

# JURNAL ILMU DAN BUDAYA

MEMAJUKAN ILMU PENGETAHUAN DAN KEBUDAYAAN

## DAFTAR ISI

19<sup>Th</sup> Century Human Right Violation In The Movie Script  
"12 Years A Slave" By John Ridley  
*Bena Yusuf Pelawi*

Implementasi Fungsi Kontrol Sosial Oleh Pers : Analisis  
Wacana Terhadap Berita "Pengusaha di Sekitar Istana"  
*Adi Prakosa*

Perkembangan Energi Nuklir Fusi  
*Budi Santoso*

Pengkajian Pengembangan dan Pembangunan Bandara  
UPT. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Radin Inten  
II Bandar Lampung  
*Yuke Sri Rizki dan Jeni Sartika Damanik*

Studi Dinamika Erosi di Daerah Tangkapan Waduk  
Malahayu Kabupaten Brebes Menggunakan Radionuklida  
Alam PB-210  
*Simon Petrus Gurusinga dan Tommy Hutabarat*

Dilema Keamanan Tiongkok Dalam Denuklirisasi Korea  
Utara Melalui Six Party Talks  
*Rahmat Sufajar dan Retty Zaelani*

Lembaga Penerbitan Universitas  
Kampus Universitas Nasional  
Jl. Sawo Manila, Pejaten Pasar Minggu  
Jakarta Selatan 12520  
Telp. 021-7806700 (hunting) ext.172  
Faxs. 021-7802718  
E-mail : bee\_bers@yahoo.com



UNIVERSITAS NASIONAL

JURNAL ILMU DAN BUDAYA

**JURNAL  
ILMU DAN  
BUDAYA**

**TERBIT SEJAK TAHUN 1976**

---

## SUSUNAN REDAKSI JURNAL ILMU DAN BUDAYA

- Pemimpin Umum : Rektor Universitas Nasional
- Wakil Pemimpin Umum : Dr. Drs. Eko Sugiyanto, M.Si
- Mitra Bestari : Prof. Dr. Syamsuddin Harris, APU  
Prof. Drs. Umar Basalim, DES  
Prof. Dr. Mohammad Askin, S.H, MH.  
Prof. Dr. Ir. Budi Santoso, M.Sc., APU  
Dr. Sigit Rochadi, M.Si  
Dr. Rusman Ghazali, M.Si  
Kumba Digdowiseiso, M.App.Ec.  
Drs. I Nyoman Adnyana, M.Sas  
Dr. Im Young Ho  
Dr. Byun Hae Cheol  
Ahmad Sobari., SH, MH.
- Pemimpin Redaksi : Drs. Harun Umar, M.Si
- Redaksi Pelaksana : Drs. Syarif Nur Bienardi, MM.
- Redaktur : Drs. H.A.Soebekti Abdulwahab, Ak.,M.M.,CA.  
Drs. Hari Zamharir, M.Si  
Drs. Fathuddin, SIP, M.Sas.
- Pemimpin Usaha : Drs. Didit Setiabudi, M.Si
- Sekretaris Redaksi : Asngadi S, SH
- Alamat Redaksi : Kampus Universitas Nasional, Jl. Sawo Manila,  
Pejaten Pasar Minggu. Jakarta Selatan, 12520.  
Telpon : 021-78837310/021-7806700  
(hunting) ext : 172. Fak : 021-7802718.  
email : bee\_bers@yahoo.com

Redaksi menerima tulisan yang sesuai dengan kaidah-kaidah ilmiah dan akademis yang baku dan berhak memperbaiki bahasa maupun teknis penulisan tanpa mengubah maknanya.

---

## **PEDOMAN PENULISAN NASKAH UNTUK JURNAL ILMU DAN BUDAYA**

1. Naskah asli dan belum pernah dipublikasikan,
2. Naskah adalah hasil penelitian dan studi kepustakaan yang obyektif, sistematis, analitis dan deskriptif,
3. Naskah diketik rapi dengan huruf Times New Roman, 12 pt, berukuran 1,5 spasi, kertas kwarto sepanjang 15-25 halaman, diserahkan berupa print-out dan disimpan dalam disket atau flasdisk, sudah termasuk tabel dan gambar yang disimpan pada folder tersendiri,
4. Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris,
5. Judul naskah singkat sesuai dengan isi. Abstraksi beserta kata kunci menggunakan Bahasa Inggris untuk naskah Bahasa Indonesia, dan sebaliknya,
6. Naskah yang berisi lontaran atau pemikiran harus berisi bab-bab; (1) Pendahuluan, (2) Bagian Isi, (3) Kesimpulan, Daftar Pustaka. Catatan Kaki dalam bentuk Body-Note,
7. Naskah yang berisi laporan penelitian ditulis dengan rincian ; (1) Pendahuluan, (2) Rumusan Masalah, (3) Metodologi Penelitian, (4) Hasil Temuan, (5) Simpulan, (6) Daftar Pustaka. Catatan Kaki dalam bentuk Body-Note,
8. Pengiriman naskah disertai biodata penulis, alamat dan email,
9. Naskah yang tidak layak terbit di Jurnal Ilmu dan Budaya tidak dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis dengan menyerahkan perangko secukupnya,
10. Naskah yang telah dimuat Jurnal Ilmu dan Budaya dilarang dipublikasikan pada majalah atau Jurnal lain tanpa seijin redaksi,
11. Naskah dikirimkan ke redaksi Jurnal Ilmu dan Budaya, Kampus Universitas Nasional, Jl. Sawo Manila, Pejaten, Pasar Minggu. Jakarta Selatan, 12520. Telpon : 021-78837310/021-7806700 (hunting) ext : 172, Fak : 021-7802718. Email : bee\_bers@yahoo.com
12. Keterangan lengkap dapat menghubungi Redaksi Jurnal Ilmu dan Budaya.

---

## KATA PENGANTAR

Salam sejahtera,

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Kuasa atas rahmatnya sehingga Jurnal Ilmu dan Budaya dapat kembali hadir pada Edisi : 39, No. 48, Nopember 2015. Beberapa tulisan tentunya masih sangat layak untuk kita cermati secara bersama-sama diantaranya : *19<sup>th</sup> Century Human Right Violation In The Movie Script “12 Years A Slave “ By John Ridley, Implementasi Fungsi Kontrol Sosial Oleh Pers : Analisis Wacana Terhadap Berita ”Pengusaha di Sekitar Istana, Perkembangan Energi Nuklir Fusi, Pengkajian Pengembangan dan Pembangunan Bandara UPT. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Radin Inten II Bandar Lampung, Studi Dinamika Erosi Di Daerah Tangkapan Waduk Malahayu Kabupaten Brebes Menggunakan Radionuklida Alam PB-210, dan Dilema Keamanan Tiongkok Dalam Denuklirisasi Korea Utara Melalui Six Party Talks.*

Semoga beberapa kajian yang ditampilkan dalam Jurnal ini dapat bermanfaat bagi para pembaca semuanya! Kritik dan Saran kami nantikan.

Jakarta, Nopember 2015

Redaksi

---

## DAFTAR ISI

No.	Hal
I. Kata Pengantar .....	iii
II. 19 <sup>th</sup> Century Human Right Violation In The Movie Script “12 Years A Slave “ By John Ridley <b>Bena Yusuf Pelawi</b> .....	<b>5489</b>
III. Implementasi Fungsi Kontrol Sosial Oleh Pers : Analisis Wacana Terhadap Berita ”Pengusaha di Sekitar Istana” <b>Adi Prakosa</b> .....	<b>5501</b>
IV. Perkembangan Energi Nuklir Fusi <b>Budi Santoso</b> .....	<b>5523</b>
V. Pengkajian Pengembangan dan Pembangunan Bandara UPT. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Radin Inten II Bandar Lampung <b>Yuke Sri Rizki dan Jeni Sartika Damanik</b> .....	<b>5535</b>
VI. Studi Dinamika Erosi Di Daerah Tangkapan Waduk Malahayu Kabupaten Brebes Menggunakan Radionuklida Alam PB-210 <b>Simon Petrus Gurusinga dan Tommy Hutabarat</b> .....	<b>5559</b>
VII. Dilema Keamanan Tiongkok Dalam Denuklirisasi Korea Utara Melalui Six Party Talks <b>Rahmat Sufajar dan Retty Zaelani</b> .....	<b>5573</b>

## PERKEMBANGAN ENERGI NUKLIR FUSI

**Budi Santoso**

**Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional**

### *Abstract*

*Lives of humanrace requires source of energy that is limitless and it is nuclear energy being the unlimited source. Two paths are available to harvest it: one is the use of technology that separate it, and the other one the use of fusion technology. Of the the paths, fusion technology has made advances; nevertheless, there have been threatening things such as huge waste of radiation, high cost aspect in management, decommissioning and the melting of core of reactor. This paper shall deal with the development of fusion technology*

*Key words: fusion technology, source of energy, lives of humanrace, technological development*

### **Pengantar**

Kehidupan manusia secara sendiri dibatasi oleh umurnya, namun sebagai kelompok atau bangsa, kehidupan manusia boleh dikata tak terbatas. Keterbatasan sumber daya yang ia gunakan membuat ia menggeser ke sumber daya lain dengan kemampuan teknologinya, sampai saatnya harus ada sumber daya yang tak akan habis. Sumber yang pasti diperlukan adalah energi. Sumber energi yang masih tersedia secara global adalah batu bara yang diperkirakan masih dapat memasok selama 270 tahun, minyak bumi 38 tahun, gas alam 62 tahun. Lewat periode itu manusia akan lebih banyak menggunakan sumber energi terbarukan, dan energi nuklir. Energi nuklir memiliki dua aspek teknologi yaitu fisi dan fusi. Energi fisi menyediakan kemampuan pasok sampai ribuan tahun sedangkan fusi sepanjang masa. Teknologi fisi sudah tersedia, namun teknologi fusi masih dalam pengembangan.

Energi fosil didasarkan pada reaksi pembakaran karbon atau hidrokarbon. Diperlukan bahan bakar karbon atau rantai karbon dan oksigen. Dalam pembakaran dihasilkan energi dan gas buang berupa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Gas asam arang (CO<sub>2</sub>), air (H<sub>2</sub>O), N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub> dan gas buang lainnya

menjadi sumber polusi udara, Secara global mempengaruhi iklim, kenaikan suhu global karena efek rumah kaca, dan derasnya cahaya ultraviolet . Namun karena teknologi pembangkit energi berbasis karbon lebih mudah dan murah disamping sumbernya melimpah, menjadikan teknologi ini menjadi pilihan abad 20-21. Pada reaksi kimia, kalor yang dihasilkan sekitar meV (mili elektron volt ) per atom reaksi, atau sekitar 6 kilo kalori per kg dengan gas buangnya . Gas buang dari hasil pembakaran energi fosil akan melapisi atmosfer, yang sifatnya tembus cahaya matahari, namun tidak tembus gelombang panas. Pemanasan cahaya matahari dengan demikian terperangkap di permukaan yang mengakibatkan efek pemansan global, atau menaikkan suhu bumi rata-rata. Kenaikan mana berakibat pada pencairan es kutub maupun es di puncak gunung. Bertambah luasnya permukaan laut dan kenaikan suhu bumi akan mengubah cuaca, meningkatnya serangan angin topan, banjir dan hawa panas.

Bahan bakar minyak (BBM), tetap menjadi andalan energi strategis, karena mobilitas kendaraan memerlukannya. BBM ini sumber terbesarnya ada di daerah heartland yaitu sekitar Kuwait, Arab Saudi, Iran, Iraq dan Afganistan. Daerah-daerah itu akan menjadi konflik internasional dalam memperebutkan akses energi BBM. Bahan bakar fosil digunakan untuk membangkitkan listrik energi yang cerdas

Prinsip pembangkit listrik tenaga uap pada dasarnya sama yaitu uap air yang dibangkitkan memutar turbin dan turbin membangkitkan energi listrik. Perbedaan pada teknologi pembangkit uap terjadi karena pemanasan ketel uap bergantung dari bahan bakar yang digunakan. Bahan bakar dapat menggunakan batubara, BBM, Gas, atau nuklir. Nuklir yang digunakan dapat berupa reaksi fisi ( pembelahan, uranium, thorium, plutonium) ,dapat berupa fusi ( penggabungan D-D, D-T)

### **Energi Nuklir.**

Energi nuklir dapat dibangkitkan melalui dua jalur yaitu jalur fisi dan jalur fusi. Dalam jalur fisi, digunakan bahan yang fisil atau dapat belah seperti uranium, thorium , plutonium . Bahan-bahan ini dapat dibelah oleh reaksi dengan neutron menghasilkan dua atau lebih nuklida baru dan neutron yang lebih banyak dari sumbernya. Di samping itu juga dihasilkan energi belah sekitar 200 MeV untuk uranium 235. Itulah sebabnya dalam reaksi nuklir pada bobot yang setara dengan bahan bakar karbon , energi yang dibangkitkan mencapai milyaran kali. ( MeV/ meV)

Ada perbedaan dalam membangkitkan energi nuklir melalui fisi dan fusi. Pada fisi, terjadi pembelahan inti berat menjadi inti-inti yang lebih ringan, pembebasan energi sangat besar ~200 MeV per inti, baik induk maupun anak radioaktif umur panjang, ancaman akan pelelehan core reactor, keselamatan lingkungan, dan ada ancaman, bahan bakarnya dapat dikonversi menjadi senjata nuklir.

Pada fusi, memerlukan teknologi suhu sangat tinggi dalam mengatasi tolak menolak Coulomb agar inti mau berfusi. Diperlukan kamar reaksi dalam bentuk magnet yang kuat, energi per satuan berat lebih besar pada fisi, bahan bakarnya tak terbatas, radioaktivitasnya tidak tinggi dengan umur pendek, lebih bersih

### Energi Nuklir Fisi (Pembelahan)

Teknologi fisi sudah boleh dikatakan mapan dan sudah banyak dioperasikan terutama oleh negara-negara industri. Ada berbagai teknologi pembangkit listrik nuklir fisi seperti PWR ( Pressurized Water Reactor), BWR ( Boiling Water Reactor), Candu ( Canadian Deuterium Uranium Reactor), Fast Breeder Reactor, Gas Cooled Reactor dll. Pembangkit listrik fisi telah memasok 20% energi listrik dunia, atau sekitar 7% total energi dunia. Reaktor nuklir tidak mengemisikan gas buang rumah kaca,. Saat ini ada 440 stasiun tenaga nuklir tersebar di 31 negara, tambah 30 dalam konstruksi.

Bahan bakar fisi merupakan bahan bakar yang diperkaya, dapat menjadi andalan dalam pembuatan bom atom bila pengkayaan mendekati 100%. Apabila bahan bakar nuklir tidak dimanfaatkan buat kemaslahatan umat manusia dikhawatirkan akan digunakan sebagai senjata pemusnah massal, baik oleh suatu Negara maupun oleh terrorist.

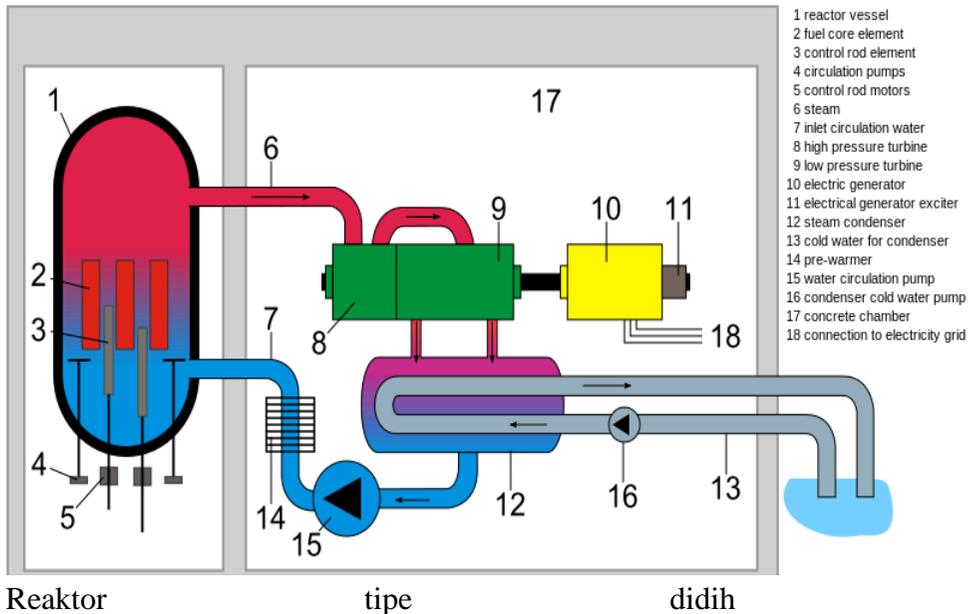
Negara-negara dengan pembangkit listrik nuklir adalah sebagai berikut \* sumber <http://www.physics.uci.edu/~silverma/SLATE-Nuclear.ppt> )

World Nuclear Power Generation (in 2000)

Country	Country	No. Reactors	Generation, kWh	% Total
United States		103	754	20
France		59	395	76
Japan		53	305	34
United Kingdom		35	78	22
Germany		19	160	31

<u>Russia</u>	29	120	15
<u>So. Korea</u>	16	103	41
<u>Canada</u>	14	69	12
<u>India</u>	14	14	3
<u>Sweden</u>	11	55	39
<u>21 Others</u>			
<u>Totals:</u>	437	2,447	16

Saat perang dingin antara Timur yang dipelopori Uni Soveyet dan Barat yang dipelopori Amerika Serikat, telah saling berlomba menyiapkan puluhan bahkan ratusan ribu senjata nuklir yang saling dihadapkan. Dengan meredanya perang dingin, Amerika telah membeli uranium yang diperkaya tinggi sebanyak 6.855 senjata nuklir dari Soveyet sebagai bahan bakar reaktor di Amerika. Dalam pada itu ada sikap optimis maupun pesimis dari suatu bangsa yang mengakibatkan dampak kemajuan atau kemunduran pemanfaatan teknologi khususnya nuklir. Sebagai contoh Amerika Serikat mulai lebih berhati-hati kalau tidak pesimis setelah kecelakaan Three Mile Island, penduduk memiliki semboyan NIMBY (not in my back yard) terhadap lokasi siting. Jepang tidak terlalu tergoncang terhadap kecelakaan nuklir akibat tsunami maupun gempa, Perancis, bangkit dengan nuklirnya akibat krisis minyak di tahun 1970 yang mencekam, sehingga nuklirnya memberikan kekuatan energi terpusat, adanya kampanye besar-besaran akan, kepercayaan pada teknologi, dan akhirnya Perancis mengeksplor energi listrik nuklir terbesar



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Boiling\\_water\\_reactor\\_english.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Boiling_water_reactor_english.svg)

### Raktor tipe didih

Pada tipe reactor didih (boiling reactor) ketel uap dididihkan oleh reaksi nuklir yang terkendali. Adanya kekhawatiran akan kontaminasi radioaktif yang dibawa uap air ke dalam turbin, dikembangkan reaktor tipe PWR (Pressurized Water Reactor). Pada sistem ini, ada siklus tertutup aliran air pertama dari reaktor ketel melalui tukar panas (heat exchanger), air ketel dididihkan oleh penukar panas. Air yang mendidih selanjutnya masuk ke siklus kedua memutar turbin dan dinamo untuk pembangkitan energi listrik. Dalam sistem demikian tak ada kontak langsung dengan air yang berada dalam reaktor. Air dalam siklus tertutup ditekan agar tidak mendidih. Pada pembangkit listrik tenaga uap konvensional, ketel dipanasi dari luar dengan bahan bakar batubara, minyak bumi, bio massa ataupun geothermal. Apabila teknologi nuklir fusi dikuasai, pemanas ketel uap dapat menggunakan energi nuklir fusi.

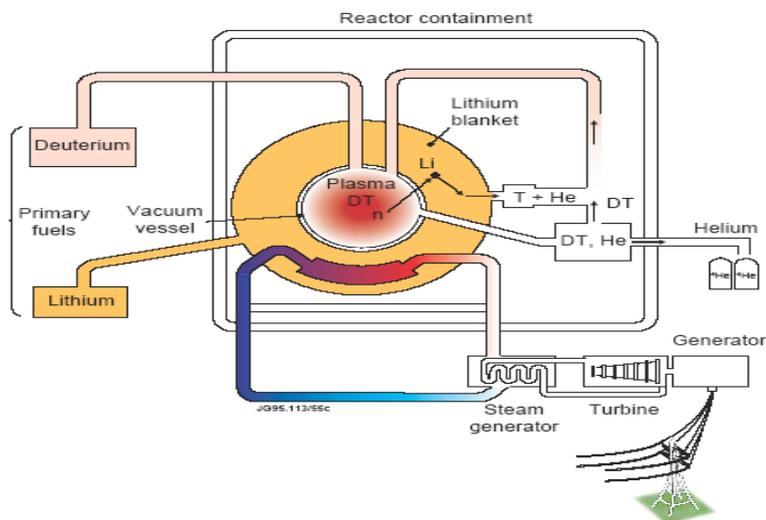
### Reaktor Fusi

Bahan bakar reaktor fusi adalah deuterium dan tritium. Deuterium adalah isotop hidrogen yang beratnya dua kali lipat hidrogen. H<sub>2</sub>O adalah air biasa sedangkan D<sub>2</sub>O adalah air berat. Deuterium terdapat dalam air sebesar

0,02% yang setiap liter air dapat dibangkitkan energi fusi setara dengan 300 liter bensin. Tritium adalah adalah radioaktif dengan waktu paroh 12.32 tahun. Ia meluruh menjadi He 3 dan elektron. Tritium dapat dihasilkan dari reaksi Li dengan neutron.

Energi fusi kita kenal sehari-hari dalam bentuk sinar matahari. Oleh sebab itu bila kita mampu menguasai teknologi fusi, kita dapat membuat matahari buatan di muka bumi. Ketersediaan energi fusi umumnya akan sama dengan umur matahari, ia sebagai energi lestari ( sustainable), tidak menimbulkan masalah gas rumah kaca, tidak ada resiko kemungkinan meledak , ia tidak menyumbangkan sampah radioaktif berumur panjang sebagai yang dihasilkan reaktor fisi, melimpahnya energi fusi dapat menjawab masalah air bersih , dan energi listrik. Pada gilirannya energi fusi dapat dikonversi menjadi bahan bakar cair yang dapat menggantikan BBM. Ada dua jalur pengembangan reaktor fusi yaitu jalur pengungkungan plasma model tokamak, dan jalur pengungkungan inersial dengan laser.

### **Reaktor Nuklir Fusi Model Tokamak**



**Gambar 1. Skema Reaktor Fusi**

Di dalam tabung plasma (bola merah) terjadi reaksi fusi  $D+T \rightarrow He + n + 17,6 \text{ MeV}$ , energi yang timbul akan memanasi selimut Li. Litium cair dipompa ke penukar panas, dapat membangkitkan uap untuk memutar generator listrik. Neutron yang dihasilkan akan bereaksi dengan litium untuk

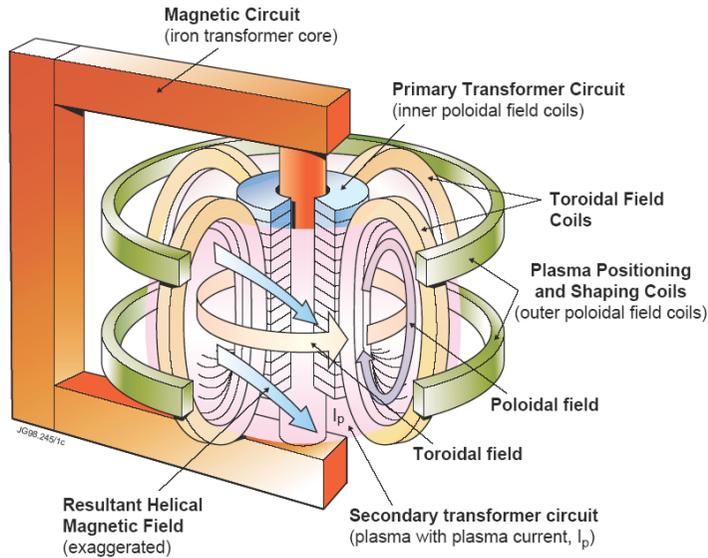
memproduksi tritium . Helium sebagai hasil samping perlu dikeluarkan dari selimut litium.

### **Teknologi Plasma**

Reaksi fusi memerlukan suhu yang amat tinggi mencapai jutaan derajat Celcius. Pada suhu tersebut atom dalam keadaan telanjang atau terion. Gas terion dinamakan plasma. Dengan inti yang telanjang, mereka dapat melakukan fusi. Ada dua pendekatan teknologi yaitu dengan pengungkungan plasma dengan magnet (magnetic plasma confinement) dan dengan inersial confinement.

Mesin pengungkung plasma secara magnetik disebut Tokamak. Pada dasarnya tokamak dimaksudkan untuk mengungkung plasma dan menjaga agar reaksi fusi dapat berjalan pada suhu jutaan derajat Celcius. Pada suhu itu tak ada satu bahan sebagai wadah plasma. Oleh sebab itu plasma perlu dikungkung oleh medan magnet yang desainnya dalam hal ini disebut tokamak. Medan magnet yang sangat kuat hanya dibangkitkan oleh arus listrik mencapai ratusan ampere, arus mana perlu disalurkan oleh bahan yang tidak saja konduktivitas bagus, tapi bahan yang superkonduksi (tahanan nol). Ada bahan- bahan tertentu yang menjadi superkonduktor pada suhu helium cair. Merupakan tantangan teknologi mencari bahan yang super konduktor pada suhu kamar. Tantangan utama dalam reaktor tokamak adalah menghadapi kondisi ekstrem, suhu yang sangat tinggi di dalam reaktor dan suhu yang sangat rendah di luar reaktor. Tokamak merupakan desain Rusia yang artinya toroidal magnetic chamber ( kamar magnetik toroidal).

Ada syarat agar fusi dapat terignisi yaitu bahwa kerapatan ion deuterium dan tritium ( $n_i$ ), suhu plasma ( $T_i$ ) dan selang waktu kungkung ( $tF$ ) cukup tinggi. Waktu kungkung  $tF$  meningkat secara kuadrat terhadap ukuran tokamak. Beberapa persyaratan tersebut telah dihitung yaitu tekanan ( $n_i T_i$ )  $\geq 2$  atmospheres, waktu kungkung  $> 5$  seconds, suhu plasma  $e \approx 100$ - $200$  juta  $^{\circ}C$



**Gambar 2. Model Tokamak**

Proyek ambisius telah didanai bersama bernama The *Joint European Torus* (“JET”) terletak di Culham, Oxfordshire, JET dikonstruksi antara 1978-1983; didanai oleh 15 negara tambah Switzerland. Investasi proyek seharga lebih £500 juta dengan budget tahunan sekitar £53 juta. JET merupakan Tokamak dengan radius torus 3.1m, vacuum vessel 3.96 m tinggi x 2.4 m lebar, volum plasma 80 m<sup>3</sup> arus plasma 5 mA, kuat medan magnet 4 Tesla

Proyek yang lebih ambisius adalah yang terletak di Perancis Cadarache bernama ITER ( International Tokamak Experimental Reactor) dengan spesifikasi

Total fusion power	500 MW
Q = fusion power/auxiliary heating power	≥10 (inductive)
Average neutron wall loading	0.57 MW/m <sup>2</sup>
Plasma inductive burn time	≥ 300 s
Plasma major radius	6.2 m
Plasma minor radius	2.0 m
Plasma current	15 MA
Vertical elongation @95% flux surface/separatrix	1.70/1.85
Triangularity @95% flux surface/separatrix	0.33/0.49

Safety factor @95% flux surface	3.0
Toroidal field @ 6.2 m radius	5.3 T
Plasma volume	837 m <sup>3</sup>
Plasma surface	678 m <sup>2</sup>
Installed auxiliary heating/current drive power	73MW (100 MW)

Beaya konstruksi + 5 juta euro , konstruksi mulai 2008 /assembly mulai 2012 untuk jangka waktu 7 tahun, rencana lama operasi 20 tahun, dibiayai oleh China, Europe, India, Japan, Korea, Russia dan Amerika Serikat, lokasi Cadarache france.

### **Reaktor Nuklir Fusi Inersial**

Metoda lain untuk memungkinkan reaksi fusi adalah dengan kompresi atau pengungkungan inersial (Inertial confinement fusion -ICF). Campuran gas deuterium dan tritium dimasukkan dalam pellet, kemudian pellet tersebut dikompres dengan energi laser atau elektron atau ion. Menggunakan laser lebih menguntungkan dalam arti cahaya laser tidak saling menolak, lazimnya bila menggunakan partikel bermuatan. Kompresi dan panas yang sangat tinggi memungkinkan terjadinya reaksi fusi. Plasma yang timbul dapat dikelola sebagai sumber energi mirip dengan plasma pada tokamak. Dalam percobaan pellet yang digunakan berukuran kepala peniti berisi sekitar 10 mgr bahan bakar D-T. Dalam pembakaran ini diperoleh energi setara dengan satu barel minyak bumi. Diagram di bawah menunjukkan batang-batang laser penghasil sinar laser berkekuatan tinggi difokuskan pada target pellet dari berbagai arah. ( sumber Wikipedia)



**Gambar 3. Model Reactor Fusi Inersial**

Persyaratan agar terjadi ignisi diberikan oleh Lawson dan dinamakan Lawson criterion yaitu  $n_i t F = 10^{14}$  s/cm<sup>3</sup>, suhu sekitar 15 eV, Lawson criteria dapat dicapai dengan meningkatkan waktu kungkung dan menaikkan kerapatan ion. Kerapatan ion itu sekitar 1000 g/cm<sup>3</sup> pada suhu 10 juta derajat Kelvin, tekanan  $10^{12}$  bar, waktu kungkung 200 ps.

Banyak sekali masalah yang dihadapi dalam mengendalikan plasma. Tenaga laser pendorong sangat mahal, dengan efisiensi yang sangat rendah, laju repetisi sangat rendah ( 3-10 Hz), ke tak stabilan campuran dari sisi kompresi dan gagalnya kungkungan, kopling energi ke target, material untuk dinding, dsb

### **Konklusi**

Energi nuklir fusi akan menjadi andalan sumber daya energi yang tak terbatas, dimana sumber-sumber lain sudah menipis. Kesulitan baik dari sisi fisika maupun teknologi, belum akan memberikan terobosan ekonomi , dalam 20 tahun mendatang, bahkan terobosan dalam skala uji coba. Negara – negara maju akan terus berlomba dengan bekerjasama baik pendanaan penelitian / pengembangan yang mahal , manajemen maupun penyediaan pakar. Seluruh dunia menanti terobosan teknologi ini, untuk menyongsong kemajuan peradaban manusia menuju man made technological world yang syarat akan kebutuhan energi.

## **REFERENSI**

<http://www.fusion.ucla.edu/abdou/abdou%20presentations/2005/Abdou-9th-ICCoEE-PlenaryLong>

<http://www.physics.uci.edu/~silverma/SLATE-Nuclear.ppt>

<http://www.slideshare.net/pearloblivion/nuclear-energy-powerpoint>

<http://www.hep.fsu.edu/~berg/teach/phy3091/Talk1FusionPower.ppt>

<http://www.learningpower.org/gulf/pdf/Introduction%20to%20Fission%20and%20>

<http://www.chalkbored.com/lessons/chemistry-12/nuclear-energy.ppt>

<http://www.ccfе.ac.uk/tokamak.aspx>

[http://fire.pppl.gov/IAEA08\\_Geneva\\_Meade.ppt](http://fire.pppl.gov/IAEA08_Geneva_Meade.ppt)

[http://iter.rma.ac.be/Stufftodownload/Talks/JET25yrs\\_Palumbo.ppt](http://iter.rma.ac.be/Stufftodownload/Talks/JET25yrs_Palumbo.ppt)

<http://www.sunist.org/shared%20documents/Dr.%20McCracken/China%20Lectures%20of%20Garry/ITER%20lecture1.ppt>

