

## PLTN SEBAGAI ENERGI MASA DEPAN DAN PERAN SERTA BATAN

Asep Saepuloh, Koes Indrakoesoema  
PRSG-BATAN

### ABSTRAK

**PLTN SEBAGAI ENERGI MASA DEPAN DAN PERAN SERTA BATAN.** Permintaan listrik dimasa mendatang akan terus tumbuh sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi jumlah penduduk yang semakin meningkat. Menurut skenario *BaU* total produksi listrik tahun 2013 mencapai 216 TWh, diproyeksikan pada tahun 2025 meningkat menjadi 536 TWh, dan terus meningkat hingga mencapai 2.162 TWh di tahun 2050. Tujuan penulisan makalah adalah menjelaskan dari skenario pembangunan berkelanjutan dalam kebutuhan energi sehingga PLTN menjadi sesuatu yang penting. BATAN sebagai pengelola ketenaganukliran di Indonesia siap berperan serta menyiapkan infra struktur dan sumber daya manusia di dalam menyongsong dibangunnya PLTN. Rencana pada tahun 2019 Indonesia sudah memiliki PLTN mini, yaitu dengan dibangunnya reaktor daya eksperimental (RDE) tipe *high temperature gas cooled reactor (HTGR)* dengan kapasitas thermal 10 MW. BATAN turut mendukung peningkatan produk domestik bruto (PDB) untuk menyongsong Indonesia sebagai Negara industri.

**Kata kunci :** PLTN, peran serta BATAN

### ABSTRACT

**THE NUCLEAR POWER PLANTS AS FUTURE ENERGY AND BATAN PARTICIPATION.** Demand for electricity in the future will continue to grow in line with economic growth and population increase. According *BaU* scenario total electricity production in 2013 reached 216 TWh, then in 2025 increased by 536 TWh, and continued to increase up to 2,162 TWh in the year 2050. The purpose of writing paper describes the scenario of sustainable development in the energy so that the nuclear power plants needs to be something important. BATAN as nuclear managers in Indonesia ready to act and prepare the infrastructure and human resources in facing the construction of nuclear power plants. Plan 2018 Indonesia already has a small nuclear power plant, namely the construction of an experimental power reactor type *high temperature gas cooled reactor (HTGR)* with a thermal capacity of 10 MW. BATAN contributed to the increase in gross domestic product to meet Indonesia as industrial countries.

**Keyword:** Nuclear power plants, BATAN participation

### PENDAHULUAN

Indonesia sampai saat ini, masih menghadapi persoalan dalam mencapai target pembangunan bidang energi. Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan energi untuk sektor industri, transportasi, rumah tangga, komersial, dan lainnya maka dibutuhkan pasokan energi yang tidak sedikit. Jenis

energi yang digunakan antara lain adalah minyak, batu bara, gas, listrik, dan lain-lain. Namun upaya untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri antara lain terkendala oleh ketersediaan infra struktur energi seperti pembangkit listrik, kilang minyak, pelabuhan, serta transmisi dan distribusi.

Pasokan listrik hingga saat ini masih didominasi oleh PLTA, disusul PLTU,

PLTG, PLTP, dan PLTD. Indonesia-pun dipacu untuk tidak ketinggalan di segala bidang termasuk mengembangkan energi nuklir dalam ketenagalistrikan dengan PLTN. Di era tahun 60-an Indonesia sudah memiliki reaktor nuklir pertama di Bandung yaitu TRIGA Mark II, disusul era 70-an Indonesia memiliki IRT-2000 di Yogyakarta dan di era 80-an Indonesia telah memiliki reaktor RSG GA Siwabessy di Serpong, tetapi itu semua adalah reaktor penelitian bukan reaktor daya.

Dalam perjalanannya yang sudah lebih setengah abad, BATAN sebagai instansi pemerintah yang menangani riset nuklir dan aplikasinya beberapa kali terbentur kendala dalam mencapai targetnya dengan mengalami pasang surut rencana membangun PLTN. Hal ini sebagai akibat dari kebijakan Pemerintah, perkembangan yang terjadi di dalam dan luar negeri, dan daya penerimaan masyarakat terhadap keberadaan BATAN sebagai satu-satunya lembaga penelitian dan pengembangan nuklir di Indonesia, meskipun pada akhir-akhir ini rencana untuk pembangunan PLTN mulai menguat kembali. Indonesia kawasannya terbentang dari Sabang hingga Merauke membutuhkan pasokan energi listrik yang tidak sedikit, sementara sumber daya alam yang ada suatu saat akan habis. Untuk itu diperlukan upaya-upaya untuk mencari terobosan diantaranya mengembangkan tenaga nuklir ke arah PLTN yang menurut para ahli relatif lebih murah dan aman. Di tengah pentingnya sebuah PLTN tentunya harus disiapkan sarana dan prasarannya, mulai dari kesiapan sumber daya manusia, penguasaan teknologi dan kemampuan anggaran. Itu semua menjadi kendala internal yang harus menjadi pemikiran para pemangku kepentingan dan pemikiran bersama agar nantinya bangsa Indonesia betul-betul siap menyongsong era PLTN dengan kemampuan sendiri bukan tergantung kepada Negara lain.

Lingkup pembahasan meliputi proyeksi dan analisis terhadap kebutuhan dan penyediaan energi di Indonesia dengan bermacam sektor dan skenario. Bagaimana

peran BATAN, apa saja kendala eksternal dan internal BATAN, serta rencana dibangunnya reaktor daya eksperimental (RDE) sebagai langkah awal untuk memiliki PLTN dalam skala kecil sebelum dibangunnya PLTN dalam skala besar.

Hasil yang diharapkan setelah mengetahui kendala-kendala dan krisis energi di masa mendatang maka keberadaan sebuah PLTN yang saat ini masih belum diperhitungkan secara sungguh-sungguh menjadi sesuatu yang urgen di Negara kita akan dapat dipahami oleh seluruh pihak sehingga cita-cita untuk memiliki PLTN merupakan suatu keniscayaan bukan hanya suatu angan-angan belaka agar Indonesia ke depan menjadi bangsa yang maju dan mandiri.

## DESKRIPSI

- OEI : *Outlook Energy Indonesia*, merupakan kajian eksklusif bidang energi di dunia umumnya dan Indonesia khususnya yang disusun oleh Dewan Energi Nasional di kementerian ESDM yang dievaluasi pada setiap tahun.
- BaU : *Business as Usual*, adalah skenario proyeksi kondisi saat ini.
- KEN : Kebijakan Energi Nasional, adalah merupakan skenario dasar.
- PLTA : Pembangkit Listrik Tenaga Air
- PLTG : Pembangkit Listrik Tenaga Gas
- PLTP : Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
- PLTD : Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
- PLTN : Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
- PLTS : Pembangkit Listrik Tenaga Surya
- PLTB : Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
- EBT : Energi Baru Terbarukan
- RDE : Reaktor Daya Eksperimental
- BATAN: Badan Tenaga Nuklir Nasional
- BPS : Biro Pusat Statistik,
- MW : Mega Watt
- KWh : *Kilo Watt Hour*,
- TWh : *Tonnes Watt hour*
- PDB : *Product Domestic Bruto*,

BOE : *Barrel Of Oil Equivalent*,  
 TOE : *Tonnes Oil Equivalent*, satuan energi didefinisikan sebagai jumlah energi yang dilepaskan oleh pembakaran satu ton minyak mentah.  
 1 TOE = 11,63 MWh, 1 TOE = 7,11 BOE  
 BBM : Bahan Bakar Minyak

**METODOLOGI**

**Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Energi Final**

Secara terperinci proyeksi pertambahan jumlah penduduk dan PDB dari 2015 sampai dengan 2050 dapat diamati pada tabel 1. <sup>[1]</sup>

**Tabel 1.** Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dan PDB Indonesia

URAIAN	SATUAN	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Populasi	Juta	255	271	284	296	314	335
Pertumbuhan Penduduk	%	1.4	1.3	0.9	0.8	0.6	0.6
PDB Harga Tahun 2000	Millar USD	386	567	832	1206	2.452	4.349
Per Kapita	USD	1514	2.089	2.928	4.090	7.796	13.000
Pertumbuhan Rata-rata	%	7.7	8.0	8.0	7.7	7.3	5.9

(Sumber : *Outlook Energi Indonesia*, 2014 : 7)

Proyeksi kebutuhan energi nasional dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yaitu menggunakan skenario dasar BaU dan skenario KEN. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan perbandingan dari dua kondisi proyeksi. Skenario BaU adalah skenario proyeksi kondisi saat ini tanpa adanya perubahan kebijakan yang berlaku dan intervensi lainnya yang dapat menekan laju konsumsi. Sedangkan skenario KEN adalah skenario dasar dimana diasumsikan bahwa konsumsi energi final akan berkurang dengan menerapkan program konservasi dan efisiensi energi sesuai dengan target Pemerintah dalam kebijakan energi nasional. Skenario ini juga meliputi perbaikan dalam efisiensi peralatan pada sektor pengguna sehingga diharapkan konsumsi energi final akan lebih rendah dari pada skenario BaU.

Kebutuhan energi final untuk sektor industri sebagai kontributor utama penggerak pembangunan yang diharapkan dapat menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi. Namun, dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi, secara timbal balik energi yang dipersiapkan harus cukup besar pula. Pada skenario *BaU*, kebutuhan energi di sektor industri diproyeksikan akan meningkat dengan laju pertumbuhan 5,4% per tahun atau meningkat menjadi 139 juta TOE pada tahun 2025 dan terus mengalami peningkatan menjadi 472 juta TOE pada tahun 2050. Sementara pada skenario KEN, kebutuhan energi tahun 2025 sebesar 118 Juta TOE dan pada tahun 2050 sebesar 330 Juta TOE.

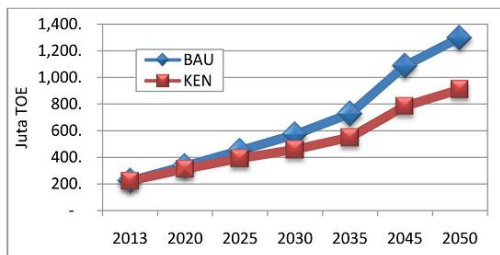
Sektor transportasi pada skenario *BaU* diproyeksikan mengalami peningkatan rata-rata sebesar 4,4% per tahun dimana pada tahun 2025 kebutuhan sektor ini mencapai 87 juta TOE , dan meningkat menjadi 245 juta TOE pada tahun 2050. Sedangkan pada skenario KEN, peningkatan kebutuhan energi sektor transportasi mencapai 3,3% per tahun dimana pada tahun 2025 kebutuhan sektor ini mencapai 74 Juta TOE dan meningkat menjadi 154 Juta TOE .

Untuk sektor Rumah Tangga tanpa memperhitungkan biomassa tradisional, skenario *BaU* memproyeksikan pertumbuhan kebutuhan energi final selama periode 2013-2050 akan mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 3,8% per tahun atau meningkat menjadi 29 juta TOE pada tahun 2025 dan 56 juta TOE di tahun 2050. Sedangkan untuk skenario KEN pertumbuhan kebutuhan energi sektor ini rata-rata sebesar 2,9% per tahun yang mengakibatkan kebutuhan energi pada tahun 2025 mencapai 26 juta TOE dan meningkat menjadi 40 juta TOE di tahun 2050.

Untuk sektor komersial diperkirakan akan terus meningkat menjadi 15 juta TOE pada tahun 2025 dan 102 juta TOE pada tahun 2050. Sedangkan untuk sektor lainnya tidak dijelaskan karena kebutuhannya dapat berkembang terus.

**Ketersediaan Energi Nasional**

Ketersediaan energi yang berkesinambungan, handal, terjangkau dan ramah lingkungan merupakan hal yang fundamental dalam membangun industri energi yang bisa mendukung perkembangan ekonomi dan sosial suatu negara. Beranjak dari hal tersebut, beberapa negara termasuk Indonesia telah mulai memanfaatkan EBT sebagai pengganti energi fosil yang cadangannya mulai menipis. Tidak seperti negara-negara maju, pengembangan EBT di Indonesia hingga saat ini masih belum begitu menggembirakan. Peran EBT saat ini masih kecil, sekitar 8% (termasuk biomassa komersial) dari total bauran energi primer tahun 2013. Pada periode yang sama penyediaan energi di Indonesia masih didominasi oleh energi fosil khususnya minyak yang mencakup minyak bumi dan produk minyak, sekitar 43%, diikuti oleh batubara 28% dan gas 22%. Selama periode 2013-2050 pasokan total energi primer (termasuk biomassa tradisional/rumah tangga) untuk skenario BaU diperkirakan meningkat dari 222 juta TOE pada 2013 menjadi sekitar 1.286 juta TOE pada 2050 atau tumbuh rata-rata 5,0% per tahun (Lihat Gambar 1). Pasokan energi primer komersial (tanpa biomassa tradisional) diperkirakan akan meningkat dari 183 juta TOE pada tahun 2013 menjadi sekitar 1.286 juta TOE pada tahun 2050 atau tumbuh rata-rata sebesar 5,4% per tahun.



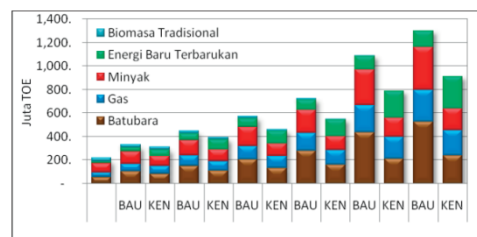
(Sumber : Outlook Energi Indonesia, 2014 : 102)

**Gambar 1.** Penyediaan Energi Primer

Berdasarkan skenario KEN, pasokan total energi primer (termasuk biomassa

tradisional) akan meningkat menjadi sekitar 885 juta TOE pada 2050 atau tumbuh rata-rata sebesar 3,9% per tahun. Pasokan energi primer komersial pada skenario KEN diperkirakan akan juga meningkat dalam jumlah yang sama tetapi dengan laju pertumbuhan yang berbeda, sekitar 4,3% per tahun. Dengan membandingkan kedua skenario, skenario KEN memberikan penghematan energi primer pada sisi penyediaan sebesar 30% pada tahun 2050 dibandingkan skenario BaU. Penghematan ini diperoleh akibat dari penerapan teknologi hemat energi dan perpindahan moda transportasi pada sektor pengguna.

Perkembangan penyediaan energi primer per jenis energi menurut skenario BaU diperlihatkan pada Gambar 2. Jenis energi yang diperkirakan akan dominan pada bauran energi primer di masa mendatang adalah batubara diikuti oleh minyak, gas dan energi baru dan terbarukan. Pangsa batubara akan meningkat dari 31% menjadi 41% pada 2050 (tanpa biomassa tradisional) atau tumbuh 7,0% per tahun akibat dari meningkatnya permintaan batubara pada sektor pembangkit dan industri pengolahan.



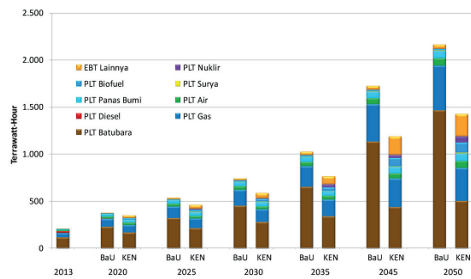
(Sumber : Outlook Energi Indonesia, 2014 : 102)

**Gambar 2.** Penyediaan Energi Primer Menurut Jenis dan Skenario

Adanya kebijakan pemerintah untuk mengoptimalkan penggunaan batubara di dalam negeri telah meningkatkan permintaan batubara untuk pembangkit listrik khususnya PLTU Batubara. selain itu, tingginya harga BBM juga telah menyebabkan industri beralih menggunakan batubara dan gas sebagai bahan bakar khususnya industri logam dasar, besi baja, kertas, tekstil, pupuk

dan semen. Pangsa energi baru terbarukan akan meningkat dari 8% menjadi 10% pada 2050 atau tumbuh 6% per tahun. Jenis energi baru terbarukan yang akan tumbuh pesat adalah panas bumi, hidro dan biomassa komersial. Ketiga jenis energi tersebut digunakan untuk pembangkit listrik.

Permintaan listrik dimasa mendatang akan terus tumbuh sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Total produksi listrik tahun 2013 mencapai 216 TWh dan diproyeksikan terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik diseluruh sektor pengguna energi. Diperkirakan pertumbuhan produksi listrik dalam skenario BaU mencapai 6,5% pertahun dimana pada tahun 2025 total produksi listrik mencapai 536 TWh, dan terus meningkat hingga mencapai 2.162 TWh ditahun 2050.

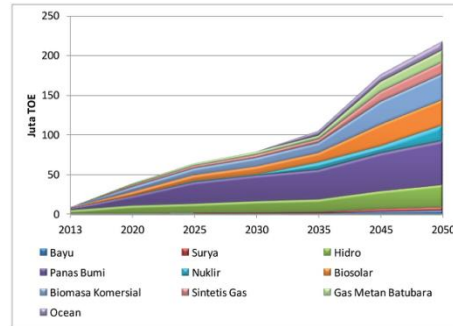


(Sumber : Outlook Energi Indonesia, 2014 : 123)

**Gambar 3.** Perkembangan Produksi Listrik Menurut Skenario

Sedangkan untuk skenario KEN, produksi listrik ditahun 2025 mencapai 463 TWh dan terus mengalami peningkatan hingga mencapai 1.425 Twh ditahun 2050 atau tumbuh sebesar 5,4% per tahun. Total konsumsi energi primer pembangkit pada

tahun 2013 mencapai 60,2 juta TOE, dimana sebagian besar pembangkit menggunakan bahan bakar energi fosil.



(Sumber : Outlook Energi Indonesia, 2014 : 124)

**Gambar 4.** Perkembangan Energi PLT EBT

Konsumsi batubara mencapai 63% dari total energi primer pembangkit, konsumsi gas mencapai 15%, sedangkan konsumsi BBM mencapai 15%, sedangkan konsumsi minyak solar dan minyak bakar sebesar 8%. Kontribusi EBT masih tergolong kecil yaitu sebesar 14%, dimana kontribusi terbesar dari pembangkit EBT berasal dari panas bumi dan hidro, sedangkan pembangkit EBT lainnya masih memiliki peran yang sangat kecil, misalnya nuklir di bidang energi masih belum termasuk prioritas, tidak seperti di Negara maju dan Negara berkembang lainnya. Apabila pembangunan pembangkit baru tetap mempertahankan komposisi ini, maka dampak negatif terhadap lingkungan akan semakin besar. Hal ini dapat diamati pada proyeksi emisi tahun 2010 - 2020, seperti ditunjukkan pada tabel 3-4. [2]

**Tabel 3.** Proyeksi Emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia

No	TAHUN	BATU BARA (Juta Ton)	GAS ALAM (Juta Ton)	MINYAK (Juta Ton)	JUMLAH (Juta Ton)
1	2010	457.727.532	139.403.223	29.354.578	626.485.333
2	2011	487.696.389	149.353.185	54.604.475	691.654.049

**Table 3.** Lanjutan

No	TAHUN	BATU BARA (Juta Ton)	GAS ALAM (Juta Ton)	MINYAK (Juta Ton)	JUMLAH (Juta Ton)
3	2012	522.016.918	160.157.916	82.010.110	764.184.944
4	2013	558.249.536	171.701.458	111.665.478	841.616.472
5	2014	596.630.683	184.037.693	143.676.936	924.345.312
6	2015	635.075.516	196.549.434	178.963.023	1.010.587.973
7	2016	675.429.716	209.854.626	217.179.610	1.102.463.952
8	2017	718.022.751	224.034.806	258.505.059	1.200.562.616
9	2018	737.892.244	239.172.465	303.146.092	1.280.210.801
10	2019	783.719.249	255.277.879	351.239.220	1.390.236.348
11	2020	831.384.874	272.083.315	403.468.913	1.506.937.102

(Sumber : Indonesia 2000 Energy Outlook &amp; Statistics, 2000 : 152)

Konsumsi energi listrik terbesar akan diserap pada sektor industri, disusul rumah tangga dan komersial. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut diperlukan penambahan pembangkit tenaga listrik. Pembangunan pembangkit tenaga listrik

dengan bahan bakar batu bara dan minyak akan menimbulkan masalah lingkungan. Emisi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> diproyeksikan akan naik dari tahun ke tahun. Bahkan batu bara diproyeksikan akan paling besar emisinya, disusul minyak.

**Tabel 4.** Proyeksi Emisi NO<sub>x</sub> di Indonesia

No	TAHUN	BATU BARA (Juta Ton)	GAS ALAM (Juta Ton)	MINYAK (Juta Ton)	RENEWABLE (Juta Ton)	JUMLAH (Juta Ton)
1	2010	1.884.945	248.934	1.518.340	54.749	3.706.968
2	2011	2.009.531	266.559	1.611.453	59.06	3.946.603
3	2012	2.152.203	285.69	1.709.693	63.787	4.211.373
4	2013	2.302.930	306.118	1.812.658	68.846	4.490.552
5	2014	2.462.702	327.936	1.920.494	74.263	4.785.395
6	2015	2.622.924	350.044	2.042.598	80.073	5.095.639
7	2016	2.791.224	373.54	2.171.138	86.281	5.422.183
8	2017	2.968.979	398.568	2.306.544	92.928	5.767.019
9	2018	3.052.926	425.271	2.449.374	100.045	6.027.616
10	2019	3.244.431	453.666	2.599.539	107.648	6.405.284
11	2020	3.443.776	483.274	2.760.784	115.778	6.803.612

(Sumber : Indonesia 2000 Energy Outlook &amp; Statistics, 2000 : 153)

### Program Energi Nuklir

Berbeda dengan di belahan dunia lainnya yang telah lebih dahulu memiliki PLTN sebagai penopang energi negaranya, Indonesia masih belum memberikan

perhatian serius terhadap keberadaan PLTN. Dalam kebijakan energi nasional PLTN masih dimasukkan sebagai katagori energi alternatif dan perannya sangat kecil. Sejak berdirinya BATAN sebagai satu-satunya

instansi yang berwenang dalam ketenagaku- nukliran, salah satu misinya ialah meng- mengembangan iptek nuklir yang handal, berkelanjutan dan bermanfaat bagi masyarakat, masih sebatas reaktor penelitian dan belum sampai digunakan sebagai pem- bangkit listrik (reaktor daya)<sup>[3]</sup>. Informasi tentang reaktor nuklir untuk pembangkit listrik lebih banyak diberitakan ketimbang reaktor nuklir untuk fungsi lainnya, karena kasus-kasus kecelakaan reaktor nuklir yang terjadi hampir seluruhnya dari jenis reaktor tersebut. Selain reaktor nuklir untuk reaktor daya, ada dua jenis reaktor nuklir lainnya, yaitu reaktor nuklir penelitian dan produksi radioisotop. Reaktor penelitian lebih banyak dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, pengujian bahan dan analisis unsur, sedangkan reaktor produksi isotop digunakan untuk membuat isotop yang tidak bersifat radioaktif menjadi bersifat radioaktif. Berdasarkan pengalaman dalam penguasaan iptek nuklir selama hampir 60 tahun, ditambah SDM yang dimiliki BATAN sekitar 2.500 orang, terdiri dari ; Peneliti 127 orang, Pranata Nuklir Ahli 316 orang, Pranata Nuklir Keterampilan 316 orang, Teknik Litkayasa 108 orang, Perekrutan 18 orang, Pengawas Radiasi ahli 6 orang, Pranata Komputer Ahli 7 orang, serta masih banyak lagi SDM lainnya yang berkopeten di bidangnya, tentunya BATAN telah siap berperan dan berkontribusi untuk PLTN dalam mendukung pemenuhan kebutuhan tenaga listrik di Indonesia. Pada HUT Kemerdekaan ke 70 kemarin, telah di wisuda 77 orang ahli di bidang nuklir, mereka menyelesaikan pendidikannya di STTN – Yogyakarta.

Pembangunan PLTN di Indonesia sampai saat ini tak kunjung terwujud tetapi BATAN telah merancang kebutuhan SDM pada suatu PLTN dengan metode analisis keselamatan probabilitas PSA (*probabilistic safety analysis*) yang terbagi atas 3 level yaitu level 1 untuk menentukan teras, level 2 untuk menentukan frekuensi lepasan produk fisi dan level 3 memperkirakan resiko. Berdasarkan

asumsi jumlah SDM yang masih aktif yang melakukan kegiatan PSA di BATAN <sup>[4]</sup>. Berbagai hal sebagai penghambat program tersebut, diantaranya adalah masih banyak masyarakat yang mengkhawatirkan tentang keamanannya dan belum yakin bahwa bangsa Indonesia mampu membangun dan mengoperasikan reaktor dengan aman. Kekhawatiran tersebut akhirnya mengakibatkan gejala penolakan di berbagai tempat terutama yang daerahnya akan dibangun PLTN. Oleh karena itu, pemerintah melalui BATAN memprakarsai untuk membangun RDE dengan tujuan, antara lain :

- Mendemonstrasikan PLTN kecil yang beroperasi secara aman,
- Terselenggaranya program litbang terpadu energi baru dan terbarukan (EBT),
- Penguasaan teknologi PLTN di bidang desain, konstruksi, operasi dan perawatan,
- Menguasai manajemen proyek pem- bangunan PLTN.

#### **Apa itu RDE ?**

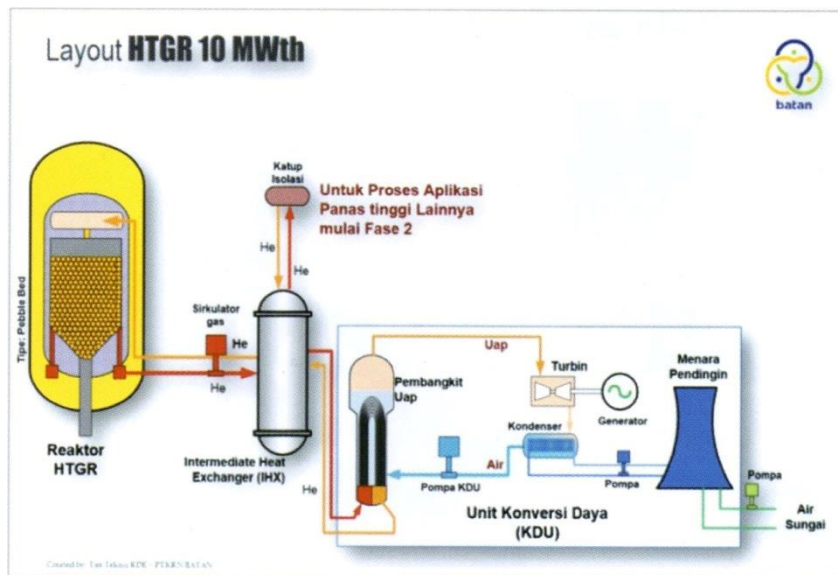
RDE atau reaktor daya eksperimental adalah reaktor nuklir yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik, pembangkit panas dan untuk memproduksi hidrogen. Karena sifatnya yang eksperimental maka pengoperasian reaktor nuklir tersebut lebih banyak untuk tujuan percobaan dalam meningkatkan penguasaan teknologi. Penguasaan teknologi reaktor untuk ketiga hal tersebut sangat penting mengingat bangsa Indonesia masih kekurangan listrik, pupuk dan banyak industri yang membutuhkan energi panas untuk berbagai proses industri. Produksi hidrogen dari RDE dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan pupuk tanaman yang sampai saat ini masih sangat dibutuhkan dalam peningkatan produktivitas pertanian, sedangkan energi panas sisa dari pem- bangkitan listriknya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan proses industri.

Berdasarkan hasil kajian teknologi dan pertimbangan pendanaan, maka reaktor tipe *high themperature gas cooled reactor (HTGR)* merupakan salah satu pilihan yang

dipertimbangkan, khususnya terkait dengan kebutuhan dan pasar di Indonesia sebagai negara kepulauan dan kaya dengan sumber daya mineral (di Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Papua). RDE diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembangunan PLTN komersial. *HTGR* termasuk dalam reaktor inovatif dengan karakter yang menguntungkan dari sisi ekonomi, keselamatan, infrastruktur, *proliferation resistance* dan proteksi

fisik, lingkungan dan limbah. Rencana pembangunan RDE berlokasi di Kawasan Puspipstek – Serpong, dengan kapasitas daya thermal 10 MW yang nantinya akan melayani pasokan listrik sebagian kawasan Puspipstek. Saat ini kegiatan studi tapak sudah berjalan dan diharapkan pada tahun 2019 target bahwa RDE sudah dapat beroperasi.

Adapun instalasi rencana pembangunan RDE dapat dilihat pada Gambar 1.



(Sumber : batan@go.id,RDE, 2015)

**Gambar 5.** Instalasi RDE tipe *HTGR* 10 MW

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehidupan masyarakat Indonesia yang semakin maju dan modern sangatlah sulit dipisahkan dengan listrik, hampir semua peralatan menggunakan energi listrik. Banyaknya energi listrik digunakan, mengingat energi listrik mempunyai keuntungan dibandingkan energi lain, diantaranya :<sup>[5]</sup>

1. Mudah digunakan untuk segala kebutuhan.
2. Mudah dikonversikan menjadi energi lain.

3. Tidak menimbulkan pencemaran udara.
4. Dapat diusahakan secara besar-besaran.
5. Dapat disimpan.

Dengan keuntungan dari energi listrik tersebut, maka perlu diupayakan transformasi energi primer menjadi energi sekunder berupa energi listrik. Dalam proses ini pengaruh faktor transportasi fisik energi primer akan dapat dikendalikan secara optimal, sehingga mengurangi biaya dalam rangkaian penyediaan tenaga listrik. Dengan demikian akan dapat diperoleh energi yang paling bersih, mudah, efisien, dan fleksibel



untuk memenuhi kebutuhan energi bagi manusia.

Untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dapat dilakukan dengan tidak lagi membangun pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar fosil, diantaranya batu bara dan minyak. Pembangunan pembangkit listrik diupayakan menggunakan sumber EBT. Permasalahan selanjutnya apabila menggunakan sumber EBT seperti ; angin, panas matahari, energi samudera biaya pembangkitannya belum ekonomis dan sulit diusahakan dalam kapasitas besar. Pilihannya adalah dengan membangun PLTN karena dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan PLTN memungkinkan diusahakan dalam kapasitas besar.

Wilayah Indonesia yang sangat luas dan populasi penduduk yang semakin tahun semakin bertambah, ternyata masyarakatnya yang dapat menikmati listrik baru 35%, sedangkan pusat-pusat pembangkit listrik yang ada sangat terbatas<sup>[6]</sup>. Permintaan listrik dimasa mendatang akan terus tumbuh sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Dalam skenario BaU pasokan total energi primer meningkat dari 222 juta TOE pada 2013 menjadi sekitar 1.286 juta TOE pada 2050, dimana 1 TOE = 11,63 MWh. Sedangkan jumlah terbesar pembangkit PLN yaitu PLTD, PLTU batu bara, PLTU minyak, PLTG menggunakan bahan bakar fosil yang semakin lama akan semakin menipis, ditambah lagi dampak negatif terhadap lingkungan berupa emisi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> akan semakin besar dan membahayakan. Perencanaan sistem tenaga listrik di Indonesia tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah atau PLN saja, tetapi juga perlu melibatkan aspirasi masyarakat agar dapat diperoleh sistem kelistrikan yang efektif, dan menguntungkan semua pihak. Aspirasi masyarakat ini dapat disalurkan melalui DPR, maupun langsung ke lembaga yang berhubungan dengan bidang kelistrikan. Rendahnya kepedulian masyarakat terhadap permasalahan kelistrikan

antara lain disebabkan oleh kurangnya informasi, penerangan tentang kondisi kelistrikan yang sebenarnya mulai dari pembangkitan sampai dengan pemakaian, baik melalui media cetak, media elektronik, maupun penerangan langsung kepada masyarakat. Permasalahan yang timbul akibat kenaikan tarif listrik misalnya, merupakan salah satu bukti kurangnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat. Apalagi rencana pembangunan PLTN yang masih terdapat pro dan kontra, sehingga kampanye PLTN perlu dilakukan sebelum dilakukan pembangunan. Kampanye PLTN perlu lebih giat dilakukan untuk membina dan membentuk opini masyarakat Indonesia kearah persepsi yang positif terhadap PLTN, agar dapat menerima bahwa teknologi nuklir dapat memenuhi kebutuhan tenaga listrik di masa depan yang murah, dan dapat diusahakan secara besar-besaran. Dalam program kampanye PLTN perlu dilakukan penjelasan dan penyebaran informasi untuk mengenali beberapa pokok masalah, seperti :

- a. Resiko penggunaan tenaga nuklir.
- b. Penyimpanan limbah nuklir.
- c. Keselamatan radiasi dan kecelakaan nuklir.
- d. Dampak tenaga nuklir terhadap lingkungan hidup.
- e. Efek radiasi yang bisa ditimbulkan.

BATAN sebagai pengelola iptek nuklir di Indonesia dituntut untuk ikut berkontribusi dalam menanggulangi krisis energi dengan diusulkannya membangun PLTN, untuk itu BATAN akan membangun PLTN mini yang diberi nama reaktor daya eksperimental (RDE) yang nantinya diharapkan dapat dibangun PLTN kecil lain di wilayah Indonesia yang membutuhkan dalam skala kecil, sebelum Indonesia membangun PLTN dalam skala besar.

## KESIMPULAN

- 1) Kebutuhan energi masa depan semakin mendesak, saat ini keberadaan PLTN masih belum diperhitungkan, nantinya

diharapkan akan menjadi energi pilihan dan bukan lagi sebagai energi alternatif.

- 2) Dengan mendemonstrasikan RDE maka diharapkan kepercayaan masyarakat terhadap keamanan pengoperasian reaktor daya dan kemampuan bangsa Indonesia dalam mengoperasikan reaktor nuklir akan meningkat. Kepercayaan masyarakat tersebut sangat penting dalam menyukseskan rencana pembangunan PLTN yang besar. Program pembangunan PLTN sangat diperlukan dalam mendukung tercapainya kedaulatan energi secara nasional, sehingga akan mendorong tatanan kehidupan bangsa kearah yang lebih maju. Peran BATAN sesuai dengan visinya ; Batan unggul di tingkat regional, berperan dalam percepatan kesejahteraan menuju kemandirian bangsa.
- 3) Program energi nuklir di Indonesia sampai saat ini masih menunggu keputusan politik dari Presiden RI. BATAN yang telah ditugasi pemerintah untuk melakukan studi tapak dan kelayakan terhadap rencana lokasi pembangunan PLTN di Indonesia telah selesai dilaksanakan. Hal tersebut disampaikan oleh Kepala BATAN, Djarot Sulistio Wisnubroto saat melakukan pertemuan dengan *Deputy Director General (DDG) International Atomic Energy Agency (IAEA) Bidang Energi Nuklir*, Mr. Mikhael Chudakov disela-sela keikutsertaannya dalam sidang umum IAEA ke-59 di Vienna Austria pada 17-09-2015.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Bapak Kepala Bidang Pemeliharaan Reaktor yang memberikan arahan dan persetujuan sehingga penulisan makalah ini dapat diselesaikan, kemudian Bapak Kepala Sub. Bidang Elektrik dan staf Elektrik yang memberikan masukan secara teknis yang melengkapi makalah ini menjadi lebih baik, serta Tim KPTF PRSG-BATAN yang telah menyeleksi makalah sehingga layak untuk diterbitkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Internet, *Outlook Energi Indonesia 2014*, Dewan Energi Nasional Republik Indonesia, Kementrian ESDM, Jakarta, 2014
- [2] Internet, *Ringkasan Eksekutif, Indonesia Energy Outlook*, Kementrian ESDM, Jakarta, 2009.
- [3] <http://www.http/batan@go.id>, *Rencana Pembangunan RDE*, BATAN, 2015
- [4] **MOCH. DJOKO BIRMANO, YOHANES DWI ANGGORO**, *Pemetaan dan Penyiapan SDM Tahap Pengoperasian dan Perawatan PLTN di Indonesia*, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, Volume 2, 2013.
- [5] **D.T SONY TJAHYANI**, *Kesiapan SDM Analisis Keselamatan Probabilistik Dalam PLTN Pertama di Indonesia*, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 2008
- [5] Internet, Kajian PLTN,
- [6] <http://www.translatorscafe.com/>, *Energy and Work, Perhitungan konversi energi listrik TOE (tonnes of oil equivalent) ke Megawatt-hour*, 2015