

TENAGA ATOM

Oleh

IGN. Made Berata

Abstrak:

Perlombaan pencarian sumber energi pada dewasa ini mengarah pada tenaga Atom. Atom pada bagian pusatnya disebut Inti Atom. Inti Atom terdiri dari proton dan neutron. Dari kedua ikatan proton dan neutron ini terjadi tenaga atom. Apabila kesatuan inti itu dipecah maka akan terjadi dua hal: 1. Memancarkan radiasi yang berupa sinar α , β dan γ . 2. Dapat juga memancarkan energi berupa panas. Dari hasil yang pertama yaitu pancaran sinar α , sinar β dan γ dapat dipergunakan dalam bidang industri, bidang pertanian dan dalam bidang kedokteran. Sedangkan dari hasil yang kedua dapat dipergunakan sebagai sumber tenaga yaitu pembangkit tenaga listrik, tenaga penggerak kapal selam dan lain-lainnya. Dari hasil-hasil penelitian mengenai tenaga atom itu diharapkan dapat membantu Pembangunan Nasional Negara kita.

I. PENDAHULUAN

Pada abad ke-19 ini perkembangan ilmu pengetahuan sangat pesat terutama dalam bidang sains dan teknologi.

Perhatian dunia diarahkan pada penggalian sumber-sumber energi karena ada kekhawatiran akan menyusutnya minyak bumi sebagai sumber bahan bakar. Setelah diketemukannya tenaga atom, sinar-sinar radioaktif dan lain-lainnya yang sangat berguna untuk kepentingan hidup manusia, maka penyelidikan-penyelidikan mengenai atom dan inti atom makin diintensipkan dengan harapan banyak manfaatnya untuk mensejahterakan kehidupan manusia pada masa mendatang. Tenaga atom digunakan dalam industri dan sinar-sinar radioaktif dipergunakan dalam pengobatan, pertanian dan lain-lainnya.

Banyak keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari tenaga atom itu walaupun di dalam pengembangan dan penyebarluasannya banyak mendapat tantangan dan hambatan.

II. MANFAAT TENAGA ATOM SEBAGAI SUMBER ENERGI

Apabila kita mendengar atau membaca perkataan tenaga atom maka akan tergambar dalam pikiran kita akan bom atom yang dija-

tuhkan di Hiroshima Jepang menjelang berakhirnya perang dunia kedua. Betapa dahsyatnya tenaga bom tersebut sehingga dapat menghancurkan Jepang dan mengakibatkan Jepang menyerah. Kesan yang timbul ialah tenaga atom itu sangat mengerikan dan dapat membinasakan segalanya. Supaya kesan yang mengerikan itu dapat hilang marilah kita bandingkan dengan keadaan di lingkungan kita sehari-hari yang dapat membahayakan manusia tetapi tidak terasa karena sifat-sifat yang membahayakan itu kita ketahui, sehingga hal yang berbahaya itu menjadi berguna atau bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita mempergunakan tenaga listrik. Tenaga listrik ini sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia untuk penerangan, angkutan, menggerakkan kipas angin, alat pemanas dan lain-lainnya yang tidak terhitung jumlahnya. Orang tidak takut pada listrik, walaupun kalau kita keliru memakainya akan dapat menimbulkan kematian, kebakaran dan lain-lainnya. Jadi perlu kita pelajari karakteristik dari listrik itu.

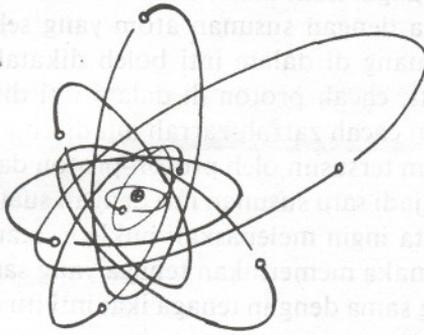
Demikian juga halnya dengan tenaga atom. Apabila tenaga ini kita ketahui sifat-sifatnya secara baik dengan sendirinya akan bermanfaat bagi kehidupan kita. Kita mendengar atau membaca ada kapal laut bertenaga atom, pembangkit tenaga listrik dengan tenaga atom, kapal selam dan industri-industri besar lainnya dengan memakai tenaga atom. Karena itu kita tidak perlu cemas dan takut akan tenaga atom atau tenaga nuklir itu. Pada saat sekarang orang berlomba-lomba untuk mencari sumber-sumber energi untuk menggantikan sumber tenaga dari minyak bumi karena diperkirakan sumber minyak bumi akan sangat berkurang pada tahun dua ribuan. Orang lalu memanfaatkan tenaga matahari, tenaga angin, tenaga air bahkan sekarang di Jepang sedang digiatkan penelitian mengenai tenaga yang dikandung oleh guntur (halilintar).

Sebenarnya bagi para sarjana yang mengetahui bahwa materi dapat dirubah menjadi tenaga yaitu berdasarkan hukum Einstein $E = mC^2$ tidak perlu khawatir akan kekurangan tenaga. Kita tidak perlu pusing-pusing mencari sumber-sumber tenaga lain.

III. MENGAPA ATOM MEMPUNYAI ENERGI TINGGI

Kita mengetahui bahwa benda terdiri dari molekul-molekul dan molekul tersusun oleh atom-atom. Apabila atom ini kita pelajari secara mendalam maka sebuah atom akan terdiri dari inti atom dan di-

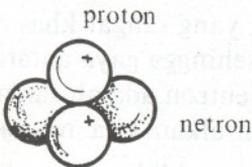
kelilingi oleh elektron-elektron yang berputar mengelilingi inti atom melalui lintasan-lintasan tertentu seperti halnya planit-planit mengelilingi matahari dalam susunan tata surya kita. Dapat kita lihat pada bagan berikut. (Baiquni, 1961:18).



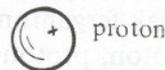
BENTUK ATOM

Sebuah atom mempunyai berat terpusat pada intinya sedangkan elektron-elektron yang mengelilinginya sangat ringan. Karena itu perhatian kita pusatkan pada inti atom. Inti atom itu sangat kecil. Kalau sebuah atom besarnya hanya sepersepuluh juta millimeter sedangkan sebuah atom sebagian besar terdiri dari ruang kosong maka dapatlah kita kira-kirakan berapa besar inti atom itu. Menurut hasil penelitian untuk atom yang paling sederhana, besar jari-jari intinya kurang lebih $1,2 \times 10^{-15}$ m.

Inti atom berbentuk bola yang tersusun oleh zarah-zarah atau partikel-partikel yang disebut proton dan neutron di mana proton bermuatan positif dan neutron bersifat netral atau tidak bermuatan. (Baiquni, 1961:21).



Inti atom helium mempunyai 2 proton dan 2 neutron



Inti atom hidrogen terdiri dari sebuah proton (tidak mempunyai neutron)

Jadi muatan listrik pada inti atom dibawa oleh proton sedangkan berat inti atom terdiri dari jumlah berat proton dan jumlah berat neutron. Proton-proton dan neutron-neutron atau dengan singkat kita sebut zarah-zarah inti atau nukleon saling mengikat dengan gaya-gaya yang sangat kuat dan membentuk susunan yang sangat rapat. Jadi berbeda dengan susunan atom yang sebagian besar berisi ruang kosong, ruang di dalam inti boleh dikatakan penuh dengan zarah-zarah inti, cacah proton di dalam inti disebut nomor atom inti itu sedangkan cacah zarah-zarah inti disebut nomor massa inti.

Jadi inti atom tersusun oleh proton-proton dan neutron-neutron yang terikat menjadi satu susunan inti dengan suatu gaya yang sangat kuat. Apabila kita ingin melepaskan nukleon atau salah satu zarah inti dari inti itu maka memerlukan tenaga yang sangat besar, (Baiquni, 1961:24) yang sama dengan tenaga ikat inti itu sehingga tenaga itu dapat meniadakannya.

Dari manakah asal tenaga ikat itu? Menurut penyelidikan para sarjana fisika, ternyata sebuah inti tersusun oleh sejumlah proton-proton dan sejumlah neutron-neutron ternyata berat inti itu tidak sama dengan jumlah berat proton dan jumlah neutron sebagai penyusunannya. Ternyata berat inti itu lebih kecil sedikit dari jumlah berat penyusun-penyusunnya. Misalnya sebuah inti terdiri dari 2 proton dan 2 neutron maka terjadilah sebuah inti yang mengandung 2 proton dan 2 neutron. Apabila kita timbang ternyata berat inti yang terjadi itu lebih kecil dari jumlah berat 2 proton dan 2 neutron.

$$\begin{array}{r} 2 \text{ proton} + 2 \text{ neutron} \\ 2x \text{ gram} \quad \quad 2y \text{ gram} \end{array} \quad \frac{\quad}{\quad} \quad \text{Berat Inti}$$

Berat Inti ternyata lebih kecil dari $(2x + 2y)$ gram. Kekurangan berat ini berubah menjadi tenaga yaitu tenaga ikat.

Gaya inti ini mempunyai karakteristik yang sangat khas antara lain tidak tergantung pada muatan listrik, sehingga gaya antara proton-proton, proton neutron dan neutron-neutron adalah sama. Sebagai gambaran yang lebih kongkrit misalkan kita mempunyai atom A_ZX yang mengandung Z elektron dan nuklidanya terdiri dari Z proton dan $N - (A - Z)$ neutron maka besarnya massa defek adalah (Arthur Bieser, 1982:377).

Jadi muatan listrik pada inti atom dibawa oleh proton sedangkan berat inti atom terdiri dari jumlah berat proton dan jumlah berat neutron. Proton-proton dan neutron-neutron atau dengan singkat kita sebut zarah-zarah inti atau nukleon saling mengikat dengan gaya-gaya yang sangat kuat dan membentuk susunan yang sangat rapat. Jadi berbeda dengan susunan atom yang sebagian besar berisi ruang kosong, ruang di dalam inti boleh dikatakan penuh dengan zarah-zarah inti, cacah proton di dalam inti disebut nomor atom inti itu sedangkan cacah zarah-zarah inti disebut nomor massa inti.

Jadi inti atom tersusun oleh proton-proton dan neutron-neutron yang terikat menjadi satu susunan inti dengan suatu gaya yang sangat kuat. Apabila kita ingin melepaskan nukleon atau salah satu zarah inti dari inti itu maka memerlukan tenaga yang sangat besar, (Baiquni, 1961:24) yang sama dengan tenaga ikat inti itu sehingga tenaga itu dapat meniadakannya.

Dari manakah asal tenaga ikat itu? Menurut penyelidikan para sarjana fisika, ternyata sebuah inti tersusun oleh sejumlah proton-proton dan sejumlah neutron-neutron ternyata berat inti itu tidak sama dengan jumlah berat proton dan jumlah neutron sebagai penyusunannya. Ternyata berat inti itu lebih kecil sedikit dari jumlah berat penyusun-penyusunnya. Misalnya sebuah inti terdiri dari 2 proton dan 2 neutron maka terjadilah sebuah inti yang mengandung 2 proton dan 2 neutron. Apabila kita timbang ternyata berat inti yang terjadi itu lebih kecil dari jumlah berat 2 proton dan 2 neutron.

$$\begin{array}{r} 2 \text{ proton} + 2 \text{ neutron} \\ 2x \text{ gram} \quad \quad 2y \text{ gram} \end{array} \quad \frac{\quad}{\quad} \quad \text{Berat Inti}$$

Berat Inti ternyata lebih kecil dari $(2x + 2y)$ gram. Kekurangan berat ini berubah menjadi tenaga yaitu tenaga ikat.

Gaya inti ini mempunyai karakteristik yang sangat khas antara lain tidak tergantung pada muatan listrik, sehingga gaya antara proton-proton, proton neutron dan neutron-neutron adalah sama. Sebagai gambaran yang lebih kongkrit misalkan kita mempunyai atom A_ZX yang mengandung Z elektron dan nuklidanya terdiri dari Z proton dan $N - (A - Z)$ neutron maka besarnya massa defek adalah (Arthur Bieser, 1982:377).

$$\Delta m = Z m_p + N m_n + Z m_e - M(A, Z)$$

m_p = massa proton

m_n = massa neutron dan

Zm_o = massa elektron

$M(A, Z)$ = massa atom yang bersangkutan.

Dengan mengabaikan energi ikat elektron dalam atom hidrogen maka massa atom hidrogen dapat dituliskan dengan:

$$m_H = m_p + m_e$$

hingga:

$$m = Zm_H + Nm_n - M(A, Z)$$

Besarnya energi ikat inti untuk nuklide tersebut:

$E_{tot}(A, Z) = m \times 931$ Mev dan besarnya energi ikat inti per

$$\text{nukleon adalah : } E(A, Z) = \frac{E_{tot}(A, Z)}{A}$$

Sebagai contoh untuk atom ${}^4_2\text{He}$ yang memiliki massa atom sebesar 4,002604 sma dan mengikat $m_H = 1,007825$ sma maka besar massa defek.

$$m = 2(1,007825) + (1,008665) - 4,001604$$

$$= 0,030376 \text{ sma}$$

Sehingga energi ikat inti total

$$E_{tot} = (0,030376)(931)$$

$$= 28,3 \text{ Mev}$$

dan E energi ikat per nukleon

$$E = \frac{28,3}{4} = 7,07 \text{ Mev}$$

(Mega elektron volt).

Betapa besarnya tenaga tersebut dapat kita bandingkan dengan banyaknya tenaga yang diperlukan untuk menguapkan air.

Kalor uap air ialah 540 kkal/kg.

Sedang tenaga ikat per nukleon

$$E = \frac{7,07 \times 3,83 \cdot 10^{17} \text{ kkal}}{1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= 16,312 \times 10^{10} \text{ kkal/kg}$$

Apabila kita mengambil dua buah proton dan dua buah neutron dan kemudian menyusun mereka menjadi inti atom Helium (${}^4_2\text{He}$) maka berat inti atom ini akan kurang dari berat dua buah neutron dan dua buah proton bersama. Kekurangan inilah menjadi sumber tenaga ikat atau tenaga atom itu.

Telah kita ketahui bahwa tenaga atom diperoleh dari perubahan materi menjadi tenaga. Apabila tenaga yang diperoleh dari materi-materi inti itu dalam jumlah besar dan dibebaskan dalam waktu yang sangat singkat dan di dalam volume yang kecil maka yang terjadi ialah suatu ledakan yang sangat dahsyat yang dapat merusak lingkungan di sekitarnya seperti halnya bom hidrogen yang dijatuhkan di Hiroshima Jepang.

IV. PENGGUNAAN TENAGA ATOM DALAM PEMBANGUNAN NASIONAL

Andaikata pembebasan sejumlah tenaga yang diperoleh dilaksanakan dengan teratur maka tenaga itu akan dapat digunakan untuk sumber tenaga dalam bidang industri atau angkatan dan juga sebagai sumber tenaga pembangkit tenaga listrik.

Karena itu Pemerintah kita mengharapkan agar penggalian-penggalian sumber tenaga diintensipkan terutama tenaga yang kita peroleh dari atom-atom itu. Banyak hal-hal yang sangat menguntungkan bagi kita apabila pemanfaatan tenaga atom dapat disebarluaskan.

Keuntungan-keuntungan dari sumber tenaga atom ini ialah:

1. Kita tidak membutuhkan tempat dan transportasi yang banyak karena dengan sejumlah satu gram materi itu sudah cukup memberikan tenaga. Jadi dapat menghemat.
2. Jangka waktu yang lama. Apabila tenaga yang dikandung oleh inti itu kita keluarkan secara teratur maka satu gram materi saja dapat dipergunakan bertahun-tahun.

PENUTUP

Setelah diadakan penelitian yang mendalam mengenai atom ternyata banyak sekali yang dapat dimanfaatkan dari atom itu terutama tenaga atom yang dipergunakan sebagai sumber energi. Di samping sebagai sumber tenaga juga dapat memancarkan radiasi. Radiasi da-

pat dipergunakan sebagai pengawetan bahan makanan pengobatan dan lain-lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad Baiquni, *Apakah Atom Itu*, Universitas Jakarta, Jakarta, 1961.
2. Arthur Beiser, *Concepts of Modern Physics*, Tokyo International Student, Tokyo, 1982.
3. Budi Santosa, *Fisika dan Alat Deteksi Radiasi*, Pusdiklat Batan, Yogyakarta, 1986.
4. Indro Yuwono, *Aplikasi Teknik Nuklir di Bidang Industri dan Kimia*, Pusdiklat BATAN, Yogyakarta, 1986.
5. Irving Keplan, *Nuclear Physics*, Yapan Publications Company, Tokyo, 1963.