yang belum banyak digunakan dalam memproduksi ozon dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan metode DBD, serta perlu diuji keefektifannya dalam menghasilkan ozon. Diharapkan dengan mengkombinasikan metode ini dapat memperoleh hasil yang lebih efektif dalam meminimalisir dampak kontaminasi pada air bilasan *laundry*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah :

1. Merancang pembangkit tegangan tinggi searah menggunakan transformator *flyback* sebagai sumber tegangan tinggi generator ozon.
2. Merancang *chamber* generator ozon yang mengkombinasikan metode *arcing plasma* dan DBD untuk menghasilkan nilai konsentrasi ozon tertinggi.
3. Mengetahui pengaruh paparan ozon terhadap nilai *Potential Hydrogen* (pH), *Total Dissolved Solids* (TDS), dan *Electrical Conductivity* (EC) pada air bilasan *laundry*.
4. Mengetahui pengaruh durasi paparan ozon terhadap perubahan sifat dari air bilasan *laundry*, dan kemampuan proses di dalam menghilangkan bakteri dan virus setelah mengalami proses ozonisasi.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, studi dilakukan pada skala laboratorium dengan beberapa batasan-batasan antara lain sebagai berikut :

1. Tegangan yang dihubungkan pada *chamber* generator ozon sebesar 6, 7, dan 8 kV untuk mencari konsentrasi ozon yang paling optimal.
2. Durasi paparan ozon dilakukan selama 1 hingga 10 jam.
3. Elektroda yang digunakan ialah 2 buah elektroda batang berbahan *stainless steel* dengan diameter sebesar 19mm dengan variasi jarak celah sebesar 1, 1,5, dan 2mm.

1.5 Hipotesis Penelitian

Air bilasan *laundry* yang digunakan berulang kali berpotensi terkontaminasi bakteri yang dapat mencemari air bahkan pakaian yang sedang dalam proses pencucian, termasuk perubahan sifat pada air bilasan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pembersih yang dapat meminimalisir bahaya dari beberapa virus dan bakteri dari air bilasan yang telah digunakan berulang kali. Ozonisasi terhadap air bilasan *laundry* diduga memiliki kemampuan dan merupakan salah satu solusi yang ramah lingkungan dan telah banyak digunakan dalam proses pembersihan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, *Statistik Air Bersih 2015-2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2020.
- [2] Badan Pusat Statistik, *Statistik Air Bersih 2018-2022*, 14th ed. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2023.
- [3] D. Lacalamita, C. Mongiovi, and G. Crini, "Chemical substances present in discharge water generated by laundry industry: Analytical monitoring," *Water Sci. Eng.*, vol. 16, no. 4, pp. 324–332, 2023, doi: 10.1016/j.wse.2023.07.004.
- [4] I. Pontiani, R. Purnaini, and P. Widha Nugraheni, "Penurunan Parameter Pencemar Limbah Laundry Menggunakan Filter Arang Cangkang Kelapa Sawit," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 11, no. 1, p. 073, 2023, doi: 10.26418/jtlb.v11i1.59352.
- [5] M. W. Tsabity and H. R. IW, "Efisiensi Alat Pengolah Limbah Laundry Untuk Menurunkan Kadar Deterjen Di Desa Dukuwaluh Kecamatan Kembaran Tahun 2016," *Bul. Keslingmas*, vol. 36, no. 4, pp. 378–385, 2017, doi: 10.31983/keslingmas.v36i4.3117.
- [6] W. A. E. Putri and M. Melki, "Kajian Kualitas Air Muara Sungai Musi Sumatera Selatan," *J. Mar. Aquat. Sci.*, vol. 6, no. 1, p. 36, 2020, doi: 10.24843/jmas.2020.v06.i01.p05.
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Statistik Kualitas Air, Udara, dan Tutupan Lahan 2020," vol. 1, pp. 39–48, 2021, [Online]. Available: [https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/1033/210930123917BUKU STATISTIK PPKL 2020 \(versi CETAK\).pdf](https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/1033/210930123917BUKU%20STATISTIK%20PPKL%2020%20(versi%20CETAK).pdf)
- [8] D. Ueda *et al.*, "Sterilization of Underwater Bacteria by Ozone Bubble Pulsed Discharge," *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 51, no. 2, pp. 333–341, 2023, doi: 10.1109/TPS.2022.3205008.

- [9] M. Qasim, M. S. Rafique, and R. Naz, "Water purification by ozone generator employing non-thermal plasma," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 291, no. June, p. 126442, 2022, doi: 10.1016/j.matchemphys.2022.126442.
- [10] L. Wei, W. Lin, W. Liao, Y. Zhang, Y. Chen, and P. Yuan, "Current pulses and their influences on ozone production in oxygen-fed dielectric barrier discharge," *J. Electrostat.*, vol. 119, no. February, p. 103748, 2022, doi: 10.1016/j.elstat.2022.103748.
- [11] X. Gou, D. Yuan, L. Wang, L. Xie, L. Wei, and G. Zhang, "Enhancing ozone production in dielectric barrier discharge utilizing water as electrode," *Vacuum*, vol. 212, no. March, p. 112047, 2023, doi: 10.1016/j.vacuum.2023.112047.
- [12] V. V. Patil, P. R. Gogate, A. P. Bhat, and P. K. Ghosh, "Treatment of laundry wastewater containing residual surfactants using combined approaches based on ozone, catalyst and cavitation," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 239, no. December 2019, p. 116594, 2020, doi: 10.1016/j.seppur.2020.116594.
- [13] S. Kong, M. Tian, C. Qiu, Z. Wu, and J. Yu, "IWSCR: An Intelligent Water Surface Cleaner Robot for Collecting Floating Garbage," *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Syst.*, vol. 51, no. 10, pp. 6358–6368, 2021, doi: 10.1109/TSMC.2019.2961687.
- [14] M. A. Rahu, A. F. Chandio, K. Aurangzeb, S. Karim, M. Alhussein, and M. S. Anwar, "Toward Design of Internet of Things and Machine Learning-Enabled Frameworks for Analysis and Prediction of Water Quality," *IEEE Access*, vol. 11, no. September, pp. 101055–101086, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3315649.

- [15] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum,” *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1–20, 2017.
- [16] S. Vijayakumar, M. Sakthivel, S. Murugesan, and K. Narmada, “Potential of Hydrogen (pH) to monitor the multi temporal change in ground water quality using geospatial techniques: A Case Study of Nagapattinam District Potential of Hydrogen (pH) to monitor the multi temporal A Case Study of Nagapattinam District,” *J. Appl. Sci. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1137–1152, 2019.
- [17] F. Y. Aljaberi, “Investigation of electrocoagulation reactor design effect on the value of total dissolved solids via the treatment of simulated wastewater,” *Desalin. Water Treat.*, vol. 120, pp. 141–149, 2018, doi: 10.5004/dwt.2018.22562.
- [18] T. Juwitangingtyas, “Panduan Praktikum Teknologi Pengelolaan Limbah dan Bahan Samping,” *Lab. Teknol. Pangan Univ. Ahmad Dahlan*, pp. 1–25, 2020.
- [19] N. Mat Saman, M. H. Ahmad, and Z. Buntat, “Experimental Analysis of Cold Plasma With Glow Discharge Mechanism Under a Variety of Input Parameters,” *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 50, no. 7, pp. 2110–2125, 2022, doi: 10.1109/TPS.2022.3176455.
- [20] C. Meidiani, “Skripsi Pengaruh Paparan Ozon yang Dihasilkan Dari DBD Chamber Menggunakan Alumunium Granular Elektrode Terhadap Kualitas Pelet Pakan Ikan,” Universitas Sriwijaya, 2021.

- [21] D. Nur, Muhammad., *Plasma Physics and Applications*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2011.
- [22] Diksha, Samandeep, J. Rehal, and J. Kaur, "Removal of pesticide residues in food using ozone," *Food Chem. Adv.*, vol. 3, no. November, p. 100512, 2023, doi: 10.1016/j.focha.2023.100512.
- [23] J. Ran, X. Zhang, D. Ge, X. Li, and X. Li, "Effect of Dielectric Surface Morphology on Dielectric Barrier Discharge Mode in Air at Atmospheric Pressure," *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 49, no. 1, pp. 214–218, 2021, doi: 10.1109/TPS.2020.3043580.
- [24] T. Gomes, H. Mendes de Souza, G. D. Savi Bortolotto, B. A. Escobar, B. G. Furtado, and E. Angioletto, "Application of ozone in peanut kernels: A multiscale model approach and effects on filamentous fungi decontamination," *J. Food Eng.*, vol. 357, no. July, 2023, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2023.111649.
- [25] V. Yargeau *et al.*, "Integrated ozonation as a strategy for enhancing treatment of municipal wastewater in facultative sewage lagoons," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 11, no. 2, p. 109406, 2023, doi: 10.1016/j.jece.2023.109406.
- [26] Z. Liu, X. Xiao, C. Jiang, Y. Wang, and J. He, "Assessment of the air disinfection effect of low-concentration ozone in a closed environment," *Build. Environ.*, vol. 244, no. August, p. 110747, 2023, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110747.
- [27] R. Nabizadeh, R. Amrollahi, B. Ghafary, and S. N. Alam, "Influence of ozone supply mode and aeration on photocatalytic ozonation of organic pollutants in wastewater using TiO₂ and ZnO nanoparticles," *HELIYON*, p. e22854, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22854.

- [28] S. Fitria, Z. Nawawi, M. A. B. Sidik, D. Yuniarti, R. F. Kurnia, and Z. Buntat, "Comparison Double Dielectric Barrier Using Perforated Aluminium for Ozone Generation," *Proc. 2018 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. ICECOS 2018*, vol. 17, pp. 419–424, 2019, doi: 10.1109/ICECOS.2018.8605256.
- [29] A. Syafarudin and Novia, "Produksi Ozon dengan Bahan Baku Oksigen Menggunakan Alat Ozon Generator," *J. Tek. Kim.*, vol. 19, no. 2, pp. 1–9, 2013.
- [30] V. Parkash, P. Kumar, P. Sharma, and G. Sapra, "Design and implementation of flyback converter as high voltage power supply for nanofibers production," *Mater. Today Proc.*, vol. 45, no. xxxx, pp. 5285–5291, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.857.
- [31] D. Amri, S. Fitria, M. I. Jambak, R. F. Kurnia, D. Yuniarti, and Z. Nawawi, "Effect of distance tip gap on screw electrode of ozone generator: simulation and experimental study," *Telkonnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 20, no. 6, pp. 1393–1398, 2022, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v20i6.23289.
- [32] C. G. Joseph, Y. Y. Farm, Y. H. Taufiq-Yap, C. K. Pang, J. L. H. Nga, and G. Li Puma, "Ozonation treatment processes for the remediation of detergent wastewater: A comprehensive review," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 9, no. 5, p. 106099, 2021, doi: 10.1016/j.jece.2021.106099.
- [33] T. Jamil, "Application of ball Clay/MnO₂ based catalytic ozonation process for textile wastewater treatment," *Desalin. Water Treat.*, vol. 318, no. April, p. 100394, 2024, doi: 10.1016/j.dwt.2024.100394.