

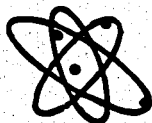
PPGM — L 121 — 76

TRN

107700096

**AKSELERATOR COCKROFT WALTON
PROTOTIP**

Sumihar Hutapea



**BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT PENELITIAN TENAGA ATOM GAMA
YOGYAKARTA — INDONESIA**

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

Teknik dan Teknologi

Teknik

Percepat Zarah

PPGM -- L 121 - 76

AKSELERATOR COCKROFT WATSON

PROTOTYPE

Sumihar Hutapea

1975 - 1976

BADAN TENAGA ATOM NASIONAL

Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama

Jl. Babarsari Kotakpos 8 telepon 3661

Yogyakarta - Indonesia

A B S T R A K

Diterangkan hasil penelitian pembuatan generator *Cockroft Walton* dengan menggunakan dua tipe kapasitor, keramik dan plastik. Dibandingkan dengan generator sebelumnya, konstruksi maupun komponen komponen generator ini dianggap lebih menguntungkan. Kemampuan bahan *pralon* sebagai kolom isolator tegangan tinggi dan kapasitor dengan bahan plastik sebagai *dielektrikum* diselidiki. Diterangkan secara singkat prinsip kerja prototip akselerator yang menggunakan generator *Cockroft Walton* sebagai sumber tegangan tinggi.

A B S T R A C T

Prototype of a Cockroft Walton generator using ceramic and plastic capacitors is discussed. Compared to the previous generator, the construction and components are much more improved. ~~We use to use~~
is used.
Pralon for the high voltage insulation column and plastic as a dielectric material for a high voltage capacitors. ~~We use the~~ Cockroft Walton generator ~~as a high tension for an accelerator.~~
is used as.
power SUPPLY

PENDAHULUAN

Pada laporan penelitian kami tahun 1974-1975 diterangkan prinsip kerja generator *Cockroft Walton*, konstruksi alat maupun komponen-komponen yang digunakan. Di sini akan kami terangkan pembuatan kolom maupun komponen yang sukar dapat diperoleh. Generator pulsa menggunakan frekwensi 50 kc dengan demikian besar tegangan akan lebih tinggi. Adanya dioda tegangan tinggi dengan kemampuan arus yang cukup besar hingga beberapa miliampere menunjukkan bahwa dengan penggunaan dioda tipe ini kuat arus yang diperoleh dari generator akan lebih besar.

AKSELERATOR COCKROFT WALTON

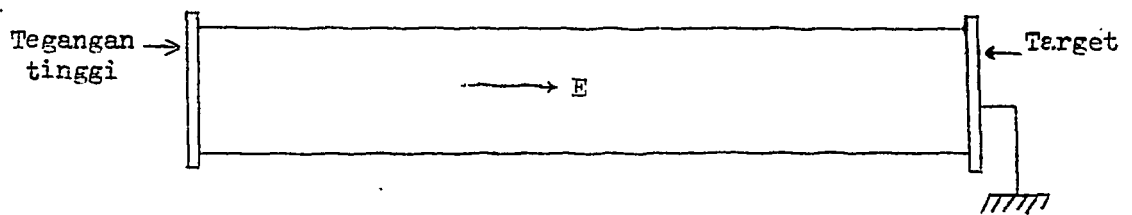
Tujuan utama penelitian kami adalah membuat suatu prototip akselerator yang nantinya dapat digunakan untuk mempercepat zarah-zarah bermuatan, elektron maupun ion dan kemudian mengarahkan *beam* zarah zarah tersebut pada suatu sasaran.

Peristiwa fisika yang terjadi pada proses akselerasi dapat diterangkan sebagai berikut. Suatu tabung vakum isolator diberi beda tegangan antara kedua ujungnya. Salah satu ujungnya diberi tegangan tinggi hingga ratusan ribu volt sedang ujung lain dihubungkan dengan tanah. Oleh adanya medan listrik (Gb.1.) maka zarah bermuatan akan dipercepat sesuai dengan arah medan listrik hingga mengenai suatu sasaran pada ujung tabung. Pada sasaran ini yang disebut *target* akan terjadi berbagai macam proses, hamburan maupun reaksi inti tergantung pada besar tegangan, bahan *target* dan tipe zarah bermuatan yang diper-

cepat. Kita sebut besar tegangan tinggi V dan besar muatan zarah q , maka besar tenaga kinetis zarah ketika menabrak *target* adalah :

$$T = qV$$

Rumus di atas menunjukkan bahwa makin besar tegangan tinggi, tenaga kinetis zarah makin besar

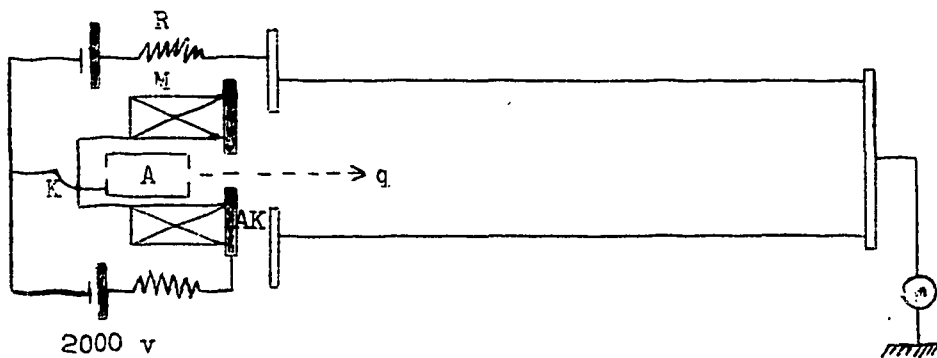


Gb. 1.

Sumber ion (Ion Source)

Zarah-zarah bermuatan diperoleh dari suatu sumber yang disebut sumber ion (ion source) ditempatkan pada daerah tegangan tinggi. Dalam berbagai buku *literatur* cukup banyak diterangkan contoh - contoh dan prinsip kerja sumber ion. Beberapa tipe sumber ion yang terkenal, adalah *radio frequency ion source*, *duoplasmatron*, *penning ion source*. Untuk menarik ion dari dalam sumber ion dibutuhkan suatu tegangan *extractor* biasanya 5000 hingga 30.000 volt. Untuk mengendalikan *ion beam* kearah *target* diperlukan suatu sistim pemfokusan misalnya *quadru-pole lens*. Pada Gb. 2 ditunjukkan suatu bagan skema sumber ion dengan *accelerator tube*. Pada penelitian yang kami kerjakan *power supply ion source* 2.000 volt dan *extractor* 5.000 volt. Untuk prototip akselerator

kami ini direncanakan suatu sumber ion tipe P.I.G. atau biasa disebut *Penring ion source*. Tipe ini sengaja kami pilih mengingat konstruksi maupun prinsip kerjanya lebih sederhana dibandingkan tipe sumber ion lainnya. Ini terdiri dari suatu torak disebut anoda dan dua buah

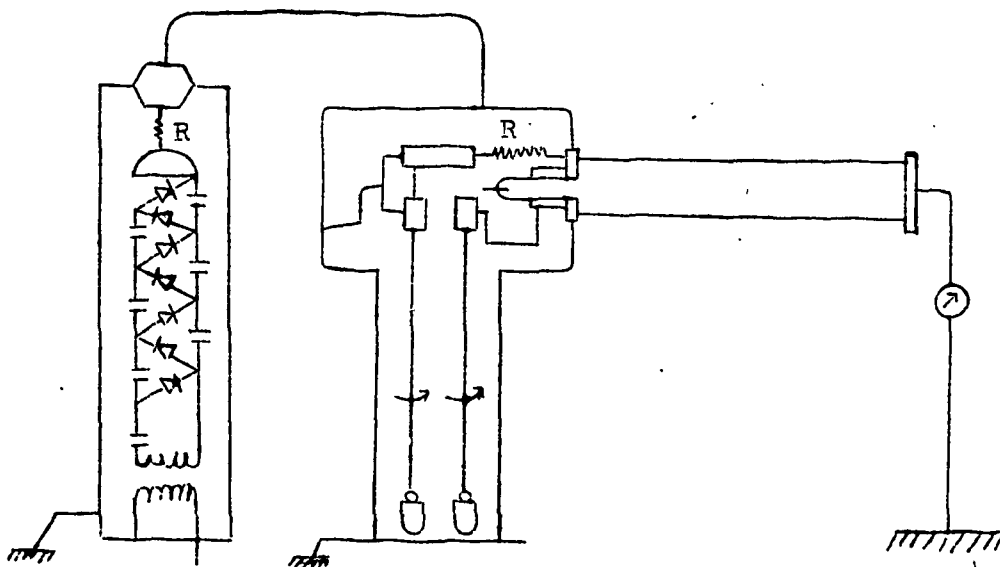


Gb. 2.

lempeng, masing-masing berfungsi sebagai katoda dan antikatoda. Oleh adanya beda tegangan antara anoda dan katoda yang besarnya 2.000 volt maka elektron akan lepas dari lempeng katoda K dan ditarik oleh anoda A masuk ke dalam ruangan torak. Di dalam torak tidak ada medan listrik maka elektron dapat bergerak bebas. Medan magnet B di dalam torak yang dihasilkan oleh kumparan akan mengakibatkan elektron bergerak dengan lintasan bentuk helix atau spiral. Ini akan menyebabkan tambahan ionisasi di dalam torak berarti menimbulkan lagi banyak elektron. Oleh anti katoda, elektron akan ditarik sehingga menabrak anti katoda. Di sini terjadi elektron sekunder ditarik oleh anoda masuk melalui ruang torak dan bergerak ke arah katoda dst. Sumber ion tipe ini juga disebut *electron oscillation ion source*.

Elektroda

Sumber daya (power supply) ion source, ekstraktor maupun medan magnet ditempatkan di dalam elektroda bertegangan tinggi yang terisolasi listrik terhadap tanah. *Power* diambil dari satu atau beberapa dinamo yang ditempatkan di dalam elektroda. Motor dinamo pemutar ditempatkan pada tegangan nol. (gb. 3.) Tegangan tinggi generator *Cockroft Walton* dihubungkan dengan elektroda dengan suatu kabel berisolasi tegangan tinggi. Untuk mencegah arus yang terlampau kuat perlu adanya damping resistor pada kabel penghubung elektroda



Gb. 3.

dengan generator.

Tegangan D.C. 2.000 dan 5.000 volt di dalam elektroda diperoleh dari dinamo yang tegangannya 12 volt dengan menggunakan suatu konverter, yaitu sistim elektronika yang merubah tegangan 12 volt menjadi tegangan bolak-balik frekwensi 5 KC dan kemudian diserahkan oleh suatu dioda tegangan tinggi.

Pembuatan kapasitor tegangan tinggi

Pada laporen tahun yang lalu diterangkan bahwa kapasitor tegangan tinggi dibuat dari pipa kaca sedemikian sehingga merupakan suatu kapasitor silinder dengan kaca sebagai dielektrikunya. Kapasitor ini dapat mencapai tegangan jebol 20.000 volt dengan kapasitan 350 pF. Dimensi kapasitor ini sedemikian besarnya sehingga dalam pemasangan tidak praktis.

Kapasitor yang sekarang ini kami gunakan adalah kapasitor buatan sendiri yaitu suatu kapasitor dengan menggunakan plastik tebalnya 0,5 mm, panjangnya 1 meter. Plastik tersebut digulung pada dua lempeng *metal* tipis aluminium. Besar kapasitas yang diperoleh dapat mencapai hingga 6.000 pF. Besar tegangan jebol tergantung pada tebal dan lebar plastik. Lapisan aluminium untuk kapasitor tersebut diambil dari kapasitor *Philips* yang berkekuatan 0,1 uF, 400 volt. Dengan mempertebal dielektrikum kapasitor tersebut sehingga menjadi 0,5 mm seperti yang diterangkan di atas maka *tegangan jebol* dapat dinaikkan dari 400 hingga 12.000 volt.

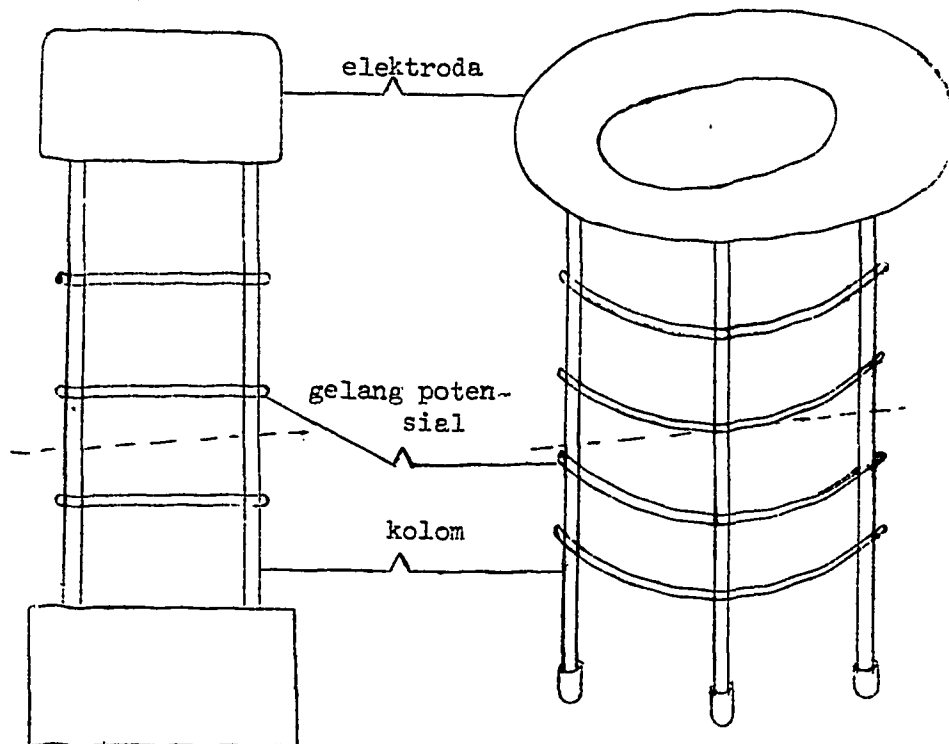
Kolom

Pada percobaan pertama kolom dibuat dari bahan *pralon*. Potensial *divider* diperoleh dengan membuat gelang-gelang tipe tembaga sepanjang *pralon*. Kapasitor mempunyai tipe p 7 KV 94 yaitu kapasitor kramik. Besar kapasitor 450 pF. Tegangan generator dapat mencapai maksimum 150.000 volt.

Kapasitor tipe kedua menggunakan kaca sebagai kolom dan ka-

pasitor adalah kapasitor plastik.

I. Tipe pertama mempunyai tinggi 65 cm, lebar 25 cm. Sepanjang kolom dipasang gelang-gelang potensial. Ini berfungsi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya *spark* dan membuat supaya medan listrik sepanjang kolom lebih bersifat homogen. Gelang-gelang potensial dibuat dari pipa tembaga tebalnya 1 cm. Terminal generator direrca-



Gb. 4:

nakan dibuat dari kuningan. Terminal ini berfungsi supaya kuat medan listrik pada ujung dioda terakhir tidak besar, sehingga tidak akan terjadi *spark* atau kebocoran yang kuat pada udara sekitar.

II. Tipe generator kedua kolom dibuat dari pipa kaca. Generator ini menggunakan kapasitor plastik. Tinggi generator 1 meter, diameter 30 cm. Gelang-gelang potensial dipasang pada pipa *pralon*. Besar kapasitans masing-masing kapasitor 5.000 pF. Pengukuran tegangan belum dilaksanakan.

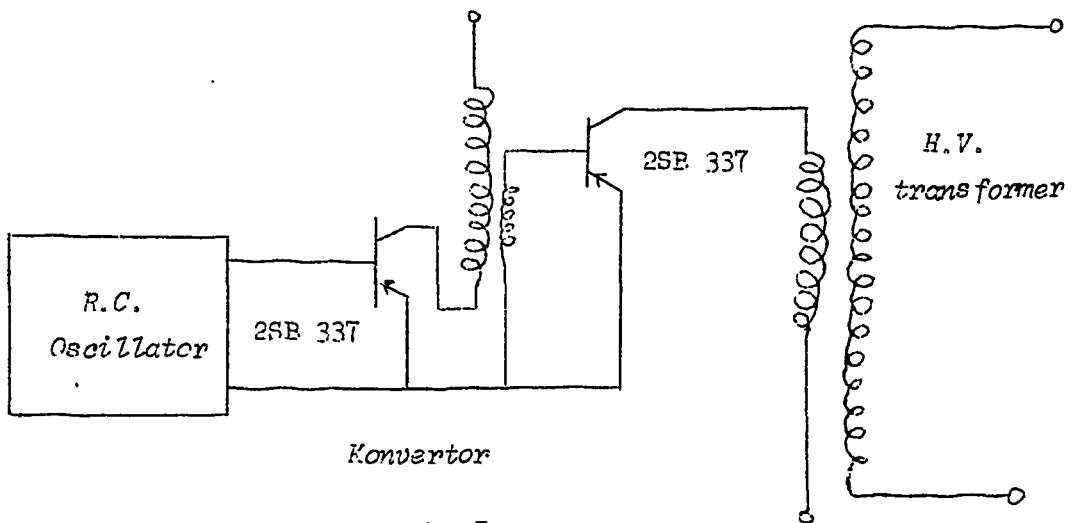
Konvertor

Seperti diterangkan di atas, sumber ion membutuhkan tegangan 500 hingga 2.000 volt untuk mengionisasi gas di dalam sumber ion. Tegangan dinamo 12 volt perlu dirubah menjadi tegangan searah besarnya 500 hingga 5.000 volt. Telah dibuat dua buah *konvertor* yang dapat memberi tegangan yang dibutuhkan. Tipe *konvertor* ditunjukkan seperti pada gambar. Kapasitor sebagai *filter* dibuat sendiri. *Oscillator* menggunakan dua buah transistor 2 SA 103 sehingga dapat memberi frekwensi hingga 10 Kc. *Output transformer fly back T.V.* memberi tegangan 6.000 volt dan kemudian disearahkan oleh suatu dioda. *Konvertor* 2.000 volt menggunakan *trafo* buatan sendiri dengan menggunakan *ferrit* sebagai teras. Kedua sumber tegangan tinggi ini masing-masing digunakan untuk tegangan ekstraktor dan *sumber daya ion source*.

Medan magnet

Arus untuk kumparan magnet diperoleh dari dinamo searah 12 volt. Besar kuat medan tergantung pada banyak lilitan atau kuat arus yang mengalir. Dinamo dapat memberi arus maksimum 10 ampere. Penampang kawat kumparan diusahakan sedemikian besarnya supaya tahanan murni kumparan kecil sehingga arus cukup besar. Untuk mencegah supaya arus

tidak terlampau besar sehingga melebihi kuat arus maksimum dinamo, maka dibutuhkan suatu tahanan yang dihubungkan seri dengan kumparan. Untuk *meregulasi* kuat medan magnet dikerjakan dengan mengubah kuat arus. Pada taraf pertama ini dilakukan dengan merubah kecepatan putar dinamo berarti kecepatan motor. Ini dikerjakan dengan menggunakan suatu *variak*.

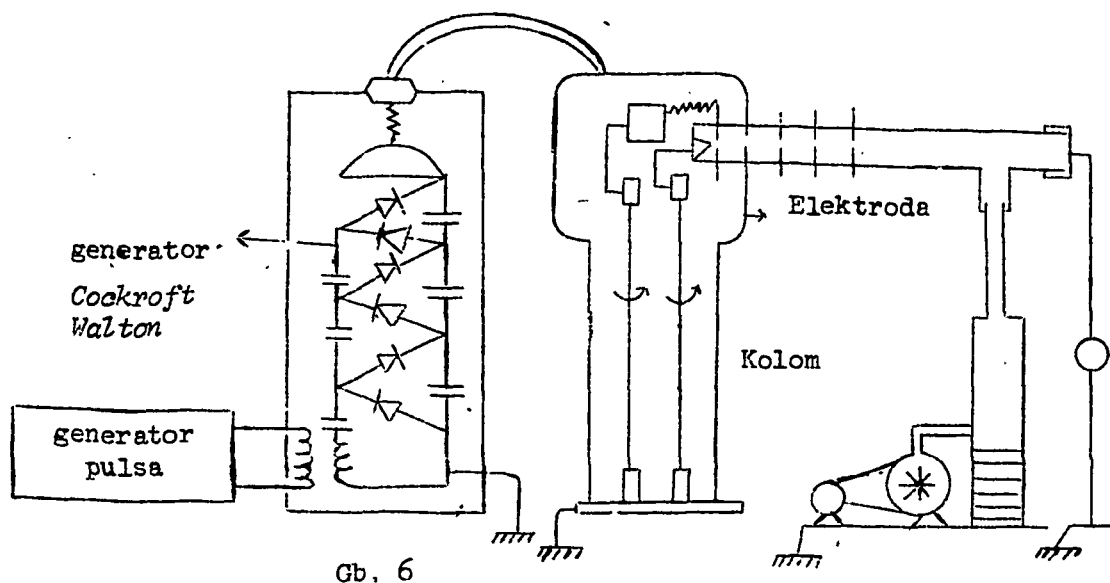


Gb. 5

Akselerator elektron

Sebagai percobaan pendahuluan kearah akselerator yang nantinya dapat digunakan secara kuantitatif dan secara efisien maka sekarang dikerjakan suatu akselerator elektron. Seperti diterangkan di atas tipe pertama generator dibuat sedemikian sehingga dapat memberi tegangan negatif berarti dapat mempercepat zarah-zarah negatif termasuk elektron dan akselerator tipe kedua mempunyai polaritas positif berarti mempercepat ion positif.

Pada akselerator elektron sumber elektron terdiri dari suatu *filamen* yang dipanasi oleh suatu dinamo 12 volt. Tegangan ekstraktor besarnya 10.000 volt D.C. Skema akselerator ditunjukkan pada Gb.6. Besar *damping resistor* generator *Cockroft Walton* 50 megaohm. Tegangan dapat dirubah dengan merubah tegangan generator pulsa. Ini dilakukan



dengan merubah tegangan *variak*. Akselerator yang kita hadapi sekarang ini membutuhkan perlengkapan sebagai berikut :

1. Generator tegangan tinggi *Cockroft Walton*
2. Suatu *tank* berisi minyak isolator
3. Kabel berisolasi tegangan tinggi
4. Dua buah motor berkekuatan 1.000 watt
5. *Terminal elektroda*
6. Dua buah *alternator*
7. *Rotary pump* dan *diffusion pump*
8. Kolom isolator

9. Tabung isolator
10. Sumber ion
11. Generator pulsa.

RENCANA AKSELERATOR ION

Untuk akselerator ion positif polaritas tegangan generator harus positif. Prinsip kerja dan peralatan yang dibutuhkan tidak berbeda jauh dengan akselerator yang dibutuhkan elektron, akan tetapi di sini dibutuhkan suatu sumber ion. Tujuan utama dari pada proyek kami adalah membuat suatu *neutron generator* dimana besar tegangan yang dibutuhkan dapat mencapai 200.000 volt dengan arus 2 ma. *Spare part* yang dibutuhkan untuk melengkapi yang sudah ada antara lain :

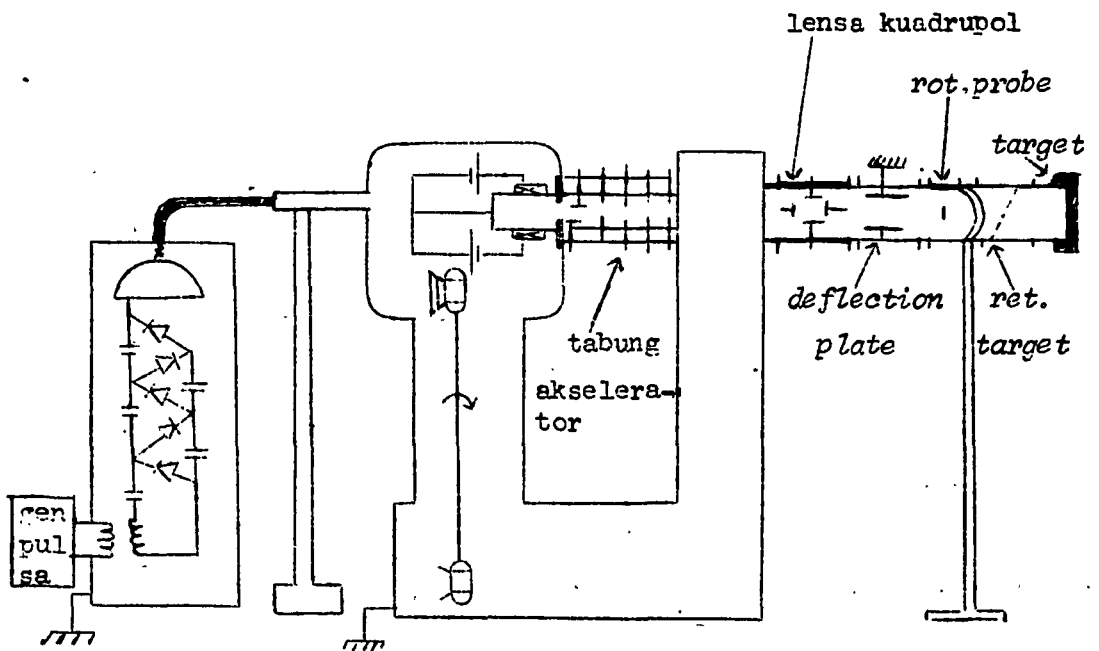
1. Suatu *tank* gas yang dapat tahan hingga 10 atm., dimana ke dalamnya dapat ditempatkan generator *Cockroft Walton*.
2. Suatu kompressor udara/gas hingga 8 atm.
3. Elektroda dibuat dari aluminium atau kuningan.
4. Kolom isolator untuk menahan elektroda
5. Tabung akselerator dari bahan kaca atau keramik
6. *Diffusi* dan *rotary pump*
7. Sumber ion tipe *P.I.G. ion source*.

Peralatan di atas dibutuhkan untuk melengkapi *spare part* yang sudah ada yaitu yang sudah dipesan dari Perancis tiga tahun yang lalu. *Spare part* tersebut adalah :

- Lensa kwadrupol beserta dua buah *D.C. power supply* 15.000 volt.

- Retractable target
- Deflection plate
- Drift tube
- Rotation probe.

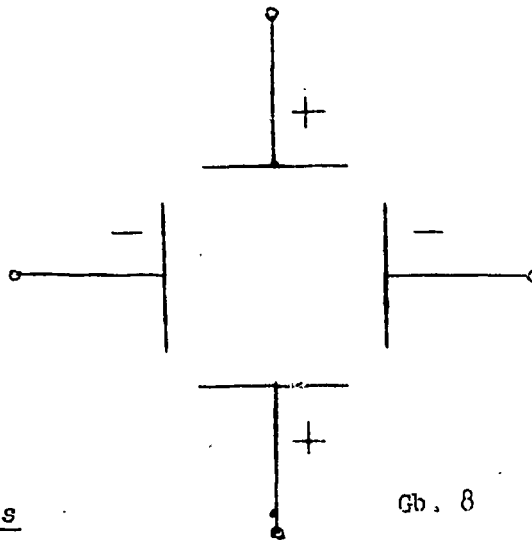
Bagan akselerator yang kami rencanakan ditunjukkan pada Gb. 7



Gb. 7

Lensa kuadropol

Dengan menggunakan lensa kuadropol maka ion-ion ataupun elektron yang mengenai dinding *tabung-drift* dapat dielakkan dan juga alat ini dapat mengatur diameter berkas pada suatu *target*. Lensa kuadropol terdiri dari dua pasang lempeng dan masing-masing pasangan diberi tegangan listrik D.C. besarnya hingga 15.000 volt.

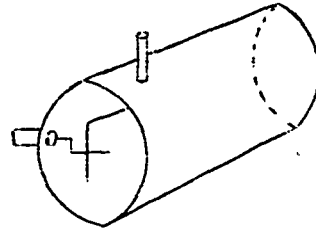


Rotating probes

Gb. 8

Dengan *rotating probes* dapat diselidiki homogenitas berkas ion maupun elektron. Ini terdiri dari dua probes berputar yang saling tegak lurus dibuat dari pada tungsten. Rotor dari motor pemutar berada di dalam vakum dan *stater* di atmosfer. Kecepatan motor 50 C/S.

Bila terjadi putaran maka *probe* akan memotong berkas zarah dan kedua *signal* listrik yang timbul dapat dilihat pada *osiloskop*. Dengan demikian berkas zarah dapat diselidiki.



Gb. 9

Retractable target

Retractable target dibuat dari lempeng tantalum yang dapat bergerak oleh tekanan udara dari suatu kompressor. Berkas yang tiba pada target ditentukan oleh posisi lempeng tantalum yang dapat terbuka dan tertutup di depan target.

Drift tube

Tabung ini gunanya untuk saluran berkas, bila letak target dibutuhkan pada sesuatu jarak tertentu dari akselerator. Ukuran panjang sekehendak antara 0,5 m dan 1 m.

RENCANA PENGEMBANGAN

Akselerator yang kita rancang ini dikemudian hari dapat digunakan untuk berbagai lapangan misalnya,

akselerator ion

- penelitian dasar ilmiah di bidang
 - difusi zarah
 - reaksi inti
 - penampang lintang
 - zat padat
- analisa aktivasi
- pembuatan radio isotop
- efek radiasi
- studi mengenai silding dan reaktor.

akselerator elektron

- irradiasi *solid, liquid* dan gas
- *surface treatment*
- *grafting*
- polimerisasi
- studi organik moderator
- metrologi sinar X
- mikroskop dan difraksi elektron pada tegangan tinggi.