

LAPORAN TEKNIS

**DOKUMEN DUKUNGAN TEKNIS NON-
TAPAK PLTN DI KALIMANTAN**

Penanggung jawab Kegiatan/Komponen

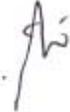
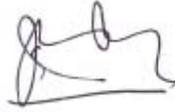
Sahala Maruli Lumbanraja



**BIDANG KAJIAN INFRASTRUKTUR
PUSAT KAJIAN SISTEM ENERGI NUKLIR
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**

2017

LEMBAR PENGESAHAN

Uraian	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
Disiapkan Oleh:	Drs. Sahala Maruli Lumbanraja	Peneliti Madya/ Penanggungjawab	
Diperiksa Oleh:	Dr. Suparman	Kepala Bidang Kajian Infrastruktur	
Diverifikasi Oleh:	Heni Susiati	Ketua Pembina Tenaga Fungsional PKSEN	
Disetujui dan Disahkan Oleh:	Dr. Suparman	Kepala Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir	

LAPORAN TEKNIS

DOKUMEN DUKUNGAN TEKNIS NON-TAPAK PLTN DI KALIMANTAN

Pelaksana:

1. **Penanggung Jawab Peneliti:** Drs. Sahala Maruli Lumbanraja

2. **Anggota Peneliti:**

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Dr. Suparman | 8. Imam Bastori, ST |
| 2. Ir. Edwaren Liun | 9. Wiku Lulus Widodo, ST, |
| 3. Dra. Dharu Dewi, MSi | 10. Arief Tris Yulianto, ST, MT |
| 4. Nuryanti, S.Si., MT | 11. Nurlaila, ST., MT |
| 5. Rr. Arum Puni Rijanti, ST, MT | 12. Citra Candranurani, ST., MT |
| 6. Elok Satiti Amiyani, SSi, MT | 13. Sufiana Sholihat, ST |
| 7. Moch. Djoko Birmano, MSc | 14. Ewitha Nurulhuda, A.Md |

**BIDANG KAJIAN INFRASTRUKTUR
PUSAT KAJIAN SISTEM ENERGI NUKLIR
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
2017**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah yang maha kuasa atas segala berkatNya, kami dapat menyelesaikan kegiatan Dokumen Dukungan Teknis Non-tapak PLTN di Kalimantan dimana pada tahun 2017, difokuskan untuk mendukung rencana pengembangan kawasan industri di kabupaten Penajam Paser Utara, yaitu percepatan pembangunan Taman Pengetahuan dan Teknologi Industri Nuklir Buluminung (*Buluminung Nuclear Industrial-Science Technology Park* (BNI-STP) sesuai dengan Nota Kesepahaman antara Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN dengan Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur Nomor B2232/KA/BATAN/HKK/KS.00.001/03/2015 dan Nomor 119/1355/BPPWK.A/III/2015 tanggal 6 Maret 2015.

Kegiatan ini terdiri dari penyiapan dokumen di bidang non-nuklir khususnya aspek pasar, aspek teknologi dan aspek infrastruktur. Dokumen ini dikerjakan bersama dengan pemerintah kabupaten Penajam Paser Utara dan pemerintah daerah provinsi Kalimantan Timur. Kami mengucapkan terimakasih kepada para narasumber dari kalangan pemerintah daerah, dan lain-lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan kegiatan ini.

Kawasan BNI-STP ini akan dikembangkan menjadi beberapa fungsi antara lain:

- Sebagai pusat pendidikan, pelatihan, dan pengembangan SDM berkompetensi iptek nuklir,
- Sebagai pusat Riset, pengembangan dan Inovasi produk (Barang dan jasa), berdasar standar mutu & keselamatan yang tinggi.
- Sebagai Pusat Aplikasi IPTEK Nuklir di berbagai bidang (industri, kesehatan, energi, air, pertambangan dan lingkungan) dalam rangka industrialisasi berwawasan lingkungan
- Sebagai pusat temu antara komunitas IPTEK Nuklir dengan dunia usaha
- Sebagai tempat promosi dan wisata IPTEK Nuklir.

Kegiatan Dukungan Teknis Non-tapak PLTN di Kalimantan ini lebih banyak dilaksanakan berdasarkan studi pustaka karena terjadinya pemotongan anggaran di pertengahan tahun. Oleh karena itu, studi akan dilanjutkan tahun 2018 untuk memperoleh gambaran yang lebih detail.

Jakarta, Desember 2017

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
KATA PENGANTAR	3
DAFTAR ISI.....	4
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1. Dasar Hukum, Tugas, Fungsi, dan Kebijakan	6
1.2. Gambaran Umum.....	6
BAB II ASPEK PASAR DAN EKONOMI.....	9
2.1. Analisis Pasar.....	9
2.1.1. Luas Pasar	9
2.1.2. Analisis Potensi Pasar (<i>Market Share</i> Perusahaan)	10
2.2. Kerugian Paska Panen di beberapa Provinsi Kalimantan Timur dan sekitarnya.	13
2.3. Prospek Pengguna Jasa Iradiasi.....	18
2.3.1. Rumah sakit	18
2.3.2. Hasil Pertanian, Perkebunan Dan Perikanan.....	19
2.4. Perusahaan Pengguna Iradiasi dan Potensinya di Indonesia.....	25
BAB III ASPEK TEKNOLOGI.....	30
3.1. Irradiator.....	30
3.1.1. Tujuan Pembangunan Irradiator.....	33
3.1.2. Analisis kebutuhan.....	33
3.1.3. Gambaran Produk Iradiasi	35
3.1.4. Tinjauan jenis komoditas	37
3.1.5. Skema Pembangunan Irradiator	38
3.2. M.B .E.....	38
3.2.1. Gambaran umum M B E	40
3.2.2. Pemanfaatan M.B.E	42
3.2.2.1. Sterilisasi.....	42
3.2.2.2. Iradiasi Makanan.....	43
3.2.2.3. Iradiasi Semikonduktor	45
3.2.2.4. Pewarnaan Batu-Permata	45
3.2.2.5. Proses Iradiasi Pada Industri Otomotif	46

3.2.3. Skema pembangunan M.B.E.....	46
3.3. Reaktor Riset, AHR	46
3.3.2. Fitur Umum AHR	48
BAB IV ASPEK INFRASTRUKTUR	51
4.1. Ketersediaan Industri Nasional, khususnya industri lokal.....	51
4.1.1. Potret Industri Kalimantan Timur	51
4.1.2. Industri Besar dan Sedang (IBS) di Provinsi Kalimantan Timur.....	51
4.2. Peluang Industri yang Dikembangkan di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Sekitarnya	54
4.3. Analisis Jenis dan Sebaran Industri Eksisting.....	59
4.4. Ketersediaan SDM	65
4.4.1. Klasifikasi Pekerja Iradiator.....	66
4.4.2. Kualifikasi Pekerja Iradiator	66
4.5. Kesiapan Air dan Listrik	70
4.5.1. Ketersediaan Air	70
4.5.2. Ketersediaan Listrik	70
4.5.3. Proyeksi Kebutuhan Listrik Kalimantan Timur	74
4.6. Infrastruktur Regulasi/Perizinan	76
4.6.1. Izin Tahunan Jamak Kerangka Regulasi	77
4.6.2. Izin Pengangkutan Barang Khusus Kerangka Regulasi.....	79
4.6.3. Izin Lingkungan Dari Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Kerangka Regulasi	80
BAB V. PENUTUP	84
DAFTAR ACUAN	85

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Dasar Hukum, Tugas, Fungsi, dan Kebijakan

Nota Kesepahaman antara Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dengan Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur Nomor B2232/KA/BATAN/HKK/KS.00.001/03/2015 dan Nomor 119/1355/BPPWK.A/III/2015 tanggal 6 Maret 2015 yang salah satu butirnya adalah membentik tim percepatan pembangunan Taman Pengetahuan Dan Teknologi Industri Nuklir Buluminung (*The Buluminung Nuclear Industrail Science Technology Park*) di Kabupaten Panajam Paser Utara.

Dalam rangka melaksanakan amanat nota kesepahaman ini dan sesuai dengan kewenangan BATAN sebagai lembaga penelitian dan pengembangan energi nuklir, maka menjadi kewajiban bagi pemerintah pusat dan daerah untuk melakukan penelitian dan pengembangan instalasi nuklir. Studi aspek non-tapak instalasi nuklir, seperti akselarator. Kegiatan penyiapan instalasi nuklir meliputi kegiatan utama berorientasi proyek dan kegiatan pendukung berupa penyiapan infrastruktur dasar yang sejalan dengan kegiatan utama. Kegiatan penyiapan infrastruktur ini mencakup aspek tapak dan non tapak. Aspek non tapak mencakup kegiatan perencanaan energi, kajian pilihan teknologi, kajian keekonomian, serta kajian kesiapan infrastruktur. Berdasarkan SK Kepala BATAN No. 14 Tahun 2013, Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir (PKSEN) merupakan salah satu unit litbang di BATAN yang mempunyai tugas dan fungsi melaksanakan pengkajian data tapak dan penerapan sistem energi nuklir.

1.2. Gambaran Umum

Kabupaten Penajam Paser Utara merupakan salah satu kabupaten di wilayah administrasi Provinsi Kalimantan Timur. Transportasi yang paling umum dan paling cepat digunakan untuk mencapai ibukota Kabupaten Penajam Paser Utara dari Kota Balikpapan adalah speedboat atau perahu klotok dengan menyebarangi Teluk Balikpapan. Pilihan daerah Buluminung sebagai Taman Pengetahuan Dan Teknologi Industri Nuklir Buluminung (*The Buluminung Nuclear Industrail Science Technology Park*) di Kabupaten Panajam Paser Utara karena lokasinya yang strategis dan berdekatan dengan kota Balikpapan. Kota

Balikpapan merupakan kota terbesar di Provinsi Kalimantan Timur, sebagai kota transit dan sekaligus pusat perdagangan. Di kota ini juga sudah beroperasinya Kawasan Industri Kariangau. Hal ini menjadi peluang bagi Kabupaten Penajam Paser Utara untuk menjadi pintu transit distribusi sumberdaya alam dan hasil olahannya ke seluruh kawasan di sekitarnya.

Potensi dan peluang strategis ini ditindak-lanjuti oleh Pemerintah Kabupaten Penajam Paser Utara dengan mengupayakan pengembangan Kawasan Industri seluas 5.424,37 hektar, yang didukung oleh keberadaan hasil sumberdaya alam yang melimpah seperti kelapa sawit, hasil hutan, pertanian dan perikanan, serta batubara, minyak, dan gas bumi. Masterplan Pengembangan Kawasan Industri di Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur yang ditujukan untuk mempercepat pertumbuhan industri, memberikan kemudahan bagi kegiatan industri, mendorong kegiatan industri untuk berlokasi pada kawasan yang telah direncanakan, dan menyediakan fasilitas-utilitas industri yang berwawasan lingkungan serta untuk menggerakkan pertumbuhan ekonomi dan perluasan kesempatan kerja guna peningkatan kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Penajam Paser Utara telah disusun. Di samping itu dalam pengembangan kawasan industri di kawasan industri Buluminung, Penajam Paser Utara juga akan dikembangkan BNI-STP.

Kawasan Industri merupakan kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh Badan Pengelola Kawasan Industri yang memiliki izin usaha kawasan industri. Keberadaan Kawasan Industri ini dimaksudkan untuk mendorong pertumbuhan sektor industri lebih terarah, terpadu dan memberikan outcome yang lebih optimal bagi daerah di mana kawasan industri tersebut berlokasi. Beberapa aspek penting yang menjadi dasar konsep pengembangan kawasan industri, antara lain adalah efisiensi, optimasi, tata ruang dan lingkungan hidup yang dari kesemuanya bertujuan untuk keberlanjutan pembangunan dan pengelolaan secara ekonomis (sustainable development).

BNI-STP (Buluminung Nuclear Industries-Science Technology Park) yang akan dikembangkan di kawasan industri tersebut akan dilakukan evaluasi terhadap layak tidaknya daerah tersebut terhadap keberadaan fasilitas nuklir yang akan dikembangkan di kawasan industri Buluminung. Kegiatan studi pra kelayakan dilakukan dengan menindaklanjuti survei awal pemilihan lokasi rencana tapak Buluminung Industry Nuclear and Science Technology Park (BNI-STP) di Kabupaten Penajam Paser Utara, Propinsi Kalimantan Timur.

The Buluminung Nuclear Industry Science and Technology Park (BNI-STP)

merupakan area terpadu dimana terdapat berbagai fasilitas berbasis iptek nuklir dalam satu tatanan yang saling bersinergi. Kawasan ini diharapkan memiliki beberapa fungsi antara lain:

- Sebagai pusat pendidikan, pelatihan, dan pengembangan SDM berkompetensi iptek nuklir,
- Sebagai pusat Riset, pengembangan dan Inovasi produk (Barang dan jasa), berdasar standar mutu & keselamatan yang tinggi.
- Sebagai Pusat Aplikasi IPTEK Nuklir di berbagai bidang (industri, kesehatan, energi, air, pertambangan dan lingkungan) dalam rangka industrialisasi berwawasan lingkungan
- Sebagai pusat temu antara komunitas IPTEK Nuklir dengan dunia usaha
- Sebagai tempat promosi dan wisata IPTEK Nuklir

BAB II ASPEK PASAR DAN EKONOMI

Untuk mengetahui besarnya pasar nyata, potensi dasar dan total pasar dalam suatu wilayah perlu dilakukan penelitian terlebih dahulu. Penelitian dilakukan untuk memperoleh data, baik dengan metode yang relevan seperti melalui survei, kuesioner atau dengan mengumpulkan data skunder dari berbagai sumber. Kemudian untuk mengetahui pasar nyata dan pasar potensi dapat digunakan beberapa metode antara lain metode pendapat, metode eksperimen dan metode survei.

Pertumbuhan penduduk dan transportasi masyarakat juga menjadi pertimbangan, misalnya kehadiran perumahan atau perkantoran di suatu lokasi juga sangat menunjang. Demikian juga adanya penambahan jalur transportasi serta meningkatnya pendapatan masyarakat juga harus menjadi pertimbangan lebih lanjut.

2.1. Analisis Pasar

2.1.1. Luas Pasar

Luas pasar bagi industri tidak selalu berarti penjumlahan seluruh populasi penduduk. Populasi penduduk tidak selalu berarti populasi pasar. Populasi pasar (*Market population*) atau sering disebut sebagai potensial pasar adalah keseluruhan permintaan terhadap produk tertentu pada wilayah dan periode waktu yang berbeda pula.

Tidak semua potensi permintaan tersebut mampu dicapai (*acesable*) atau dilayani oleh industri produk tertentu (keseluruhan perusahaan sejenis). Dan juga tidak semua total pasar tersebut sesuai dengan kapasitas total perusahaan maupun tujuan perusahaan, bagi pasar potensial ini merupakan bagian pasar yang tersedia (*available market*) bagi perusahaan.

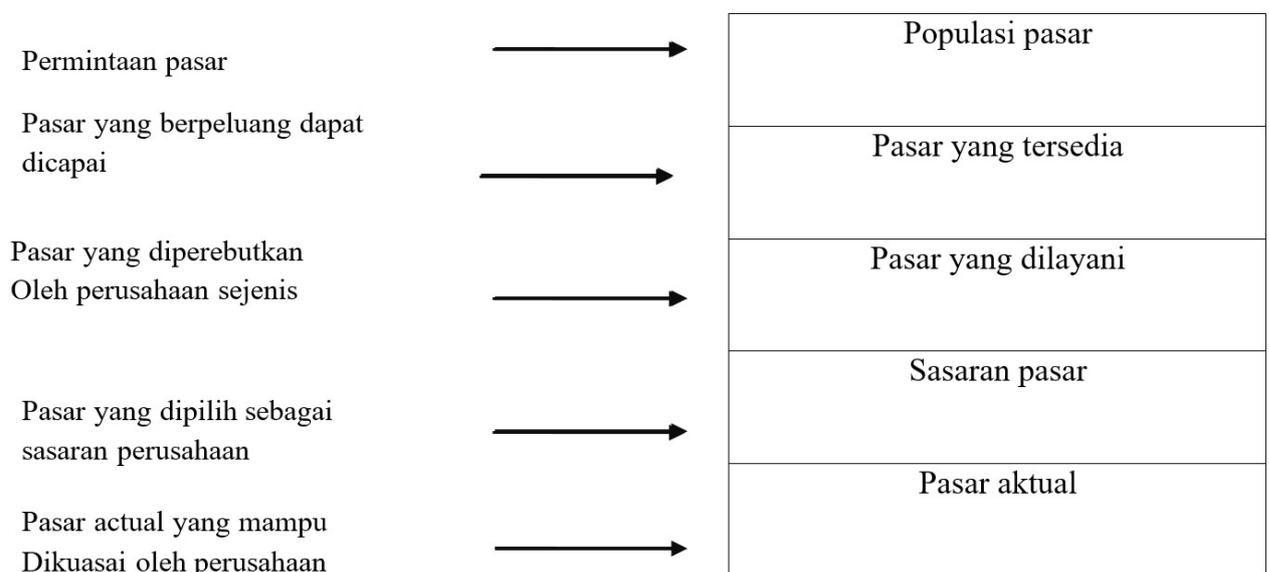
Dari potensi pasar yang tersedia tidak semua permintaannya dapat dipenuhi oleh perusahaan produk tertentu karena diperlukan beberapa persyaratan tertentu, misalnya kualitas produk. Sehingga perlu dibedakan lagi pasar yang tersedia dan sekaligus juga memenuhi persyaratan (*qualified available market*) tertentu.

Meskipun demikian, bagian pasar yang tersedia tersebut itupun masih pula diperebutkan oleh pesaing-pesaing perusahaan. Sehingga dapat terjadi, bagian pasar yang dilayani (*served marked*) perusahaan akan menjadi kecil. Dan juga tidak semua bagian pasar yang dilayani akan menjadikan sasaran (*target*) pasar bagi perusahaan sesuai

dengan kemampuan maupun tujuan perusahaan.

Bagi pasar (target market) yang akan dilayani perusahaan adalah sasaran yang merupakan rencana penguasaan pasar. Akan tetapi dalam realisasi, dapat terjadi penguasaan pasar yang dicapai dapat lebih rendah dari rencana. Bagian pasar yang dapat dikuasai adalah pasar actual yang direalisasikan. Bagian ini bila dibandingkan dengan pasar yang dapat dipenuhi oleh keseluruhan industri adalah kemampuan penguasaan perusahaan atas pasar (*market share*).

Secara ringkas beberapa pengertian tentang tingkatan luas bagian-bagian pasar dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Tingkatan Luas Pasar

2.1.2. Analisis Potensi Pasar (*Market Share* Perusahaan)

Bagian pasar yang mampu dikuasai oleh industri apabila dibandingkan dengan penjualan seluruh industrinya (total penjualan perusahaan yang sejenis) dikenal sebagai *Market Share*. Sehingga dapat dikatakan bahwa market share merupakan proporsi kemampuan perusahaan terhadap keseluruhan penjualan seluruh pesaing, termasuk penjualan perusahaan itu sendiri. Tingkat market share ditunjukkan dan dinyatakan dalam angka prosentase.

Atas dasar angka tersebut dapat diketahui kedudukan perusahaan dan juga kedudukan pesaing-pesaingnya dipasar. Sehingga seringkali tingkat market share dapat

dipergunakan dalam pedoman atau standart keberhasilan pemasaran perusahaan dalam kedudukannya dengan pesaing- pesaingnya. *Market-Share* (absolute maupun relatif) yang merupakan indikator perusahaan yang mampu menjelaskan tentang :

1. Kemampuan perusahaan menguasai pasar.

Kemampuan penguasaan pasar dapat dipandang sebagai salah satu indikator keberhasilan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah mempertahankan atau meningkatkan tingkat market share. Sehingga pencapaian tujuan berarti juga dianggap sebagai keberhasilan perusahaan.

2. Kedudukan (posisi) perusahaan di pasar persaingan.

Berdasar tingkat market share, kedudukan masing-masing perusahaan dapat dilakukan urutan atau rangkingnya dalam pasar persaingan. Secara berturut-turut posisi perusahaan dapat dibedakan sebagai : *Marker Leader*, *Challenger*, *Follower*, dan *Market Nicher*. Perlu memilih dan menentukan perusahaan-perusahaan lain yang dianggap sebagai pesaing perusahaan. Rasio ini, dikenal sebagai *Relative Market Share* adalah lebih realistis.

Irradiator Gamma, Mesin Berkas Elektron, dan AHP merupakan instalasi nuklir yang digunakan industri baik untuk sterilisasi, pengawetan, produksi radiofarmaka dll. Indonesia hanya mempunyai dua unit irradiator, satu dioperasikan oleh BATAN untuk litbang aplikasi radiasi dalam bidang sterilisasi, pengawetan dan pemuliaan tanaman, dan satu lagi dioperasikan oleh pihak swasta untuk melayani proses sterilisasi, pengawetan produk industri.

Teknologi pengawetan dan sterilisasi konvensional yang sudah mulai ditinggalkan oleh negara maju (seperti Amerika, Eropa, Jepang), teknologi iradiasi gamma untuk pengawetan dan sterilisasi memiliki beberapa keunggulan, diantaranya: (1) Prosesnya efektif, yaitu karena sinar gamma memiliki daya tembus tinggi untuk mencapai target penyinaran; (2) Tidak menimbulkan residu apa pun pada produk yang diiradiasi sehingga aman untuk dikonsumsi; (3) Dapat menggantikan proses fumigasi menggunakan bahan kimia beracun, seperti ethylene oxide; (4) Dapat menggantikan methyl bromide, yaitu bahan kimia pencemar lingkungan dan perusak ozon dalam kendali infiltrasi serangga pada biji-bijian; dan (5) Merupakan proses dingin sehingga tidak merusak/mengurangi nutrisi makanan yang diiradiasi.

Selain itu, faktor yang mendorong penggunaan teknologi ini adalah jumlah pangan yang busuk karena gangguan mikroorganisme atau serangga sehingga terbuang percuma yang masih cukup tinggi, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Fakta ini menunjukkan bahwa teknologi pengawetan yang ada belum mampu mengatasi persoalan tersebut. Diperkirakan bahwa jumlah bahan pangan yang busuk dan tidak bisa dimanfaatkan dinegara berkembang berkisar antara 20- 40%, bahkan untuk kasus tertentu dapat mencapai 60 – 70% pada kondisi tropis(Harian Kompas, bisnis keuangan, 29 Sept. 2013).Untuk kasus di Indonesia saat ini dengan penanganan seadanya, buah-buahan menjadi produk yang memiliki *losses* cukup tinggi yakni mencapai 30%. Artinya, dari 100 buah yang dipanen, hanya 70 buah yang layak dijual.

Faktor lain yaitu perdagangan pada era globalisasi saat ini menuntut tingginya kualitas produk pertanian maupun makanan jadi yang akan diekspor. Berbagai negara menerapkan “*low microbial contaminant threshold*” yang bisa dicapai dengan pemanfaatan iradiator. Iradiasi berbagai produk pertanian seperti kakao, rempah-rempah dan produk perikanan laut telah terbukti secara aman mengurangi jumlah mikro organisme pembusuk dan patogen.

Aplikasi teknologi iradiasi untuk pengawetan hasil pertanian dapat memperkuat ketahanan pangan nasional. Salah satu aspek ketahanan pangan adalah aspek ketersediaan pangan. Dalam aspek ketersediaan pangan, masalah pokok adalah semakin terbatas dan menurunnya kapasitas produksi dan daya saing pangan nasional. Hal ini disebabkan oleh faktor faktor teknis dan sosial ekonomi.

Aspek Teknis

- a. Berkurangnya areal lahan pertanian karena derasnya alih lahan pertanian ke non pertanian seperti industri dan perumahan (laju 1%/tahun).
- b. Produktifitas pertanian yang relatif rendah dan tidak meningkat.
- c. Teknologi produksi yang belum efektif dan efisien.
- d. Infrastruktur pertanian (irigasi) yang tidak bertambah selama krisis dan kemampuannya semakin menurun.
- e. Masih tingginya proporsi kehilangan hasil pada penanganan pasca panen
- f. Kegagalan produksi karena faktor iklim seperti El-Nino yang berdampak pada musim kering yang panjang di wilayah Indonesia dan banjir

Sosial- ekonomi

1. Penyediaan sarana produksi yang belum sepenuhnya terjamin oleh pemerintah.
2. Sulitnya mencapai tingkat efisiensi yang tinggi dalam produksi pangan karena besarnya jumlah petani dengan lahan produksi yang semakin sempit dan terfragmentasi (laju 0,5%/tahun).
3. Tidak adanya jaminan dan pengaturan harga produk pangan yang wajar dari pemerintah kecuali beras.
4. Tata niaga produk pangan yang belum pro petani termasuk kebijakan tarif impor yang melindungi kepentingan petani.
5. Terbatasnya devisa untuk impor pangan sebagai alternatif terakhir bagi penyediaan pangan.

2.2. Kerugian Paska Panen di beberapa Provinsi Kalimantan Timur dan sekitarnya.

Diketahui bahwa dengan aplikasi teknologi iradiasi untuk pengawetan hasil pertanian, dapat mengurangi tingginya proporsi kehilangan hasil pada penanganan paska panen. Diasumsikan bahwa produk pertanian, perkebunan dan perikanan yang akan diiradiasi berasal dari beberapa provinsi yang berbatasan langsung dengan Kalimantan Timur, kecuali dari wilayah Jawa. Penanganan pasca panen yang kurang memadai di beberapa provinsi ini menyebabkan potensi kerugian, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 hingga Tabel 2.4.

Tabel 2.1 Kerugian pasca panen untuk komoditas hasil pertanian : kentang

Provinsi	2012					
	Luas panen (Ha)	Produksi (Ton)	kerusakan panen*) (Ton)	harga kentang**) Rp	Kerugian pasca panen	Produktivitas (Ton/Ha)
Kalimantan Barat	-	-				-
Kalimantan Tengah	-	-				-
Kalimantan Selatan	-	-				-
Kalimantan Timur	1	15	6	Rp 8.000	Rp 51.428.571	15,00
Sulawesi Utara	8017	116415	49892	Rp 8.000	Rp 399.137.142.857	14,52
Sulawesi Tengah	18	192	82	Rp 8.000	Rp 658.285.714	10,67
Sulawesi Selatan	1 816	23 444	10 047	Rp 8.000	Rp 80.379.428.571	12,91
Sulawesi Tenggara	-	-				-
Gorontalo	-	-				-
Sulawesi Barat	5	7	3	Rp 8.000	`	1,40

Sumber : Biro Pusat Statistik

**) <http://aplikasi.deptan.go.id/smsargaprovlph01.asp>, diunduh 05/03/2014 jam 13.13 WIB

Tabel 2.2 Kerugian pasca panen untuk komoditas hasil pertanian : bawang merah

Provinsi	2012					
	Luas Panen (Ha)	kerusakan panen*) ton	harga bawang merah per kg **)	kerugian pasca panen	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ton/Ha)
Kalimantan Barat	-	-	-	-	-	-
Kalimantan Tengah	3				-	-
Kalimantan Selatan	-	-	-	-	-	-
Kalimantan Timur	11	32			75	6,82
Sulawesi Utara	680	2272	Rp 7.500	Rp 17.038.928.571	5 301	7,80
Sulawesi Tengah	1765	3117	Rp 7.500	Rp 23.380.714.286	7 274	4,12
Sulawesi Selatan	4518	17673	Rp 7.500	Rp 132.550.714.286	41 238	9,13
Sulawesi Tenggara	76	87			202	2,66
Gorontalo	80	87			202	2,53
Sulawesi Barat	86	174			407	4,73

Sumber Biro Pusat Statistik

**) <http://aplikasi.deptan.go.id/smshtagaprov/lph01.asp>, diunduh 05/03/2014 jam 13.13 WIB

Tabel 2.3 Kerugian pasca panen untuk komoditas hasil pertanian : cabai

Provinsi	2012					
	Luas panen (Ha)	Produksi (Ton)	kerusakan panen*) ton	harga cabai per kg	kerusakan panen	Produktivitas (Ton/Ha)
Kalimantan Barat	2 203	7 580	3 249	Rp 9.000	Rp 29.237.142.857	3,44
Kalimantan Tengah	1 664	3 621	1 552	Rp 9.000	Rp 13.966.714.286	2,18
Kalimantan Selatan	1 410	7 686	3 294	Rp 9.000	Rp 29.646.000.000	5,45
Kalimantan Timur	3 145	12 529	5 370	Rp 9.000	Rp 48.326.142.857	3,98
Sulawesi Utara	2 749	10 652	4 565	Rp 9.000	Rp 41.086.285.714	3,87
Sulawesi Tengah	2 685	13 171	5 645	Rp 9.000	Rp 50.802.428.571	4,91
Sulawesi Selatan	8 234	43 254	18 537	Rp 9.000	Rp 166.836.857.143	5,25
Sulawesi Tenggara	2 104	8 467	3 629	Rp 9.000	Rp 32.658.428.571	4,02
Gorontalo	2 406	12 205	5 231	Rp 9.000	Rp 47.076.428.571	5,07
Sulawesi Barat	1 273	4 087	1 752	Rp 9.000	Rp 15.764.142.857	3,21

Sumber Biro Pusat Statistik

Tabel 2.4 Kerugian pasca panen : ikan laut

Provinsi	2012			
	produksi ton	kerusakan panen (ton)	harga/kg	kerugian pasca panen
Kalimantan Barat	1836	787	Rp 10.000,00	Rp 7.868.571.429
Kalimantan Tengah				
Kalimantan Selatan	8880	3806	Rp 10.000,00	Rp 38.057.142.857
Kalimantan Timur	8756	3753	Rp 10.000,00	Rp 37.525.714.286
KALIMANTAN	19472	8345	Rp 10.000,00	Rp 83.451.428.571
Sulawesi Utara	3270	1401	Rp 10.000,00	Rp 14.014.285.714
Sulawesi Tengah	2152	922	Rp 10.000,00	Rp 9.222.857.143
Sulawesi Selatan	8549	3664	Rp 10.000,00	Rp 36.638.571.429
Sulawesi Tenggara	5088	2181	Rp 10.000,00	Rp 21.805.714.286
Gorontalo	3 567	1529	Rp 10.000,00	Rp 15.287.142.857

Sumber Biro Pusat Statistik

*)kerusakan panen dihitung 30 % ,(http://bisniskeuangan.kompas.com diunduh tanggal 21 oktober 2013 jam 15.30 wib).

**)http://aplikasi.deptan.go.id/smsargaprovlph01.asp, diunduh 05/03/2014 jam 13.13 WIB

2.3. Prospek Pengguna Jasa Iradiasi

2.3.1. Rumah sakit

Jumlah rumah sakit di Kalimantan Timur hingga tahun 2015 sebanyak 46 unit, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Jumlah fasilitas kesehatan di Kalimantan Timur

Kabupaten/Kota Regency/City	Rumah Sakit Hospital	Rumah Bersalin Maternity Hospital	Puskesmas Public Health Center	Posyandu Maternal & Child Health Center
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Kabupaten/Regency				
1. Paser	1	-	17	739
2. Kutai Barat	1	-	18	230
3. Kutai Kartanegara	3	-	32	214
4. Kutai Timur	7	2	21	241
5. Berau	1	-	19	353
6. Penajam Paser Utara	1	-	11	264
7. Mahakam Ulu	-	-	5	53
Kota/City				
1. Balikpapan	12	3	27	1 316
2. Samarinda	15	5	24	115
3. Bontang	5	-	6	471
Kalimantan Timur	46	10	180	3996

Sumber/Source: Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur/ Health Service of Kalimantan Timur

2.3.2. Hasil Pertanian, Perkebunan Dan Perikanan

Hasil pertanian dan perkebunan ditunjukkan pada Tabel 2.6 hingga Tabel 2.11, sedangkan hasil perikanan ditunjukkan pada Tabel 2.12.

Tabel 2.6 Luas lahan dan produksi padi

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Padi Sawah/ <i>Wetland Paddy</i>			Padi Ladang/ <i>Dryland Paddy</i>		
	Luas Panen <i>Harvested Area</i> (ha)	Produksi <i>Production</i> (ton)	Produktivitas <i>Productivity</i> (ton/ha)	Luas Panen <i>Harvested Area</i> (ha)	Produksi <i>Production</i> (ton)	Produktivitas <i>Productivity</i> (ton/ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kabupaten/Regency						
1. Paser	6 090	26 429	4,34	3 283	9 862	3,00
2. Kutai Barat	1 042	4 470	4,29	2 668	8 508	3,19
3. Kutai Kartanegara	34 002	173 847	5,11	4 000	12 982	3,25
4. Kutai Timur	5 572	27 617	4,96	6 270	15 889	2,53
5. Berau	4 944	20 926	4,23	7 912	16 515	2,09
6. Penajam Paser Utara	13 894	62 199	4,48	1 622	3 938	2,43
7. Mahakam Ulu	30	81	2,70	4 135	10 586	2,56
Kota/City						
1. Balikpapan	61	239	3,92	143	285	1,99
2. Samarinda	3 404	14 076	4,14	104	218	2,10
3. Bontang	33	115	3,48	-	-	-
Kalimantan Timur	69 072	329 999	4,78	30 137	78 783	2,61

Tabel 2.7 Luas lahan dan produksi jagung dan kedelai

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Jagung/Maize			Kedelai/Soybean		
	Luas Panen <i>Harvested Area</i> (ha)	Produksi <i>Production</i> (ton)	Produktivitas <i>Productivity</i> (ton/ha)	Luas Panen <i>Harvested Area</i> (ha)	Produksi <i>Production</i> (ton)	Produktivitas <i>Productivity</i> (ton/ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kabupaten/Regency						
1. Paser	334	1 058	3,17	87	137	1,57
2. Kutai Barat	123	242	1,97	68	74	1,09
3. Kutai Kartanegara	420	1 576	3,75	107	154	1,44
4. Kutai Timur	160	342	2,14	39	46	1,18
5. Berau	1 072	4 555	4,25	574	1 011	1,76
6. Penajam Paser Utara	41	117	2,85	50	72	1,44
7. Mahakam Ulu	-	-	-	20	23	1,15
Kota/City						
1. Balikpapan	145	447	3,08	-	-	-
2. Samarinda	1	2	2,00	2	2	1,00
3. Bontang	11	40	3,64	-	-	-
Kalimantan Timur	2 307	8 379	3,63	947	1 519	1,60

Tabel 2.8 Luas lahan dan produksi ubi kayu dan ubi jalar

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Ubi Kayu/ <i>Cassava</i>			Ubi Jalar/ <i>Sweet Potato</i>		
	Luas Panen <i>Harvest- ed Area</i> (ha)	Produksi <i>Product- ion (ton)</i>	Produkti vitas <i>Producti vity</i> (ton/ha)	Luas Panen <i>Harvest- ed Area</i> (ha)	Produksi <i>Product- ion (ton)</i>	Produkti vitas <i>Producti vity</i> (ton/ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kabupaten/Regency						
1. Paser	104	1 643	15,80	43	411	9,56
2. Kutai Barat	325	7 356	22,63	81	751	9,27
3. Kutai Kartanegara	958	21 700	22,65	509	5 528	10,86
4. Kutai Timur	226	3 159	13,98	98	1 378	14,06
5. Berau	249	4 562	18,32	95	1 079	11,36
6. Penajam Paser Utara	85	1 336	15,72	96	1 094	11,40
7. Mahakam Ulu	50	1 122	22,44	1	9	9,00
Kota/City						
1. Balikpapan	229	10 072	43,98	25	390	15,60
2. Samarinda	139	2 525	18,17	14	151	10,79
3. Bontang	19	491	25,84	16	142	8,88
Kalimantan Timur	2 384	53 966	22,64	978	10 933	11,18

Tabel 2.9 Luas lahan dan produksi sayuran

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Bawang Merah <i>Shallot</i>	Cabai <i>Chilli</i>	Kentang <i>Potato</i>	Kubis <i>Cabbage</i>	Petsai <i>Chinese Cabbage</i>	Lainnya <i>Others</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kabupaten/Regency						
1. Paser	20	105	0	0	26	580
2. Kutai Barat	0	125	0	1	42	739
3. Kutai Kartanegara	2	892	0	0	250	5 998
4. Kutai Timur	2	167	0	2	108	2 190
5. Berau	11	162	0	2	108	2 190
6. Penajam Paser Utara	0	254	0	0	56	3 996
7. Mahakam Ulu	0	5	0	0	0	29
Kota/City						
1. Balikpapan	0	192	0	1	379	3 506
2. Samarinda	0	89	0	1	379	3 506
3. Bontang	0	32	0	0	42	3 628
Kalimantan Timur	35	2 023	0	7	1 390	26 362

Tabel 2.10 Luas lahan dan produksi buah-buahan

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Mangga <i>Mango</i>	Durian <i>Durian</i>	Jeruk <i>Orange</i>	Pisang <i>Banana</i>	Pepaya <i>Papaya</i>	Nanas <i>Pine-apple</i>	Lainnya <i>Others</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Kabupaten/Regency							
1. Paser	3 832	5 390	10 690	92 518	2 746	1 307	32 210
2. Kutai Barat	2 710	5 715	447	2 198	630	244	25 695
3. Kutai Kartanegara	14 189	55 040	7 704	158 676	21 834	71 089	192 576
4. Kutai Timur	27 366	22 342	95 498	210 809	8 875	1 031	88 857
5. Berau	4 165	1 690	5 131	25 482	5 130	430	38 318
6. Penajam Paser Utara	4 109	7 293	9 943	30 041	4 029	805	42 630
7. Mahakam Ulu	-	-	-	313	-	31	68
Kota/City							
1. Balikpapan	7 682	1 592	6	162 922	43 744	5 282	32 698
2. Samarinda	898	2 612	402	37 844	4 352	1 612	48 449
3. Bontang	447	57	3	636	220	4	1 539
Kalimantan Timur	65 398	101 731	129 824	721 439	91 560	81 835	503 040

Tabel 2.11 Luas lahan dan produksi buah-buahan

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Karet <i>Rubber</i>	Kelapa <i>Coconut</i>	Kelapa Sawit <i>Oil</i> <i>Palm</i>	Kopi <i>Coffee</i>	Lada <i>Pepper</i>	Kakao <i>Cocoa</i>	Lainnya <i>Others</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Kabupaten/Regency							
1. Paser	14 169	2 840	182 145	1 150	98	198	197
2. Kutai Barat	44 085	1 029	114 440	985	48	500	1 329
3. Kutai Kartanegara	21 696	11 035	191 366	874	5 428	161	564
4. Kutai Timur	12 045	1 385	424 311	121	422	4 082	326
5. Berau	3 422	2 754	115 195	389	2 018	2 463	260
6. Penajam Paser Utara	11 120	4 937	48 865	22	1 455	13	3
7. Mahakam Ulu	1 839	41	12 341	-	-	854	-
Kota/City							
1. Balikpapan	4 507	1 053	21	19	60	9	52
2. Samarinda	816	255	1 370	4	77	15	265
3. Bontang	40	39	52	3	-	1	20
Kalimantan Timur	113 739	25 368	1 090 106	3 567	9 606	8 296	3 016

Tabel 2.12 Produksi hasil perikanan

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Perikanan Laut <i>Marine Fisheries</i>		Perikanan Darat <i>Inland Fishery</i>		Jumlah <i>Total</i>	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kabupaten/Regency						
1. Paser	2 534	2 651	440	5 019	2 974	7 670
2. Kutai Barat	0	0	8 158	11 923	8 158	11 923
3. Kutai Kartanegara	6 390	6 383	12 137	33 603	18 527	39 986
4. Kutai Timur	4 414	4 089	974	2 124	5 388	6 213
5. Berau	2 258	2 390	433	1 407	2 691	3 797
6. Penajam Paser Utara	3 715	3 752	330	4 893	4 045	8 645
7. Mahakam Ulu	-	-	-	-	-	-
Kota/City						
1. Balikpapan	1 067	972	0	940	1 067	1 912
2. Samarinda	670	670	553	519	1 223	1 189
3. Bontang	2 879	1 280	0	617	2 879	1 897
Kalimantan Timur	23 927	22 187	23 025	61 045	46 952	83 232

2.4. Perusahaan Pengguna Iradiasi dan Potensinya di Indonesia

Saat ini, telah banyak industri memanfaatkan teknologi iradiasi untuk sterilisasi produk-produk industri mereka, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.13. Dari sejumlah perusahaan tersebut belum ada dari Kalimantan, khususnya Kalimantan Timur. Oleh karena itu, perlu dilakukan survei lapangan untuk mengetahui potensi pasar yang ril jika instalasi nuklir untuk keperluan sterilisasi hendak dibangun di Kalimantan. Sosialisasi manfaat iradiasi juga perlu dilakukan secara berkelanjutan agar pengusaha hasil pertanian dan perkebunan mengetahui secara jelas tentang manfaat dari peralatan ini.

Tabel 2.13 Daftar perusahaan pengguna jasa Iradiasi di Indonesia

No	Nama	kGy	Jenis Komoditas	Produksi/tahun
1.	PT. Dwipa Java Spices	5	Rempah/Bumbu bumbuan	100 ton
2.	PT. Gematracon Lestari	5	Pangan	100 ton
3.	CV. Vaness Multi Karya.	5	Rempah/Bumbu bumbuan	300 ton
4.	PT. Neka Boga Perisa	5	Rempah/Bumbu bumbuan	800 ton
5.	PT. Cita Rasa	5	Rempah/Bumbu bumbuan	382 ton
6.	CV. Green Zone Herbal	5	Herbal	46 ton
7.	CV. Mahkotadewa Indonesia	5	Herbal	100 ton
8.	PT. Karyasari	5	Herbal	45 ton
9.	PT. Inti Kiat Alam	5	Suplemen Herbal	150 ton
10.	PT. KINAS GLOBAL INDONUSANTARA	5	Suplemen Herbal	150 ton
11	PT. Binary Herbal Marketing	5	Suplemen Herbal	300 ton
12	PT. Kirana Anindita	5	Suplemen Herbal	200 ton
13	PT. Phytesindo Biotek	5	Suplemen Herbal	500 ton
14	PT. Ganesha Abaditama	10	Rempah/Bumbu bumbuan	100 ton
15	PT. Roha Lautan Pewarna	10	Pewarna Pangan	200 ton
16	PT. Dipa Pharmalab Intersains	10	Rempah/Bumbu bumbuan	56 ton

17	CV. Torries	10	Rempah/Bumbu bumbuan	400 ton
18	CV. Dwisarana Mandiri.	10	Rempah/Bumbu bumbuan/Suplemen	500 ton
19	PT. Liza Herbal International	10	Kp. Herbal	25 ton
20	PT. Mustika Ratu, Tbk	10	Kp.Herbal/Kosmetik	300 ton
21	PT. Soho Industri Pharmasi	10	KpHerbal/Suplemen Herbal	400 ton
22	PT. Puspa Pharma	10	Kp. Herbal	50 ton
23	PT. Sari Alam	10	Bulk. Herbal	50 ton
24	PT. Phytochemindo Reksa	10	Kp. Herbal	100 ton
25	PT. Martono Jaya Utama	10	Kp. Herbal	50 ton
26	PT. Prima Agritech Nusantara.	10	Kp. Herbal	75 ton
27	PT. Martina Berto	10	Kp. Herbal/Kosmetik	100 ton
28	PT. Novell Pharmaceutical Lab	10	Bahan Pharmasi	100 ton
29	CV. Basmallah Food	10	Kp. Herbal	75 ton
30	CV. Herbal Insani	10	Kp. Herbal	100 ton
31.	PT. Indolab Utama	10	Kp. Herbal	60 ton
32.	PT. Midif Farma	10	Kp. Herbal	100 ton
33.	PT. Saraka Mandiri Semesta	10	Bulk/Kp. Herbal	100 ton
34.	PT. Ultra Trend	10	Bulk/Kp. Herbal	100 ton
35.	PT. Kimia Farma. Tbk Plant Bandung	10	Bulk/Kp. Herbal	100 ton

36.	PT. Kimia Farma. Tbk Plant Jakarta	10	Bulk/Kp. Herbal	30 ton
37.	PT.Toga Nusantara	10	Kp. Herbal	50 ton
38	PT. Pandusaka Persada	25	Pot Urine	25 ton
39	PT. Marada Pharma Medic	25	Alkes	50 ton
40	PT.Dwipantara Utama	25	Kassa Hydrophile	183 ton
41	PT. Boehringer I I	25	Bahan Baku farmasi	100 ton
42	PT. Kimia Farma. Tbk Plant Bandung	25	Kontrasepsi CuT- 380 A	100 ton
43	PT. Segara Permai	25	Kantung Plasti SOS	150 ton
44	PT. Jaya Ruberindo	25	Sarung Tangan	50 ton
45	PT. Buana Alkestrindo	25	Alkes	10 ton
46	PT. Molek Ayus	25	Kassa Hydrophile	125 ton
47	PT. Pyridam Farma Tbk	25	Pot Urine/ Alkes	10 ton
48	PT. Saptindo Surgica	25	Sarung Tangan/ Kassa Hydrophile	50 ton
49	PT. Hobson Interbuana Indonesia.	25	Media Pupuk	389 ton
50	PT. Monfori Nusantara	25	Towell Tissue	100 ton
51	PT. Vitrosun Indonesia	25	Media Tanaman	10 ton
52	PT. Greenland Agrotech	25	Media Tanaman	200 ton
	Total			7945 ton

Pengguna jasa iradiasi di Indonesia cukup menjanjikan untuk dilayani berdasarkan survey yang dilakukan sebesar 7562 ton per tahun, sedangkan yang tesorap oleh industry

iradiasi yang ada hanya 3750 ton per tahun. Oleh karena itu, potensi yang belum tergarap masih ada sekitar 3812 ton per tahun, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.14 dan Tabel 2.15.

Tabel 2.14 Data Calon Pengguna Potensial Jasa Iradiasi di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Komoditas	Produksi/Tahun
1.	PT. Indokom, Lampung	Udang	600 ton
2.	PT. Umas Jaya	Tepung tapioka	150 ton
3.	PT. Estika tata Tiara	Olahan Daging	300 ton
4.	PT. Siantar Top	Makanan ringan	5000 ton
5.	PT. Krema kemindo	Tepung jagung	180 ton
6.	PT. Sarana Tunggal Optima	Biji Plastik serat organik	670 ton
7.	PT. Tirta Marta	Biji Plastik serat organik	662 ton
	Total		7562 ton

Tabel 2.15 Potensi Pasar Jasa iradiasi di Indonesia

NO	Deskripsi	Potensi pasar (ton/tahun)	Terserap (ton/tahun)	Pasar belun tergarap (ton/tahun)
1	Data Pengguna Jasa Irradiasi di perusahaan jasa irradiasi sekarang dengan kondisi antrian kurang lebih 1 bulan.	7945	3500	4445
2	Data Pengguna Potensial yang siap menggunakan jasa irradiasi	7562	3500	4062
3	Hasil survey dan wawancara pengguna jasa irradiasi BATAN sekarang	37268	17500	19768
4	Pasar Potensial berdasarkan survey	7562	3750	3812
Total pasar yang belum tergarap				32087 (80218 m ³ /tahun)

BAB III ASPEK TEKNOLOGI

3.1. Iradiator

BATAN melalui Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) telah berpengalaman dalam mengoperasikan Iradiator dari tahun 1968, yaitu sejak Iradiator Gamma pertama diresmikan oleh Presiden RI di Pasar Jumat, Jakarta. Selama mengoperasikan iradiator telah dilakukan perawatan dan modifikasi seperlunya untuk memenuhi perkembangan kebutuhan pemakaian baik dalam bidang litbang maupun layanan industri. Dari pengalaman melakukan litbang aplikasi isotop dan radiasi dengan memanfaatkan iradiator, diperoleh berbagai produk teknologi yang bermanfaat dan telah dirasakan oleh masyarakat. Produk teknologi yang diperoleh meliputi teknologi sterilisasi alat kesehatan (seperti cateter, alat kontrasepsi (IUD), jarum suntik, wadah urin/feces, wadah darah, dan baju bedah), pengawetan bahan makanan dan obat-obatan (seperti produk herbal, kosmetik, rempah-rempah dan makanan), serta pemuliaan tanaman melalui mutasi gen untuk mendapatkan bibit unggul dengan usia panen pendek dan produktivitas tinggi (seperti tanaman padi, kedelai, sorgum, kapas). Selain itu, telah pula dihasilkan teknologi vulkanisasi lateks alam dengan radiasi yang efisien untuk menopang industri karet di Indonesia. Teknologi pengawetan sayuran dan buah-buahan yang telah dikembangkan dapat memperlama waktu pematangan, pertumbuhan kecambah atau pembusukan sehingga produksi sayuran dan buah-buahan dapat didistribusikan dengan lebih baik ke seluruh pelosok nusantara maupun diekspor ke luar negeri.

Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) adalah suatu unit kerja (satker) yang bertanggungjawab terhadap perekayasaan perangkat dan fasilitas nuklir di lingkungan BATAN. Beberapa prototipe perangkat nuklir meliputi alat diagnosis ginjal (Renograf), perangkat kendali reaktor riset, *continuous weight scale measurement* telah dihasilkan oleh PRFN. PRFN bekerja sama dengan PAIR telah melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka merancang fasilitas iradiator gamma yang aman, handal untuk kebutuhan nasional. Pada tahun ini (2014), perancangan telah mencapai tahap desain rinci. Desain iradiator ini diharapkan kelak akan dapat dibangun di seluruh Indonesia, mengingat fungsinya yang sangat vital dalam menopang strategi pencapaian ketahanan pangan nasional.

Beberapa tahun yang lalu Pemerintah Indonesia menerapkan kebijakan moratorium penerimaan pegawai negeri sipil (PNS). Kebijakan ini menimbulkan jurang generasi pegawai BATAN, sehingga sebagian besar (sekitar 70%,) pegawai BATAN berumur 50 tahun, sementara itu 30% pegawai yang baru masuk berumur rata-rata 30 tahun. Jurang generasi pegawai selebar 20 tahun akan mempersulit proses transfer pengetahuan antar generasi, terutama terkait dengan teknologi fasilitas nuklir berskala besar dan sarat muatan teknologi tinggi, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Iradiator Gamma, Mesin Berkas Elektron, Akselerator dan lain sebagainya. Akumulasi pengetahuan pada generasi senior akan menjadi mudah tersampaikan kepada generasi junior apabila keduanya bersama-sama menangani pembangunan fasilitas nuklir yang sarat dengan muatan teknologi. Tenggat waktu yang tersedia untuk mengatasi adanya *knowledge gap* karena masalah jurang generasi pegawai hanya tersisa delapan tahun, mengingat usia pensiun generasi senior adalah 58 tahun. Waktu delapan tahun bukanlah waktu yang lama karena pembangunan fasilitas nuklir dari tahap perencanaan hingga beroperasi membutuhkan waktu tidak kurang dari tujuh tahun. Keterlambatan dalam memanfaatkan waktu yang ada untuk transfer pengetahuan dari pegawai BATAN generasi senior ke generasi junior akan mengakibatkan lenyapnya kemampuan BATAN bersama pensiunnya pegawai senior. Hasilnya adalah hilangnya investasi kemampuan iptek nuklir di BATAN, dan kemampuan BATAN akan mundur 20 tahun ke belakang.

Indonesia adalah negara tropis dengan keanekaragaman produk pertanian dan perkebunan. Produk-produk ini mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi mencakup bahan baku untuk makanan, obat-obatan, alat kesehatan dan industri, serta sangat dibutuhkan oleh hajat hidup bangsa Indonesia. Sementara itu, Indonesia yang merupakan negara kepulauan yang luas dengan ribuan pulau, dengan infrastruktur transportasi yang masih belum memadai, oleh karena itu akan diperlukan waktu lama dalam mendistribusikan hasil pertanian dan perkebunan dari satu tempat ke tempat lain di pelosok negeri. Pada kenyataannya, sebagian besar dari produk-produk tersebut mempunyai karakter cepat rusak atau mudah membusuk. Masalah dalam pendistribusian produk pertanian dan perkebunan yang cepat membusuk akan dapat teratasi apabila Indonesia dapat menyediakan iradiator gamma yang aman, efisien dan terjangkau harganya untuk mengawetkan produk pertanian dan perkebunan yang mudah busuk. Untuk melayani kebutuhan iradiator di Indonesia, BATAN telah melakukan pengembangan desain iradiator gamma dengan mengacu desain

iradiator dari berbagai negara maju.

Saat ini di Indonesia hanya terdapat dua buah iradiator gamma satu dioperasikan oleh BATAN untuk kepentingan litbang aplikasi radiasi dalam bidang sterilisasi, pengawetan dan pemuliaan tanaman, serta yang lainnya dioperasikan oleh pihak swasta untuk melayani proses sterilisasi, pengawetan produk industri. Jumlah iradiator yang hanya dua unit ini sangat sedikit apabila dibandingkan dengan jumlah penduduk Indonesia dengan produk pertanian dan perkebunannya. Sebagai perbandingan, saat ini negara Vietnam, suatu negara dengan luas dan jumlah penduduk yang jauh lebih kecil dari Indonesia, mempunyai empat buah iradiator untuk melayani proses sterilisasi dan pengawetan komoditas ekspornya. Ketidakseimbangan antara jumlah iradiator dan kuantitas produk pertanian dan perkebunan yang mudah busuk akan memperkecil kesempatan pendistribusian produk secara nasional serta memperlemah kemampuan ekspor nasional. Penghasil komoditas pertanian dan perkebunan terpaksa harus segera menjual produknya sesegera mungkin dengan harga murah untuk menghindari kerugian yang lebih besar akibat pembusukan. Kenyataan ini sangat merugikan bagi penghasil produk pertanian dan produk perkebunan. Iklim dan kondisi ini tentu akan sangat berpengaruh besar dan membawa kelesuan para produsen untuk meningkatkan hasil-hasil produknya, dan akhirnya bangsa kita akan kalah bersaing dengan bangsa lain di sekitarnya. Lebih dari itu, dalam waktu yang tak lama lagi, bangsa kita akan menjadi bangsa pengimpor yang sangat bergantung pada negara lain. Bangsa lain akan melihat bahwa ini merupakan peluang pasar yang sangat besar, mengingat besarnya penduduk Indonesia.

Dalam suatu negara agraris dengan topologi arkipelago (kepulauan) seperti Indonesia, ketersediaan desain iradiator gamma yang aman efisien dan dapat dibangun dengan harga terjangkau mempunyai peran strategis dalam menunjang terwujudnya Indonesia yang lebih sejahtera. Tahapan penting dalam menyediakan desain rinci suatu iradiator gamma telah berhasil dicapai oleh PRFN-BATAN, tetapi tahapan ini belum menjamin bahwa desain iradiator tersebut mampu-bangun (*construct ability*). Langkah penting selanjutnya yang harus ditempuh adalah membuktikan bahwa desain detail yang telah dikembangkan mampu-bangun, yaitu dengan membangun suatu fasilitas iradiator purwarupa (*prototype*) dengan kemampuan sumber daya nasional dan tingkat kandungan komponen lokal tinggi, serta mengukur tingkat efisiensi dan kehandalan fungsinya, untuk kemudian dilakukan modifikasi seperlunya demi tindakan perbaikan.

3.1.1. Tujuan Pembangunan Irradiator

Mempercepat pembangunan industri pertanian dan industri pangan sehingga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Mendukung kebijaksanaan pemerintah dalam mewujudkan Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) dalam kegiatan ekonomi utama khususnya sektor pertanian pangan, perikanan, pengolahan kakao, dan makanan minuman.

Meningkatkan kemandirian dalam rancang bangun fasilitas iradiator gamma dan penelitian pengembangan pemanfaatan serta efisiensi produk iradiator gama untuk iradiasi berbagai produk bahan pertanian, pangan. Mendayagunakan kawasan Puspiptek sebagai percontohan (*pilotplant*) pemanfaatan hasil penelitian dan pengembangan iptek yang langsung dirasakan oleh masyarakat melalui peningkatan nilai tambah produk pertanian dan pangan Indonesia.

3.1.2. Analisis kebutuhan

Saat ini di Indonesia baru ada dua fasilitas iradiator gamma yang difungsikan untuk mengiradiasi bahan pangan, sterilisasi peralatan kedokteran dan bahan obat-obatan, yaitu yang dioperasikan oleh PT "Rel-ion Sterilization Services" (sebelumnya bernama PT Indogamma) dan oleh PAIR-BATAN. PT "Rel-ion Sterilization Services" adalah sebuah perusahaan swasta yang bergerak di bidang jasa pelayanan iradiasi, berkedudukan di daerah Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, beroperasi sejak tahun 1991. PAIR-BATAN adalah sebuah instansi pemerintah yang bergerak di bidang penerapan teknologi isotop dan radiasi, yang juga mengoperasikan fasilitas iradiator gamma bernama "IRKA" (singkatan dari Irradiator Karet Alam). Instalasi IRKA ini bukanlah iradiator gamma yang dibangun untuk tujuan komersial, melainkan lebih untuk kegiatan penelitian dengan menggunakan sumber berkekuatan 130 KCi, IRKA berkedudukan di kawasan Pusat Penelitian Nuklir Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Kedua instalasi iradiator gamma tersebut menggunakan sumber radionuklida ^{60}Co sebagai sumber radiasi sinar gamma, dalam bentuk batangan (seperti batang pensil dengan panjang, diameter dan kuat sumber tertentu). Modifikasi yang telah dilakukan terhadap ruang iradiasinya memungkinkan fasilitas IRKA dapat digunakan untuk melayani iradiasi untuk penelitian bahan selain *latex*, yaitu produk bahan pangan dan produk industri kesehatan, tetapi dengan efisiensi yang sangat rendah. Jadi pada saat ini, satu-satunya iradiator gamma di Indonesia yang dioperasikan 100% untuk tujuan komersial

hanyalah Iradiator Gamma milik PT "Rel-ion Sterilization Services".

Selama ini PT "Rel-ion Sterilization Services" telah melayani jasa iradiasi untuk produk industri, pertanian dan piranti medik, baik untuk tujuan pengawetan dan sterilisasi. Contoh produk yang diiradiasi menggunakan iradiator gamma milik "Rel-ion" adalah piranti medis (seperti jarum suntik, cateter), produk pangan (seperti udang, cumi-cumi, ikan, dan bumbu kemasan siap pakai), produk farmasi (obat-obatan), produk kosmetik dan rempah-rempah (seperti lada/ merica, pala, kemiri, ketumbar, cabe, bawang, jahe, kencur, lengkuas, dsb.). Iradiator gamma ini dioperasikan terus menerus selama 24 jam untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi dan memenuhi jadwal waktu layanan iradiasi yang diberikan terhadap industri. Untuk iradiator gamma IRKA, permintaan layanan iradiasi oleh industri juga cukup tinggi, namun volume produk yang dapat dilayani sangat kecil karena keterbatasan fasilitas yang dimiliki IRKA. Beberapa contoh produk industri dan pertanian yang diiradiasi menggunakan iradiator gamma IRKA adalah produk herbal (teh, jamu), rempah-rempah (lada putih, serbuk cabe, serbuk jahe), obat-obatan tradisional (daun kejobeling, ekstrak daun jambu), farmasi (alat kontrasepsi), piranti medik/alat kedokteran (cateter, sarung tangan, kasa), dan bahan minuman suplemen (amylum).

Kecenderungan permintaan industri untuk menggunakan iradiator gamma meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini tidak terlepas dari peran BATAN dalam mempromosikan teknologi iradiasi ke masyarakat industri dan keberterimaan industri dalam memanfaatkan teknologi iradiasi. Oleh sebab itu, untuk dapat memberikan layanan iradiasi terhadap berbagai komoditas industri di setiap daerah di Indonesia, cara yang paling tepat adalah: **Daerah tingkat-I (propinsi) hendaknya (diharapkan) memiliki paling tidak satu fasilitas iradiasi gamma.** Untuk itu, Batan sesuai dengan tugas dan fungsinya perlu menghasilkan produk berupa desain iradiator gamma yang siap untuk dibangun. Desain ini ditujukan untuk memenuhi permintaan kebutuhan iradiator gamma secara nasional. Hal ini perlu dilakukan karena kedua iradiator gamma di atas didesain oleh negara lain.

Dibandingkan dengan teknologi pengawetan dan sterilisasi konvensional yang sudah mulai ditinggalkan oleh negara maju (seperti Amerika, Eropa, Jepang), teknologi iradiasi gamma untuk pengawetan dan sterilisasi memiliki beberapa keunggulan, diantaranya: (1) Prosesnya efektif, yaitu karena sinar gamma memiliki daya tembus tinggi untuk mencapai target penyinaran; (2) Tidak menimbulkan residu apa pun pada produk yang diiradiasi sehingga aman untuk dikonsumsi;

(3) Dapat menggantikan proses fumigasi menggunakan bahan kimia beracun, seperti ethylene oxide; (4) Dapat menggantikan methyl bromide, yaitu bahan kimia pencemar lingkungan dan merusak ozon dalam kendali infiltrasi serangga pada biji; dan (5) Merupakan proses dingin sehingga tidak merusak/mengurangi nutrisi makanan yang diiradiasi.

Selain itu, faktor yang mendorong penggunaan teknologi ini adalah jumlah pangan yang busuk karena gangguan mikroorganisme atau serangga sehingga terbuang percuma yang masih cukup tinggi, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Fakta ini menunjukkan bahwa teknologi pengawetan yang ada belum mampu mengatasi persoalan tersebut. Diperkirakan bahwa jumlah bahan pangan yang busuk dan tidak bisa dimanfaatkan di negara berkembang berkisar antara 20- 40%, bahkan untuk kasus tertentu dapat mencapai 60 – 70% pada kondisi tropis (Harian Kompas, bisnis keuangan, 29 Sept. 2013). Untuk kasus di Indonesia saat ini dengan penanganan seadanya, buah-buahan menjadi produk yang memiliki *losses* cukup tinggi yakni mencapai 30%. Artinya, dari 100 buah yang dipanen, hanya 70 buah yang layak dijual.

Faktor lain yaitu perdagangan pada era globalisasi saat ini menuntut tingginya kualitas produk pertanian maupun makanan jadi yang akan diekspor. Berbagai negara menerapkan “*low microbial contaminant threshold*” yang bisa dicapai dengan pemanfaatan iradiator. Iradiasi berbagai produk pertanian seperti kakao, rempah-rempah dan produk perikanan laut telah terbukti secara aman mengurangi jumlah mikro organisme pembusuk dan patogen.

Aplikasi teknologi iradiasi untuk pengawetan hasil pertanian dapat memperkuat ketahanan pangan nasional. Salah satu aspek ketahanan pangan adalah aspek ketersediaan pangan. Dalam aspek ketersediaan pangan, masalah pokok adalah semakin terbatas dan menurunnya kapasitas produksi dan daya saing pangan nasional. Hal ini disebabkan oleh faktor faktor teknis dan sosial ekonomi.

3.1.3. Gambaran Produk Iradiasi

Iradiasi adalah metode penyinaran dengan menggunakan zat radioaktif untuk mencegah terjadinya pembusukan dan kerusakan pada bahan serta membebaskan dari jasad renik patogen. Iradiasi merupakan proses yang aman dan telah disetujui oleh lebih kurang 50 negara di dunia dan telah diterapkan secara komersial selama puluhan tahun di USA,

Jepang dan beberapa negara Eropa.

Proses iradiasi dilaksanakan dengan melewati/ pemaparan bahan (baik yang dikemas maupun curah) pada radiasi ionisasi dalam jumlah dan waktu yang terkontrol untuk mencapai tujuan yang diinginkan (akan dijelaskan di bawah). Di samping untuk alasan keamanan pangan dan pemelihara kesehatan, iradiasi juga dapat dimanfaatkan untuk menunda pematangan beberapa jenis buah-buahan dan sayuran dengan perubahan proses fisiologi jaringan tanaman serta untuk menghambat pertunasan dari umbi-umbian. Proses ini tidak akan meningkatkan tingkat radioaktivitas pada bahan yang diiradiasi. Gelombang energi yang dilepas selama proses dapat mencegah pembelahan mikroorganisme penyebab pembusukan seperti bakteri dan jamur.

Penetapan ketentuan tentang pangan iradiasi di berbagai negara di dunia dipengaruhi oleh penetapan standar dunia tentang pangan iradiasi pada tahun 1983. Standar ditetapkan oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC), suatu badan gabungan antara *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *World Health Organization* (WHO), yang bertanggung jawab dalam penyusunan standar pangan untuk melindungi kesehatan konsumen dan memfasilitasi praktek perdagangan pangan yang adil yang sampai saat ini telah beranggotakan 150 negara. *Codex General Standard for Food Irradiation* disusun berdasarkan hasil keputusan dari *Joint Expert Committee on Food Irradiation* (JECFI) yang dibentuk oleh FAO-WHO, dan *International Atomic Energy Agency* (IAEA). Standar dan pedoman yang dikeluarkan oleh Codex menjadi acuan internasional dalam melaksanakan proses iradiasi dan perdagangan pangan iradiasi.

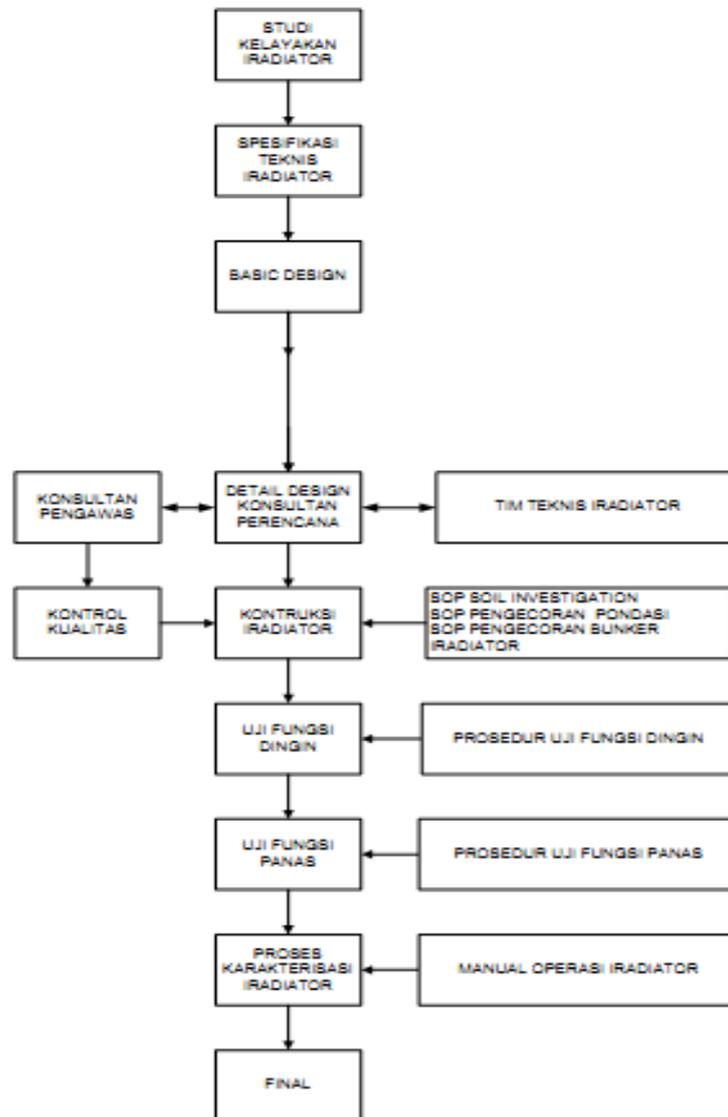
Kecenderungan dunia menggunakan teknik iradiasi terus meningkat karena adanya keuntungan yang diperoleh antara lain tersedianya pangan yang bebas dari serangan (infestasi) serangga, kontaminasi dan pembusukan; pencegahan penyakit karena pangan; dan pertumbuhan perdagangan pangan yang harus memenuhi standar impor dalam hal mutu dan karantina. Iradiasi pangan memberikan keuntungan praktis jika diterapkan sesuai dengan sistem penanganan dan dengan distribusi pangan yang aman. Lagi pula dengan semakin ketatnya larangan penggunaan insektisida kimia untuk mengendalikan serangga dan mikroba dalam pangan, maka iradiasi merupakan alternatif yang efektif untuk melindungi pangan dari kerusakan akibat serangga serta sebagai tindakan karantina untuk produk pangan segar.

3.1.4. Tinjauan jenis komoditas

Pada prakteknya terdapat tiga penerapan umum dan kategori dosis dalam menggunakan radiasi ionisasi :

1. Iradiasi dosis rendah : sampai dengan 1 kGy menghambat pertunasan: 0.05 - 0.15 kGy pada: kentang, bawang merah, bawang putih, jahe, ubi jalar, dan lain-lain. Disinfestasi / mencegah serangan serangga dan disinfeksi parasit : 0.15 - 0.5 kGy pada: sereal dan kacang-kacangan, buah segar dan kering, ikan kering dan daging, daging babi, dan lain- lain. Menunda proses fisiologis (misalnya pematangan): 0.25 - 1.0 kGy pada : sayur dan buah segar.
2. Iradiasi dosis medium :1 - 10 kGy Memperpanjang masa simpan : 1.0 - 3.0 kGy pada : ikan segar, strawbeery, jamur, dan lain-lain. Eliminasi mikroba pembusuk dan patogen: 1.0 - 7.0 kGy pada : pangan laut segar dan beku, ternak dan daging segar maupun beku, dan lain-lain. Memperbaiki teknologi pangan : 2.0 - 7.0 kGy pada : anggur (meningkatkan hasil sari buah), sayuran dehidrasi (mengurangi waktu memasak), dan lain-lain.
3. Iradiasi dosis tinggi: di atas 10 kGy Sterilisasi industri (kombinasi dengan pemanasan suhu rendah): 30 - 50 kGy pada: daging, ternak, seafood, pangan steril untuk pasien di rumah sakit, pangan steril untuk astronot, dan lain-lain. Dekontaminasi beberapa bahan tambahan pangan: 10 - 50 kGy pada: rempah, enzim, gum, dan lain-lain.

3.1.5. Skema Pembangunan Iradiator



Gambar 3.1. Gambar Skema Pembangunan Iradiator

3.2. M.B.E

Akselerator Elektron atau sering disebut dengan Mesin Berkas Elektron (MBE) adalah suatu perangkat listrik yang dapat dihidup-matikan, seperti halnya peralatan-peralatan listrik lainnya yang banyak digunakan di masyarakat, misalnya televisi. Di industri komersial MBE dioperasikan untuk menghasilkan pancaran sinar pengion (radiasi pengion) tanpa menggunakan zat radioaktif atau tanpa harus terlebih dahulu menjenerasi/membangkitkan radioaktivitas. Oleh karena itu pembangunan, instalasi dan

transportasi MBE tidak menemui persoalan perizinan pelik terkait dengan keamanan penggunaan, penyimpanan dan pelimbahan zat radioaktif berumur panjang yang berbahaya bagi lingkungan.

Mesin berkas elektron menghasilkan pancaran sinar (radiasi) pengion dalam bentuk pancaran partikel elektron. Pancaran partikel elektron yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk sterilisasi hingga perbaikan/penyempurnaan sifat material industri. Berkembangnya teknologi MBE yang mempunyai kemampuan menghasilkan sinar elektron dengan arus elektron yang tinggi, memungkinkan untuk mengkonversikan daya sinar elektron (radiasi partikel) menjadi sinar-X (radiasi gelombang elektromagnetik). Sinar-X adalah suatu pancaran gelombang elektromagnetik dengan kekuatan tinggi, yang penggunaannya dapat dijadikan sebagai alternatif pemanfaatan sinar gamma di dunia industri. Pemanfaatan sinar gamma di industri akan membutuhkan dan sangat bergantung pada zat radioaktif pemancar sinar gamma berkekuatan tinggi, seperti cobalt-60.

Mesin berkas elektron yang mampu menghasilkan berkas sinar eletron dengan arus tinggi dimanfaatkan di dunia industri dalam ragam penggunaan yang sangat luas. Berkas sinar elektron dengan arus tinggi dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sifat fisik maupun kimia material, selain itu dapat pula digunakan untuk mereduksi kontaminan pada bahan baik yang berupa patogen atau kontaminan yang dapat meracuni produk. Saat ini di dunia industri telah digunakan sekitar tidak kurang dari 1500 unit MBE dengan arus elektron tinggi secara komersial, dan telah mampu meningkatkan nilai tambah berbagai produk industri hingga lebih dari US\$ 85 miliar.

Akselerator elektron atau MBE adalah perangkat atau alat listrik penghasil radiasi pengion untuk kebutuhan industri yang handal dan awet. Kemajuan teknologi MBE yang mampu menghasilkan arus elektron tinggi telah membuka peluang solusi alternatif terhadap teknologi pemanfaatan radiasi pengion sinar gamma, yaitu dengan melakukan konversi pancaran partikel elektron energi tinggi menjadi radiasi sinar-X. Pemanfaatan sinar-X analog dengan pemanfaatan sinar gamma, karena sama-sama memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik berkekuatan tinggi. Perbedaan yang penting adalah bahwa sinar gamma hanya dapat dihasilkan dari suatu zat radioaktif, sedangkan berkas sinar-X dapat dihasilkan dari MBE yang bergantung pada energi listrik.

Pemanfaatan MBE di Indonesia telah dimulai sejak dibangunnya MBE pertama pada tahun 1984 di Kawasan Riset BATAN, Pasar Jumat, Jakarta. Saat ini di Indonesia terdapat

empat buah MBE, tiga dioperasikan oleh BATAN sebagai institusi litbang pemerintah, dan satu dikelola oleh perusahaan swasta. Seiring dengan perkembangan industri nasional, kebutuhan terhadap MBE akan meningkat. Bahkan tahun 2013 di Karawang, Jawa Barat mulai dibangun MBE 10 MeV 3mA, saat ini sedang dilakukan persiapan pengoperasiannya secara komersial oleh suatu perusahaan swasta. Potensi pemanfaatan MBE di Indonesia sangat tinggi karena keragaman sumber daya alam dan besarnya jumlah penduduk yang akan membutuhkan industri pengolahan yang modern dan efisien. Untuk mengantisipasi kebutuhan MBE di Indonesia, BATAN mengusulkan adanya litbangyasa inovasi MBE yang dikembangkan dari suatu tipe MBE yang telah terbukti beroperasi dengan baik dan efisien serta telah teruji kehandalannya. Dalam litbangyasa dan inovasi ini diperlukan adanya suatu alih teknologi dari negara vendor MBE dengan strategi *reverse engineering*. Strategi *reverse engineering* akan memangkas waktu pematangan teknologi MBE yang akan diadopsi. Keberhasilan alih teknologi akan diukur dengan kemampuan penguasaan teknologi MBE dan kemampuan industri nasional dalam menyediakan komponen MBE. Tingkat kandungan komponen dalam negeri menjadi indikator utama terhadap keberhasilan kegiatan alih teknologi ini.

3.2.1. Gambaran umum M B E

Mesin berkas elektron dapat memancarkan berkas sinar elektron dengan energi tertentu. Dengan energi berkas sinar elektron (dalam MeV) yang dimilikinya, elektron akan mempunyai karakter fisik berupa kemampuan daya tembus. Kemampuan daya tembus elektron dalam medium diukur dengan parameter *half-value depth* R_{50} (dalam gr/cm^2), *half-entrance depth* R_{50e} (dalam gr/cm^2), *optimum thickness* R_{opt} (dalam gr/cm^2), dan *practical range* R_p (dalam gr/cm^2). Kemampuan daya tembus elektron dengan rentang energi 0.3 – 12 MeV dalam medium polystyrene ditunjukkan pada tabel berikut, yang diperoleh dari perhitungan menggunakan perangkat lunak (*software*) berbasis metode Monte Carlo.

Tabel 3.1 Besar energi MBE yang umum digunakan

E (MeV)	$R_{50}(g/cm^2)$	$R_{50e}(g/cm^2)$	$R_{opt}(g/cm^2)$	$R_p(g/cm^2)$	Ratio R_p/R_{50}
0,3	0,0254	0,0254	0,0000	0,0451	1,7774
0,4	0,0554	0,0554	0,0000	0,0851	1,5360
0,5	0,0923	0,0924	0,0231	0,1310	1,4203
0,6	0,1290	0,1326	0,0754	0,1747	1,3544
0,7	0,1679	0,1762	0,1192	0,2240	1,3339
0,8	0,2085	0,2218	0,1632	0,2746	1,3171
0,9	0,2501	0,2687	0,2072	0,3258	1,3030
1	0,2888	0,3121	0,2491	0,3717	1,2873
1,5	0,5043	0,5477	0,4565	0,6357	1,2605
2	0,7217	0,7890	0,6738	0,9011	1,2485
2,5	0,9454	1,0282	0,8833	1,1692	1,2367
3	1,1708	1,2672	1,0920	1,4373	1,2276
3,5	1,4004	1,5079	1,3026	1,7069	1,2189
4	1,6283	1,7483	1,5125	1,9766	1,2139
4,5	1,8573	1,9871	1,7211	2,2445	1,2085
5	2,0914	2,2270	1,9333	2,5091	1,1997
6	2,5549	2,7070	2,3496	3,0494	1,1936
7	3,0215	3,1847	2,7677	3,5817	1,1854
8	3,4843	3,6579	3,1759	4,1123	1,1803
9	3,9505	4,1333	3,5915	4,6427	1,1752
10	4,4146	4,6057	3,9967	5,1744	1,1721
11	4,8833	5,0782	4,4008	5,7041	1,1680
12	5,3445	5,5470	4,7964	6,2336	1,1663

NOTE—The window is assumed to be 4×10^{-5} m thick titanium (0.018 g/cm²) followed by 0.15 m of air (0.018 g/cm²).

Beberapa pemanfaatan berkas sinar elektron sesuai dengan energi yang dimilikinya ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.2 Pemanfaatan sinar berkas elektron

Energy (MeV)	0.1	0.5	1	2	5	10
Curing of coatings, films	█					
Polymer Cross-linking (Wire, Cable, Tube, Sheet)			█	█		
Grafting		█	█			
Polymer degradation				█	█	
Flue Gas Treatment		█	█			
Water/Sludge Treatment			█	█		
Semi-conductor			█	█	█	█
Medical sterilization					█	█
Sprout inhibition						█
Food preservation						█
Coloring of Gemstone						█

High Energy
7~10MeV

Dosis tipikal penyinaran berkas sinar elektron (dalam kilo Grey, kGy) yang dibutuhkan dalam beberapa pemanfaatan MBE adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Dosis tipikal Penyinaran MBE (kGy)

Dose (kGy)	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10 ¹	10 ²	10 ³
Semi-conductor		[Red bar spanning from 10 ⁻¹ to 10 ³]				
Polymer degradation				[Red bar spanning from 10 ¹ to 10 ²]		
Polymer Cross-linking				[Red bar spanning from 10 ¹ to 10 ²]		
Curing of coatings				[Red bar spanning from 10 ¹ to 10 ²]		
Grafting				[Red bar spanning from 10 ¹ to 10 ²]		
Medical sterilization			[Red bar spanning from 1 to 10 ¹]			
Food preservation			[Red bar spanning from 1 to 10 ¹]			
Effluents (water, gas)			[Red bar spanning from 1 to 10 ¹]			
Disinfection		[Red bar spanning from 10 ⁻¹ to 1]				
Sprout inhibition	[Red bar spanning from 10 ⁻² to 10 ⁻¹]					

Dosis tipikal dalam tabel di atas diperoleh sesuai dengan lamanya waktu penyinaran (iradiasi) berkas sinar elektron terhadap produk. Dosis pada produk akan cepat diperoleh apabila energi elektron yang dipancarkan oleh MBE cukup tinggi. Selain itu, tinggi arus berkas sinar elektron juga ikut mempengaruhi besarnya dosis yang diserap oleh medium produk. Semakin tinggi energi elektron akan semakin cepat waktu pemrosesan pada produk, dalam suatu pemanfaatan tertentu.

3.2.2. Pemanfaatan M.B.E

3.2.2.1. Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses yang mengubah kondisi produk tak steril menjadi produk dalam keadaan yang dinyatakan secara aturan sebagai kondisi tingkat steril. Sterilisasi dengan berkas sinar elektron adalah proses legal yang efisien dan diatur dengan regulasi yang nyata, berdasarkan dengan kaidah in-aktivasi molekul-molekul bio dalam sebuah sel. Intensitas atau dosis iradiasi yang dibutuhkan akan sangat bergantung pada ukuran dan tipe kontaminan yang akan dieliminasi atau dihilangkan. Setiap proses sterilisasi harus divalidasi sehingga selalu konsisten menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi dari standar kualitas yang telah ditentukan. Proses sterilisasi

dengan berkas sinar elektron harus memenuhi persyaratan internasional yaitu sesuai dengan

ISO dan FDA, serta harus menghindari kondisi proses yang ekstrim baik dalam temperatur atau kelembaban. Selain itu proses sterilisasi juga harus dapat selesai dalam waktu yang tak lama sehingga produk dapat segera dilepas ke pasaran.

Sterilisasi biasanya banyak digunakan untuk produk-produk alat kesehatan, obat-obatan dan kosmetika, serta produk sejenis dalam kemasan.



Gambar 3.2 Produk-produk alat kesehatan yang di sterilisasi

3.2.2.2. Iradiasi Makanan

Berkas sinar elektron juga sangat efektif dimanfaatkan untuk pengendalian bakteri atau parasit yang ada dalam makanan. Proses pemanfaatan berkas sinar elektron untuk iradiasi makanan tidak akan mengubah makanan menjadi zat radioaktif, dan tidak pula meninggalkan zat radioaktif dalam makanan. Pemanfaatan berkas sinar elektron untuk iradiasi makanan bukanlah teknologi baru, teknologinya sudah dikembangkan selama 50 tahun yang lalu, dan pemanfaatannya sudah diadopsi oleh 35 negara, termasuk oleh negara maju seperti Amerika dan Kanada. Bahkan institusi PBB, FAO dan WHO telah menganjurkan pemanfaatan teknologi iradiasi ini untuk menurunkan kerugian makanan pasca panen yang disebabkan oleh serangga, busuk dan kontaminasi bakteri ataupun mikroorganisme dalam makanan.

Sebagai catatan penting, lembaga makanan dan obat-obatan pemerintah Amerika, *Food and Drug Administration* (FDA) menganggap dan meregulasikan iradiasi makanan sebagai suatu aditif pada makanan. FDA telah menyetujui proses iradiasi untuk beberapa produk makanan, meliputi iradiasi untuk menghambat pertumbuhan kecambah pada kentang putih, iradiasi untuk pengawetan sayuran, buah-buahan, rempah-rempah, atau iradiasi pada daging mentah beku dari peternakan ayam, sapi dan babi.

Akhir-akhir ini beberapa negara telah melaporkan kesuksesannya dalam memasarkan makan yang telah diiradiasi. Kecenderungan ini memberikan peluang keberhasilan

pemasaran makanan yang telah diiradiasi di masa mendatang. Di Amerika Utara, iradiasi terhadap bumbu rempah telah menjadi fenomena biasa, dan bahkan telah menjadi persyaratan terhadap pemasaran beberapa produk tersebut. Para pakar dari WHO, FAO dan IAEA telah menyimpulkan bahwa iradiasi makanan dengan dosis kurang dari 10 kilo Grey (10 kGy) tidak akan menimbulkan masalah khusus pada nutrisi makanan dan kondisi mikrobiologinya. Pemanfaatan pokok dari proses iradiasi bahan makanan adalah:

- Iradiasi untuk menghambat perkembangan bakteri (misalnya bakteri E-coli) yang ada pada makanan itu sendiri
- Iradiasi untuk mengendalikan bakteri dan parasit yang ada pada makanan segar, seperti buah, sayuran, daging dan *seafood*.
- Iradiasi untuk disinfeksi pada kemasan makanan dan daging
- Iradiasi untuk mengendalikan kerugian akibat serangga yang ada pada buah dan biji-bijian
- Iradiasi untuk menghambat pertumbuhan kecambah pada kentang dan bawang merah/putih
- Iradiasi untuk menghambat pematangan buah-buahan seperti pisang
- Iradiasi untuk mengeliminasi atau menghilangkan mikroba pada herbal dan bumbu rempah



Gambar 3.3 Herbal dan bumbu rempah yang umumnya diiradiasi

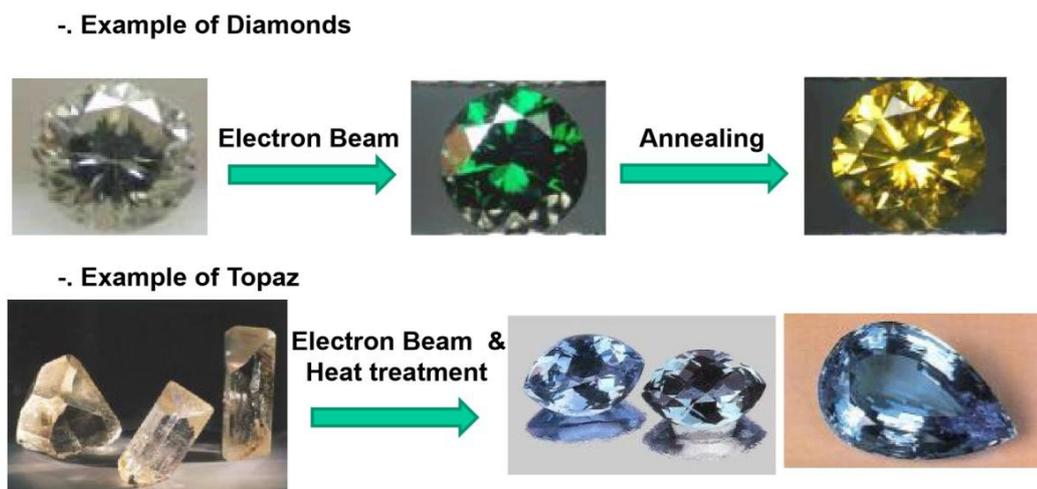
3.2.2.3. Iradiasi Semikonduktor

Selama proses iradiasi, akan terbentuk gugus nano-elektron dalam matrik kristalin semikonduktor. Cacat ini akan memberikan saluran terhadap aliran elektron yang menyebabkan perangkat mampu beroperasi pada frekuensi tinggi. Keuntungan penggunaan berkas sinar elektron untuk proses iradiasi semikonduktor adalah kemampuannya untuk mengatur distribusi cacat pada semikonduktor yang dapat dilakukan dengan mengatur daya dan dosis iradiasi.

Dengan proses iradiasi yang sesuai pada semikonduktor akan mengakibatkan beberapa perbaikan karakter semikonduktor sedemikian rupa sehingga meningkatkan kecepatan *switching*, meminimalkan kebocoran arus-balik dan mengeliminasi penggunaan bahan kimia pada diode daya, komponen optis pada thyristor, diode penyearah, transistor dan komponen lainnya yang membutuhkan pemrosesan sekunder di atas 400 MHz. Beberapa komponen yang dapat ditingkatkan sifat-sifatnya adalah: *Fast Recovery Diodes*, *Power Rectifiers*, *Silicon Controlled Rectifiers (SCR)*, *Bipolar Junction Transistors (BJTs)*, *Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBTs)*, *Gate Turn-off Thyristors (GTOs)*.

3.2.2.4. Pewarnaan Batu-Permata

Proses iradiasi berkas sinar elektron akan mengubah atau merusak struktur kristal batu- permata (*gemstone*) sehingga menimbulkan warna pada batu-permata, seperti pada intan dan batu topaz dan batu berharga lainnya.



Gambar 3.4 Iradiasi batu permata

3.2.2.5. Proses Iradiasi Pada Industri Otomotif

Industri otomotif membutuhkan inovasi untuk mendapatkan kualitas material sehingga tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap tegangan dan regangan serta material yang ringan tetapi kuat dan mudah dibentuk. Proses iradiasi berkas sinar elektron dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan berbagai material, baik berupa bahan polimer maupun bahan komposit, yang tahan terhadap temperatur tinggi, kuat serta ringan, dan mempunyai sifat mekanik yang menguntungkan.

Radiation Processing of Polymers for the Auto Industry:

Improved temperature resistance

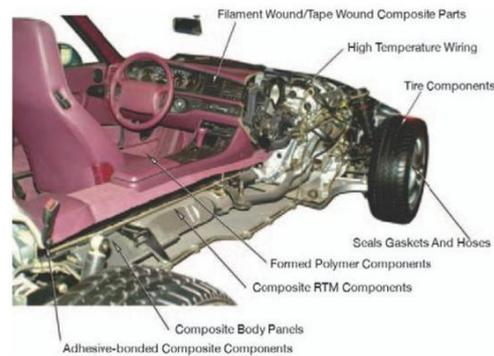
- Increased mechanical properties
- No residuals, Lower cost

Composites

- Very rapid curing
- Ambient temperature curing
- Precise curing control
- Adhesive bonding of thick parts
- Lower costs, Simpler tooling

Irradiation services for the auto industry include:

- Electron beam processing contract services
- Process development support
- Radiation processing consultation
- Materials consultation



Gambar 3.5 Iradiasi bahan polymer

3.2.3. Skema pembangunan M.B.E

Alur pembangunan M.B.E sama dengan alur pembangunan irradiator, didahului dengan studi kelayakan.

3.3. Reaktor Riset, AHR

3.3.1. Reaktor Produksi Isotop AHR (*Aqueous Homogenous Reactor*)

Dengan akan dibangunnya *Science Techno Park* di Buliminung, Kalimantan Timur dan salah satu fasilitas yang direncanakan dibangun adalah reaktor riset maka BATAN menyarankan untuk dibangun reaktor produksi isotop. Salah satu reaktor yang direkomendasikan adalah AHR. Reaktor ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan

sediaan radiofarmaka seperti Technetium-99m, Molybdenum-99 dll. Sediaan radiofarmaka dibutuhkan untuk mencukupi kebutuhan rumah sakit di wilayah Kalimantan dan sekitarnya. Dengan adanya reaktor AHR maka ketergantungan radiofarmaka dari luar Kalimantan dapat dicegah dan mampu menurunkan biaya berobat masyarakat.

Pada umumnya reaktor nuklir dibangun untuk memenuhi kebutuhan listrik, akan tetapi ada pula reaktor nuklir yang dibangun dan digunakan untuk tujuan penelitian atau dikenal dengan *research reactor*. Salah satu pemanfaatan tenaga nuklir atau reaktor riset dalam bidang kesehatan adalah produksi isotop untuk kedokteran nuklir. Senyawa radiofarmaka dapat dihasilkan dari reaktor nuklir dan dimanfaatkan secara maksimal untuk kegiatan medis. Penggunaan radioisotop adalah untuk *tracer*/perunut yang dapat dilokalisasi pada organ tubuh manusia atau sel tertentu.

Salah satu nuklida yang banyak digunakan dalam kedokteran nuklir untuk diagnosis penyakit adalah Technetium-99m (Tc-99m). Nuklida Tc-99m berasal dari peluruhan Molybdenum-99 (Mo-99). Hingga saat ini kebutuhan dunia akan Tc-99m sangatlah tinggi. Berdasarkan data IAEA, pada Tahun 2008 Tc-99m digunakan lebih 25 juta prosedur medis atau sekitar 80% dari seluruh persediaan radiofarmaka. Beberapa alasan penggunaan Tc-99m adalah nuklida ini memancarkan sinar γ yang dapat digunakan sebagai pelacak atau *tracer*. Dengan menggunakan kamera Gamma akan dapat ditemukan daerah mana terjadi anomali pada organ manusia. Tc-99m mempunyai waktu paruh yang pendek sehingga paparan radiasi yang diterima pasien juga akan kecil.

Radioisotop Mo-99 dapat dibuat dengan beberapa cara. Mo-99 merupakan nuklida hasil fisi U-235 yaitu sekitar 6,1 % dari hasil fisi total. Saat ini lebih dari 95% dari produksi Mo-99 berasal dari iradiasi material uranium dengan pengayaan tinggi (*highly enriched uranium* atau dikenal dengan HEU) yang ditempatkan dalam teras reaktor. Namun, karena regulasi IAEA dan membatasi penggunaan HEU maka produksi dengan Mo-99 dengan bahan bakar HEU tidak direkomendasikan. Regulasi IAEA menyebutkan bahwa bahan bakar untuk reaktor riset adalah dengan maksimum pengayaan 20% atau dikenal dengan LEU (low enrichment uranium). Demikian pula jika kita ingin memproduksi isotop terutama Mo-99 maka LEU yang direkomendasikan sebagai target iradiasi.

Pada umumnya produksi Mo-99 dengan target LEU diproduksi dengan mengiradiasi U-235 di dalam teras reaktor. Metode lain yang dapat digunakan untuk memproduksi Mo-99 adalah menggunakan reaktor homogen cair atau *Aqueous Homogenous Reactor* (AHR).

Keunggulan metode ini jika dibandingkan dengan iradiasi U-235 adalah tidak memerlukan adanya target bahan fisil U-235. Bahan bakar reaktor itu sendiri merupakan bahan baku untuk produksi Mo-99. Pemisahan Mo-99 pada AHR lebih mudah dilakukan daripada metode iradiasi. Disamping itu, untuk menghasilkan jumlah Mo-99 yang sama, AHR memerlukan daya yang lebih rendah dibandingkan dengan metode iradiasi target.

Selain itu, AHR juga menghasilkan radiofarmaka sampingan yang sangat bermanfaat di bidang kedokteran nuklir, yaitu I-131 atau Sr-89. Mo-99 di dunia medis merupakan kebutuhan yang tinggi akan tetapi distribusinya kurang sehingga mendorong peneliti untuk mendesain reaktor nuklir AHR. Reaktor ini memiliki beberapa keuntungan prospektif, yaitu dapat beroperasi pada tingkat daya yang jauh lebih rendah dan membutuhkan lebih sedikit uranium karena bahan bakar reaktor itu sendiri yang menjadi bahan baku produksi Mo-99.

3.3.2. Fitur Umum AHR

AHR mempunyai fitur khusus yang membedakannya dengan reaktor nuklir pada umumnya. Bahan bakar AHR tidak ditempatkan di dalam batang-batang kelongsong. Bahan bakar AHR berupa larutan homogen uranium dengan pengayaan rendah yang diletakkan di dalam teras reaktor berupa bejana. Spesifikasi teknis reaktor AHR ditunjukkan pada Tabel 34.

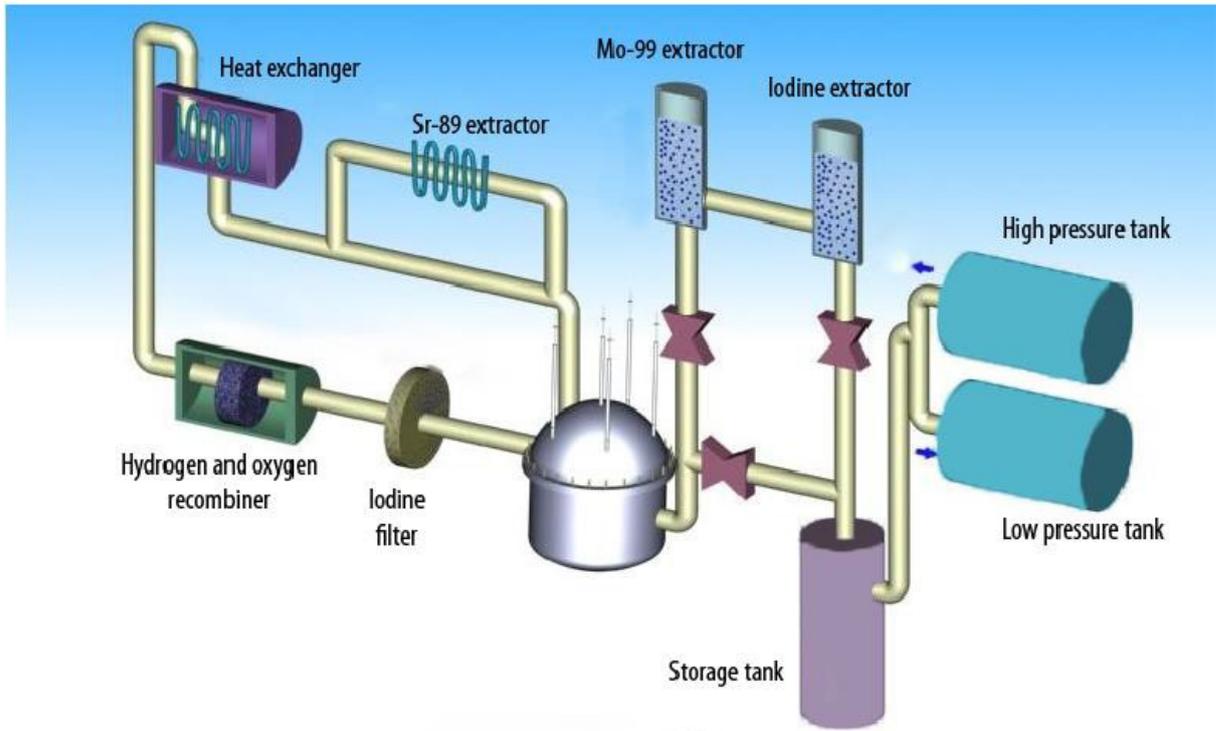
Larutan bahan bakar uranium umumnya berupa garam uranium sulfat UO_2SO_4 atau nitrat $UO_2(NO_3)_2$. Masing-masing bahan bakar tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Bahan bakar $UO_2(NO_3)_2$ mempunyai kelebihan karena memiliki koefisien distribusi yang lebih tinggi untuk ekstraksi Mo-99 dibanding dengan uranium sulfat dan viskositas uranium nitrat lebih rendah daripada uranium sulfat. Kelemahannya adalah memiliki stabilitas radiasi lebih buruk daripada uranium sulfat.

AHR merupakan jenis reaktor nuklir yang bahan bakarnya berupa garam nuklir yang dilarutkan dalam air. Bahan bakar dan moderatornya merupakan fase tunggal, karena itulah disebut reaktor homogen. AHR dioperasikan pada daya yang relatif rendah/kecil yaitu antara 50-300 kW termal. Namun demikian, sebuah instalasi bisa memiliki beberapa reaktor kecil yang terkoneksi satu sama lain dengan fasilitas pemisahan isotop. Untuk mengendalikan reaktivitas, di dalam teras AHR juga terdapat batang kendali yang bisa keluar masuk bejana seperti umumnya jenis reaktor nuklir yang lain. Terkait umpan balik reaktivitas, umumnya AHR memiliki koefisien hampa dan suhu yang nilainya sangat negatif.

Bejana AHR tidak penuh terisi bahan bakar cair, bagian atas dari bejana tersebut merupakan ruang yang berisi gas. Gas tersebut merupakan produk fisi dalam wujud gas dan gas hasil radiolisis. Untuk mengelola gas tersebut, AHR memiliki sistem manajemen gas yang salah satu fungsi utamanya adalah merekombinasi gas hidrogen dan oksigen hasil radiolisis untuk mencegah terjadinya ledakan hidrogen. Air hasil rekombinasi kemudian dikembalikan ke dalam teras. Pada umumnya, pengambilan panas dari teras AHR dilakukan oleh penukar panas berupa pipa/tabung berbentuk kumparan yang terletak di dalam bejana reaktor. Panas yang diambil oleh sistem primer tersebut kemudian dipindahkan ke sistem sekunder yang kemudian melepas panas tersebut ke lingkungan. Di samping sistem pendingin primer, sistem manajemen gas juga digunakan untuk mengambil panas dari teras reaktor. Begitu pula kolam pendingin di luar bejana reaktor juga digunakan untuk mendinginkan bejana reaktor. Pada setiap AHR, bejana reaktor terhubung dengan sistem pemisahan yang berfungsi mengambil isotop dari cairan bahan bakar dan fasilitas dan/atau dari gas di bagian atas bejana. Desain sistem pemisahan ada yang *on-line* ada juga yang *off-line*. Di samping itu, sistem manajemen gas juga bisa difungsikan untuk meningkatkan pengambilan isotop yang diproduksi.

Tabel 3.4 Parameter Teras AHR

Parameter	Nilai
Larutan bahan bakar	Larutan uranil sulfat/nitrat
Konsentrasi Uranium (g/L)	~390
Diameter teras bagian dalam (cm)	30,5
Tinggi reaktor (cm)	65,6
Bejana reaktor	<i>Stainless steel</i>
Ketebalan bejana (cm)	0,5
Reflektor (arah radial)	Grafit
Densitas larutan (g/cm ³)	1,4382
Daya termal (kW)	75
Volume teras (L)	25,5
Densitas daya (kW/L larutan)	2,94



Gambar 3.6 Diagram skematik AHR

Kendala yang dihadapi

1. Secara ekonomis saat ini prospek penjualan radiofarmaka di Kalimantan masih kecil karena jumlah rumah sakit masih sangat sedikit.
2. Dibutuhkan SDM yang mampu merawat dan mengoperasikan reaktor, dan hal ini dapat dipenuhi dengan kerjasama dengan berbagai universitas sebagai penyedia SDM yang handal dan berkualitas.
3. Untuk mengelola kedokteran nuklir di sebuah rumah sakit dibutuhkan seorang spesialis kedokteran nuklir, pada saat ini jumlah dokter spesialis
4. Isotop Tc-99, dan Mo-99 mempunyai waktu paruh yang pendek sehingga jika produksi berlebih tidak dapat dikirim ke luar Pulau Kalimantan.

BAB IV ASPEK INFRASTRUKTUR

4.1. Ketersediaan Industri Nasional, khususnya industri lokal

4.1.1. Potret Industri Kalimantan Timur

Sebagai langkah awal untuk memenuhi target Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) dalam pembangunan PLTN, maka diperlukan data potensi industri yang dianggap mampu untuk berpartisipasi dalam pembangunan instalasi nuklir (irradiator). Dengan adanya perencanaan untuk pengembangan program industri nuklir di Provinsi Kalimantan Timur, maka perlu diidentifikasi industri-industri lokal yang nanti dianggap mampu berperan aktif dan berpartisipasi dalam pembangunan industri nuklir di Provinsi Kalimantan Timur.

Pemetaan industri di wilayah ini dilakukan dengan metode Survey, yaitu dengan melakukan kunjungan teknis dan konsultasi teknis dengan narasumber terkait yaitu di Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Kalimantan Timur dan di Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Timur. Selain itu juga dilakukan studi literatur yang terkait dengan industri di provinsi Kalimantan Timur.

Jenis industri yang dipetakan dalam studi ini adalah industri skala besar dan sedang. Pemilihan ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa dua jenis industri inilah yang dipandang mampu berpartisipasi dalam pembangunan industri nuklir.

4.1.2. Industri Besar dan Sedang (IBS) di Provinsi Kalimantan Timur

Pada tahun 2013, jumlah Industri Besar dan Sedang di Kalimantan Timur tercatat sebanyak 140 perusahaan dan menyerap sejumlah 30.407 tenaga kerja. Total pengeluaran untuk tenaga kerja di IBS berkisar Rp 1,63 triliun. Dibandingkan dengan data tahun 2012, terjadi peningkatan dari segi jumlah perusahaan IBS maupun nilai tambahnya pada tahun 2013. Namun dari segi penyerapan jumlah tenaga kerja, pada tahun 2013 terjadi penurunan jika dibandingkan dengan data tahun 2012 (Kalimantan Timur dalam Angka 2015).

Selama periode lima tahun (2009-2013) jumlah perusahaan Industri Besar dan Sedang di Kalimantan Timur berfluktuasi setiap tahunnya dan secara total tumbuh sebesar 4,90 persen. Pada tiga tahun pertama (2009-2011), jumlah perusahaan IBS di Kalimantan Timur mengalami penurunan dengan tingkat penurunan sebesar 6,31 persen per tahun yaitu dari

111 perusahaan pada tahun 2009 menjadi 104 perusahaan pada tahun 2011. Penurunan jumlah perusahaan pada periode ini lebih banyak disebabkan oleh turunnya jumlah perusahaan pada sub sektor kayu-kayuan dan percetakan. Pada kurun waktu 2012-2013 jumlah perusahaan IBS mengalami peningkatan sebesar 9,31 persen yaitu dari 129 perusahaan pada tahun 2012 menjadi 141 perusahaan pada tahun 2013. Ditinjau dari skala usahanya, terlihat bahwa sekitar 50,35 persen dari total perusahaan yang ada di Kalimantan Timur merupakan industri skala sedang dan sisanya yaitu sebesar 49,65 persen merupakan industri besar. Peningkatan jumlah perusahaan pada kurun waktu 2009-2013 lebih banyak terjadi pada sub sektor industri barang non logam yaitu sebesar 13,90 persen dan sub sektor industri makanan dan minuman yaitu sebesar 9,28 persen. Sedangkan jumlah perusahaan yang mengalami penurunan terjadi pada sub sektor industri percetakan sebesar -4,36 persen dan industri kayu-kayuan sebesar -2,92 persen.

Adapun data mengenai jumlah IBS dan tenaga kerjanya di wilayah Kalimantan Timur pada tahun 2015 dinyatakan pada Tabel 4.1. Berdasar Tabel tersebut, terlihat bahwa jumlah industri IBS di Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2015 adalah sebanyak 96 perusahaan dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 22.104 orang.

Tabel 4.1 Jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) dan Tenaga Kerja (TK) Menurut Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur (Tahun 2015/2016)

Kabupaten/Kota	Industri Besar TK \geq 100 orang		Industri Sedang TK: 20 s/d 99 orang		Jumlah Perusahaan	Jumlah Tenaga Kerja
	Perusahaan	TK	Perusahaan	TK		
1. Paser	5	793	5	180	10	973
2. Kutai Barat	1	109	-	-	1	109
3. Kutai Kartanegara	5	1.089	6	378	11	1.467
4. Kutai Timur	17	5.147	-	-	17	5.147
5. Berau	1	138	2	83	3	221
6. Penajam Paser Utara	2	907	-	-	2	907
7. Mahakam Ulu	-	-	-	-	-	-
8. Balikpapan	11	1.882	17	656	28	2.538
9. Samarinda	10	7.043	9	573	19	7.616
10. Bontang	5	3.126	-	-	5	3.126
Total Kaltim	57	20.234	39	1.870	96	22.104

Sumber: Direktori Industri Besar dan Sedang Provinsi Kalimantan Timur 2015/2016, KATALOG : 1305028.64, ISSN: 1907-1817, BPS Kalimantan Timur

Total 96 perusahaan IBS yang beroperasi di wilayah Kalimantan Timur, dapat dikelompokkan menurut pengkodean KBLI (Kode Baku Lapangan Industri) sesuai dengan jenis/ nama produknya sebagaimana dinyatakan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Daftar Industri Besar dan Sedang (IBS) Menurut Pengkodean KBLI 2009 di Provinsi Kalimantan Timur (Tahun 2015/2016)

Kode KBLI 2009	Nama Produk	Jumlah Perusahaan	Jumlah Tenaga Kerja
10293	Udang Beku	2	705
10431	Crude Palm Oil, CPKO	39	7531
10531	Es Lilin Dan Es Krim	1	40
10710	Roti Bakery	4	112
10774	Garam Beryodium	1	43
11050	Air Minum Dalam Kemasan	4	338
14111	Pakaian Jadi (Garment)	2	310
15112	Penyamakan Kulit Reptil	1	85
16101	Kayu Gergajian	2	252
16211	Kayu Lapis (Plywood)	4	3906
16212	Kayu Lapis (Plywood) Laminasi	2	2884
16221	Moulding	1	25
18111	Koran Manuntung	2	220
19212	Methanol	1	203
20112	Amoniak Liquid	3	281
20113	Amoniak	1	197
20114	Amonium Nitrat Solution	2	278
20122	Pupuk Urea & Amoniak	1	2448
20291	Lem Kayu	1	69
22112	Vulkanisir Ban & Barang2 Karet	1	175
22292	Industri Kasur Spring Bed	1	112
22293	Kasur Busa	1	138
23921	Batu Bata	3	76
23953	Paving Block	2	276
24103	X Over, Weco, Bull Plug	1	127
25920	Body Repaired	2	203
25934	Bengkel Bubut (Jasa)	2	178
30111	Galangan Kapal	6	772
31009	Jasa Industri Spring Bed	1	27
33151	Jasa Galangan Kapal	2	273

Berdasar Tabel tersebut dapat diketahui bahwa jumlah terbesar perusahaan IBS di provinsi Kalimantan Timur adalah perusahaan *Crude Palm Oilm* (CPKO) sebanyak 39 buah, disusul dengan perusahaan galangan kapal sebanyak 6 buah.

4.2. Peluang Industri yang Dikembangkan di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Sekitarnya

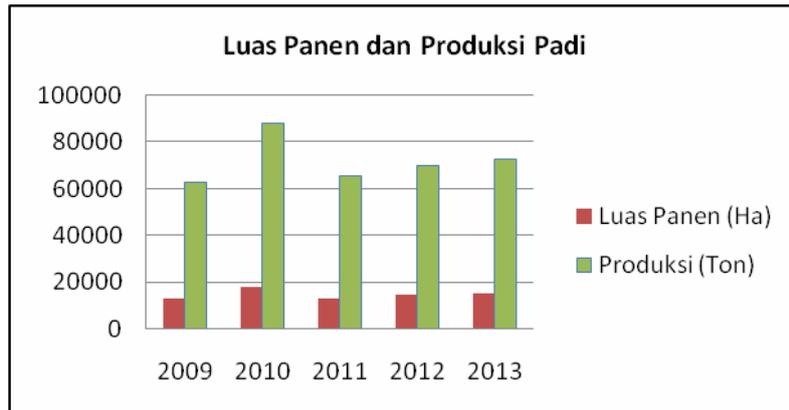
Banyaknya perusahaan yang bergerak di bidang industri masih tetap sebanyak 1.117 perusahaan sejak tahun 2010 hingga 2014 yang tersebar di empat kecamatan (Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014). Melihat potensi daerah dan sekitarnya, jumlah industri ini dapat dikembangkan lagi, terlebih dengan akan dibangunnya Kawasan Industri Buluminung - Gersik - Pantai Lango, Kabupaten Penajam Paser Utara.

Kabupaten Penajam Paser Utara mempunyai potensi hasil pertanian yang tinggi. Produk-produk pertanian menjadi andalan Kabupaten Penajam Paser Utara. Untuk tanaman pangan, meskipun mengalami penurunan pada tahun 2011 seperti pada Tabel 4.3 dan Gambar IV.9, namun beranjak meningkat setelah itu. Pada tahun 2013 mengalami peningkatan, luas panen padi sawah pada tahun 2013 menjadi 13.373 hektar atau naik sebesar 2,17% dan luas panen padi ladang menjadi 1.590 hektar, atau naik sebesar 41,96% dibanding tahun 2012. Seiring dengan naiknya luas panen, produksinya juga mengalami kenaikan, produksi padi sawah pada tahun 2013 naik sebesar 3,42% menjadi sebesar 68.444 ton dari 66.179 ton pada tahun 2012, sedangkan produksi padi ladang juga naik dari 3.344 ton pada tahun 2012 menjadi 4.233 ton tahun 2013 atau naik sebesar 26,58%. Namun sayangnya hal ini tidak diikuti oleh produksi palawija, yang mengalami penurunan pada tahun 2013.

Tabel 4.3 Luas Areal dan Jumlah Produksi Tanaman Padi Kabupaten Penajam Paser Utara, Tahun 2009 - 2013

Tahun	Padi Sawah		Padi Ladang		Total	
	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)
2009	11.686	60.276	926	2.238	12.612	62.514
2010	15.854	83.686	1.709	4.189	17.563	87.875
2011	12.202	63.264	732	2.063	12.934	65.327
2012	13.089	66.179	1.120	3.344	14.209	69.523
2013	13.373	68.444	1.590	4.233	14.963	72.677

Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014



Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014

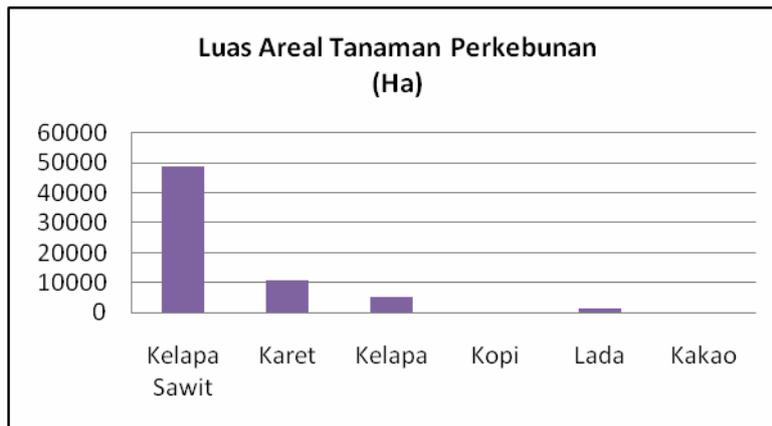
Gambar 4.1 Grafik Perkembangan luas panen dan produksi padi

Untuk produk hasil perkebunan dan kehutanan, Kabupaten Penajam Paser Utara mempunyai unggulan pada tanaman kelapa sawit, karet, kelapa, kopi, lada, dan kakao, dengan luas areal seperti terlihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.2. Tanaman kelapa sawit menjadi produk unggulan dengan luas lahan terbesar hingga mencapai 73,79% atau setara dengan luas total 48.669 Ha. Tanaman dengan urutan kedua adalah karet dengan luas total 10.922 Ha.

Tabel 4.4 Luas Areal Tanaman Perkebunan Kabupaten Penajam Paser Utara, Tahun 2013

Tanaman	Tanaman Belum Menghasilkan (Ha)	Tanaman Menghasilkan (Ha)	Tanaman Tua (Ha)	Total (Ha)
Kelapa Sawit	14.364,00	34.335,00	-	48.699,00
Karet	5.900,00	5.022,00	-	10.922,00
Kelapa	739,00	4.230,00	-	4.969,00
Kopi	-	27,00	-	27,00
Lada	233,00	1.136,00	-	1.369,00
Kakao	-	14,99	-	14,99

Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014



Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014

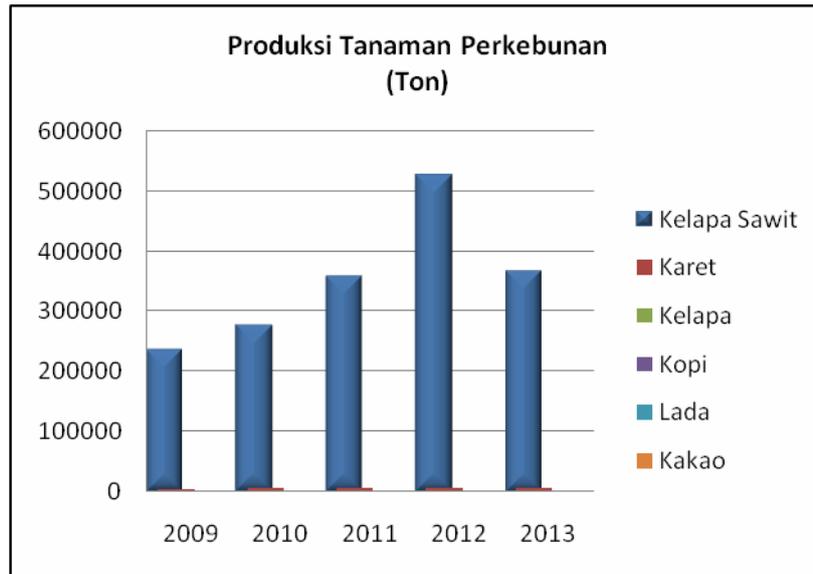
Gambar 4.2 Luas Areal Tanaman Perkebunan

Hasil produksi tanaman meningkat dari tahun ke tahun, namun pernah mengalami penurunan pada tahun 2013 seperti pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.3. Produksi kelapa sawit pada tahun 2013 mengalami penurunan sebesar 30,41% dibanding tahun 2012 menjadi sebesar 367.266 Ton. Dilihat produktivitasnya, maka produktitas kelapa sawit pada tahun 2013 adalah 10,70 ton/Ha.

Tabel 4.5 Produksi Tanaman Perkebunan Kabupaten Penajam Paser Utara, Tahun 2009 - 2013

Tahun	Kelapa Sawit (Ton)	Karet (Ton)	Kelapa (Ton)	Kopi (Ton)	Lada (Ton)	Kakao (Ton)
2009	236.409,00	3.984,10	2.926,50	106,00	1.986,20	113,00
2010	277.452,66	6.731,04	2.598,50	80,40	1.210,40	60,10
2011	357.882,00	6.876,00	2.589,00	76,00	1.702,00	60,00
2012	527.736,00	6.876,00	2.589,00	54,00	1.028,00	44,00
2013	367.266,00	6.477,00	2.589,80	11,00	1.028,00	8,70

Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014



Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014

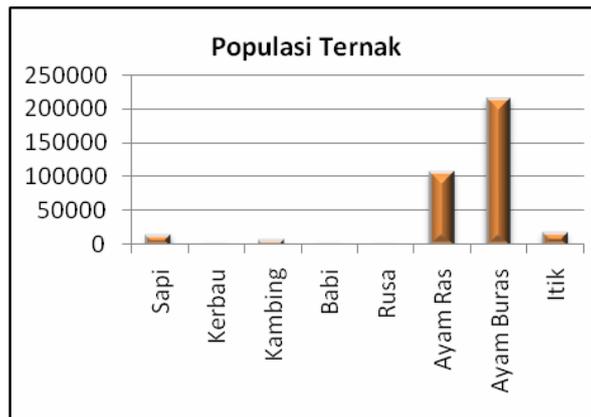
Gambar 4.3 Grafik Produksi Tanaman Perkebunan

Populasi ternak di Kabupaten Penajam Paser Utara cukup besar, yaitu sapi dan kerbau masing-masing sebanyak 10.879 ekor dan 490 ekor seperti tampak pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Populasi Ternak Kabupaten Penajam Paser Utara, Tahun 2013

No	Ternak	Jumlah
1	Sapi	10.879
2	Kerbau	490
3	Kambing	3.531
4	Babi	693
5	Rusa	194
6	Ayam Ras	104.205
7	Ayam Buras	212.334
8	Itik	15.077

Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014



Sumber: Kabupaten Penajam Utara dalam Angka, 2014

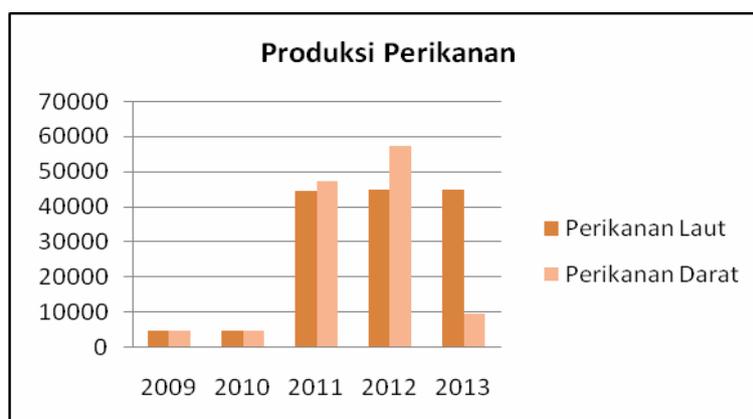
Gambar 4.4 Populasi Ternak

Untuk produksi perikanan dibedakan menjadi dua, yaitu perikanan laut dan perikanan darat, di mana produksi perikanan laut pada tahun 2013 sebesar 44.667 ton, dan produksi perikanan darat terjadi penurunan sebesar 83,02% dibandingkan tahun sebelumnya menjadi 9.747,82 ton. Tabel 4.7 dan Gambar 4.5 menunjukkan perkembangan produksi perikanan di Kabupaten Penajam Paser Utara.

Tabel 4.7 Produksi perikanan Kabupaten Penajam Paser Utara, Tahun 2009 - 2013

Jenis	2009	2010	2011	2012	2013
Perikanan Laut	4.758,6	4.861,2	44.435,0	44.667,0	44.667,0
Perikanan Darat	4.711,2	4.830,7	47.362,8	57.400,0	9.747,8

Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014



Sumber: Kabupaten Penajam Paser Utara dalam Angka, 2014

Gambar 4.5 Produksi perikanan

Potensi dalam bidang pertambangan kurang begitu menonjol, tapi masih memungkinkan dilakukan analisis dan penelitian di bidang ini. Hal ini bisa ditandai dari jumlah perusahaan yang tidak terlalu banyak bergerak di bidang pertambangan. Hanya ada 2 perusahaan di bidang pertambangan minyak dan 2 di bidang gas. Perusahaan di bidang pertambangan batu bara cukup banyak, sebesar 52 perusahaan. Pertambangan mineral bukan logam dan batuan belum terlalu banyak digali. Perusahaan yang bergerak di bidang usaha pertambangan ini pada tahun 2013 tercatat sebanyak 23 buah yang melakukan penambangan batu gunung, 1 perusahaan di pertambangan tanah urug, dan 3 perusahaan di pertambangan pasir kwarsa.

Pengembangan Kawasan Industri Buluminung, Gersik, Pantai Lango perlu mencermati potensi-potensi wilayah di Kabupaten Penajam Paser Utara terutama bidang Pertanian. Potensi di bidang pertanian ini dapat menjadi material utama yang diolah dan dikembangkan menjadi produk yang mempunyai nilai tambah. Namun sebaliknya pengembangan industri tersebut juga menjadi penunjang peningkatan teknologi sarana prasarana yang akan meningkatkan potensi daerah. Misalnya dengan membangun industri-industri manufaktur yang akan mengembangkan peralatan pertanian moderen. Jadi ada timbal balik, saling ketergantungan, dan saling mendukung antara potensi daerah dan rencana pengembangan Kawasan Industri Buluminung - Gersik - Pantai Lango.

Rencana pengembangan Kawasan Industri juga perlu mempertimbangkan potensi kabupaten lain di sekitar Kabupaten Penajam Paser Utara pada khususnya, dan kabupaten-kabupaten/kota lainnya di Provinsi Kalimantan Timur. Terutama dengan potensi pertambangan minyak, gas, dan batu bara yang sangat kaya di Provinsi ini.

4.3. Analisis Jenis dan Sebaran Industri Eksisting

Tidak seluruh area di Kawasan Industri Buluminung, Gersik, Pantai Lango dapat dikembangkan untuk lokasi industri-industri di waktu yang datang. Hal ini karena sudah ada beberapa industri yang mempunyai perijinan dan menempati lokasi di Kawasan Industri. Buluminung, Gersik, Pantai Lango. Industri-industri tersebut adalah seperti pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Sebaran Industri Eksisiting Di Kawasan Industri

No	Perusahaan	Alamat Kantor	Bidang
1	PT Agra Bareksa Indonesia	Jl Aipda KS Tubun 66C Jakarta Barat 11410	Forest plantation, pulp and paper producer
2	PT Astra Agro Lestari	Jl. Puloayang Raya Blok OR- 1, Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta 13930	Agribusiness, management of oil palm plantations and the production of palm oil
3	PT Bakal Makmur Sejahtera	Desa Airpanas, kecamatan Batuwas. Dari Samarinda Km 36 Kalimantan Timur	Barge Loading Plant
4	PT Cahayaku Bara Sejahtera	Komplek Balikpapan baru blok m-3 , Balikpapan	Trading Company
5	PT Camindo Jaya	Graha Mandiri Building, 26th Floor, Jl. ImanBonjol No.61 Jakarta	Coal Mining System
6	PT Fajar Surya Swadaya	. P. Antasari RT 30 No. 6D Samarinda-Kalimantan Timur	Forestry
7	PT Kayada Sakti Mangkuerai	Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur	Chemistry
8	PT Fajar Surya Swadaya	Jl. P. Antasari RT 30 No. 6D Samarinda-Kalimantan Timur	Forestry
9	PT Kereta Api Borneo	Jl. Diponegoro, Samarinda, Kalimantan Timur	Railways
10	PT Majapahit Agroindustri	Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur	Rubber plantation
11	PT Paser Prima Coal	Jl HR Rasuna Said Kav B-2 Wisma Bakrie 2 Lt 9 Karet, Setia Budi Jakarta Selatan	Coal Mining
12	PT Pelabuhan Penajam Banua Taka (Eastkal Supply Base)	Setiabudi Atrium Building 3 rd floor Jl. HR Rasuna Said Kav. 62 - Jakarta	Supply Base Facility which a specially designed port to provide integrated logistic services especially for oil and gas activity
13	PT Smelter Nickel Indonesia	Kalimantan Timur	Nickel Smelter
	PT Teraoka Trans Loader Shipyards	Rasuna Office Park Blok Fr Jalan H.R Rasuna Said Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12960	Shipping Service
14	PT Usda Seroja Jaya	Jl. Bendahara No. 10 Kumai	Shipyards, shipping
15		Jl. Raya Sendolas Km 14	

16	PT Agra Bareksa Indonesia	Jl Aipda KS Tubun 66C Pulau Gelang-Rengat Indragiri Hulu, Riau	Forest plantation, pulp

Industri-industri yang sudah menempati lokasi disebut dengan industri eksisting. Industri-industri eksisting ini akan menjadi salah satu kriteria penempatan masing-masing zona industri pada kawasan industri. Kriteria ini akan menempatkan zona industri yang sejenis dengan industri eksisting pada lokasi yang sama. Letak dan luasan setiap industri eksisting seperti pada Gambar 4.6 berikut:

Peluang Industri yang dapat dikembangkan di Provinsi Kalimantan Timur

Perusahaan industri yang berpotensi untuk masuk ke Kawasan Industri Buluminung - Gersik - Pantai Lango di Kabupaten Penajam Paser Utara, selain perusahaan yang memanfaatkan bahan baku lokal dari Kabupaten Penajam Paser Utara juga berasal dari wilayah hinterland, dan salah satunya dari kabupaten/kota lain di Provinsi Kalimantan Timur. Data dan informasi yang sekiranya dapat dimanfaatkan untuk mengetahui potensi perusahaan industri yang dimaksud, adalah data ekspor-impor Provinsi Kalimantan Timur. Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 menunjukkan hasil ekspor-impor produk mineral (batubara dan minyak mentah) sebagai bahan bakar menempati urutan paling banyak diekspor ke luar daerah atau luar negeri. Selain itu, peralatan mesin mekanik, dan elektronik menjadi penyumbang terbesar kedua komoditi yang diimpor dari luar Kalimantan Timur. Baik produk ekspor maupun produk impor menjadi “peluang” bagi dunia usaha untuk melakukan kegiatan investasi. Ekspor daerah seperti yang diharapkan oleh masyarakat dan pemerintah menjadi peluang investasi di bidang komoditas ekspor baik dengan eksploitasi sumberdaya alam setempat dan mengolahnya menjadi kegiatan industri maupun mengekspornya, yang dari kesemuanya akan berpengaruh terhadap penerimaan dan pengeluaran devisa. Impor daerah juga dapat menjadi peluang bagi investor untuk melakukan investasi di bidang industri substitusi impor.

Ekspor dari Provinsi Kalimantan Timur lebih banyak menghasilkan produk komoditi mineral seperti hasil pengolahan minyak bumi. Selain itu, terdapat produk kimia yang juga menjadi produk yang dapat diekspor keluar daerah. Produk kayu dan olahannya juga menjadi ekspor yang menarik karena menghasilkan ekspor dengan jumlah yang besar.

Tabel 4.9 Daftar komoditi Impor Provinsi Kalimantan Timur 2012

Komoditi	Berat (Kg)	Nilai (\$)
Mineral Products	6,330,620,990	5,090,037,097
Machinery, electrical, electronic equipments	62,815,637	834,864,367
Vehicles, aircraft, vessels	222,034,454	561,543,663
Product of Chemical or allied industries	395,166,827	332,830,369
Plastics, rubber, and articles thereof	17,730,732	174,210,397
Base metal and articles thereof	17,836,482	157,591,293
Optical, photographics, musical instruments	913,056	41,773,960
Vegetable Product	18,820,136	12,465,146
cement, plaster, ceramic product, glass	386,105	4,715,224
Miscellaneous manufactured articles	311,976	3,062,422
Textiles and textile article	139,706	1,708,792

Komoditi	Berat (Kg)	Nilai (\$)
Pulp, paper, and articles	185,497	883,184
Wood and its articles, plaiting materials	4,175,726	802,426
Works of art, antieques	15,937	81,773
Footwear, umbrellas, artificial flowers	3,148	76,688
Raw hides, skins, leather, and articles	4,370	61,879
Pearls, precious or semiprecious stone	162	21,245
Foodstuffs, beverages, spirits and tobacco	2,578	6,315
Fats, Oils, waxes of animal	19	979
Arms and ammunition, parts and accessories	1	175
TOTAL	7,071,163,539	7,216,737,394

Sumber : kaltim.bps.go.id

Tabel 4.10 Daftar Komoditi Ekspor Provinsi Kalimantan Timur 2012

Komoditi	Berat (Kg)	Nilai (\$)
Mineral Products	242,540,813,752	36,097,014,892
Product of chemical	2,028,558,900	831,165,179
Fats, Oils, waxes of animal/vegetables	481,137,594	490,083,205
Wood and its articles	1,450,966,941	414,686,549
Live animal, animal product	16,181,621	50,066,293
Machinery, electrical, electronic equipments	3,438,261	36,260,035
Foodstuff, beverages, spirits and tobacco	7,112,027	25,527,037
Optical, photographics, musical instruments	106,546	9,886,136
Base metals and articles thereof	1,104,563	9,115,278
Vehicles, aircraft, vessels, etc	4,315,509	6,828,566
Raw hides, skins, leather	17,679	1,108,915
Vegetable product	4,579,885	1,078,236
Miscellaneous manufactured articles	197,335	587,230
Plastics rubber, and articles sort of	198,132	396,038
Footwear, umbrellas, artificial flowers	134,616	159,590
Textiles and textile articles	152,232	104,292
Pulp, paper, and articles thereof	31,535	76,033
Cement, plasters, ceramic product, glass	634	7,980
Works of art, antiques	361	541
TOTAL	246,539,048,123	37,974,152,025

Sumber : kaltim.bps.go.id

Dari 2 (dua) tabel impor dan tabel ekspor tersebut di atas, produk atau komoditi produk mineral menjadi produk yang dibutuhkan oleh masyarakat di Provinsi Kalimantan Timur dan produk ini juga merupakan produk andalan yang menghasilkan devisa bagi Provinsi Kalimantan Timur. Kebutuhan lain yang penting untuk diperhatikan adalah kebutuhan akan peralatan mesin, elektronik, dan kendaraan, sehingga kebutuhannya dilakukan dengan cara

mendatangkan produk dari luar daerah atau luar negeri. Bagi perusahaan industri, potensi-potensi tersebut di atas kiranya menjadi peluang untuk digarap, dan untuk menggarapnya memerlukan space dengan memanfaatkan kawasan industri yang dikembangkan oleh Pemerintah Kabupaten Penajam Paser Utara di Kawasan Industri Buluminung - Gersik - Pantai Lango.

4.4. Ketersediaan SDM

Penyiapan SDM instalasi nuklir, khususnya iradiator perlu dilakukan secara dini agar ketersediaan SDM yang mempunyai etos unggul dan andal siap ketika instalasi tersebut dioperasikan. Instalasi nuklir membutuhkan SDM yang mempunyai etos unggul dan andal untuk mengoperasikan dan merawatnya. Hal ini selaras dengan *code of conduct* internasional yang mengutamakan keselamatan (*safety*), keamanan (*security*), dan keandalan (*reliability*) pada Reaktor Daya. Semua SDM yang terlibat mulai tahap pre-project hingga operasionalnya memenuhi kualifikasi tertentu, baik dari aspek pengetahuan, keterampilan teknis, manajerial dan *softskill*.

Rekrutmen SDM dapat dilaksanakan dari kalangan internal, eksternal dan mahasiswa berprestasi. Faktor penting yang harus dipenuhi adalah faktor kompetensi teknis (*hard competency*), serta sikap dan perilaku (*soft competency*). Sikap perilaku inti yang harus dimiliki oleh semua personel yang bekerja di instalasi nuklir adalah harus mempunyai kompetensi sebagai berikut:

Keselamatan dan kesehatan (*safety and health*), yaitu kemauan dan kemampuan untuk mengendalikan lingkungan di sekitarnya dari tindakan atau kondisi yang berbahaya dalam rangka mencegah timbulnya kecelakaan atau keadaan darurat;

Pengendalian diri (*self control*), yaitu kemauan dan kemampuan mengendalikan diri pada saat menghadapi masalah yang sulit, kritik dari orang lain atau pada saat bekerja di bawah tekanan;

Perhatian terhadap keteraturan (*concern for order*), yaitu kecenderungan yang kuat untuk berpegang pada standar, acuan serta komitmen untuk mencapai hasil yang maksimal, menghindari ketidakpastian khususnya dalam hal yang berkaitan dengan penugasan, ketepatan/ketelitian data dan informasi di tempat kerja;

Integritas (*integrity*), yaitu kemampuan bertindak konsisten dengan nilai, norma organisasi, norma sosial dan kebijakan organisasi walaupun dalam posisi yang sulit; dan berorientasi pada kualitas (*quality oriented*), yaitu kemauan untuk memantau dan memeriksa

pekerjaan atau informasi dalam upaya senantiasa menghasilkan produksi, proses atau informasi yang lebih akurat dan lebih baik.

4.4.1. Klasifikasi Pekerja Iradiator

Pekerja iradiator diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Operator Iradiator

Operator iradiator adalah orang yang mengoperasikan iradiator dan perlengkapannya.

2. Petugas Dosimetri

Petugas dosimetri adalah orang yang melakukan pekerjaan dosimetri di ruang iradiasi.

3. Petugas Proteksi Radiasi

Petugas Proteksi Radiasi adalah orang yang bertanggung jawab atas segala sesuatu yang berhubungan dengan keselamatan radiasi setiap orang dalam lingkungan kekuasaannya kepada Pengusaha Instalasi.

4. Petugas Perawatan/perbaikan

Petugas perawatan/perbaikan adalah orang yang melakukan pemeriksaan rutin dan perbaikan seluruh peralatan yang rusak untuk menjamin kelangsungan dan keselamatan operasi peralatan.

4.4.2. Kualifikasi Pekerja Iradiator

Kualifikasi adalah syarat-syarat yang mutlak diperlukan oleh para pemangku jabatan agar secara operasional dapat menjalankan pekerjaan dengan baik, yaitu:

Kualifikasi Operator Iradiator adalah :

- Pendidikan serendah-rendahnya Sekolah Menengah Atas atau Sekolah Kejuruan eksakta;
- Pernah mengikuti kursus proteksi radiasi;
- Mempunyai kemampuan mengoperasikan iradiator dan alat ukur radiasi secara baik dan aman;
- Menguasai peraturan kerja dan prosedur kerja dengan iradiator jika terjadi keadaan darurat.

Kualifikasi Petugas Dosimetri adalah :

- Pendidikan serendah-rendahnya Sekolah Menengah Atas atau Sekolah Kejuruan Eksakta;
- Pernah mengikuti kursus proteksi radiasi;
- Mempunyai pengetahuan tentang dosimetri.

Kualifikasi Petugas Proteksi Radiasi adalah :

- Pendidikan serendah-rendahnya D3 atau Akademi Eksakta;
- Memahami semua peraturan pemerintah yang berhubungan dengan pemanfaatan zat radioaktif dan/atau sumber radiasi;
- Memiliki sertifikasi proteksi radiasi;

Kualifikasi Petugas Perawatan/perbaikan adalah :

- Pendidikan serendah-rendahnya Sekolah Menengah Atas atau Sekolah Kejuruan Eksakta;
- Pernah mengikuti kursus proteksi radiasi atau mempunyai pengetahuan dasar mengenai bahaya radiasi dan ketentuan keselamatan kerja;
- Mempunyai pengetahuan tentang mesin dan mekanisme kerja iradiator.

Ketersediaan SDM untuk mengoperasikan Iradiator dapat disediakan oleh perguruan tinggi dan sekolah lanjutan atas yang tersedia di Provinsi Kalimantan Timur, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.11 hingga Tabel 4.13.

Tabel 4.11 Jumlah Tenaga Kerja di Kalimantan Timur

Pendidikan	Bekerja	Pengangguran Terbuka	Jumlah
SMA/SMK	566393	67119	283232
D1/D2/D3	49496	2561	12597
Sarjana	162050	5868	23882

Tabel 4.12 Jumlah Murid SMA/SMK/MA

No	Kabupaten/Kota	SMA	SMK	MA
1	Paser	4046	4360	1090
2	Kutai Timur	3571	3154	98
3	Kutai Kartanegara	13053	10702	1746
4	Kutai Barat	5183	5424	169
5	Berau	4922	2911	468
6	Penajam Paser Utara	2818	2980	418
7	Mahakam Ulu	737	192	-
8	Balikpapan	11000	13732	139
9	Samarinda	13428	21722	243
10	Bontang	3779	3769	50
Total		62537	68951	7435

Tabel 4.13 Perguruan Tinggi di Kalimantan Timur

No	Kabupaten/Kota	Perguruan Tinggi
1	Paser	<ul style="list-style-type: none"> • STIPER Muhammadiyah • Akademi Keuangan dan Perbankan Widya Praja
2	Kutai Timur	<ul style="list-style-type: none"> • Sekolah Tinggi Pertanian
3	Kutai Kartanegara	<ul style="list-style-type: none"> • Akademi Kebidanan Kutai Husada, • STIE • STTT • Universitas Kutai Kartanegara
4	Kutai Barat	
5	Berau	<ul style="list-style-type: none"> • STIEM Muhammadiyah
6	Penajam Paser Utara	
7	Mahakam Ulu	

8	Balikpapan	<ul style="list-style-type: none"> • Akademi Akuntansi • Akademi Bahasa Asing • Akademi Kebidanan • AMIK • ASMI Airlangga • Politeknik Balikpapan • STIE Balikpapan • STT Migas Balikpapan • STMIK • Universitas Balikpapan • Universitas Tridarma
9	Samarinda	<ul style="list-style-type: none"> • Universitas Mulawarman • Politeknik Kesehatan Negeri • Politeknik Pertanian Negeri • Politeknik Negeri • STAIN • ABA Colorado • Akademi Farmasi • Akademi Kebidanan
10	Bontang	<ul style="list-style-type: none"> • ST Teknologi Industri • Universitas Trunajaya

Ketersediaan SDM di Kalimantan Timur untuk mengoperasikan instalasi nuklir, khususnya irradiator atau MBE saat ini belum ada. Tetapi SDM ini dapat dipersiapkan dari lulusan-lulusan terbaik dari sekolah-sekolah dan perguruan tinggi yang telah tersedia banyak. Oleh karena itu, SDM untuk mengelola instalasi nuklir ini perlu disiapkan dengan baik sebelum pembangunan dimulai.

4.5. Kesiapan Air dan Listrik

4.5.1. Ketersediaan Air

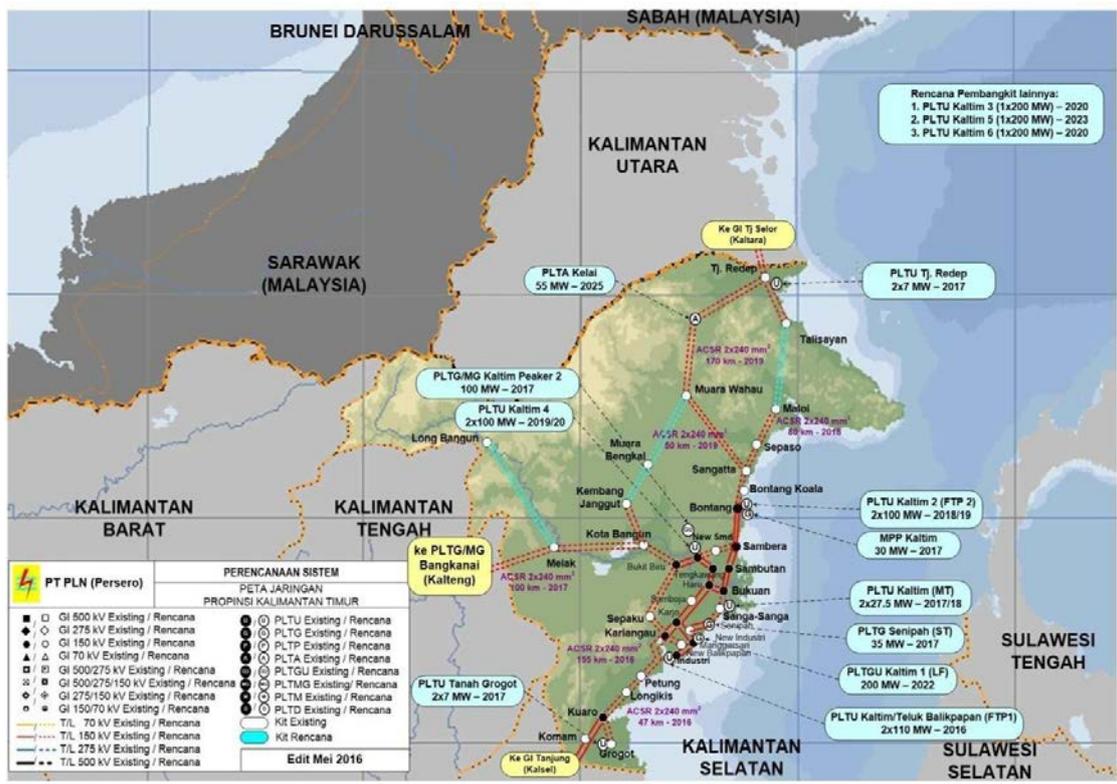
Secara umum, kemampuan perusahaan air minum (PAM) untuk mensuplai air bersih masih sangat terbatas, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.14. Sebagian besar kebutuhan air bersih berasal dari air tanah yang langsung digunakan oleh masyarakat. Oleh karena itu, kebutuhan air bersih untuk fasilitas irradiator harus disediakan secara mandiri melalui sumur bor.

Tabel 4.14 Ketersediaan Air yang Disalurkan ke Pelanggan

No	Kabupaten/Kota	Kapasitas (M ³)
1	Paser	6859
2	Kutai Timur	2608
3	Kutai Kartanegara	19941
4	Kutai Barat	6329
5	Berau	7690
6	Penajam Paser Utara	1306
7	Mahakam Ulu	-
8	Balikpapan	49293
9	Samarinda	70932
10	Bontang	14627
Total		174585

4.5.2. Ketersediaan Listrik

Sistem kelistrikan Kalimantan Timur dilayani oleh PT. PLN (Pesero) Wilayah Kalimantan Timur. Sistem ini terdiri atas sistem interkoneksi 150 kV dan sistem isolated 20 kV. Peta kelistrikan Provinsi Kalimantan Timur ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Peta Kelistrikan Wilayah Provinsi Kalimantan Timur

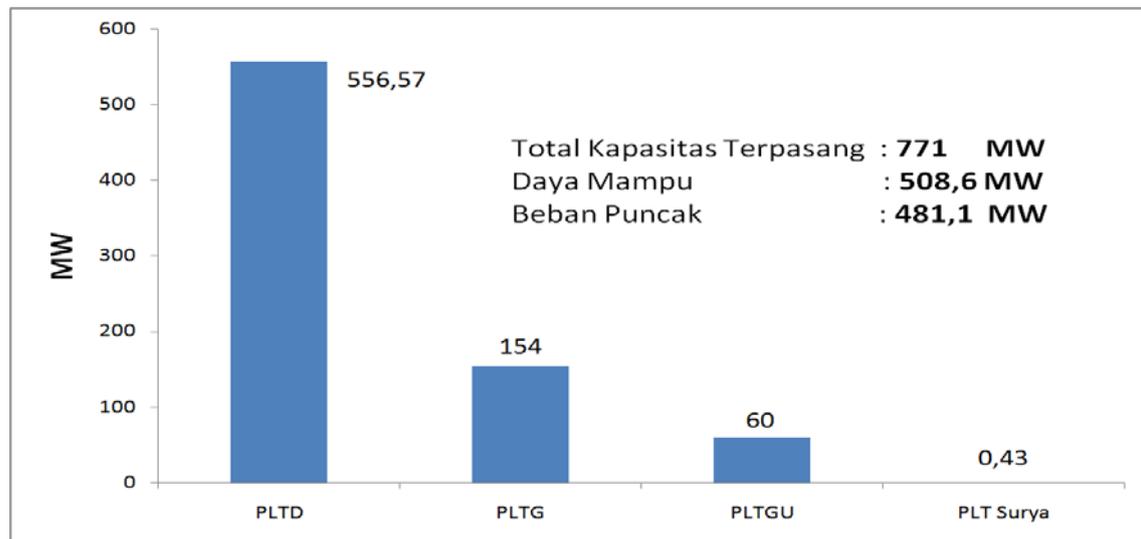
Berdasar Gambar 4.7 terlihat bahwa satu-satunya sistem kelistrikan yang paling berkembang di Kalimantan Timur adalah sistem Mahakam, sedangkan sistem yang lain merupakan sistem yang *isolated*. Rasio jumlah pelanggan rumah tangga berlistrik PLN pada tahun 2015 untuk Provinsi Kalimantan Timur adalah sebesar 85,80%.

Berdasar Tabel 4.15 ditunjukkan bahwa hingga September 2015, kapasitas terpasang keseluruhan sistem adalah 771 MW, daya mampu sekitar 508 MW dan beban puncak 481 MW (termasuk *captive power*).

Tabel 4.15 Kondisi Kelistrikan Kalimantan Timur s/d September 2015

No	Sistem	Jenis	Bahan Bakar	Daya Terpasang (MW)	Daya Mampu (MW)	Beban Puncak (MW)
1	Mahakam	PLTU/GU/G/D	Batubara/Gas/BBM	660.6	425.2	
2	Petung	PLTD/MG	BBM/Gas	21.2	14	13.8
3	Tanah Grogot	PLTD	BBM	17.2	13.8	13.2
4	Melak	PLTD	BBM	24.7	16	11
5	Sangatta	PLTD	BBM	19.7	18.2	17.1
6	Berau	PLTU/D	Batubara/BBM	27.6	21.4	20.9
Total				771	508.6	

Komposisi pembangkitan yang eksisting di Kalimantan Timur dapat dilihat pada Gambar 4.8 Dari sejumlah pembangkit yang memasok sistem Kalimantan Timur, sekitar 60% merupakan pembangkit berbahan bakar diesel (PLTD).



Gambar 4.7 Komposisi Pembangkitan Eksisting di Kalimantan Timur

Karena sistem mahakam merupakan satu-satunya sistem yang terinterkoneksi, maka beban puncak pada sistem inilah yang menjadi basis dalam proyeksi permintaan energi listrik sampai akhir tahun studi.

Sistem kelistrikan Mahakam merupakan sebuah sistem interkoneksi tegangan tinggi 150 kV yang melayani kota Balikpapan, Samarinda, Tenggarong dan Bontang. Sistem Mahakam dipasok dari beberapa jenis pembangkit yaitu PLTU, PLTGU, PLTG, PLTMG dan PLTD, baik milik PLN maupun IPP serta mesin sewa dan *excess power*. Kemampuan sistem ini masih terbatas karena belum tersedia cadangan yang cukup sehingga penambahan pelanggan baru terutama yang memerlukan daya cukup besar, masih dikendalikan dan disesuaikan dengan kemampuan pembangkit. Apabila terdapat pemeliharaan atau gangguan unit pembangkit kapasitas besar, maka sistem ini bisa mengalami defisit daya.

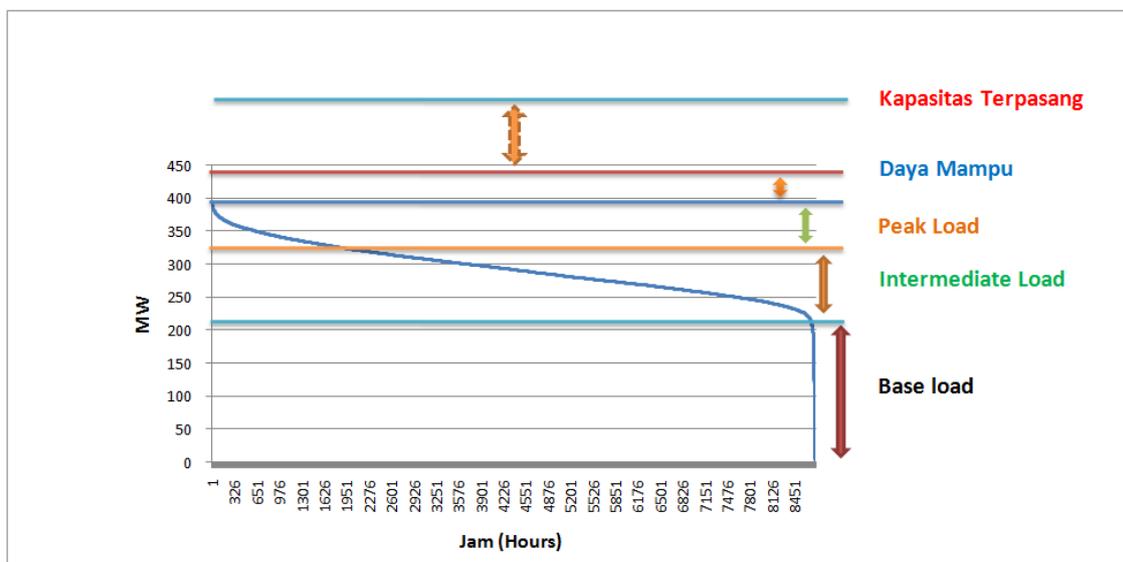
Sistem kelistrikan di beberapa Kabupaten lainnya yaitu Penajam Paser Utara (Petung), Kabupaten Paser (Tanah Grogot), Kabupaten Kutai Barat (Melak), Kutai Timur (Sangatta), Berau dan Kabupaten Mahakam Ulu (Long Bagun) masih dilayani melalui jaringan tegangan menengah 20 kV dan dipasok dari PLTD BBM. Khusus untuk kota Petung, selain PLTD BBM juga dipasok dari PLTMG berbahan bakar gas alam. Kemampuan daya di sistem kelistrikan ini juga sama, yaitu masih

mengalami keterbatasan akibat dalam beberapa tahun terakhir hampir tidak ada penambahan kapasitas pembangkit baru, sedangkan beban yang ada terus tumbuh dengan cepat.

Untuk beberapa daerah yang berpenduduk relatif sedikit dan terpencil, sistem kelistrikannya masih sangat kecil dan dilayani jaringan tegangan rendah 220 volt yang tersambung langsung dengan PLTD setempat.

Karakter Kurva Beban Sistem Mahakam

Kurva beban, secara sederhana dapat diartikan sebagai kurva yang menggambarkan penggunaan beban (listrik) dalam suatu waktu. Dikatakan dalam suatu waktu karena selang waktunya dapat berupa tahunan, mingguan, bahkan harian. Namun, penggunaan yang paling umum adalah kurva beban harian. Karakter kurva beban harian Sistem Mahakam dapat dinyatakan pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Karakter Kurva Beban Harian Sistem Mahakam

Berdasar Gambar 4.8 tersebut diketahui bahwa beban puncak (*peak load*) sistem Mahakam pada tahun 2015 adalah sekitar 405 MW. Kapasitas terpasang pembangkit yang ada sebenarnya mencapai level sekitar 660 MW, namun daya mampunya hanya sekitar di angka 425 MW, hal ini dimungkinkan karena faktor usia pembangkit (*aging*). Pada sisi beban, beban puncak sistem Mahakam berkisar 400 MW. Dari gambar tersebut diketahui bahwa meskipun daya mampu masih mencukupi beban dengan *reserve margin* sebesar selisih antara daya

mampu dengan titik beban puncak, namun sebagaimana disebutkan dalam RUPTL, kemampuan sistem ini masih terbatas karena belum tersedianya cadangan yang cukup.

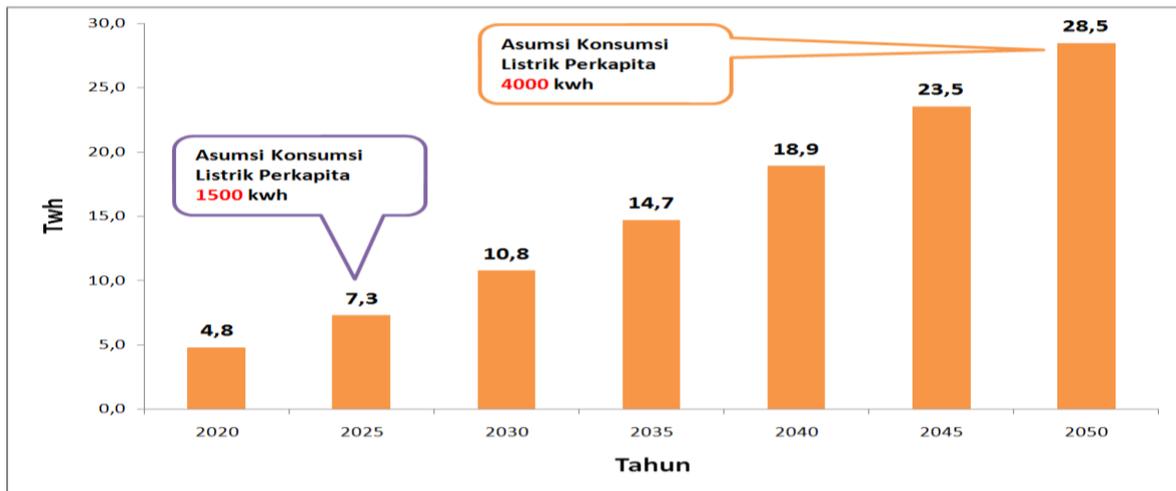
4.5.3. Proyeksi Kebutuhan Listrik Kalimantan Timur

Pertumbuhan penduduk Kalimantan Timur akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan energi baik listrik maupun non listrik. Pertumbuhan kebutuhan listrik diperkirakan didominasi oleh sektor rumah tangga sedangkan kebutuhan non listrik akan didominasi oleh sektor transportasi. Jumlah penduduk yang bertambah diperkirakan terkonsentrasi di perkotaan yang juga akan memicu kenaikan aktivitas komersil, hal ini akan mempengaruhi karakter beban listrik harian dimana pada saat jam kerja akan menambah porsi beban menengah (*intermediate load*). Pembangkit listrik yang digunakan untuk memenuhi beban menengah ini harus makin diperbesar porsinya pada masa mendatang.

Menurut Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2016-2025, konsumsi listrik di Kalimantan Timur pada tahun 2016 adalah sebesar 3.154 GWh. Pada tahun yang sama, jumlah penduduk di propinsi ini adalah sekitar 4,07 juta jiwa. Dengan kata lain, pada tahun 2016 konsumsi listrik per kapita Kalimantan Timur masih berada di angka 757 kWh/kapita.

RUPTL 2016-2025 mencantumkan rencana pengembangan sistem kelistrikan per propinsi baik di wilayah operasi Jawa Bali maupun di wilayah operasi Indonesia Timur. Propinsi Kalimantan Timur termasuk dalam wilayah operasi Indonesia Timur. RUPTL 2016 - 2025 memproyeksikan kebutuhan energi listrik di Kalimantan Timur akan sebesar 7.259 GWh pada tahun 2025. Pada tahun tersebut, jumlah penduduk di wilayah ini diproyeksikan sebesar 5,4 juta jiwa. Dengan kata lain dapat dikatakan proyeksi kebutuhan listrik pada tahun itu adalah sebesar 1.440 kWh per kapita. Nilai ini kurang lebih adalah sekitar 57,60% dari total konsumsi listrik nasional yang sebesar 2.500 kWh/kapita. Adapun proyeksi kebutuhan listrik sampai dengan tahun 2050 dilakukan dengan berbasis pada proyeksi konsumsi listrik per kapita versi Dewan Energi Nasional (DEN). DEN menargetkan bahwa konsumsi listrik per kapita nasional pada tahun tersebut adalah 7.000 kWh/kapita. Untuk provinsi Kalimantan Timur diasumsikan bahwa pada tahun tersebut konsumsi listrik per kapitanya juga sekitar 57,60% dari konsumsi listrik per kapita nasional, yaitu sebesar 4.000 kWh/kapita. Angka 4.000 kWh/kapita ini berdasarkan rata-rata konsumsi listrik di negara yang sedang beralih dari negara berkembang menuju negara maju. Berdasar target konsumsi listrik per kapita serta proyeksi jumlah

penduduk hingga tahun 2050 tersebut maka selanjutnya dapat diperoleh proyeksi kebutuhan energi listrik hingga tahun 2050 yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik hingga Tahun 2050

Adapun data lengkap mengenai proyeksi jumlah penduduk, target konsumsi listrik per kapita serta total konsumsi listrik di Kalimantan Timur disajikan pada Tabel 4.16. Konsumsi listrik tahun 2016-2025 merupakan target dari PLN melalui RUPTL 2016-2025, sedangkan di tahun berikutnya, yakni 2026-2050, dihitung melalui perkalian antara jumlah penduduk dan konsumsi energi listrik per kapita di tahun yang sama.

Tabel 4.16 Proyeksi Kebutuhan Listrik per Kapita di Kalimantan Timur

Tahun	Penduduk (jiwa)	Konsumsi Listrik per Kapita (kWh/kapita)	Kebutuhan Listrik (GWh)
2016	4.167.220	757	3.154
2017	4.265.840	832	3.548
2018	4.364.460	901	3.934
2019	4.463.080	982	4.384
2020	4.561.700	1.049	4.783
2021	4.657.500	1.119	5.213
2022	4.753.300	1.191	5.661
2023	4.849.100	1.268	6.149

2024	4.944.900	1.351	6.680
2025	5.040.700	1.440	7.259
2026	5.131.960	1.544	7.923
2027	5.223.220	1.647	8.605
2028	5.314.480	1.751	9.306
2029	5.405.740	1.855	10.027
2030	5.497.000	1.959	10.766
2031	5.583.440	2.062	11.514
2032	5.669.880	2.166	12.280
2033	5.756.320	2.270	13.064
2034	5.842.760	2.373	13.866
2035	5.929.200	2.477	14.686
2036	6.004.336	2.581	15.495
2037	6.079.472	2.684	16.319
2038	6.154.608	2.788	17.159
2039	6.229.744	2.892	18.014
2040	6.304.880	2.995	18.885
2041	6.383.062	3.099	19.781
2042	6.461.244	3.203	20.694
2043	6.539.426	3.306	21.622
2044	6.617.608	3.410	22.567
2045	6.695.790	3.514	23.528
2046	6.767.918	3.617	24.483
2047	6.840.046	3.721	25.453
2048	6.912.174	3.825	26.438
2049	6.984.302	3.929	27.438
2050	7.056.430	4.032	28.453

4.6. Infrastruktur Regulasi/Perizinan

Rencana pembangunan dan pengelolaan instalasi nuklir akan mengikuti peraturan yang berlaku. Instalasi nuklir ini dapat bekerja secara kontinyu dan batch, sehingga dapat digunakan

untuk kepentingan litbang maupun jasa iradiasi skala industri. Berikut ini manfaat yang akan di peroleh antara lain untuk :

1. Peningkatan kemampuan penelitian dan pengembangan proses iradiasi dan dosimetri, terutama untuk operasi skala industri.
2. Penguasaan aspek kerekayasa dan pengoperasian fasilitas iradiator gamma untuk skala industry
3. Penyediaan tempat untuk pendidikan pekerja/operator iradiator industri.
4. Media diseminasi aplikasi IPTEK nuklir melalui jasa pelayanan iradiasi produk guna menunjang program ketahanan dan keamanan pangan, serta sterilisasi produk kesehatan.

Manfaat di atas bertujuan untuk menjawab permintaan pasar terhadap layanan iradiasi menggunakan iradiator gamma. Hasil analisis pasar menunjukkan permintaan terhadap jasa iradiasi untuk kepentingan bisnis sangat banyak. Pihak pengelola fasilitas iradiator akan mempersiapkan segala hal yang berhubungan dengan ijin operasi dan kualitas produk iradiasi agar memenuhi regulasi produk iradiasi.

Pemprov. Kalimantan Timur sebagai pemilik instalasi nuklir akan mengurus semua perizinan yang berhubungan dengan pembangunan dan pengelolaannya di kawasan BNI-STP Penajam Paser Utara-Kalimantan Timur. Perizinan yang diperlukan adalah:

4.6.1. Izin Tahun Jamak Kerangka Regulasi

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45 tahun 2007, tentang Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara. Pelaksanaan Pembangunan lebih dari Satu Tahun Anggaran yang termaktub pada Bab.V, C.1 dinyatakan bahwa untuk kegiatan yang karena kondisinya tidak dapat diselesaikan dalam satu tahun anggaran, sehingga memerlukan persetujuan multiyears project, maka pengadaan dokumen perencanaannya harus diselesaikan pada tahun anggaran pertama. Harus disusun program pembangunan setiap tahunnya sesuai dengan lingkup pekerjaan yang bisa diselesaikan pada tahun yang bersangkutan.
- Peraturan Menteri Keuangan Nomor 157/PMK.02/2013 tentang Tata Cara Pengajuan Kontrak Tahun Jamak (Multi Years Contract) Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah
- Peraturan Menteri Keuangan No. 238/PMK.02/2015 tentang Tata Cara Pengajuan Kontrak Tahun Jamak (Multi Years Contract) Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah

- Pada Peraturan Menteri Keuangan No. 238/PMK.02/2015 dinyatakan pada:
 - Pasal 1 ayat 2: Kontrak tahun jamak adalah kontrak yang pelaksanaan pekerjaannya membebani dana APBN lebih dari 1 tahun anggaran
 - Pasal 2 ayat 1: Kegiatan yang nilainya di atas Rp. 10 milyar dilakukan setelah mendapat persetujuan dari menteri keuangan
 - Pasal 2 ayat 2: Dikecualikan dari ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat 1, untuk kontrak tahun jamak yang sebagian atau seluruhnya dibiayai dari pinjaman/hibah luar negeri (PHLLN) dan atau pinjaman dan hibah dalam negeri (PHDN)

Dan permohonan persetujuan kontrak tahun jamak diajukan secara tertulis dan harus memenuhi persyaratan, seperti termaktup pada Pasal 4 ayat 1 ... diajukan secara tertulis oleh menteri/pimpinan lembaga/pengguna anggaran ke menteri keuangan sebelum kegiatan kontak tahun jamak dilakukan, dan Pasal 4 ayat 2 ... memenuhi persyaratan:

- Pekerjaan kontrak tahun jamak yang akan dilaksanakan telah memenuhi kelayakan teknis dari instansi/tim teknis fungsional yang kompeten dan
- Ketersediaan dana bagi pelaksanaan kontrak tahun jamak bukan merupakan tambahan pagu (on top).

Pengajuan permohonan sebagaimana dimaksud pada ayat 1 dilengkapi dengan dokumen mengenai cakupan jenis dan tahapan kegiatan/pekerjaan secara keseluruhan, jangka waktu pekerjaan akan diselesaikan, dan ringkasan perkiraan kebutuhan anggaran per tahun (Pasal 4 ayat 3) dan dibuat sesuai format sebagaimana tercantum dalam Lampiran 1 merupakan bagian tidak terpisahkan dari peraturan menteri ini (Pasal 4 ayat 5).

Dokumen pengajuan kontrak tahun jamak terdiri dari:

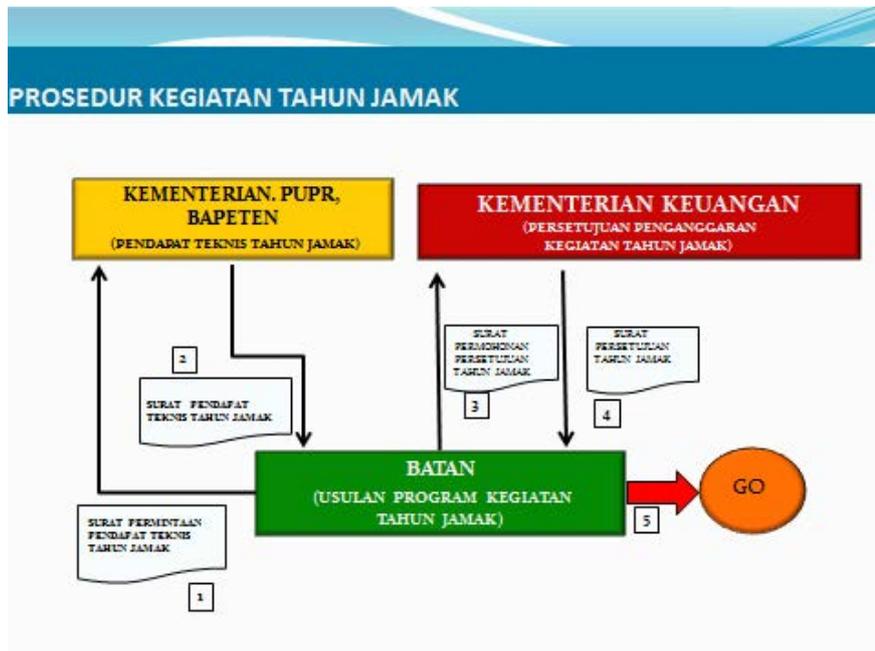
- dokumen rencana pembiayaan keseluruhan pembiayaan berdasarkan proyeksi standar harga yang berlaku
- dokumen permohonan ijin tahun jamak
- dokumen kontrak induk tahun jamak
- dokumen addendum kontrak tahunan
- dokumen perencanaan (dokumen lelang)

Kontrak tahun jamak akan disetujui oleh Kementerian Keuangan jika memenuhi

persyaratan sebagai berikut:

- Desain dasar (Basic design)
- Persetujuan anggaran awal
- Persetujuan teknis

PROGRAM TAHUN JAMAK



Gambar 4.11 Alur Usulan Program Kegiatan Kontrak Tahun Jamak

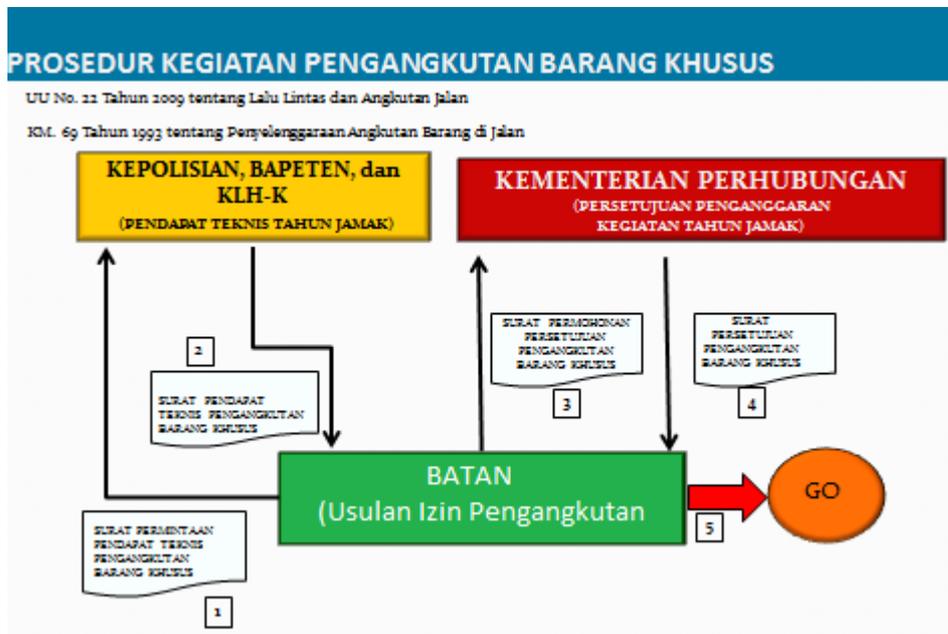
4.6.2. Izin Pengangkutan Barang Khusus Kerangka Regulasi

- UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
- KM 69 Tahun 1993 tentang Penyelenggaraan Angkutan Barang di Jalan Angkutan Barang Khusus

Angkutan barang khusus adalah angkutan yang membutuhkan mobil barang yang dirancang khusus untuk mengangkut benda yang berbentuk curah, cair, dan gas, peti kemas, tumbuhan, hewan hidup, dan alat berat serta membawa barang berbahaya, antara lain:

- barang yang mudah meledak;
- gas mampat, gas cair, gas terlarut pada tekanan atau temperatur tertentu;
- cairan mudah menyala;
- padatan mudah menyala;

- bahan penghasil oksidan;
- racun dan bahan yang mudah menular; o barang yang bersifat radioaktif; dan o barang yang bersifat korosif



Gambar 4.12 Alur Prosedur Kegiatan Pengangkutan Barang Khusus

Administrasi yang Dibutuhkan

- Surat Keterangan tentang jenis & jumlah barang yang diangkut
- Rekomendasi pengangkutan barang khusus dari Instansi yang berwenang
- Keterangan tentang tempat pemuatan, pemberhentian, pembongkaran & lintasan yang dilalui,
- Daftar, foto, STNK & Buku Uji kendaraan yg digunakan untuk mengangkut
- Waktu & jadwal pengangkutan
- Izin usaha angkutan bagi kendaraan umum
- Prosedur penanggulangan keadaan darurat yg diterapkan oleh perusahaan.

4.6.3. Izin Lingkungan Dari Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Kerangka Regulasi

- Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan Hidup
- PP Nomor. 27 Thn 1999 tentang Amdal

AMDAL adalah suatu kajian dari suatu dampak besar serta penting untuk melakukan pengambilan keputusan suatu usaha atau juga kegiatan yang

direncanakan di dalam lingkungan hidup yang diperlukan bagi suatu proses pengambilan keputusan mengenai penyelenggaraan usaha atau juga kegiatan. Kegiatan ini melingkupi berbagai macam faktor seperti:

- Aspek fisik
- Aspek kimia
- Aspek biologi
- Aspek sosial ekonomi
- Aspek sosial budaya

Semua faktor-faktor ini harus dikaji secara komprehensif sehingga dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegiatan proyek seminimal mungkin terhadap lingkungan. Komponen-komponen AMDAL adalah

- PIL (Penyajian informasi lingkungan),
- KA (Kerangka Acuan),
- ANDAL (Analisis dampak lingkungan),
- RPL (Rencana pemantauan lingkungan),
- RKL (Rencana pengelolaan lingkungan)

Syarat:

- Formulir/Surat Pemohon (Materai 6000)
- Fotocopy KTP Pemohon
- Foto Copy PBB/STTS Tahun Terakhir
- Foto copy bukti kepemilikan tanah
- Foto copy akte pendirian Perusahaan & atau Perubahannya bagi yang membentuk Perseroan Terbatas
- Foto copy NPWP (Yang Berbadan Hukum)
- Contact Person
- Foto Copy Ijin Lokasi
- Foto Copy AP/IPR/ Site Plan
- Surat Pernyataan Pelaksanaan Penyusunan AMDAL/UPL/UKL
- Profile Company dari Penyusun Dokumen AMDAL/UPL/UKL
- Surat kuasa dan foto copi KTP penerima kuasa, apabila pengurusannya diwakilkan
- Izin mendirikan bangunan (IMB) dari pemerintahan Tangerang Selatan

- Izin Konstruksi dan Operasi iradiator dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN)



Gambar 4.13 Tahapan Penyusunan dokumen Amdal



Gambar 4.14 Alur Penilaian kerangka acuan



Gambar 4.14 Alur Penilaian Andal dan RKL_RPL



Gambar 4.15 Alur penerbitan Keputusan Lingkungan hidup

BAB V. PENUTUP

Kegiatan dukungan teknis non-tapak PLTN Kalimantan, pada tahun 2017 difokuskan pada pra studi kelayakan pembangunan Buluminung Nuclear Industrial-Science Technology Park (BNI-STP) di kawasan industri Buluminung, kabupaten Penajam Paser Utara Kalimantan Timur. Pra-studi kelayakan ini terdiri dari beberapa aspek, yaitu:

- aspek pasar
- aspek teknologi
- aspek infrastruktur.

Kawasan ini diharapkan memiliki beberapa fungsi antara lain:

- 1) Sebagai pusat pendidikan, pelatihan, dan pengembangan SDM berkompetensi iptek nuklir,
- 2) Sebagai pusat Riset, pengembangan dan Inovasi produk (Barang dan jasa), berdasar standar mutu & keselamatan yang tinggi.
- 3) Sebagai Pusat Aplikasi IPTEK Nuklir di berbagai bidang (industri, kesehatan, energi, air, pertambangan dan lingkungan) dalam rangka industrialisasi berwawasan lingkungan
- 4) Sebagai pusat temu antara komunitas IPTEK Nuklir dengan dunia usaha
- 5) Sebagai tempat promosi dan wisata IPTEK Nuklir

Dari hasil studi pustaka dan kunjungan lapangan diperoleh beberapa data tentang produk hasil pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan (laut dan darat), jaringan listrik, industri yang dapat terlibat dalam pembangunan BNI-STP, dan kondisi tapak saat ini. Verifikasi lapangan terhadap produk-produk tersebut belum dapat dilakukan sehingga akan menyulitkan analisis dan kesimpulan terhadap rencana pengembangan lokasi BNI-STP ini. Dari hasil studi sementara dari studi pustaka terhadap produk-produk yang akan disterilisasi sangat sedikit (terbatas) sehingga diperoleh kesimpulan sementara bahwa penggunaan irradiator kurang layak. Pemotongan anggaran yang terjadi menyebabkan dan perubahan fokus kegiatan ke Buluminung Nuclear Industrial-Science Technology Park (BNI-STP) menyebabkan penelitian terhadap dukungan teknis non-tapak PLTN di Kalimantan Timur belum dapat dilaksanakan untuk tahun anggaran 2017. Oleh karena itu, untuk tahun anggaran 2018 kegiatan dukungan teknis non-tapak PLTN di Kalimantan akan dilanjutkan.

DAFTAR ACUAN

1. BPS, Direktori Perusahaan Industri Besar dan Sedang Kalimantan Timur 2016
2. BPS, Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2016
3. Laporan kegiatan PKSEN 2016 “Dokumen Peningkatan SDM, Perizinan dan QA dalam Rangka Pembangunan RDE”
4. Laporan kegiatan PKSEN 2016” Dokumen Dukungan Teknis Studi Tapak PLTN Kalimantan”
5. Perez DM, Lorenzo DEM, et.al., “Thermal-Hydraulics Study a 75 kWth Aqueous Homogenous Reactor for 99Mo Production”, Journal of Thermodynamics, Volume 2015, Hindawi Publishing Corporations, 2015
6. Bajorek S, Bakel A, et.al., “Aqueous Homogenous Reactor Technical Panel Report”, Brookhaven national Laboratory, BNL-94462-2010, USNRC, 2010
7. Ferry Suyatno, “Aplikasi Radiasi dan radioisotope dalam Bidang Kedokteran”, Prosiding Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 18 November 2010, ISSN 1978- 0176
8. Joko Supriyadi, “Fitur dan Isu Keselamatan Terkait Aqueous Homogenous Reactor (AHR), Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah-PDIPTN 2012, PTAPB-BATAN 2012
9. Huisman M.V., “Reactor design for a small sized Aqueous Homogenous Reactor for producing Mo-99 for regional demand”, Master Thesis, TU Delft, Netherlands, 2013