

UNJUK KERJA SISTEM IDPS UNTUK INISIASI SPOT PLASMA

Aminus Salam, Budi Santoso, Saefurrochman

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan - BATAN

Jl. Babarsari Kotak Pos 6601 ykbb, Yogyakarta 55381

E-mail: Aminussalam@yahoo.com

ABSTRAK

UNJUK KERJA SISTEM IDPS UNTUK INISIASI SPOT PLASMA. Telah dilakukan pengujian sistem catudaya lucutan ignitor IDPS (Ignitor Discharge Power Supply) untuk inisiasi spot plasma pada sumber elektron katoda plasma. Sistem IDPS merupakan catudaya sistem elektroda ignitor (pemicu) yang menginisiasi pembentukan lucutan plasma pada sumber elektron berbasis katoda plasma. Sistem IDPS terdiri dari sistem UJT, SCR dan trafo flyback inti ferit. Sistem UJT (unit transistor junction) berfungsi sebagai pembentuk pulsa gelombang kotak dengan frekuensi 50 Hz, sistem SCR berfungsi untuk meningkatkan tegangan pulsa UJT dan kemudian peningkatkan tegangan tinggi pulsa menggunakan transformator dengan flyback inti ferit. Dengan melakukan uji sistem IDPS dapat diperoleh unjuk kerja IDPS untuk inisiasi spot plasma yaitu : gelombang pulsa teredam kritis ($\zeta=1$) dengan keluaran 10 kV dan lebar pulsa 5 - 10 μ s; dan menggunakan koil Rogowski diperoleh tegangan rata-rata 0,5 volt dengan lebar pulsa 25 μ s, dan diperoleh arus spot plasma sekitar 1,55 ampere. Hasil unjuk kerja IDPS untuk inisiasi spot plasma sangat bermanfaat untuk langkah selanjutnya dalam mewujudkan sumber elektron katoda plasma di PTAPB-BATAN Yogyakarta.

Kata kunci : elektroda ignitor, MBE pulsa, katoda plasma

ABSTRACT

IDPS SYSTEM PERFORMANCE FOR PLASMA SPOT INITIATION. It has been tested the ignitor discharge power supply systems (IDPS) for the initiation of plasma spots on plasma cathode electron source. IDPS system is a system of ignitor electrode power supply that initiates the formation of plasma discharges in plasma cathode electron source. IDPS system consists of a system of UJT, SCR and fly-back transformer ferrite core. UJT system (unit transistor junction) serves as a square wave pulse shaper with a frequency of 50 Hz, the SCR system serves to increase the voltage pulse UJT and then enhanced using a high voltage pulse flyback transformer with ferrite core. From the test of IDPS system can be obtained the IDPS performance for plasma spots initiation is obtained: critically damped pulse wave ($\zeta = 1$) with output of 10 kV and a pulse width of 5-10 microseconds, and using the Rogowski coil obtained an average voltage of 0.5 volts with a pulse width of 25 μ s, and it is obtained plasma spots current around 1.55 amperes. IDPS performance results for the initiation of plasma spot is very useful for the next step in realizing the plasma cathode electron source in PTAPB-BATAN Yogyakarta.

Key words : ignitor electrode, EBM pulsed, plasma cathode

PENDAHULUAN

Pada tahun 2000 di Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, BATAN Yogyakarta telah dirintis pembuatan Mesin Berkas Elektron (MBE) 350 kV/10mA yang dapat digunakan untuk iradiasi bahan, dan pada tahap selanjutnya dikembangkan rancangbangun MBE lateks. Secara umum MBE dapat digunakan dalam berbagai bidang, antara lain dalam bidang pengolahan hasil pertanian, pengawetan bahan pangan, sterilisasi peralatan medik, serta pemanfaatannya dalam industri kabel dan ban kendaraan bermotor, dll. Sedangkan MBE lateks digunakan untuk vulkanisasi karet alam.

Perangkat MBE skala industri pada umumnya merupakan suatu perangkat yang sangat besar, dan memerlukan sistem komponen pendukung serta

ruangan yang cukup besar, sehingga harganya sangat mahal. Oleh karena itu, pada saat ini PTAPB-BATAN sedang melakukan rancangbangun MBE jenis pulsa yang mempunyai keuntungan antara lain, tidak menggunakan tabung akselerator, sistem pemfokus dan sistem pemayar berkas elektron; sehingga MBE pulsa bentuknya lebih kecil, kompak, ruangan yang diperlukan tidak luas, sistem operasi dan perawatannya lebih sederhana dan harganya lebih murah.

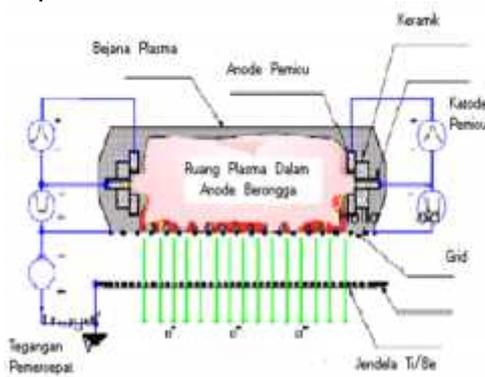
MBE jenis pulsa yang dirancangbangun di PTAPB-BATAN terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain adalah bejana MBE, sumber elektron katoda plasma, sistem tegangan tinggi untuk ekstraksi berkas elektron, sistem vakum dan sistem jendela tempat keluarnya berkas elektron. Sedangkan sistem sumber elektron katoda plasma (SEKP) sendiri

terdiri dari beberapa komponen, yaitu (1) sistem elektroda ignitor yang dilengkapi dengan catudaya lucutan ignitor (*IDPS: Ignitor Discharge Power Supply*), (2) sistem elektroda generator plasma dengan catudaya lucutan busur (*ADPS: Arc Discharge Power Supply*), dan (3) sistem anoda grid tempat keluarnya berkas elektron.

Dalam makalah ini diuraikan tentang IDPS yang komponen-komponennya terdiri dari sistem UJT, SCR dan sistem peningkatkan tegangan (transformator inti ferit), dan direncanakan tegangan keluaran IDPS adalah ≥ 9 kV dengan lebar pulsa ≥ 4 μ s; juga dibahas hasil ujicoba sistem IDPS tanpa beban dan dengan beban, yaitu disambungkan pada sistem elektroda ignitor. Sasaran kegiatan penelitian ini adalah dapat diketahui unjuk kerja sistem IDPS untuk inisiasi spot plasma pada katoda sistem elektroda ignitor.

DESKRIPSI IDPS ELEKTRODA IGNITOR

Sistem IDPS merupakan bagian utama dari sistem elektroda ignitor untuk menginisiasi spot plasma pada permukaan katoda ignitor (pemicu). Prinsip kerja sistem IDPS untuk elektroda ignitor dirancang berdasarkan pada sistem DUET seperti tampak pada Gambar 1.



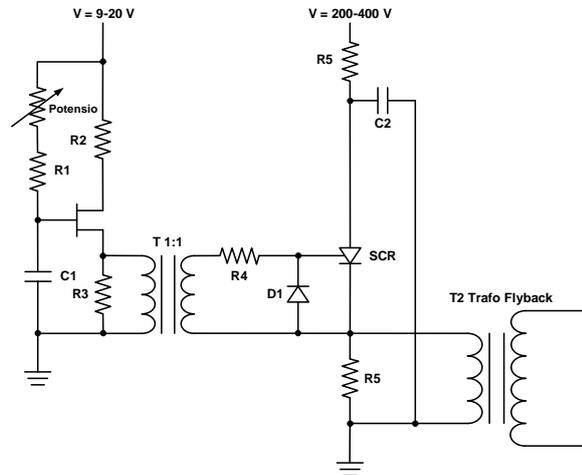
Gambar 1. Sumber elektron sistem dua sumber "DUET"

Bejana plasma sistem anoda berongga mempunyai dua sistem elektroda pembentuk plasma di sisi kiri dan kanan, dengan grid yang dipasang di bawah dinding bejana yang juga berperan sebagai anoda. Sistem pembentuk plasma ada dua, yang pertama sistem elektroda ignitor yang menginisiasi pembentukan lucutan plasma, dan kedua pelucutan plasma yang terbentuk antara katoda dengan anoda grid. Plasma yang terbentuk ini yang mengisi ruang anoda plasma. Sistem elektroda ignitor terdiri dari silinder magnesium pejal sebagai katoda ignitor, silinder berongga isolator bersambungan ketat dengan katoda dan silinder anoda.

Rancangan Detail Sistem IDPS

Untuk menimbulkan spot plasma pada permukaan katoda ignitor berbasis lucutan busur,

maka diperlukan tegangan ≥ 9 kV pulsa dan lebar pulsa ≥ 4 μ s. Sumber daya tegangan ignitor pemicu spot plasma pada katoda ignitor dengan tegangan keluaran 9 kV, arus 10 ampere, lebar pulsa 4 μ s dengan frekuensi pengulangan 50 Hz, dapat disusun dengan rangkaian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian UJT dan SCR dilengkapi dengan trafo flyback

Gambar 2 pada dasarnya terdiri dari 3 kelompok rangkaian, kelompok rangkaian pertama adalah rangkaian UJT yaitu rangkaian yang memberikan pulsa tegangan rendah yang frekuensi pulsanya dapat diatur dengan mengatur R_1 dan R_2 potensiometer, serta C_1 ; kelompok rangkaian kedua adalah rangkaian SCR sebagai penguat tegangan dan daya dari pulsa UJT, dan kelompok rangkaian ketiga berupa trafo *step-up* yang memperbesar tegangan keluaran dari SCR.

Sistem kerja rangkaian UJT akan memberikan pulsa tegangan yaitu setelah kapasitor C_1 terisi muatan setelah melalui tahanan R_1 dan R_2 potensiometer, waktu pengisian kapasitor direlaskan

$$t_{\text{pengisian kapasitor } C_1} = 5(R_1 + R_{\text{potensiometer}})C_1 \quad (1)$$

Jadi setelah beda waktu $t_{\text{pengisian kapasitor } C_1}$ terjadi pulsa baru demikian seterusnya. Maka besarnya frekuensi pengulangan adalah

$$f = 1/t_{\text{pengisian kapasitor } C_1} \quad (2)$$

Untuk mengetahui berapa daya P dari tahanan R_1 dan R_2 potensiometer yang dibutuhkan, diperlukan relasi sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} f C_1 V_1^2 \quad (3)$$

dimana V_1 adalah tegangan kapasitor.

R_2 dan R_3 harganya sekitar 100 Ω , trafo T_1 dapat dibuat sendiri dengan perbandingan lilitan primer dan lilitan sekunder 1:1 dimana jumlah lilitan 10, dengan koker dari bahan ferrite.

Untuk $C_1 = 0,3 \mu\text{F}$ dan frekuensi $f = 50 \text{ Hz}$ maka dapat diperoleh parameter R_1 , $R_{\text{potensiometer}}$ dan dayanya. Berdasarkan persamaan (1) nilai R_1 dan $R_{\text{potensiometer}}$ adalah :

$$(R_1 + R_{\text{pot}}) = \frac{1}{f 5 C_1} = 13,3 \text{ k}\Omega \quad (4)$$

dan dayanya:

$$P = f_1^2 C_1 V_2 \quad (5)$$

Sistem SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)

SCR adalah merupakan sistem rangkaian yang berfungsi sebagai penguat tegangan/daya pulsa gelombang kotak dari UJT. Sebagai pendukung pada SCR diperlukan trafo inti ferit, diode, kapasitor dan R. Trafo inti ferit digunakan sebagai penguat yang memperbesar tegangan keluaran dari SCR. Untuk menentukan jumlah kawat lilitan pada trafo inti ferit dengan $V_{\text{bias}} = 300 \text{ V}$, tegangan yang diperlukan 9 kV , arus 10 A , lebar pulsa $4 \mu\text{s}$ dan frekuensinya 50 Hz , maka dapat diperoleh perbandingan lilitan sekunder (N_1) dengan primer (N_2) pada trafo T_2 adalah

$$N = \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{bias}}} = \frac{9000}{300} = 30 \quad (6)$$

Energi keluaran E_{out} adalah

$$E_{\text{out}} = V_{\text{out}} \cdot i_{\text{out}} \cdot t = 9000 \times 10 \times 4 \times 10^{-6} = 0,36 \quad (7)$$

Berdasarkan kekekalan energi, maka

$$E_{\text{kapasitor}} = \frac{1}{2} C_2 V_{\text{bias}}^2 = E_{\text{out}} = 0,36 \text{ J} \quad (8)$$

Maka:

$$C_2 = \frac{2 \times 0,36}{V_{\text{bias}}^2} = \frac{0,72}{300^2} = 3 \sim \text{F} \quad (9)$$

Untuk frekuensi 50 Hz , maka besarnya R_5 adalah

$$R_5 = \frac{1}{50 \times 5 \times 9 \times 10^{-6}} = 500 \Omega \quad (10)$$

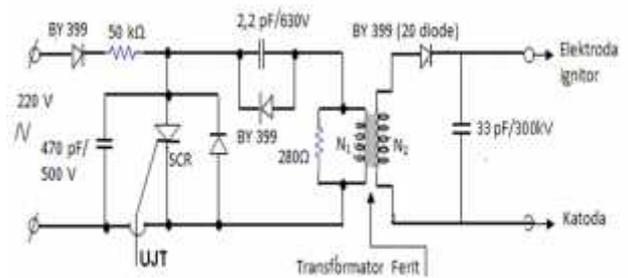
dan daya dari tahanan atau diode adalah

$$P = f \times 0,36 = 18 \text{ W} \quad (11)$$

Pada umumnya keluaran dari trafo T_2 dikenakan kapasitor C_3 yang besarnya adalah

$$C_2 = \frac{C_1}{N^2} = \frac{8 \times 10^{-6}}{900} = 9 \text{ nF} \quad (12)$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diatas dan dari hasil uji-fungsi dan optimasinya, gambar rangkaian sistem IDPS ditampilkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Gambar rangkaian IDPS dengan parameternya setelah dilakukan optimasi

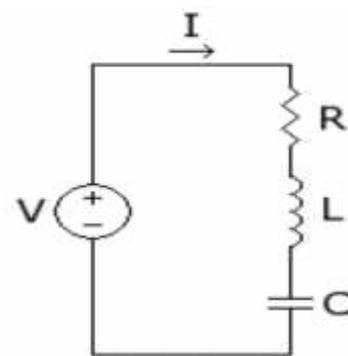
Tata Kerja Pengujian Sistem IDPS

Ujicoba tanpa beban

Dalam melakukan ujicoba sistem IDPS (Gambar 3) tanpa beban, dimana terminal keluaran sistem IDPS belum dihubungkan dengan sistem elektroda ignitor. Dari Gambar 3, tahanan 50 k digunakan sebagai pengisi kapasitor C_2 , yang digunakan sebagai masukan pada transformator ferit, dan agar supaya saat *discharge* tidak terjadi kerusakan komponen sebelumnya maka dipasang komponen dioda BY 399 sebanyak 20 buah. Untuk uji sistem IDPS dilakukan penggantian komponen yaitu pada R_1 tahanan untuk pengisian kapasitor, C_1 yang masuk ignitor, C_2 setelah trafo ignitor dan ditambah R (R_3) setelah dioda pada keluaran. Dengan V = tegangan keluaran IDPS, T = periode dalam μs , LB = lebar pulsa dalam dalam μs , maka dilakukan uji sistem IDPS (uji ke 1 s/d ke 14) dengan data komponen dicantumkan pada Tabel 1.

Analisis Pulsa dari Rangkaian RLC

Ditinjau sebuah rangkaian listrik *RLC* seperti ditunjukkan oleh Gambar 4. Dengan rangkaian seperti ditunjukkan Gambar 4, maka disusun persamaan tegangan menurut Hukum Kirchoff ialah :



Gambar 4 : Gambar rangkaian listrik RLC

$$V_R + V_L + V_C = V(t) \quad (13)$$

Dimana masing-masing elemen persamaan dapat dikembangkan sebagai fungsi arus dan diperoleh persamaan:

$$Ri(t) + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{t-t} i(t) = v(t) \tag{14}$$

Jika persamaan (14) diturunkan terhadap waktu diperoleh persamaan (15) sebagai berikut:

$$\frac{d^2i(t)}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{LC} i(t) = 0 \tag{15}$$

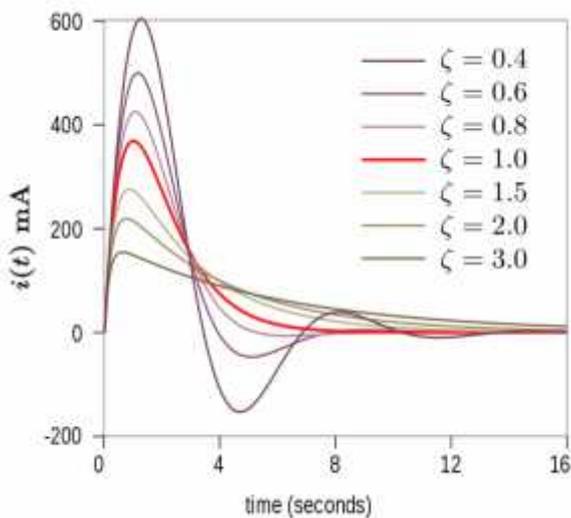
Kemudian persamaan (15) disederhanakan bentuknya dengan memasukkan parameter r dan \tilde{S}_0 seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (16):

$$\frac{d^2i(t)}{dt^2} + 2r \frac{di(t)}{dt} + \tilde{S}_0^2 i(t) = 0 \tag{16}$$

dengan parameter:

$$r = R/2L \quad \text{dan} \quad \tilde{S}_0 = 1/\sqrt{LC}$$

Penyelesaian persamaan (16) dilukiskan menurut Gambar 5 sebagai fungsi ζ , yaitu perbandingan antara tahanan murni R dengan impedansi sistem. Gambar 4 menunjukkan arus yang diperoleh sebagai fungsi waktu dengan berbagai parameter tahanan yang diwakili oleh perbandingan antara tahanan R dengan impedansi. Dari Gambar 5 ditunjukkan bahwa semakin besar nilai tahanan, maka lebar pulsa akan semakin besar dan arus yang diperoleh semakin kecil.



Gambar 5. Grafik arus sebagai fungsi waktu dengan berbagai variasi parameter ζ

Untuk mencapai pulsa teredam kritis seperti pada Gambar 5 maka besar $\zeta = 1,0$ sehingga lebar pulsanya lebih sempit dan arus yang diperoleh semakin besar, menurut prof Oks pada *flyback* inti ferit $N_1 = 10$ dan $N_2 = 300$, sehingga $N = N_1/N_2 = 30$, jika tegangan $U_{cl} = 300$ V maka diharapkan tegangan keluaran IDPS $U_2 = 9$ kV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melakukan uji IDPS pada sistem katoda plasma, dilakukan dengan merangkai komponen-komponen elektronika yang disusun pada PCB seperti pada rangkaian Gambar 3 dengan menggunakan komponen elektronika pada sistem UJT, SCR dan trafo pelipat tegangan dengan bahan inti ferit $N_1 = 10$ dan $N_2 = 300$, sehingga $N = N_2/N_1 = 30$. Sebagai penurunan tegangan 1000 kali digunakan resistor pembagi tegangan 50 M /50 k yang dihubungkan pada *cathoda ray osciloscope* (CRO) sebagai tampilan guna mengetahui besar tegangan, lebar pulsa, menentukan besar arus spot plasma dan mengetahui karakteristik dari bentuk gelombang terosilasi atau gelombang teredam kritis (memenuhi dari Gambar 5). Dalam melakukan uji IDPS tanpa beban dilakukan secara dua tahap, tahap I dilakukan uji IDPS tanpa beban yang diperoleh gelombang osilasi (untuk $\zeta = 1$) dan tahap II dilakukan uji IDPS tanpa beban yang dapat dihasilkan gelombang teredam kritis (terpenuhi $\zeta = 1$).

Uji IDPS Tanpa Beban

Tabel 1. Tabel data komponen pengujian sistem IDPS

Uji	R_1	C_1	C_2	R_2
I	50 k	2,2 pF/630 V	100 pF/100 k	-
II	50 k	2,2 pF/630 V	100 pF/100 k	1
III	50 k	2,2 pF/630 V	100 pF/100 k	2
IV	50 k	2,2 pF/630 V	100 pF/100 k	3
V	50 k	2,2 pF/630 V	50 pF/200 k	3
VI	50 k	2,2 pF/630 V	50 pF/200 k	1
VII	50 k	2,2 pF/630 V	50 pF/200 k	-
VIII	50 k	2,2 pF/630 V	33 pF/300 k	-
IX	50 k	4,4 pF/630 V	12 pF/16 k	-
X	50 k	1,1 pF/630 V	12 pF/16 k	-
XII	50 k	2,2 pF/630 V	33 pF/300 k	-
XIII	25 k	2,2 pF/630 V	33 pF/300 k	-
XIV	9 k	4,4 pF/630 V	33 pF/300 k	-

Dari pengujian ke 1 hingga ke 14 sistem IDPS tanpa beban diperoleh hasil tegangan, lebar pulsa periode dengan data uji IDPS pada Tabel 2 adalah sebagai berikut :

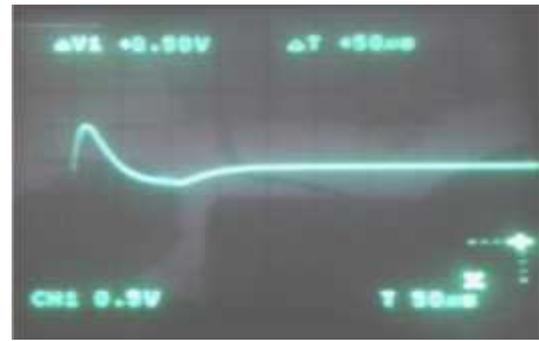
Tabel 2. Tabel hasil pengujian sistem IDPS

Uji	Hasil	Keterangan pulsa
I	V= 16 kV, P= 6 μ s, LB = 3 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
II	V= 16 kV, P= 6 μ s, LB = 3 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
III	V= 21,5 kV, P= 6 μ s, LB = 3 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
IV	V= 23 kV, P= 5 μ s, LB = 2,5 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
V	V= 23 kV, P= 5 μ s, LB = 2,5 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
VI	V= 18 kV, P=56 μ s, LB = 2,5 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
VII	V= 17 kV, P=5 μ s, LB = 2,5 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
VIII	V= 15 kV, P=3 μ s, LB = 1,5 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
IX	V= 15 kV, P= 4 μ s, LB = 2 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
X	V= 19 kV, P= 2 μ s, LB = 1 μ s	gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$)
XII	V= 16 kV, P= 6 μ s, LB = 3 μ s	Gelombang teredam kritis ($\zeta = 1$)
XIII	V= 16 kV, P= 6 μ s, LB = 3 μ s	gelombang teredam kritis ($\zeta = 1$)
XIV	V= 10 kV, P= 60 μ s, LB = 30 μ s	gelombang teredam kritis ($\zeta = 1$)

Dari hasil pengujian ke 1 hingga ke 14 sistem IDPS tanpa beban dengan hasil grafik bentuk gelombangnya ditampilkan untuk pengujian 1 dan ke 14 adalah sebagai berikut :

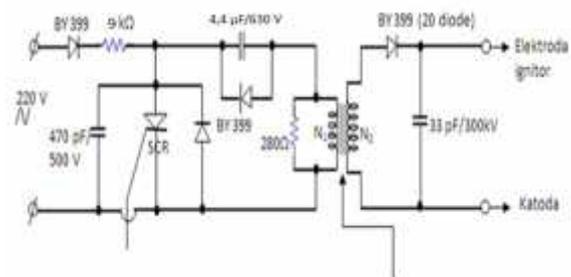


Gambar 7 : Gambar bentuk gelombang beresilasi ($\zeta \neq 1$) pengujian ke 1 pada sistem IDPS



Gambar 8. Gambar bentuk gelombang teredam kritis ($\zeta = 1$) pengujian ke 14 pada sistem IDPS

Dari pengujian sistem IDPS ke 14 bentuk gelombang teredam kritis ($\zeta = 1$) dengan $R_{SCR} = 0,6$, $L_{trafo\ ignitor} = 0,4 \mu H$, N_1 (jumlah lilitan primer)= 10, N_2 (jumlah lilitan sekunder) = 30, $C_1 = 4,4 \mu F$, $C_2 = 33 \mu F$, dioda tipe BY 339 sejumlah 20 buah dipasang seri sebagai pengaman *flyback*, R pengisi kapasitor 9 k dengan gambar rangkaian adalah :



Gambar 8. Gambar rangkaian pada pengujian ke 14 pada sistem IDPS

maka dapat diperoleh hasil uji fungsi sistem IDPS sebagai berikut :

Lebar Pulsa	5 – 10 μ detik
Tegangan keluaran IDPS	10 kV
Arus spot plasma	1,55 A
Lebar pulsa spot plasma	25 μ detik
Tegangan terukur	0,5 volt

KESIMPULAN

Telah diselesaikan unjuk kerja system IDPS untuk inisiasi spot plasma, sebagai pembangkit pulsa dengan frekuensi 50 Hz digunakan UJT (*unit junction transistor*) yang diperbesar tegangannya dengan SCR (*silicon cathode resistor*) dan untuk mencapai tegangan tinggi diperbesar dengan transformator *flyback* inti ferit dengan lilitan primer 10 dan lilitan sekunder 300. Dalam melakukan uji sistem pemacu dapat diperoleh unjuk kerja sistem IDPS untuk inisiasi spot plasma dengan frekuensi 50 Hz, lebar pulsa 5 μ detik tegangan keluaran 10 kV, arus spot plasma 1,55 A, lebar pulsa spot plasma 25 μ detik dan tegangan terukur 0,5 volt., bentuk gelombang teredam kritis ($\zeta =$

Dalam melakukan uji IDPS dilakukan dengan memvariasi R pengisi kapasitor, kapasitor C_2 , kapasitor dan R setelah transformator inti ferit perubahan beberapa nilai komponen terjadi karena untuk sistem tegangan tinggi pulsa dipengaruhi panjang kabel HV, akurasi komponen yang tersedia dan kendala komponen elektronik tegangan tinggi untuk sistem pulsa karena sebagian besar tidak ada dipasaran maka beberapa komponen elektronik menyesuaikan yang tersedia/stok yang ada. Dengan telah diperoleh hasil inisiasi unjuk kerja spot plasma, gelombang teredam kritis ($\gamma = 1$) maka selanjutnya akan dilakukan uji spot plasma untuk dua sisi (kiri dan kanan) pada sistem catudaya pemicu pada SEKP.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Prof. Drs. H. Sudjatmoko, S.U. dan Bapak Drs Widdi Usada yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan makalah ini, serta kami ucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Hery Sudarmanto, Bapak Untung Margono dan Bapak – Ibu team SEKP yang telah bersama-sama dalam melakukan uji sistem sumber elektron katoda plasma

DAFTAR PUSTAKA

1. *EFIM OKS.*,(2011), Generation of large-cross-section beams in plasma-cathode systems,*Lecture note part 8, presented in BAS 2011*, Yogyakarta, Indonesia, December 5th-9th,
2. *EFIM OKS.*,(2011), *Low pressure discharge for plasma electron source, Lecture note part 2, presented in BAS 2011*, Yogyakarta, Indonesia, December 5th-9th,
3. *EFIM OKS.*,(2006), *Plasma Cathode Electron Sources, Physics, Technology, Applications, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Wienheim, ISBN; 3-527-40634-4*
4. *S. Lee.*,(1985), *Control Electronics, in Laser and Plasma Technology, Procces. Of the First*

Tropical College on Applied Physics, World Scientific Publishing Co Pte Ltd. Singapore.

5. *WASITO S.*,(1984), *Vademekum Elektronika, Penerbit PT Gramedia, Jakarta.*
6. *JACOB MILLMAN, CRISTOS C HALKIAS, M. BARMAWI, M.O TJIA.*,(1985), *Elektronika Terpadu (Integrated Electronics), Penerbit Erlangga, Jakarta.*

TANYA JAWAB

Sudaryadi

- Plasma yang dikembangkan di PTAPB diperoleh dari instalasi seperti apa?
- Selain digunakan pada MBE dikembangkan untuk sistem apa?

Aminus Salam

- Katoda plasma yang dikembangkan di PTAPB merupakan sistem DUET (sumber elektron dengan dua elektroda pembangkit plasma, yaitu sisi kiri dan kanan), seperti pada gambar 1.
- MBE katoda plasma merupakan MBE pulsa, penggunaannya seperti MBE pada umumnya (dapat digunakan untuk pengolahan hasil pertanian, sterilisasi peralatan medis, industri, kabel dan dapat dikembangkan pada sistem *welding* dan *clading*).

Saminto

- Bagaimana prinsip kerja rangkaian IDPS untuk dapat menghasilkan spot plasma?

Aminus Salam

- Prinsip kerja IDPS adalah sebagai pemicu pada ADPS sehingga terjadi spot plasma. Sistem IDPS terdiri dari sistem UJT, SCR dan trafo inti ferit (sebagai peningkat tegangan pulsa). Keluaran berupa gelombang pulsa teredam kritis dengan tegangan keluaran 10 kV dan lebar pulsa 5 – 10 us.