

PLASMA OZONIZER 20 W TERKENDALI SEDERHANA UNTUK PENYIMPANAN BUAH DAN SAYUR

Widdi Usada, Suryadi, Agus Purwadi, Isyuniarto dan Mintolo

P3TM – BATAN

ABSTRAK

PLASMA OZONIZER 20 W TERKENDALI SEDERHANA UNTUK PENYIMPANAN BUAH DAN SAYUR. Telah dibuat plasma ozonizer terkendali sederhana. Piranti ini memberikan waktu hidup selama 2 detik dan waktu mati selama 60 detik. Dengan memodifikasi dalam pengendalian waktu maka diharapkan piranti ini dapat dimanfaatkan untuk penyimpanan buah, sayur, daging, telur, ikan.

ABSTRACT

A SIMPLE CONTROLLED PLASMA OZONIZER OF 20 W FOR FRUITS AND VEGETABLES STORAGE. A simple controlled plasma ozonizer has been constructed. This equipment gives 2 second on and 60 second off. By some modification in time controlling, this equipment is expected to be used to fruits, vegetables, meats, eggs and fish storages.

PENDAHULUAN

Berdasar pengalaman akibat kerusakan lingkungan yang sedemikian besar yang sebagian besar diakibatkan dari ulah manusia sendiri dalam memenuhi kebutuhannya, maka manusia sadar bahwa untuk memenuhi kebutuhan hidupnya perlu diperhitungkan dampak buruk sampai batas serendah mungkin dan diharapkan proses berjalan sesuai dengan prinsip berkelanjutan.

Salah satu kebutuhan pokok manusia adalah tersedianya air bersih. Selama ini untuk memperoleh air sehat salah satu zat yang digunakan untuk mendapatkannya adalah dengan khlorin. Penggunaan khlor tidak terbatas untuk penyediaan air bersih tetapi berkembang kesetiap jenis kegiatan yang berkaitan dengan disinfektans, dan dampak yang baru dirasakan adalah bahwa khlor dicurigai sebagai zat karsinogen yang menimbulkan penyakit kanker. Seperti diketahui bahwa kanker merupakan salah satu penyebab kematian terbesar terhadap manusia dalam beberapa dekade ini.

Kesadaran untuk meninggalkan khlor berhasil dengan ditemukannya senyawa ozon yang ternyata mempunyai potensial yang lebih kuat dengan dampak yang sangat kecil karena beberapa sifat ozon yang positif yaitu umur paro pendek dan peluruhannya adalah oksigen, yang sangat dibutuhkan manusia, sehingga ozon merupakan zat disinfektans yang ramah lingkungan.

Penggunaan ozon sebagai disinfektans pengganti khlor berjalan dengan pesat dengan jangkauan yang sangat luas dari pemenuhan air minum, sterilisasi buah sayur, daging, ikan, telur, sterilisasi piranti kedokteran, terapi, pengolahan limbah tekstil, kertas dan lain sebagainya.

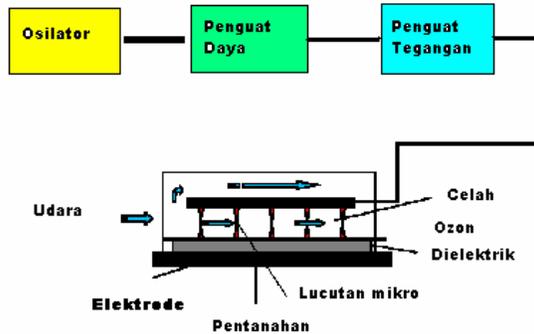
Oleh karena itu teknologi pembangkit ozon berkembang terus seiring dengan permintaan pengguna baik dalam unjuk kerja, efisiensi, estetika, variasi. Oleh karena itu makalah ini membahas perkembangan sistem pembangkit ozon yang disesuaikan dengan kebutuhan.

PEMBANGKIT OZON

Seperti diketahui bahwa pembangkit ozon terdiri dua bagian utama yaitu sumber daya listrik AC dan tabung reaktor ozon.

Sumber daya listrik AC untuk pembangkit ozon biasanya merupakan rangkaian standar yang terdiri dari 3 unit rangkaian yaitu rangkaian pembangkit sinyal bolak balik arus dan tegangan rendah yang biasa disebut osilator, kemudian rangkaian penguat daya dan yang terakhir rangkaian penguat tegangan. Untuk penstabil biasanya dibuat rangkaian penyangga yang menghubungkan rangkaian osilator dengan rangkaian penguat daya. Tegangan luaran dari rangkaian penguat tegangan dikenakan ke tabung reaktor ozonnya. Jenis reaktor ozon dalam sejarah perkembangannya hanya ada dua tipe yaitu tipe elektrode sejajar dan tipe elektrode koaksial. Dari kedua tipe yang ada yang banyak digunakan adalah tipe koaksial karena

efisiensinya lebih besar dibanding tipe elektrode sejajar. Ketidak untungan tipe elektrode sejajar adalah kemungkinan adanya efek tepi yaitu lucutan yang terjadi di batas elektrode, meskipun pengerjaannya lebih sederhana, sedangkan keunggulan tipe koaksial adalah efisiensi lebih besar tetapi pengerjaannya lebih sulit. Gambar 1 memperlihatkan skema rangkaian pembangkit ozon.



Gambar 1. Skema Umum Rangkaian Pembangkit Ozon

Perkembangan efisiensi piranti pembangkit ozon berkembang dengan jangkau 0.1 sampai 0.5 mg per detiknya untuk konsumsi daya listrik setiap 100 W^[1]. Di P3TM kemajuan berarti juga diperoleh dari 0.1 sampai 0.2 mgram per detik untuk konsumsi daya listrik 100 W^[2].

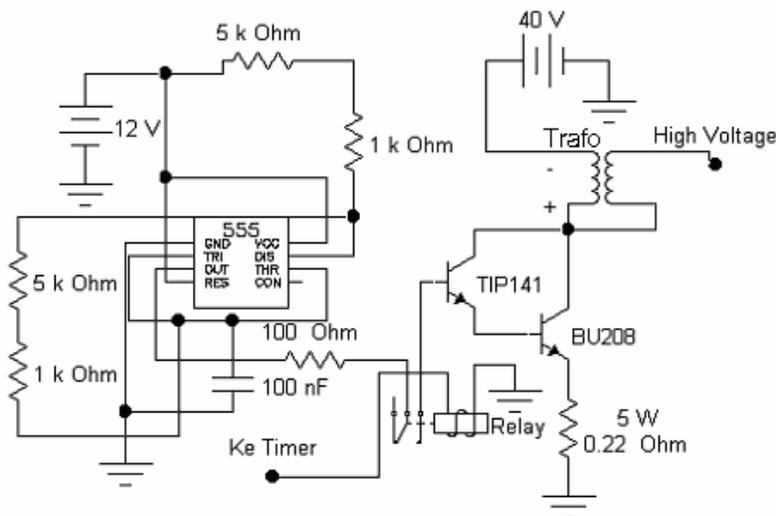
Efisiensi pembangkit ozon juga tergantung oleh sumber daya listrik, sumber daya tegangan tinggi ini diminta kesanggupannya untuk

memberikan tegangan yang cukup untuk melucutkan celah pada tabung reaktor, disamping sangat tergantung kepada sistem tabung reaktor^[3]. Sistem tabung reaktor ozon terdiri dari sepasang elektrode katode dan anode dan dielektrik yang melapisi pada salah satu atau kedua elektrodanya. Seperti diketahui bahwa karakteristik spesifik lucutan terhalang dielektrik sebagai pembangkit ozon adalah diperolehnya lucutan lucutan mikro yang tersebar diseluruh permukaan dielektrik atau elektrode, oleh karena itu semakin rapat jumlah lucutan mikro semakin besar efisiensi pembangkit ozonnya. Banyak sedikitnya jumlah lucutan mikro sangat tergantung pada keseragaman permukaan, kebersihan udara, kelembaban dan ketahanan dielektrik dan elektrode terhadap lucutan, yang kesemuanya faktor di atas tidak dibahas di sini.

Perkembangan sistem pembangkit ozon di P3TM dapat ditunjukkan sebagai berikut :

1. Pembangkit Ozon Generasi I : Sistem on/off
2. Pembangkit ozon Generasi II : Dilengkapi pewaktu mekanis
3. Pembangkit Ozon Generasi III : Dilengkapi dengan remote
4. Pembangkit Ozon Generasi IV : Dilengkapi dengan pewaktu elektronik yang ditunjukkan dalam makalah ini adalah generasi yang ke empat.

Sumber daya tegangan listrik yang terdiri dari osilator, penguat daya dan penaik tegangan dapat diperlihatkan pada Gambar 2.

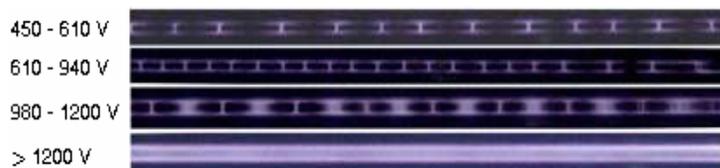


Gambar 2. Rangkaian Sumber Daya Tegangan Tinggi Pembangkit Ozon

Rangkaian sangat sederhana seperti yang ditunjukkan Gambar 2 adalah rangkaian yang mampu memberikan tegangan tinggi (15-40 kV) dengan menggunakan kumparan penyalanya sederhana. Sebagai masukannya adalah sumber tegangan DC 42 V dengan kemampuan memberikan arus sekitar 3 A. Jarak lucut yang dihasilkan dapat sejauh $\frac{3}{4}$ sampai 1 inci. Tegangan tinggi dihasilkan dengan memulsakan transistor daya bertipe NPN seri BU208 dan sebagai drivernya menggunakan transistor bertipe NPN seri TIP141 yang dikenai sinyal gelombang kotak dari IC pencatu waktu seri 555. Frekuensi pulsa tergantung pada tahanan yang dikenakan antara pin 7 dan 8 serta pin 7 dan 2 atau 6. Pulsa tersebut tentu saja juga tergantung pada kapasitor, sehingga dengan memainkan tahanan dan kapasitor, diperoleh frekuensi gelombang kotak yang beraneka macam. Dengan mengecilkan besarnya kapasitor maka frekuensi gelombang yang dihasilkan akan semakin tinggi. Dengan frekuensi yang berbeda, lucutan yang dihasilkan juga berubah. Pada frekuensi tinggi, lucutan yang dihasilkan akan

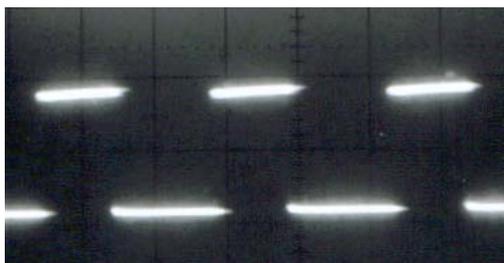
lebih gemuk namun jangkauan lucutnya rendah, sedangkan pada frekuensi lebih rendah, lucutannya kurus namun jangkauan lebih panjang. Kapasitor yang digunakan sebaiknya dari bahan tantalum atau jenis mylar, tetapi persyaratan tersebut tidak harus dipenuhi. Kapasitor jenis keramik juga dapat digunakan sepanjang suhu sekitar tidak terlalu tinggi.

Bila diinginkan tegangan yang dihasilkan lebih tinggi maka diperlukan dua kumparan dengan kedua kumparan primer dihubungkan secara paralel. Perlu diperhatikan simbol + dan – harus berlawanan satu sama lain. Juga, bila digunakan kabel busi maka memang akan terhindar dari adanya lucutan busur tetapi lucutannya akan lemah, karena kabel tersebut memiliki hambatan yang tinggi. Kabel tersebut bukan dari bahan tembaga, kemungkinan mengandung campuran karbon. Untuk baiknya digunakan lempengan atau kawat tembaga yang dikenakan pada ujung plug yang selanjutnya menuju terminal tegangan tinggi kumparan penyalanya. Dari Gambar 3 dapat dilihat perbedaan lucutan dengan berbagai macam tegangan.



Gambar 3. Urutan lucutan mikro pada lucutan terhalang (*barrier discharge*) berdasarkan besarnya tegangan output dari generator

Hal ini menunjukkan semakin besar tegangan yang dihasilkan maka semakin rapat pula jarak antar lucutannya.



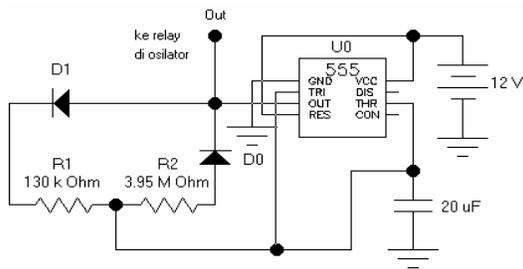
Gambar 4. Sinyal osilator

Pada pembuatan kendali ozon kali ini, sistem ini menggunakan masukan tegangan DC sebesar 40 V yang melewati trafo tegangan tinggi dan penguat daya dan dirubah menjadi tegangan AC yang dapat menghasilkan tegangan tinggi sebesar 28-30 kV AC dengan

perbandingan kumparan yang besar dan menggunakan frekuensi osilator sebesar 1.5 kHz yang telah diukur dengan menggunakan osiloskop. Gambar 4 menunjukkan sinyal osilator

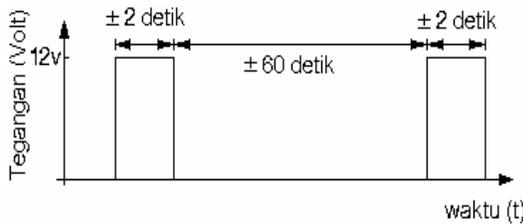
RANGKAIAN PEWAKTU

Rangkaian pewaktu monolitik NE/SE555 adalah pengatur yang mampu membangkitkan delay atau tundaan waktu yang teliti^[4,5]. Dalam rangkaian pewaktuan, waktu dikendalikan dengan teliti oleh resistor dan kondensator eksternal. Untuk beroperasi sebagai osilator, frekuensi bebas dan daur aktif dikendalikan oleh dua resistor dan satu kapasitor eksternal. Rangkaian ini dapat di trigger atau di reset pada bentuk gelombang saat turun, dan keluarannya akan dapat merupakan sumber sampai 200 mA yang dapat menggerakkan rangkaian TTL.



Gambar 5. Rangkaian pewaktu untuk generator ozon

Rangkaian ini telah ditetapkan waktunya selama 2 detik aktif, 1 menit tidak aktif seperti pada Gambar 5. dan pewaktuannya dapat dilihat pada Gambar 6. Pewaktuan ini telah diperkirakan dapat menyegarkan ruangan sebesar ± 5 x 5 m² secara terus menerus tanpa kelebihan gas ozon dalam ruangan tersebut.



Gambar 6. Pewaktuan rangkaian pewaktu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangkit ozon terkendali sederhana ini diilhami dengan tuntutan kebutuhan misalkan kapan pembangkit ozon hidup dan mati sehingga ruangan yang dipenuhi jumlah manusia tertentu dengan sejumlah barang-barang dalam ruangan

tersebut dan diharapkan manusia yang menghuni merasa nyaman, maka yang dikehendaki adalah adanya ozon dalam jumlah tertentu, juga misalkan untuk penyimpanan buah sayur, daging, telur ikan dan lain sebagainya yang membutuhkan konsentrasi ozon tertentu. Seperti diketahui bahwa ozon mempunyai umur tertentu pada kondisi tertentu pula maka dibutuhkan pembangkit ozon yang dapat dikendalikan sehingga pemakaian ozon benar-benar tepat, seperti ditunjukkan Tabel 1.

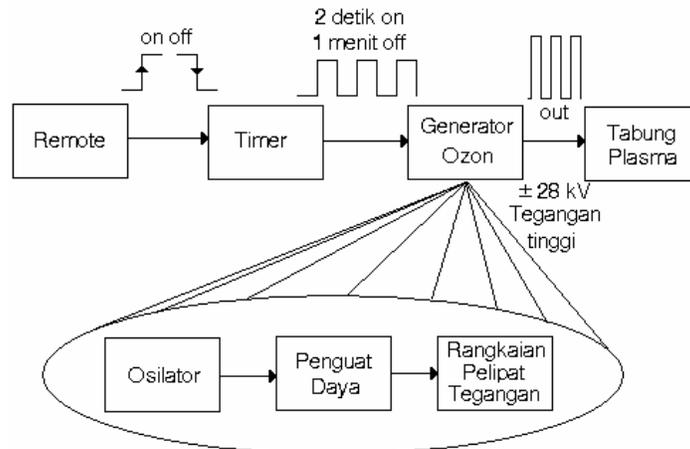
Tabel 1. Umur paro ozon

Suhu di Udara	Umur O ₃	Suhu di Air	Umur O ₃
- 50	3 bulan	15	30 menit
- 35	18 hari	20	20 menit
- 25	8 hari	25	15 menit
20	3 jam	30	12 menit
120	1.5 jam	35	8 menit

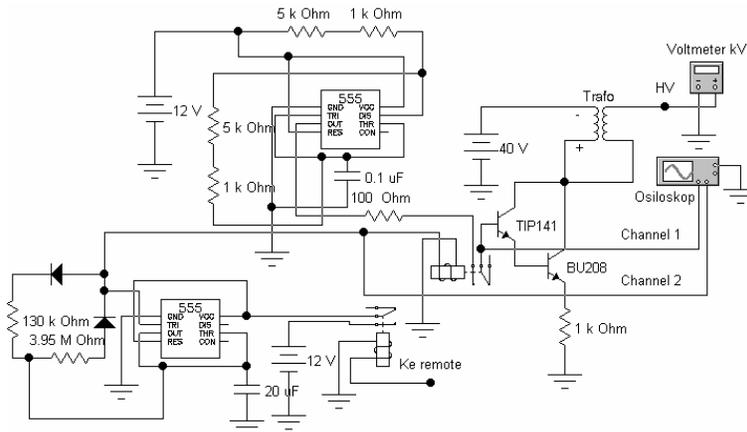
Berikut ini disajikan blok diagram pembangkit ozon generasi iv yang terdiri dari rangkain remote, rangkaian pewaktu, baru disambungkan dengan sumber daya pembangkit ozon yang berturut-turut terdiri dari rangkaian osilator, rangkaian penguat daya dan pelipat tegangan sebelum dikenakan ke tabung pembangkit ozon.

Sehingga rangkaian keseluruhan pembangkit ozon terkendali sederhana tampak seperti diperlihatkan Gambar 8.

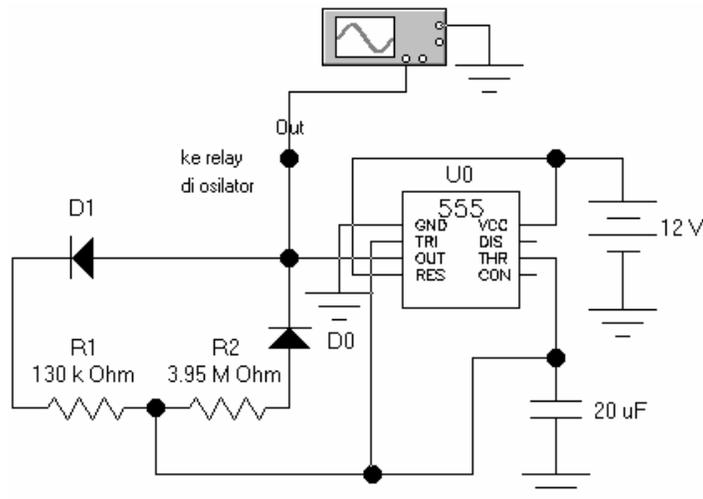
Pengendalian terhadap pembangkit ozon dapat disimulasikan dengan melihat tampilan rangkaian pewaktu (Gambar 9) dengan hasil seperti tampak pada Gambar 10 dan Gambar 11^[6].



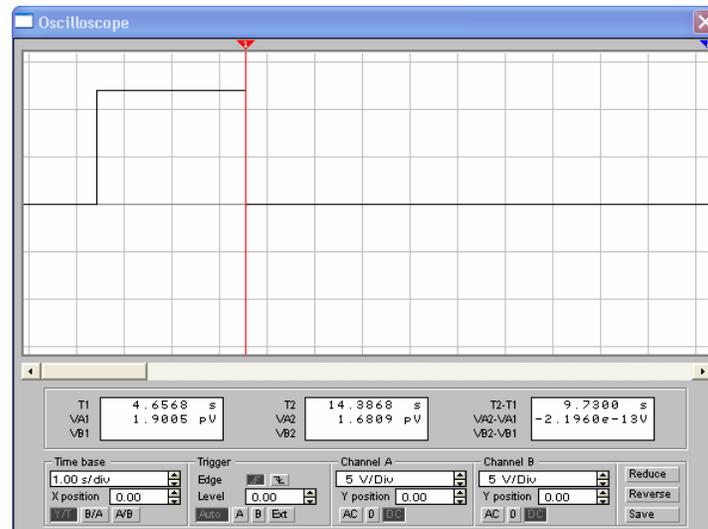
Gambar 7. Blok diagram rangkaian pembangkit ozon terkendali sederhana



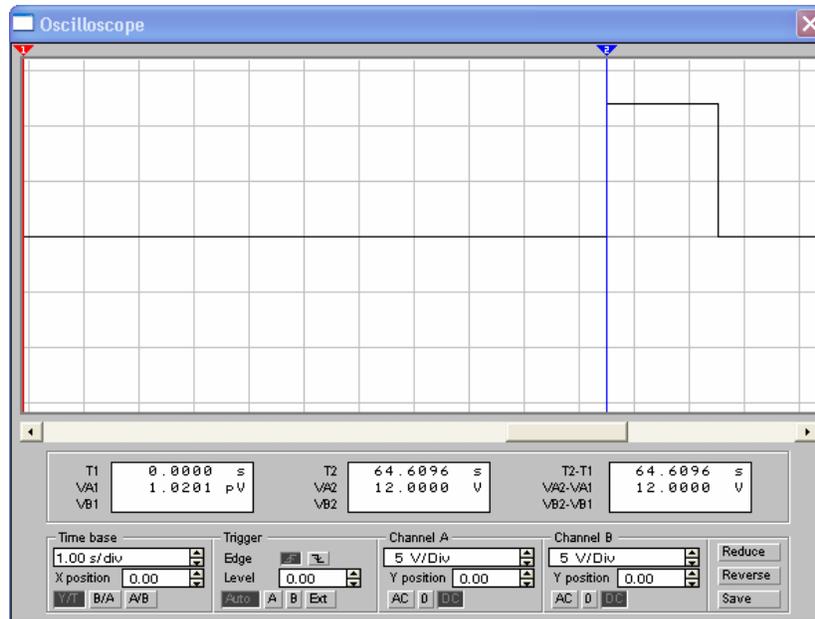
Gambar 8. Rangkaian keseluruhan pembangkit ozon



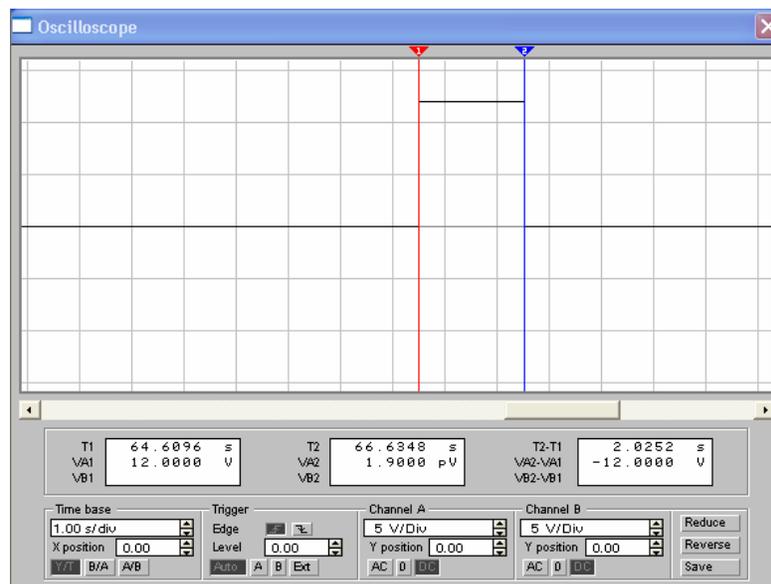
Gambar 9. Rangkaian pewaktu



Gambar 10 a. Pengamatan waktu saat awal keadaan tidak aktif



Gambar 10 b. Pengamatan waktu saat akhir keadaan tidak aktif

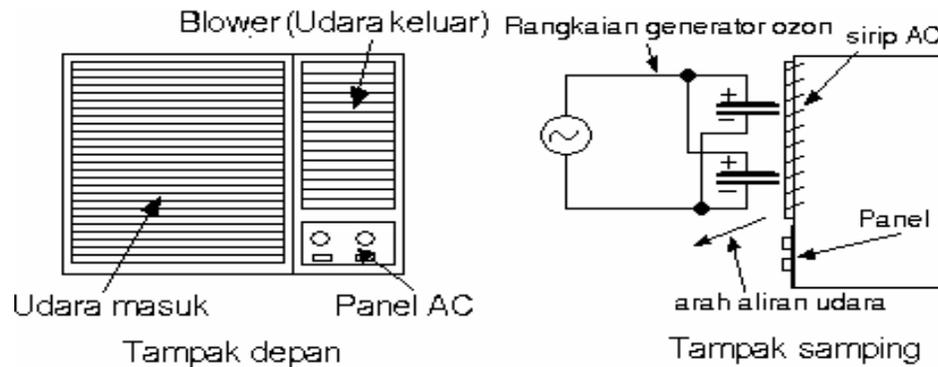


Gambar 11. Pengamatan saat keadaan aktif

Dengan pengendalian waktu nyala 2 detik dan waktu mati 60 detik maka piranti ini telah diujicobakan untuk ruangan tertentu, seperti ditunjukkan di bawah ini.

Pembangkit ozon ini dapat diterapkan atau digunakan pada sistem pendingin ruangan atau pada sebuah kipas angin. Sistem ini diletakkan pada bagian depan blower pada AC (*Air*

Conditioner) atau kipas angin. Penerapan generator ozon pada sistem ini tidak menggunakan tabung penghasil ozon melainkan menggunakan lempengan elektroda positif dan elektrode negatif. Pada sistem ini hanya memanfaatkan aliran udara yang keluar dari AC atau kipas angin sebagai sumber gas O_2 seperti dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pemasangan Rangkaian Generator Ozon

KESIMPULAN

Pembangkit ozon terkendali sederhana telah dapat dibuat, dengan waktu nyala selama 2 detik dan waktu mati selama 60 detik. Komponen sistem kendali waktu yang digunakan adalah IC NE555 yang banyak diperoleh di pasaran. Ketidakuntungan dari piranti yang dihasilkan adalah pengendalian waktu tetap sehingga perlu dimodifikasi dengan mengganti komponen pasif tahanan dan kapasitor nya sehingga dapat diubah waktu hidup dan waktu mati pembangkitnya. Untuk memperoleh unjuk kerja piranti yang lebih baik maka sistem pewaktu dengan NE555 dapat diganti dengan pengendali mikro (microcontroller).

DAFTAR PUSTAKA

1. KOGELSCHATS, U., *Advanced Ozon Generation in Process Technology for Water Treatment*. Baden, Switzerland : ABB Cooperation Research Ltd., 1999.
2. WIDDI USADA, DKK, Prototipe Sistem Desinfektans Dalam Air Dengan Plasma Ozonizer 100 W, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir, Yogyakarta 13 Juli 2004.
3. AGUS PURWADI DKK..., *Konstruksi Pembangkit Ozon Bentuk Silinder dengan Teknik Lucutan Senyap*, Prosiding Seminar Nasional Litdas IPTEK, Yogyakarta : P3TM-BATAN, 2002
4. HOOLE, S. R. H AND HOOLE, P. R. P., *A Modern Short Course in Engineering Electromagnetics*, Newyork : Oxford University Press, 1996.
5. S WASITO, *Data Sheet Book 1 Data IC Linier, TTL dan CMOS*, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.

6. YOGI SUKARDI DAN WA ODE SITI NUR ALAM, *Pembuatan Rangkaian Pengendali Ozonizer Laporan Kerja Praktek Mahasiswa UII*, 2004.

TANYA JAWAB

Widyastuti

- Apakah alat yang dihasilkan penggunaannya sudah optimal untuk sterilisasi sayur dan buah-buahan?
- Kalau belum, bagaimana langkah selanjutnya dalam memodifikasi alat tersebut sehingga lebih efektif?

Agus Purwadi

- Belum, karena baru digunakan untuk sterilisasi ruangan kerja bervolume $\pm 75 \text{ m}^3$.
- Alat harus disesuaikan dengan volume ruang dan jenis sampel yang akan diozonisasi, bentuk alat ozonizer dengan output berupa mg/detik.

Kristianti

- Apakah obyek bisa dicampur?
- Seandainya tidak, apanya yang harus diganti?

Agus Purwadi

- Obyek/sampel yang diozonisasi harus satu macam, mengingat dosis/konsentrasi ozon optimum untuk obyek yang berlainan juga lain.
- Yang harus diganti untuk obyek yang berlainan adalah lama pemaparan ozon atau jumlah daya generator ozonnya.

Tri Harjanto

- *Alat tersebut khusus untuk penyimpanan buah, sayur, daging, telur dan ikan, apakah dengan alat yang sama dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair organik? misalnya?*

Agus Purwadi

- Ya, dapat, asal konsentrasi ozon yang diperlukan pada sampel optimum, mengingat ozon merupakan oksidan yang sangat kuat.