

MAKALAH PENDIDIKAN FISIKA INTI

Sejarah Perkembangan Teori Atom dan

Sejarah Penemuan Unsur Radioaktif



Disusun Oleh :

Erniyanti (1605035004)

Kelas :

Fisika Reguler 2016

**Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Mulawarman
2019**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta karunia yang di berikan-Nya, sehingga Makalah Pendidikan Fisika Inti dengan judul “Sejarah Perkembangan Teori Atom dan Sejarah Penemuan Unsur Radiaktif ” ini dapat terselesaikan. Tidak lupa ucapan terima kasih kepada Dosen mata kuliah saya Dr. Laili Komariyah, M. Si. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada orang tua yang telah memberikan dukungan serta do’a dan perhatian yang luar biasa sehingga tugas ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Menyadari bahwa laporan yang telah disusun ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, maka hal itu semua tidak lepas dari ketidaksempurnaan dan kekhilafan yang telah diperbuat. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangatlah diharapkan.

Demikian, semoga laporan ini dapat bermanfaat ke depannya dan dapat menjadi acuan serta koreksi untuk lebih baik lagi.

Samarinda, 24 Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	ii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
BAB II PEMBAHASAN	
2.1 Pengertian Atom.....	3
2.2 Sejarah Perkembangan Teori Atom	3
2.3 Sejarah Perkembangan Model Atom.....	6
2.4 Macam – macam Model Atom.....	8
2.5 Pengertian Zat Radioaktif.....	15
2.6 Sejarah Penemuan Zat Radioaktif	15
2.7 Jenis – jenis Sinar Radioaktif	16
2.8 Struktur Inti	17
2.9 Jenis – jenis Radiasi Sinar Radioaktif	18
2.10 Reaksi Inti.....	19
2.11 Reaksi Fisi (Reaksi Pembelahan Inti)	19
2.12 Reaksi Fusi (Reaksi Penggabungan Inti).....	20
2.13 Energi Nuklir.....	20
BAB III PENUTUP	
3.1 Kesimpulan.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Filsafat ilmu pengetahuan merupakan cabang filsafat yang mempelajari teori pembagian ilmu, metode yang digunakan dalam ilmu, tentang dasar kepastian dan jenis keterangan yang berkaitan dengan kebenaran ilmu tertentu. Didalam filsafat ilmu terdapat antologi, diantara aliran yang berkembang terdapat aliran materialisme, aliran ini menganggap bahwa sumber yang asal itu adalah materi, bukan ruhani. Aliran ini sering juga disebut dengan naturalisme. Menurutnya bahwa zat mati merupakan kenyataan dan satu-satunya fakta (Suriasumantri : 2010).

Dewasa ini penerapan hasil-hasil pemikiran dan penemuan di sekitar konsep atom merambah ke segala bidang, selain mempunyai manfaat positif bagi kesejahteraan umat manusia, juga berdampak negatif dan berpotensi untuk membawa kesengsaraan bagi masyarakat seperti penemuan bom atom. Maka pada makalah ini, penulis akan mencoba menguraikan tentang beberapa perkembangan teori-teori atom, yang terus berkembang dari waktu ke waktu.

Seiring perkembangan teknologi masa kini dengan adanya radioaktif membawa perkembangan di dalam berbagai aspek kehidupan. Suatu zat radioaktif (*radioactive substance*) dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang memiliki sifat untuk mengemisikan radiasi secara spontan yang mampu berjalan melewati lembaran-lembaran logam dan zat-zat lain yang tak tembus terhadap cahaya. Radiasi tersebut berlaku dengan cara yang sama seperti pada cahaya terhadap suatu pelat fotografi, menyebabkan fluoresensi bertanda dalam zat-zat tertentu dan memberikan konduktivitas listrik pada udara.

Berdasarkan hasil penelitian W.C Rontgen tersebut, maka Henry Becquerel pada tahun 1896 bermaksud menyelidik sinar X, tetapi secara kebetulan ia menemukan gejala keradioaktifan. Pada penelitiannya ia menemukan bahwa garam-garam uranium dapat merusak film foto meskipun ditutup rapat dengan kertas hitam. Menurut Becquerel, hal ini karena garam-garam uranium tersebut dapat memancarkan suatu sinar dengan spontan. Peristiwa ini dinamakan radio aktivitas spontan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah sejarah perkembangan Teori Atom?
2. Bagaimanakah sejarah penemuan Unsur Radioaktif?

1.3 Tujuan Makalah

Tujuan di buatnya makalah ini yaitu untuk memenuhi tugas mata kuliah Pendidikan Fisika Inti mengenai sejarah perkembangan Teori Atom dan sejarah penemuan Unsur Radiaktif.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Pengertian Atom

Istilah atom berasal dari Bahasa Yunani, yang berarti tidak dapat dipotong ataupun sesuatu yang tidak dapat dibagi-bagi lagi. Konsep atom sebagai komponen yang tak dapat dibagi-bagi lagi pertama kali diajukan oleh para filsuf India dan Yunani. Seorang filsuf Yunani yang bernama Democritus berpendapat bahwa jika suatu benda dibelah terus menerus, maka pada saat tertentu akan didapat bagian yang tidak dapat dibelah lagi. Bagian seperti ini oleh Democritus disebut atom. Istilah atom berasal dari bahasa Yunani “a” yang artinya tidak, sedangkan “tomos” yang artinya dibagi. Jadi, atom artinya tidak dapat dibagi lagi. Pengertian ini kemudian disempurnakan menjadi, atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang tidak dapat dibelah lagi namun masih memiliki sifat kimia dan sifat fisika benda asalnya.

Relatif terhadap pengamatan sehari-hari, atom merupakan objek yang sangat kecil dengan massa yang sama kecilnya pula. Atom hanya dapat dipantau menggunakan peralatan khusus seperti mikroskop penerowongan payaran. Lebih dari 99,9% massa atom berpusat pada inti atom, dengan proton dan neutron yang bermassa hampir sama. Setiap unsur paling tidak memiliki satu isotop dengan inti yang tidak stabil yang dapat mengalami peluruhan radioaktif. Hal ini dapat mengakibatkan transmudasi yang mengubah jumlah proton dan neutron pada inti. Elektron yang terikat pada atom mengandung sejumlah arus energi, ataupun orbital, yang stabil dan dapat mengalami transisi di antara aras tersebut dengan menyerap ataupun memancarkan foton yang sesuai dengan perbedaan energi antara aras. Elektron pada atom menentukan sifat-sifat kimiawi sebuah unsur dan memengaruhi sifat-sifat magnetis atom tersebut.

2.2 Sejarah Perkembangan Teori Atom

Dalam memikirkan alam semesta, Sebagian besar para ahli filsafat Yunani meninjaunya dalam skala makro, yaitu berdasarkan apa yang mereka lihat secara kasat mata saja. Namun ada pula beberapa ahli filsafat yang memikirkan lebih jauh makna terdalam dari jagat raya ini dalam konsep berskala mikro, artinya berpikir secara abstrak hal-hal yang tidak dapat mereka lihat namun mereka yakini keberadaannya, mereka disebut para atomist.

Atomist pertama adalah **Leucippus** dari Miletus-Yunani (440 SM) dan **Democritus** dari Abdera (420 SM). Mereka menyumbangkan pemikirannya secara terpisah, namun saling bersesuaian (Mason dikutip Faridach, 2009). Pada hakekatnya gagasan **Leucippus** dan **Democritus** mengenai materi bersifat diskontinu. Materi tersusun dari partikel-partikel kecil yang tidak dapat dibagi-bagi lagi yang diketahui sebagai atom. Atom-atom penyusun materi itu senantiasa bergerak di dalam kehampaan (ruang vakum= ruangan yang mengandung ketiadaan absolut). Istilah atomos (a=tidak, tomos=dapat dibagi) diberikan untuk partikel materi itu, karena atom-atom sangat halus dan tidak dapat dibagi-bagi lagi. Para ahli filsafat alam pada zaman ini seperti **Aristoteles** (384-322 SM) dari Staigera Yunani, **Plato** dan **Galen** (130-200 SM) menolak konsep atom tersebut.

Umumnya mereka memandang materi merupakan satu kesatuan yang utuh (kontinu) dapat dibagi terus-menerus menjadi bagian sekecil-kecilnya tanpa batas dan dalam alam semesta tidak ada kehampaan (ruang hampa). Alam semesta terdiri dari 4 elemen, yaitu tanah, api, udara dan air karena masing-masing cenderung ditemukan di alam. Pandangan itu diperkuat oleh **Thales** dari Miletus (sekitar 580 tahun SM), **Anaximenes** (550-475 SM) dan **Anaximander** (tahun 610-545 SM) menyatakan dunia terdiri atas tanah, air, udara dan api. (Poedjiadi dikutip Faridach, 2009)

Pandangan para ahli filsafat alam itu, terutama Aristoteles lebih diyakini di masyarakat, karena popularitas dan kredibilitasnya. Hal ini berlangsung, terutama sampai abad pertengahan (27 SM- 476 M) atau abad kegelapan (di Eropa). Sedangkan konsep atom **Leucippus** dan Democritus tidak dihiraukan orang. Aristoteles dianggap sebagai ahli filsafat Yunani yang terbaik saat itu. Gagasannya sangat luas dalam berbagai bidang dan dituliskannya dalam bentuk buku yang berkaitan dengan perkembangan pengetahuan seperti astronomi, biologi, metafisika, hukum, politik, logika, etika dan estetika. Buku-bukunya dijadikan bahan acuan dalam waktu yang lama (bahkan konsep logika masih dianut hingga sekarang).

Pada Abad kegelapan di Eropa, umumnya perkembangan sains dan teknologi mengalami hambatan. Hal ini, karena saat itu pemikiran para ilmuwan, terkungkung oleh ajaran agama Katolik ortodoks, yang mengikat kebebasan berpikir tentang keduniawian, terutama ilmu pengetahuan. Pemikiran yang nampaknya bertentangan dengan “ajaran” agama, dianggap sebagai kesalahan dan dosa yang harus ditebus dengan hukuman fisik bahkan dengan nyawa. Paradigma **Aristotelian** masih diakui, karena dianggap tidak bertentangan dengan “ajaran” agama. Selain konsep atom yang mendapat pembenaran

dari ajaran agama, gagasan lainnya adalah mengenai konsep geosentris dan penolakan terhadap konsep ruang vakum.

Berlainan dengan keadaan di Eropa, perkembangan ilmu pengetahuan di Arab (Timur Tengah) tumbuh dengan pesat. Salah satu ilmuwan muslim yang menyinggung masalah atom adalah **Abul Hasan Al Asy'ari** (873-935 M). Namun ia mengkaitkannya dengan masalah kejadian alam semesta. Ia berpendapat bahwa alam semesta ini maujud karena adanya atom-atom yang menyusunnya. Atom-atom itu sudah mempunyai sifat sendiri (*eigen natuur*) dan tidak padat berkembang (*zich uitdijen*), serta tidak bisa saling mempengaruhi. Jadi menurutnya, atom-atom yang menyusun alam semesta tidak dapat berubah. Atom-atom dipisahkan satu sama lain oleh ruang antara dan satu sama lain tidak dapat saling mempengaruhi. Perubahan yang terjadi di alam semesta, terjadi karena atom-atom senantiasa “keluar-masuk” dari eksistensi (alam ‘ada’). Berdasarkan keyakinannya terhadap Allah SWT, ia meyakini bahwa “masuk” artinya diciptakan Tuhan dan “keluar” berarti ditiadakan Tuhan. Jadi menurutnya, atom-atom itu selalu harus diciptakan Tuhan setiap saat untuk menggantikan atom-atom yang sudah ditiadakannya (Musthafa dikutip Faridach, 2009).

Pandangan tersebut hampir bersesuaian dengan Leucippus maupun Democritus karena mengakui adanya sifat diskontinu dari materi. Namun tampak Abul Hasan Al-Asy'ari ini menolak anggapan bahwa perubahan alam semesta disebabkan oleh hukum alam yang pasti serta tunduk pada hukum “sebab-akibat” yang melekat pada perilaku atom-atom itu sendiri.

Sejauh ini sumbangan pemikiran mengenai konsep atom dari ilmuwan dunia Arab atau muslim tidak banyak ditemukan, karena keterbatasan pencarian literatur yang relevan. Mungkin saja terdapat pemikiran yang lebih maju mengenai konsep atom dan hal-hal yang berkaitan dengan itu. Mengingat pada ahir abad pertengahan literatur dari dunia Arab banyak yang dimusnahkan, akibat serangan pasukan Hulagu Khan dari Mongol pada tahun 1258 yang menghancurkan-leburkan Bagdad yang menjadi pusat kebudayaan Islam.

Namun demikian, tinjauan konsep atom menurut Islam (dalam hal ini Al-Qur'an) ternyata memperkuat keberadaan gagasan konsep Atom Leucippus dan Democritus – seperti pula membenaran terhadap konsep heliosentris yang dikemukakan oleh beberapa ilmuwan utama abad ke-17, seperti Galileo, Newton dan ilmuwan abad sebelumnya-. Konsep atom semakin kuat kedudukannya pada permulaan abad-19 setelah pemikiran ini didukung hasil temuan melalui pengamatan dan eksperimen yang dilakukan para

ilmuwan. Terutama setelah John Dalton merekonseptualisasikan kembali gagasan atom tersebut berdasarkan fakta-fakta empiris yang ditemukan para ilmuwan.

2.3 Sejarah Perkembangan Model Atom

Gagasan konsep atom yang dikemukakan Dalton dipandang sebagai kelanjutan pandangan filosof atomik, meskipun terdapat sedikit perbedaan dalam landasan berpikirnya. Beberapa gagasan yang dituangkan Dalton dilandasi oleh fakta-fakta empiris berlandaskan eksperimen yang dilakukan oleh ilmuwan lain sedangkan pandangan filosof tentang atom seluruhnya berupa refleksi kritis terhadap fenomena alam. Revolusi pemikiran konsep atom, terjadi karena teori atom Dalton tidak dapat diverifikasi, banyak anomali yang berkenaan dengan hal itu, sehingga menimbulkan serangkaian krisis, terutama akibat penemuan-penemuan di bidang kelistrikan dan gejala radiaktivitas.

Penemuan gejala kelistrikan mengubah pandangan bahwa atom merupakan partikel bagian terkecil dari materi, karena telah dapat dibuktikan adanya partikel sub atom seperti proton, elektron dan netron. Beberapa studi yang intensif yang dilakukan membawa ke dalam suatu babak baru penyelidikan mengenai atom yang membawa pemahaman yang sangat berbeda dengan pandangan filosofi Dalton

Dari rangkaian penemuan gejala kelistrikan dan radioaktivitas, terdapat dua ilmuwan yang mengemukakan model atom, yaitu model atom Thomson dan model atom Rutherford. Kedua model ini tidak dapat diterima sebagai paradigma baru, karena secara internal konsepnya sendiri mengandung hal yang tidak logis dipandang dari aturan-aturan fisika yang berlaku serta tidak dapat menerangkan fenomena-fenomena yang diamati, seperti fenomena spektrum.

Paradigma baru dianggap terjadi ketika Bohr mengemukakan teori atom atau model atomnya sebagai perbaikan terhadap model atom Rutherford. Anggapan ini berdasarkan dari adanya perubahan paradigma dalam ilmu fisika yaitu dari paradigma Newtonian (fisika klasik) ke paradigma teori kuantum (fisika modern) yang dirintis oleh Max Plank pada tahun 1900. Namun apabila merujuk pada kenyataan, bahwa Bohr sebenarnya bekerja atas dasar teori planet elektronnya Rutherford yang banyak ditolak ilmuwan fisika masa itu (–bahkan ia bekerja sama dengan Rutherford untuk memperbaiki teorinya–), maka dianggap teori atom Bohr dianggap sebagai penyempurnaan terhadap teori atom Rutherford. Hal itu karena masalah yang dihadapi adalah bagaimana

sebenarnya posisi elektron di dalam atom. Sedangkan adanya partikel sub-atom yang mendasari teori atom Rutherford sudah dapat diterima secara luas.

Dengan terjadinya revolusi dari fisika klasik ke fisika modern, yaitu berubahnya pandangan mekanika Newtonian dan teori gelombang Maxwell menjadi paradigma teori kuantum Max Planck, memberikan sumbangan pemikiran yang menghasilkan paradigma baru teori atom, yaitu teori atom Bohr. Teori ini mendapat perluasan pemikiran dari Sommerfield untuk menerangkan fakta-fakta yang tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh Bohr.

Keberatan terhadap model atom Bohr-Sommerfield lebih banyak dilakukan oleh ilmuwan fisika, bagi kebanyakan ilmuwan kimia model atom ini cukup handal untuk menerangkan gejala-gejala kimiawi, seperti sifat-sifat ikatan kimia, penggabungan atom-atom dan sistem periodik unsur. Yang menjadi keberatan, sehingga timbul baru teori atom mekanika kuantum (mekanika gelombang) adalah paham determinisme yang melandasi pemikiran model atom Bohr dan juga perluasannya oleh Sommerfield (Teori atom Bohr-Sommerfield).

Secara esensi bagaimana kedudukan elektron di dalam atom yang digambarkan dengan keempat bilangan kuantum dapat diterima, namun yang harus digaris bawahi untuk mendapatkan koreksi dari model itu adalah bahwa konsep orbit yang dikemukakan Bohr diganti menjadi orbital dengan pengertian yang sesuai dengan Prinsip Ketidakpastian Heisenberg.

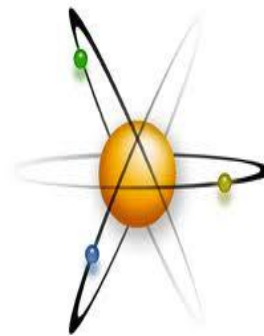
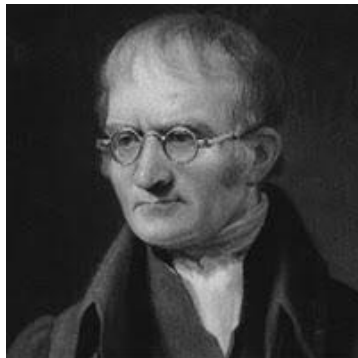
Dengan demikian apabila ditinjau dari konsep atom sendiri yang sampai saat ini dianut, terutama oleh ilmuwan kimia, maka pemaparan teori atom berdasarkan mekanika kuantum bukan suatu revolusi, tetapi rangkaian penemuan yang sifatnya akumulatif dalam kajian sains yang normal. Hal ini mengingat paradigma teori Bohr dan perluasannya oleh Sommerfield hingga sekarang tetap dipergunakan. Jadi paradigma mekanika kuantum memberikan sumbangan terhadap penyempurnaan teori atom Bohr dan bukan merupakan penolakan, karena dalam hal ini digunakan prinsip korespondensi.

Yang dianggap sebagai paradigma baru alasannya lebih bersifat filosofis, karena berkaitan dengan perubahan paham dari determinisme menjadi indeterminisme dalam memandang dunia mikroskopik yang terletak di luar jangkauan indera kita. Secara keseluruhan hal ini memberi gambaran, bahwa ilmu pengetahuan alam, khususnya fisika tidak lagi dianggap sebagai ilmu pengetahuan yang mengandung kebenaran yang mutlak dan dapat menetapkan suatu kejadian dengan pasti (eksak). Paham indeterministik ini pun diungkap pula dalam teori relativitasnya Einstein.

Penemuan-penemuan partikel dasar quark mengubah pandangan mengenai inti atom yang hanya terdiri dari partikel dasar proton dan neutron sehingga menghantarkan pada penggambaran struktur atom yang sangat kompleks dan sangat jauh dari konseptualisasi Daltonian. Manfaat yang diperoleh dari model quark adalah dapat menggambarkan bahwa struktur inti atom begitu rumit dan dinamis dimana proton dan neutron tidak begitu saja bertumpuk dalam inti atom - seperti jeruk dalam peti. Oleh karena itu model atom Murray - Zweig menjadi paradigma baru dalam menerangkan struktur atom, terutama dalam kaitannya dengan susunan inti atom. Namun bukan berarti paradigma sebelumnya tidak berlaku, karena untuk menerangkan bagaimana kedudukan elektron serta gerakan elektron sampai saat ini masih digunakan paradigma teori atom mekanika gelombang.

2.4 Macam – Macam Model Atom

2.4.1 Model Atom John Dalton



John Dalton (1766 – 1844) adalah orang yang banyak melakukan perdagangan. Dia adalah seorang ahli kimia, fisika, serta meteorologi karena profesinya. Dia diakui hari ini untuk karya rintisannya dalam pengembangan teori atom.

Pada tahun 1808, John Dalton yang merupakan seorang guru di Inggris, melakukan perenungan tentang atom. Hasil perenungan Dalton menyempurnakan teori atom Democritus. Bayangan Dalton dan Democritus adalah bahwa atom berbentuk pejal.

John Dalton mengungkapkan bahwa :

1. Atom adalah bagian terkecil dari suatu zat.
2. Atom berbentuk bola sederhana yang sangat kecil, tidak dapat dibelah, diciptakan ataupun dimusnahkan.
3. Unsur yang sama mengandung atom-atom yang sama.

4. Atom sejenis memiliki sifat yang sama dalam segala hal, sedangkan atom yang berbeda memiliki sifat yang berbeda.
5. Reaksi kimia terjadi karena adanya penggabungan dan pemisahan atom-atom.
6. Bila atom-atom bergabung akan membentuk molekul. Bila atom-atom yang bergabung sama akan terbentuk molekul unsur, sedangkan bila atom-atom yang bergabung berbeda akan terbentuk molekul senyawa.

Namun teori yang dikemukakan oleh John Dalton memiliki beberapa kelemahan dan juga kelebihan diantaranya:

1. Kelemahan teori atom Dalton

Pada perkembangan selanjutnya ditemukan berbagai fakta yang tidak dapat dijelaskan oleh teori tersebut, antara lain :

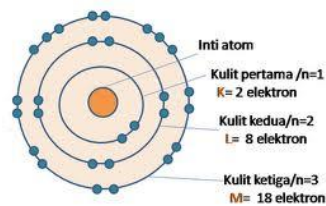
- a. Tidak dapat menjelaskan sifat listrik materi.
- b. Tidak dapat menjelaskan cara atom-atom saling berikatan.
- c. Model atom Dalton tidak dapat menjelaskan perbedaan antara atom unsur yang satu dengan unsur yang lain.

Kelemahan-kelemahan tersebut dapat dijelaskan setelah ditemukan beberapa partikel penyusun atom, seperti elektron ditemukan oleh Joseph John Thomson tahun 1900, penemuan partikel proton oleh Goldstein tahun 1886.

2. Kelebihan teori atom Dalton

- a. Dapat menerangkan Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)
- b. Dapat menerangkan Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

2.4.2 Model Atom JJ Thomson



Dengan adanya teori atom yang dikemukakan oleh Dalton maka banyak sekali para ilmuwan yang ingin menyelidiki tentang atom. Mereka penasaran tentang apa itu atom dan apa penyusunnya? Salah satunya adalah J.J Thomson, dia melakukan percobaan dengan menggunakan tabung katoda. Pada tahun 1897 J.J Thomson menemukan adanya elektron dalam suatu atom dengan melakukan percobaan tabung sinar katoda. Berdasarkan percobaan tentang hantaran listrik melalui tabung hampa/ atau tabung sinar katode. Dalam tabung katode tekanan gas dalam tabung dapat diatur melalui pompa isap (pompa vakum). Pada tekanan cukup rendah dan tegangan yang cukup tinggi (beberapa ribu volt), gas dalam tabung akan berpijar dengan cahaya yang warnanya tergantung pada jenis gas dalam tabung (gas neon berwarna merah, gas natrium berwarna kuning). Jika tekanan gas dikurangi, maka daerah didepan katode akan menjadi gelap. Daerah gelap ini akan bertambah jika tekanan gas dalam tabung terus dikurangi, akhirnya seluruh tabung menjadi gelap, tetapi bagian tabung didepan katode berpendar dengan warna kehijauan.

Melalui percobaan dapat ditunjukkan bahwa perpendaran tersebut disebabkan oleh suatu radiasi yang memancar dari permukaan katode menuju anode. Oleh karena berasal dari katode, maka radiasi ini disebut sinar katode. Hasil percobaan tabung katoda ini membuktikan bahwa ada partikel bermuatan negatif dalam suatu atom karena sinar tersebut dapat dibelokkan ke arah kutub positif medan listrik. selanjutnya sinar katode ini merupakan partikel yang bermuatan negatif dan oleh Thomson partikel ini dinamakan elektron.

Thomson memperkirakan bahwa elektron ini sebagai partikel elementer penyusun atom. Elektron merupakan partikel sub atomik pertama yang dikenal manusia. Berdasarkan penemuan ini, Thomson mengajukan sebuah model atom untuk menjelaskan hasil-hasil eksperimen maupun prediksi teoritis yang muncul saat itu dengan nama model kue kismis. Atom dipandang sebagai sebuah bola bermuatan positif yang dinetralkan oleh elektron-elektron yang tersebar merata di seluruh volume bola.

Pada saat yang hampir bersamaan dengan penemuan elektron oleh Thomson, Antoine-Henri Becquerel tahun 1896 menemukan gejala radioaktivitas alamiah pada unsur radium. Materi-materi yang dipancarkan unsur tersebut berhasil diidentifikasi sebagai sebuah gelombang elektromagnetik (sinar γ), elektron (sinar β)

dan partikel (atom inti helium). Penemuan radioaktivitas radium ini seolah-olah memperkuat ide Thomson tentang model atom yang diajukannya.

Berdasarkan hal ini maka Thomson menyatakan bahwa setiap atom pasti memiliki electron, disebabkan atom bersifat netral maka dalam atom juga harus megandung sejumlah muatan positif. Sehingga dia meyataan bahwa:

“Atom terdiri dari awan bermuatan positif yang terdistribusi sedemikian rupa dengan muatan negative tersebar secara random di dalamnya”

Model atom ini kemudian disebut sebagai “plum pudding model” yang di Indonesai lebih dikenal sebagai model roti kismis.

1. Kelebihan Model Atom Thomson

Membuktikan adanya partikel lain yang bermuatan negatif dalam atom. Berarti atom bukan merupakan bagian terkecil dari suatu unsur.

2. Kelemahan model atom Thomson

Model atom Thomson memiliki kelemahan yaitu belum ada bagian-bagian atom atau dengan kata lain tidak ada pemisahan antara elektron dan proton, karena kedua tersebar merata ke seluruh atom. Dia menemukan bahwa apabila tabung katoda di beri tegangan tinggi maka suatu “sinar” yang dia sebut sebagai “sinar katoda” akan dihasilkan. Disebabkan sinar ini muncul pada elektroda negative dan sinar ini enolak kutub negative dari medan listrik yang diaplikasikan ke tabung katoda maka Thomson menyatakan bahwa sinar katoda tersebut tak lain adalah aliran partikel bermuatan negative yang dikemudian hari disebut sebagai electron. Dengan mengganti katoda menggunakan berbagai macam logam maka Thomson tetap menghasilkan jenis sinar yang sama.

2.4.3 Model Atom Rutherford

Dalam percobaannya, *Ernest Rutherford* (1871-1937) menembakkan partikel (alfa) pada kepingan emas yang tipis dengan tebal 1/100 mm. partikel alfa adalah partikel ang mempunyai massa 7000 kali massa elektron. Hasil pengamatan menunjukkan adanya partikel-partikel yang dihamburkan, dibelokkan dan dipantulkan.. Berdasarkan hasil experimennya, Ruther ford menyangkal teori atom J.J Thomson. Pada tahun 1911 ia menyusun model atom yang baru.

Adapun kesimpulan Model atom menurut Rutherford:

1. Atom sebagian besar terdiri dari ruang hampa dengan satu inti yang bermuatan positif dan satu atau beberapa elektron yang beredar disekitar inti, seperti planet-planet yang bergerak dalam sistem tata surya. Massa atom sebagian besar terletak pada intinya.
2. Atom secara keseluruhan bersifat netral, muatan positif pada inti sama besarnya dengan muatan elektron yang beredar di sekitarnya. Muatan positif pada inti besarnya sama dengan nomor atom dikalikan dengan muatan elementer.
3. Inti dan elektron tarik-menarik. Gaya tarik menarik ini merupakan gaya sentripetal yang mengendalikan gerak elektron pada orbitnya masing-masing seperti grafitasi dalam tata surya.
4. Pada reaksi kimia, inti atom tidak mengalami perubahan. Yang mengalami perubahan ialah elektron-elektron pada kulit terluar.

Percobaan Rutherford sehingga menemukan model atom:

Ernest Rutherford (1871 – 1937), ilmuwan Inggris bersama dua orang asistennya Geiger dan Marsden pada tahun 1911, menguji kebenaran model atom Thomson. Mereka melakukan percobaan dengan menembakkan sinar alfa (α) melalui celah pelat timbal dan ditumbukkan dengan lempeng emas tipis yang berukuran 0,01 mm. Untuk mendeteksi partikel alfa yang keluar dari lempeng emas, dipasang layar yang berlapis seng sulfida. Apabila partikel α bertumbukkan dengan lempeng ini maka akan menyebabkan nyala sekilas atau fluoresensi yang dapat terlihat secara jelas.

Hasil pengamatan Rutherford dinyatakan sebagai berikut:

1. Sebagian besar sinar α dapat menembus lempeng emas dengan lurus, hal ini terjadi karena tidak dipengaruhi oleh elektron-elektron. Karena sebagian besar bagian atom merupakan ruang kosong.
2. Sebagian kecil sinar α dibelokkan, karena lintasannya terlalu dekat dengan inti atom, sehingga dipengaruhi oleh gaya tolak inti atom. Karena inti atom bermuatan positif.
3. Sedikit sekali sinar α dipantulkan kembali sebab tepat bertumbukkan dengan inti atom. Karena massa atom terpusatkan pada inti atom.

Dengan kenyataan seperti itu, Rutherford membuat teori atom, sebagai berikut:

1. Muatan positif berkumpul pada suatu titik di tengah-tengah atom yang disebut inti atom.
2. Muatan negatif (elektron) berada di luar inti atom dan bergerak mengelilingi inti pada lintasannya seperti planet-planet mengelilingi matahari pada sistem tata surya.

Kelemahan Model atom Rutherford :

Sebagaimana halnya model atom Thomson, model atom Rutherford juga harus diuji kebenarannya apakah sesuai dengan kenyataan atau tidak. Dari hasil pengujian para ilmuwan ternyata juga ditemukan adanya kelemahan pada model atom Rutherford.

Ada dua kelemahan pada model atom Rutherford. Kelemahan pertama, yaitu: elektron yang bermuatan negatif bergerak mengelilingi inti atom yang bermuatan positif sambil mendapatkan percepatan ke arah inti atom karena pengaruh gaya tarik inti atom. Berdasarkan hukum-hukum elektromagnetik, gerakan elektron yang demikian akan menimbulkan gelombang elektromagnetik dan memancarkan energi. Akibatnya energi elektron akan menyusut, sehingga jari-jari lintasannya akan mengecil.

Kelemahan kedua, model atom Rutherford tidak dapat menjelaskan *spektrum garis hidrogen*. Hal ini terjadi karena lintasan elektron semakin mengecil, sehingga waktu putarnya juga berkurang dan frekuensi gelombang yang dipancarkan menjadi beraneka ragam. Sehingga, atom hidrogen tidak akan menunjukkan spektrum garis tertentu, namun spektrumnya merupakan spektrum kontinu. Sedangkan pada kenyataannya dengan menggunakan spektrometer menunjukkan bahwa spektrum atom hidrogen merupakan garis yang khas.

Kelebihan :

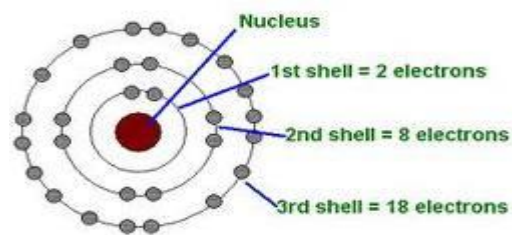
Membuat hipotesa bahwa atom tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilingi inti

2.4.4 Model Atom Bohr

Pada tahun 1913, pakar fisika Denmark bernama Neils Bohr memperbaiki kegagalan atom Rutherford melalui percobaannya tentang spektrum atom hidrogen. Percobaannya ini berhasil memberikan gambaran keadaan elektron dalam menempati daerah disekitar inti atom. Penjelasan Bohr tentang atom hidrogen melibatkan gabungan antara teori klasik dari Rutherford dan teori kuantum dari Planck, diungkapkan dengan empat postulat, sebagai berikut:



1. Hanya ada seperangkat orbit tertentu yang diperbolehkan bagi satu elektron dalam atom hidrogen. Orbit ini dikenal sebagai keadaan gerak stasioner (menetap) elektron dan merupakan lintasan melingkar disekeliling inti.



2. Selama elektron berada dalam lintasan stasioner, energi elektron tetap sehingga tidak ada energi dalam bentuk radiasi yang dipancarkan maupun diserap.
3. Elektron hanya dapat berpindah dari satu lintasan stasioner ke lintasan stasioner lain. Pada peralihan ini, sejumlah energi tertentu terlibat, besarnya sesuai dengan persamaan planck, $\Delta E = hv$.
4. Lintasan stasioner yang dibolehkan memiliki besaran dengan sifat-sifat tertentu, terutama sifat yang disebut momentum sudut. Besarnya momentum sudut merupakan kelipatan dari $h/2\pi$ atau $nh/2\pi$, dengan n adalah bilangan bulat dan h tetapan planck.

Menurut model atom bohr, elektron-elektron mengelilingi inti pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit elektron atau tingkat energi. Tingkat energi paling rendah adalah kulit elektron yang terletak paling dalam, semakin keluar semakin besar nomor kulitnya dan semakin tinggi tingkat energinya.

Kelebihan dan Kelemahan

✓ Kelebihan

Atom Bohr adalah bahwa atom terdiri dari beberapa kulit untuk tempat berpindahnya elektron.

✓ Kelemahan

Model atom ini adalah tidak dapat menjelaskan efek Zeeman dan efek Strack

2.5 Pengertian Zat Radioaktif

Reaksi kimia berasal dari unsur-unsur yang bergabung membentuk suatu senyawa. Dalam peristiwa ini elektron dan inti atom mempunyai peranan yang sangat penting. Di alam ini pada umumnya inti atom stabil tetapi ada pula yang kurang stabil seperti Polonium, Radium, Aktinium, Protaktinium, Uranium dan unsur-unsur lain dengan massa tertentu. Inti atom yang kurang stabil berupaya untuk menjadi stabil dengan cara berubah menjadi inti atom lain disertai dengan pemancaran sinar-sinar alfa, beta dan gamma. Unsur-unsur ini disebut unsur radioaktif.

2.6 Sejarah Penemuan Zat Radioaktif

Pada tahun 1895 W.C. Rontgen melakukan percobaan dengan sinar katode. Ia menemukan bahwa tabung sinar katode menghasilkan suatu radiasi berdaya tembus besar yang dapat menghitamkan film foto. Selanjutnya sinar itu diberi nama sinar X. Sinar X tidak mengandung elektron, tetapi merupakan gelombang elektromagnetik. Sinar X tidak dibelokkan oleh bidang magnet, serta memiliki panjang gelombang yang lebih pendek daripada panjang gelombang cahaya. Berdasarkan hasil penelitian W.C Rontgen tersebut, maka Henry Becquerel pada tahun 1896 bermaksud menyelidik sinar X, tetapi secara kebetulan ia menemukan gejala keradioaktifan. Pada penelitiannya ia menemukan bahwa garam-garam uranium dapat merusak film foto meskipun ditutup rapat dengan kertas hitam. Menurut Becquerel, hal ini karena garam-garam uranium tersebut dapat memancarkan suatu sinar dengan spontan. Peristiwa ini dinamakan radio aktivitas spontan.

Marie Curie merasa tertarik dengan temuan Becquerel, selanjutnya dengan bantuan suaminya Piere Curie berhasil memisahkan sejumlah kecil unsur baru dari beberapa ton bijih uranium. Unsur tersebut diberi nama radium. Pasangan Currie melanjutkan penelitiannya dan menemukan bahwa unsur baru yang ditemukannya tersebut telah terurai menjadi unsur-unsur lain dengan melepaskan energi yang kuat yang disebut radioaktif.

Ilmuwan Inggris, Ernest Rutherford menjelaskan bahwa inti atom yang tidak stabil (radionuklida) mengalami peluruhan radioaktif. Partikel-partikel kecil dengan kecepatan tinggi dan sinar-sinar menyebar dari inti atom ke segala arah. Para ahli kimia

memisahkan sinar-sinar tersebut ke dalam aliran yang berbeda dengan menggunakan medan magnet. Dan ternyata ditemukan tiga tipe radiasi nuklir yang berbeda yaitu sinar alfa, beta, dan gamma. Semua radionuklida secara alami memancarkan salah satu atau lebih dari ketiga jenis radiasi tersebut.

2.7 Jenis-Jenis Sinar Radioaktif

Sifat-sifat sinar radioaktif dikelompokkan berdasarkan jenis sinar radioaktifnya. Sifat-sifat sinar radioaktif diuraikan sebagai berikut.

2.7.1 Sinar Alfa (${}^4_2\alpha$)

1. Terdiri dari inti helium (4_2He) yang mengandung 2 proton dan 2 neutron.
2. Ditemukan oleh Ernest Rutherford pada tahun 1903.
3. Bermuatan positif
4. Lambang (${}^4_2\alpha$)
5. Daya pengion tinggi, tetapi daya tembus terhadap suatu materi rendah.
6. Daya tembus kecil.

2.7.2 Sinar Beta (${}_{-1}^0\beta$)

1. Sinar beta terdiri dari elektron-elektron yang bergerak cepat.
2. Ditemukan oleh Ernest Rutherford (1871 - 1937) pada tahun 1903.
3. Bermuatan negatif.
4. Lambang (${}_{-1}^0\beta$)
5. Kecepatan mendekati kecepatan cahaya.
6. Daya tembus lebih besar daripada sinar alfa.
7. Dapat mengionkan benda-benda yang dilalui.

2.7.3 Sinar Gamma (${}^0_0\gamma$)

1. Merupakan gelombang elektromagnetik
2. Ditemukan oleh Paul Ulrich Villard.
3. Tidak bermuatan listrik, karena itu tidak dapat dibelokkan oleh medan magnet / listrik. Daya tembus sangat besar hanya dapat ditahan oleh selapis baja atau beton.
4. Dapat mengionkan materi yang dilalui, tetapi tidak sekuat sinar alfa atau beta.

Sifat – sifat umum zat radioaktif:

1. Dapat mengionkan gas yang disinari
2. Menembus lempeng logam tipis
3. Diuraikan oleh medan magnet
4. Dapat menghitamkan pelat film

2.8 Struktur Inti

Dalam suatu nuklida tersusun atas nukleon-nukleon, dimana nukleon tersebut merupakan partikel-partikel penyusun inti atom/nukleus, sedangkan nuklida itu sendiri adalah isotop atom. Nukleon mengandung dua jenis partikel dasar yaitu proton (bermuatan positif) dan neutron (tidak bermuatan). Suatu inti atom yang mempunyai jumlah nukleon tertentu disebut nuklida, yaitu atom tanpa elektron pada kulit-kulitnya. Suatu nuklida dapat dinyatakan dengan lambang unsur yang dilengkapi nomor massa (jumlah nukleon), sedangkan nomor atom boleh ditulis atau tidak karena dapat dilihat pada sistem periodik.

2.8.1 Penggolongan Nuklida

1. Isotop adalah nuklida dengan nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda.
2. Isobar adalah nuklida dengan nomor massa sama, tetapi jumlah proton berbeda.
3. Isoton adalah nuklida dengan jumlah neutron sama.

2.8.2 Kestabilan Inti

Kestabilan secara kinetika ditinjau berdasarkan kejadian inti meluruh membentuk inti yang lain, disebut peluruhan radioaktif. Inti atom dikatakan stabil bila komposisi jumlah proton dan neutronnya sudah "seimbang" serta tingkat energinya sudah berada pada keadaan dasar. Jumlah proton dan neutron maupun tingkat energi dari inti-inti yang stabil tidak akan mengalami perubahan selama tidak ada gangguan dari luar. Sebaliknya, inti atom dikatakan tidak stabil bila komposisi jumlah proton dan neutronnya "tidak seimbang" atau tingkat energinya tidak berada pada keadaan dasar. Perlu dicatat bahwa komposisi proton dan neutron yang "seimbang" atau "tidak seimbang" di atas tidak berarti mempunyai jumlah yang sama ataupun tidak sama. Setiap inti atom mempunyai "kesetimbangan" yang berbeda.

Untuk mengetahui ciri-ciri inti yang stabil dan inti yang tidak stabil dapat ditinjau dari perbandingan antarpartikel yang terkandung di dalam inti atom, yaitu perbandingan neutron terhadap proton (N/Z). Selain nuklida ^1H , semua nuklida atom memiliki proton dan neutron. Suatu nuklida dinyatakan stabil jika memiliki perbandingan neutron terhadap proton lebih besar atau sama dengan satu ($N/Z \geq 1$). Nuklida terdiri dari dua kelompok yaitu: Nuklida ringan yaitu nuklida yang memiliki jumlah proton kurang dari 20. Nuklida berat yaitu nuklida yang memiliki jumlah proton lebih dari 83. Nuklida ini tidak ada yang stabil karena adanya gaya tolak menolak antarproton yang sangat kuat.

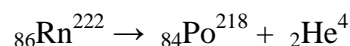
Pita kestabilan : Grafik antara banyaknya neutron versus banyaknya proton dalam berbagai isotop yang disebut pita kestabilan menunjukkan inti-inti yang stabil. Kebanyakan unsur radioaktif terletak di luar pita ini.

2.9 Jenis-Jenis Radiasi Sinar Radioaktif

2.9.1 Radiasi Alfa

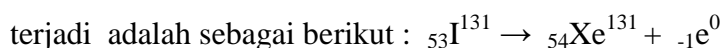
Partikel alfa (α) didefinisikan sebagai partikel bermuatan positif pada inti helium. Partikel alfa tersusun atas dua proton dan dua neutron, sehingga dapat dinyatakan sebagai atom Helium-4 (He-4). Partikel alfa (α) merupakan partikel inti Helium yang bermuatan positif (kation dari unsur Helium, He^{2+}). Akan tetapi, elektron pada dasarnya bebas, mudah untuk lepas dan mudah pula untuk didapat. Jadi, secara umum, partikel alfa (α) dapat dituliskan tanpa muatan karena akan dengan cepat mendapatkan 2 elektron dan menjadi atom Helium netral (bukan sebagai ion).

Sebagai contoh, isotop Radon-222 (Rn-222), dapat mengalami peluruhan dan memancarkan partikel alfa. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



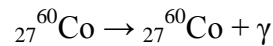
2.9.2 Radiasi Beta

Partikel beta (β) pada dasarnya adalah elektron yang dipancarkan dari inti. Sebagai contoh, isotop Iodin-131 (I-131) digunakan dalam bidang medis sebagai isotop untuk mendeteksi dan mengobati kanker kelenjar gondok (*thyroid*). Isotop tersebut mengalami peluruhan dan memancarkan partikel beta. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



2.9.3 Radiasi Gamma

Radiasi gamma (γ) sangat menyerupai sinar X, yaitu *radiasi dengan energi tinggi dan memiliki panjang gelombang pendek (short wavelength)*. Radiasi sinar gamma umumnya disertai dengan pemancaran partikel alfa dan partikel beta. Tetapi, biasanya tidak dinyatakan pada persamaan reaksi inti yang disetarakan. Contoh reaksi yang terjadi pada Cobalt-60 (Co-60) :



2.9.4 Radiasi Positron

Pemancaran positron tidak terjadi pada isotop radioaktif yang meluruh secara alami, tetapi hal ini terjadi secara alami pada isotop radioaktif buatan manusia. Positron pada dasarnya merupakan elektron yang memiliki muatan positif. Positron dapat terbentuk bila proton di dalam inti atom meluruh menjadi neutron. Positron yang terbentuk ini kemudian dipancarkan dari inti atom.

Proses ini terjadi pada beberapa isotop, seperti isotop Kalium-40 (K-40). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



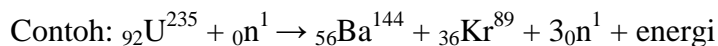
2.10 Reaksi Inti

Reaksi yang terjadi di inti atom dinamakan reaksi nuklir. Jadi Reaksi nuklir melibatkan perubahan yang tidak terjadi di kulit elektron terluar tetapi terjadi di inti atom. Reaksi nuklir memiliki persamaan dan perbedaan dengan reaksi kimia biasa.

2.11 Reaksi Fisi (Reaksi Pembelahan Inti)

Sesaat sebelum perang dunia kedua beberapa kelompok ilmuwan mempelajari hasil reaksi yang diperoleh jika uranium ditembak dengan neutron. Otto Hahn dan F. Strassman, berhasil mengisolasi suatu senyawa unsur golongan II A, yang diperoleh dari penembakan uranium dengan neutron. Mereka menemukan bahwa jika uranium ditembak dengan neutron akan menghasilkan beberapa unsur menengah yang bersifat radioaktif. Reaksi ini disebut reaksi pembelahan inti atau reaksi fisi. Proses reaksi fisi (pembelahan inti) terjadi karena inti menyerap suatu partikel. Inti yang mudah membelah adalah inti-inti berat menjadi dua atau lebih inti yang lebih ringan disertai pemancaran energi dan partikel elementer.

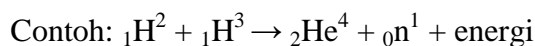
Peluruhan ini disertai dengan memancarkan sinar beta dan gamma hingga terbentuk isotop yang stabil. Akibatnya, reaksi fisi ini akan mengakibatkan reaksi berantai sehingga menghasilkan energi besar. Reaksi fisi digunakan sebagai dasar pembuatan reaktor nuklir dan bom atom. Energi yang dihasilkan disebut energi nuklir. Reaksi yang merupakan reaksi pemecahan inti atom dengan pelepasan banyak energi disebut reaksi fisi nuklir. Fisi nuklir membuktikan kebenaran bahwa materi dapat berubah menjadi energi.



2.12 Reaksi Fusi (Reaksi Penggabungan Inti)

Reaksi fusi atau penggabungan adalah reaksi penggabungan antara dua atau lebih inti ringan yang menghasilkan inti lebih berat, partikel elementer, dan pemancaran energi

Secara teoretis, reaksi fusi lebih menguntungkan daripada reaksi fisi. Hal ini disebabkan energi yang dihasilkan pada reaksi fusi lebih besar daripada energi pada reaksi fisi. Inti atom hasil reaksi fusi lebih stabil sehingga pancaran radioaktif dari bahaya radiasi yang ditimbulkan dapat dihindari. Reaksi fusi terjadi pada bintang (Matahari) dan bom hidrogen.



2.13 Energi Nuklir

Energi nuklir adalah suatu energi yang tersimpan dalam atom. Energi ini keluar ketika terjadi proses dalam reaksi nuklir. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa energi nuklir didapatkan dari perubahan sejumlah massa inti atom ketika berubah menjadi inti atom yang lain dalam reaksi nuklir. Contoh-contoh benda-benda yang memiliki energi nuklir diantaranya adalah:

1. Pembangkit listrik tenaga nuklir
2. Awan cendawan karena bom nuklir

Secara umum, energi nuklir ini dapat dihasilkan melalui dua macam mekanisme, yaitu pembelahan inti atau reaksi fisi dan penggabungan beberapa inti melalui reaksi fusi. Fisi Nuklir adalah sebuah inti berat yang ditumbuk oleh partikel (misalnya neutron) dapat membelah menjadi dua inti yang lebih ringan dan beberapa partikel lain. Mekanisme yang semacam ini disebut pembelahan inti atau fisi nuklir. Contoh reaksi fisi nuklir ini adalah uranium yang ditumbuk (atau menyerap) neutron lambat yang

akan menghasilkan neutron selain dua buah inti atom yang lebih ringan. Neutron ini mampu menumbuk (diserap) kembali oleh inti uranium untuk membentuk suatu reaksi fisi berikutnya. Mekanisme ini terus terjadi dalam waktu yang sangat cepat membentuk reaksi berantai tak terkendali. Akibatnya, jika terjadi pelepasan energi yang besar dalam waktu singkat maka akan sangat membahayakan jiwa manusia. Mekanisme ini sebenarnya sering terjadi di dalam bom nuklir yang menghasilkan ledakan dahsyat. Jadi, reaksi fisi dapat membentuk reaksi berantai yang tak terkendali serta memiliki potensi daya ledak dahsyat dan dapat dibuat dalam bentuk bom nuklir.

Disisi lain pelepasan energi yang dihasilkan melalui reaksi fisi dapat digunakan untuk hal-hal yang lebih bermanfaat lagi. Oleh sebab itu, reaksi berantai yang terjadi dalam reaksi fisi ini harus dibuat lebih terkontrol lagi. Dalam mengontrol reaksi fisi ini maka diperlukan sebuah reaktor nuklir. Reaksi berantai yang terkendali dapat dilakukan dalam reaktor yang terjamin keamanannya dan energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lebih berguna lagi, misalnya untuk penelitian dan untuk membangkitkan listrik.

BAB III

PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Istilah atom berasal dari Bahasa Yunani, yang berarti tidak dapat dipotong ataupun sesuatu yang tidak dapat dibagi-bagi lagi.
2. Gagasan konsep atom yang dikemukakan Dalton dipandang sebagai kelanjutan pandangan filosof atomik, meskipun terdapat sedikit perbedaan dalam landasan berpikirnya. Beberapa gagasan yang dituangkan Dalton dilandasi oleh fakta-fakta empiris berlandaskan eksperimen yang dilakukan oleh ilmuwan lain sedangkan pandangan filosof tentang atom seluruhnya berupa refleksi kritis terhadap fenomena alam.
3. Di alam ini pada umumnya inti atom stabil tetapi ada pula yang kurang stabil seperti Polonium, Radium, Aktinium, Protaktinium, Uranium dan unsur-unsur lain dengan massa tertentu. Inti atom yang kurang stabil berupaya untuk menjadi stabil dengan cara berubah menjadi inti atom lain disertai dengan pemancaran sinar-sinar alfa, beta dan gamma. Unsur-unsur ini disebut unsur radioaktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhiri, Fauziah, dkk. 2017. *Zat Radioaktif*. Diakses pada https://www.academia.edu/33314721/MAKALAH_KIMIA_ZAT_RADIOAKTIF_DISUSUN_OLEH_Kelompok_5_at_BULLET_Fauziah_Akhiri_N.A, tanggal 23 Februari 2019
- Nurwahida. 2017. *Kimia Inti : Perkembangan Teori Atom*. Makassar : Jurusan Kimia FKIP Universitas Negeri Makassar
- Usaha 321. 2019. *Model Atom John Dalton*. Diakses pada <https://usaha321.net/teori-model-atom-john-dalton.html>, tanggal 23 Februari 2019
- Sudarman, Sunedi. 2014. *Beberapa Perkembangan Teori Atom*. Diakses pada <http://sunedisdr.blogspot.com/2014/12/beberapa-perkembangan-teori-atom.html>, tanggal 23 Februari 2019