

Aplikasi Plasma Atmosfer pada pH dan TDS Air Limbah Domestik
(Application of Plasma Atmospheric on pH and TDS of Domestic Wastewater)

Triswanto Putro^{1,2}, Afita Dewi Prastiwi¹
¹Program Studi Teknik, Program Diploma Pelayaran,
Universitas Hang Tuah Surabaya
²Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya,
Malang

Abstrak: Sumber air bersih yang berasal dari sungai sudah tercemar dan tidak bisa digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Salah satu penyebab pencemaran air sungai adalah limbah kamar mandi. Sifat air limbah kamar mandi yang basa dan mengandung banyak deterjen mengakibatkan air tersebut susah diurai oleh mikroorganisme yang ada dalam air, agar air limbah tersebut dapat digunakan, maka perlu adanya proses daur ulang. Penelitian dilakukan menggunakan teknologi plasma untuk mengolah air limbah. Plasma dibangkitkan dengan menggunakan memodifikasi transformator flyback berfrekuensi 7 KHz, 8 KHz dan 10 KHz. Tegangan yang dihasilkan berupa tegangan tinggi (High Voltage) antara 5 – 24 KV. Variabel yang diteliti dari air limbah kamar mandi adalah pH dan TDS (Total Dissolve Solid). Proses daur ulang dimulai dengan dipaparkannya plasma pada permukaan air selama 20 menit dan dijaga pada suhu konstan. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan pH air dari 10,0 menjadi 8,1 dengan menggunakan teknologi plasma (electron discharge). Sedangkan untuk pengukuran TDS mengalami kenaikan dari nilai 135 ppm menjadi 210 ppm.

Kata Kunci: air bersih, pH, TDS, plasma

***Abstract:** Clean water sources from rivers are polluted and cannot be used for daily needs. One of the causes of river water pollution is bathroom waste. The nature of bathroom waste water which is alkaline and contains a lot of detergent causes the water to be hard to decompose by microorganisms present in the water. so that the wastewater can be used, it is necessary to have a recycling process. The study was conducted using plasma technology to treat wastewater. Plasma is generated by modifying flyback transformers with a frequency 7 kHz, 8 kHz and 10 kHz. The resulting voltage is in the form of high voltage (High Voltage) between 5-24 KV. The variables studied from bathroom wastewater were pH and TDS. The recycling process begins with the exposure of plasma to the water surface for 20 minutes and maintained at a constant temperature. The results showed a decrease in water pH from 10.0 to 8.1 using plasma (electron discharge) technology. As for the measurement of TDS, it has increased from 135 ppm to 210 ppm.*

***Keywords:** clean water, pH, TDS, plasma*

Alamat Korespondensi :

Triswanto Putro, Teknik, PDP, Universitas Hang Tuah Surabaya, email: triswanto.putro@hangtuah.ac.id

Fisika, Universitas Brawijaya, Malang, e-mail: triswanto@ub.ac.id

Afita Dewi Prastiwi, Teknik, PDP, Universitas Hang Tuah Surabaya, e-mail: afita.prastiwi@hangtuah.ac.id

PENDAHULUAN

Salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi penting bagi seluruh kehidupan di bumi adalah air. Air bersih mengalami penurunan jumlah akhir – akhir ini. Hal ini dikarenakan banyaknya pencemaran air baik dari industri, pembuangan sampah, maupun dari rumah tangga (Wulan, 2005). Limbah yang mengalir dalam air sungai menjadikan kualitas air menjadi menurun. Baik limbah dalam bentuk cair maupun padat. Air limbah kamar mandi banyak dipengaruhi oleh jumlah sabun dan deterjen yang terlarut dalam air. Air sabun dan deterjen

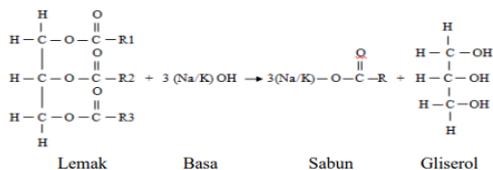
mengakibatkan pH air menjadi tinggi dan bersifat basa.

Proses pengolahan air yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan bahan kimia untuk menstabilkan pH air agar memenuhi standar air bersih. pH air bersih harus bersifat netral (pH = 7). Namun, pengolahan yang menggunakan zat kimia dapat mengakibatkan efek berkelanjutan pada kesehatan. Penelitian dilakukan menggunakan metode fisika dengan memaparkan plasma (electron discharge) pada permukaan air limbah kamar mandi.

Air limbah kamar mandi banyak mengandung sabun dan deterjen. Air sabun

bersifat basa dan merupakan garam alkali dari asam lemak bersuhu tinggi. Molekul sabun merupakan rantai hidrogen $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}$ yang berfungsi sebagai ekor dan bersifat hidrofobik (tidak suka air) dan mampu melarutkan diri dalam zat organik. Sedangkan COONa^+ bertindak sebagai kepala dan mempunyai sifat hidrofilik (suka air). Gambar 1 merupakan reaksi kimia pembentukan sabun (safonifikasi).

Plasma merupakan Plasma disebut keadaan keempat dari suatu materi, dimana padat, cair, dan gas adalah ketiga keadaan lainnya dari suatu zat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa plasma berpengaruh terhadap proses pengendapan kapur dalam air (Putro & Endarko, 2016). Energi yang diberikan oleh plasma mampu memutus ikatan antara ion dengan molekul air yang disebut dengan *hydration shell*. Penelitian lain menunjukkan bahwa plasma juga dapat digunakan untuk mendaur ulang minyak jelantah. Karakteristik minyak jelantah mampu diubah oleh paparan plasma (ALDILA, 2012).

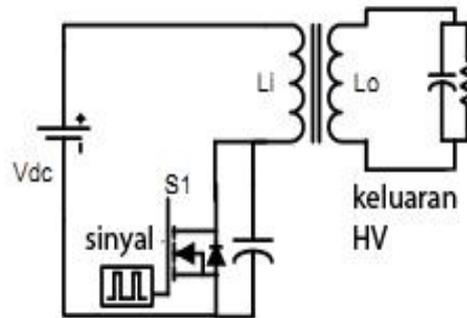


Gambar 1. Reaksi kimia pembentukan sabun

Inverter tegangan tinggi adalah bentuk pengkonversi tegangan DC rendah melalui teknik modulasi sinyal dan penguatan hingga menjadi tegangan tinggi dengan orde kilo-volt. Pembentukan inverter tegangan tinggi pada umumnya menggunakan transformator step-up dengan rasio primer dan sekunder yang cukup tinggi. Untuk menghasilkan tegangan keluaran diperlukan modulasi sinyal masukan. Karakteristik frekuensi sinyal masukan harus memenuhi bentuk syarat resonansi, hal ini bertujuan untuk mendapatkan daya optimum. Bentuk sederhana inverter tegangan tinggi dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 2 (Shirotsuka and Ohyama, 2006).

Sinyal dimodulasi melewati transistor MOSFET untuk memberikan pola dinamis tegangan pada induktor. Induktor pada rangkaian tersebut tidak lain

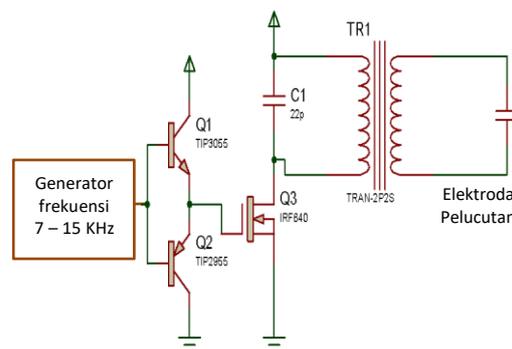
adalah bentuk dari transformator step-up, sehingga perubahan sinyal tersebut akan membentuk tegangan induksi dan timbul tegangan yang lebih pada keluaran rangkaian (Paoletti, and Golubev, 1999).



Gambar 2. Rangkaian inverter tegangan tinggi

METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai pengaruh plasma (*electron discharge*) terhadap air limbah kamar mandi dilakukan dengan menggunakan air sampel yang berisi campuran antara air aquades dengan sabun mandi (merk *lifebouy*). Jumlah air sampel adalah 50 ml. Air sampel ditempatkan dalam reaktor yang telah diberi elektroda berbahan *stainless steel*. Gambar 3 menjelaskan rangkaian pembangkit plasma dirancang dengan menggunakan frekuensi generator dan transformator flyback untuk menaikkan tegangan. Berikut adalah rangkaian yang digunakan dalam penelitian.

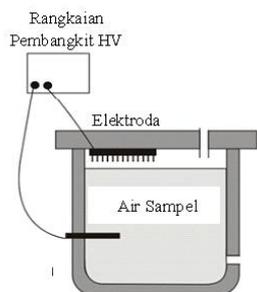


Gambar 3. Rangkaian listrik pembangkit tegangan tinggi

Sumber tegangan DC yang dipakai adalah 12 volt yang akan dinaikkan menjadi orde kilo volt dengan menggunakan transformator *step up* seperti pada Gambar 2. Transformator step up yang digunakan adalah flyback yang sering digunakan pada televisi tabung. Elektroda pelucutan menggunakan bahan *stainless*

steel SUS 304. Elektroda negatif dimasukkan dalam air sedangkan elektroda positif ditempatkan 1-2 mm dari atas air sampel. Penempatan pelucutan elektron dalam air diperlihatkan dalam Gambar 4.

Air sampel ditempatkan dalam sebuah *chamber di-treatment* seperti pada Gambar 4 dengan plasma selama 20 menit. Setiap 2 menit, air sampel diuji nilai pH dan TDS (Total Dissolve Solid) dengan menggunakan alat TDS meter dan pH meter.



Gambar 4. *Set up* alat penempatan lucutan elektron dalam air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Travo step up yang digunakan adalah flyback yang biasa digunakan pada televisi tabung. Transformator flyback di modifikasi lilitan primernya. Lilitan primer berjumlah 10 lilitan yang dililitkan pada inti transformator yang berada di luar transformator. Dengan memodifikasi jumlah lilitan primer, maka dengan tegangan primer 12 volt dapat menghasilkan tegangan sekunder (keluaran) antara 5 – 24 Kilo volt (Tabel 1).

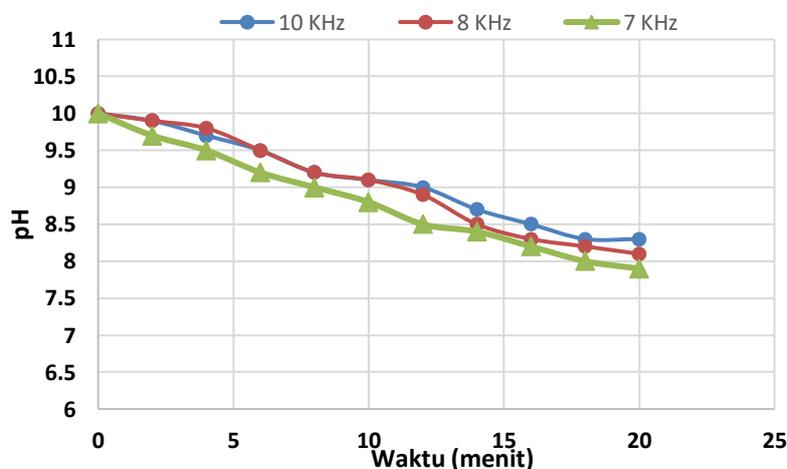
Hasil pengolahan limbah air kamar mandi dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

Tabel 1
Hasil pengukuran rangkaian pelucutan elektron (plasma)

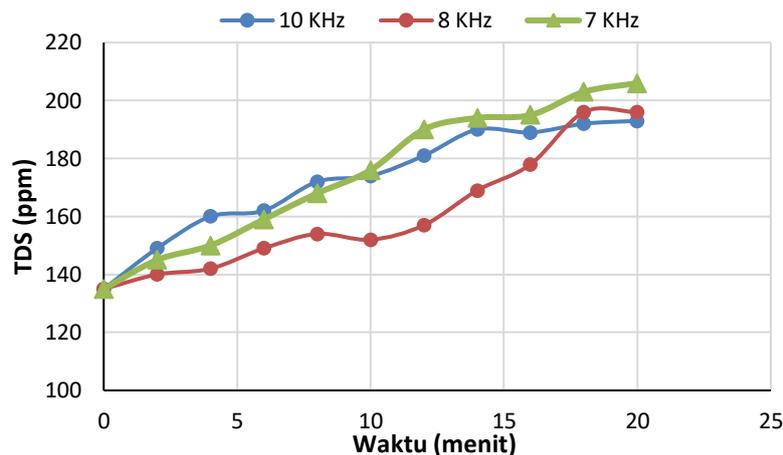
	Primer	sekunder
Tegangan	12 Volt	Tegangan 5 – 24 kV
Arus	2.40 A	
Frekuensi	7 – 15 KHz	

Parameter pertama yang diukur adalah pH. Dari hasil pengukuran didapatkan penurunan pH dari pH 10 menjadi 7,9 untuk frekuensi 7 KHz. Sedangkan untuk frekuensi 8 KHz pH diturunkan hingga 8,1 dan untuk 10 KHz adalah 8,3 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Penurunan nilai pH air sampel menunjukkan pemisahan antara air dan sabun. Penyebab pH air sampel menjadi basa adalah dikarenakan adanya reaksi dengan sabun yang bersifat basa. Saat air sampel memiliki pH yang mendekati netral, menunjukkan bahwa air sampel sudah mulai bersih dari sabun.

Hasil analisa frekuensi terlihat perbedaan respon air sampel terhadap besarnya frekuensi. Dari 3 frekuensi yang diberikan terlihat yang paling optimal menurunkan pH air sampel adalah dengan frekuensi 7 KHz. Semakin besar frekuensi yang diberikan, respon terhadap penurunan pH semakin kecil. Hal ini dikarenakan ketika frekuensi diperbesar, tegangan keluaran semakin kecil. Sehingga energi yang diberikan pada permukaan air sampel juga akan mengecil. Energi dibutuhkan untuk memutus rantai ikatan molekul sabun dengan air.



Gambar 5. Hasil pengukuran pH air sampel dengan plasma



Gambar 6. Hasil pengukuran TDS air sampel dengan plasma

Parameter berikutnya yang diukur adalah TDS. Pengukuran TDS berfungsi untuk mengetahui jumlah partikel terlarut dalam air. Hasil penelitian menunjukkan kenaikan nilai TDS dalam air sampel. Untuk frekuensi 7 KHz terjadi kenaikan dari 135 menjadi 206. Untuk frekuensi 8 KHz terjadi kenaikan dari 135 menjadi 196. Sedangkan untuk frekuensi 10 KHz terjadi kenaikan dari 135 menjadi 193. Hal ini menunjukkan terjadi endapan pada sampel yang telah di-treatment dengan menggunakan plasma. Endapan yang terjadi merupakan sabun yang sebelumnya terlarut dalam air. Dengan mengendapnya sabun, maka air sudah terpisah dengan sabun sehingga air dapat digunakan untuk keperluan yang lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah plasma (electron discharge) merupakan metode yang dapat digunakan untuk proses pengolahan air limbah kamar mandi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa plasma dengan frekuensi 7 KHz, 8 KHz dan 10 KHz mampu menurunkan pH dan menaikkan TDS. pH air sampel menurun dari 10 hingga 7,9 dalam waktu 20 menit pemaparan plasma. Sedangkan untuk nilai TDS mengalami kenaikan dari 135 menjadi 206 dalam waktu 20 menit dan dengan frekuensi 7 KHz.

Hal yang bisa dilanjutkan pada penelitian ini adalah dengan menambahkan filter untuk memisahkan sabun dengan air, agar air hasil pengolahan bisa digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Wulan, I. (2005). *Kualitas air bersih untuk pemenuhan kebutuhan rumah tangga di desa Pesarean Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal*. UNES
- Shiotsuka, T. and R. Ohyama, (2006). *An Experimental Evaluation on Ozone Generation by Local Discharge Type Gas Jets*. in *Electrical Insulation and Dielectric Phenomena*, IEEE Conference on, 2006: p. 178-181.
- Paoletti, G. and A. Golubev, *Partial discharge theory and applications to electrical systems*. Industry Technical Conference Record of 1999 Annual, 1999 (pulp and paper): p. 124-138
- ALDILA, M. (2012). *Investigasi Perubahan Karakteristik Minyak Jelantah Melalui Efek Paparan Plasma Lucutan Korona*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Putro, T., dan Endarko. (2016). *The influence of electron discharge and magnetic field on calcium carbonate (CaCO₃) precipitation*. 020067. <https://doi.org/10.1063/1.4945521>