

PENGEMBANGAN INDUSTRI PADAT ENERGI DI DAS MAMBERAMO SEBAGAI PUSAT PERTUMBUHAN EKONOMI DI KAWASAN TIMUR INDONESIA

Oleh : Agus Sugiyono^{*)}

ABSTRAK

Sejak awal tahun 1990 perhatian pemerintah Indonesia untuk membangun wilayah KTI semakin besar. Saat ini beberapa potensi di wilayah KTI terus diteliti prospek pengembangannya. BPPT turut serta berpartisipasi dalam penelitian untuk pengembangan industri padat energi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Mamberamo yang menggunakan PLTA sebagai sumber energi. Ada 2 lokasi yang berpotensi untuk dibangun PLTA, yaitu Mamberamo 1 (kapasitas 5.694,9 MW) dan Mamberamo 2 (kapasitas 933,0 MW). Dengan konsep pengembangan yang terpadu dan dengan motor penggerak industri padat energi diharapkan kawasan Mamberamo akan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di wilayah KTI.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebelum terjadi krisis ekonomi pada tahun 1997, pertumbuhan ekonomi Indonesia rata-rata mencapai 6.8 % per tahun selama 25 tahun terakhir ini. Seiring dengan itu jumlah penduduk miskin terus menurun. Namun disadari masih banyak tantangan dan kendala yang dihadapi untuk mencapai pemerataan pembangunan di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu kendala tersebut adalah ketidakseimbangan pertumbuhan wilayah antara Kawasan Timur Indonesia (KTI) dengan Kawasan Barat Indonesia (KBI). Wilayah KTI masih tertinggal dalam berbagai bidang bila dibandingkan dengan wilayah KBI.

Sejak awal tahun 1990 perhatian pemerintah Indonesia untuk membangun wilayah KTI semakin besar. Keseriusan ini tercermin dengan dikeluarkan Kepress No. 120 tahun 1993 untuk membentuk Dewan Pembina Kawasan Timur Indonesia (DP-KTI) yang bertugas untuk mempercepat terwujudnya pengembangan di wilayah KTI. Dengan diperluasnya otonomi daerah nantinya, pengembangan wilayah KTI diharapkan juga akan tumbuh semakin cepat di masa mendatang.

B. Tujuan Penelitian

Saat ini beberapa potensi di wilayah KTI terus diteliti prospek pengembangannya. BPPT sebagai salah satu lembaga pengkajian juga turut serta berpartisipasi dalam penelitian untuk pengembangan Daerah Aliran Sungai (DAS) Mamberamo, yang merupakan salah satu wilayah KTI. Tujuan penelitian adalah untuk :

- mengidentifikasi potensi sumber daya alam di DAS Mamberamo
- membuat strategi pengembangan industri padat energi yang terpadu dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di DAS Mamberamo
- memberi masukan kepada pemerintah untuk mempersiapkan rencana induk untuk membuat kawasan pertumbuhan ekonomi di DAS Mamberamo.

C. Metodologi

Penelitian ini merupakan studi pustaka yang dilakukan dengan dana dari Pemerintah Indonesia dan dilaksanakan mulai tahun 1997 sampai tahun 1999. Untuk keperluan penelitian diperlukan data sekunder dari Departemen Pekerjaan Umum, PT PLN Persero, BPS, dan institusi lain yang telah melaksanakan studi sebelumnya. Disamping itu juga dilakukan survei ke pusat industri yang sudah ada di Indonesia saat ini dan diperkirakan dapat dibangun sebagai penyerap beban PLTA yang akan dikembangkan.

^{*)} *Peneliti pada Direktorat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, BPPT*

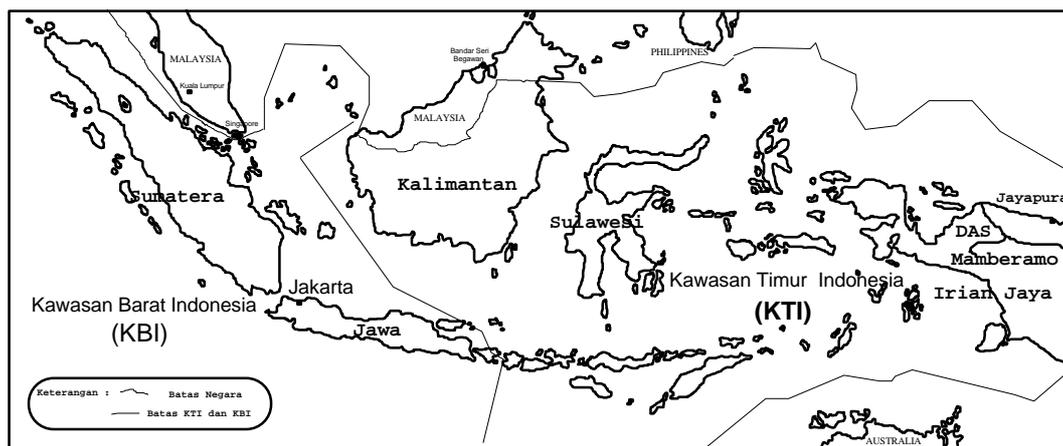
^{**)} *Prosiding Teknologi, Ekonomi, dan Otonomi Daerah, Deputi Bidang Pengkajian Teknologi, BPPT*

2. KAWASAN TIMUR INDONESIA

Wilayah Indonesia dibagi menjadi 27 propinsi. 14 propinsi berada di wilayah KBI dan 13 propinsi di wilayah KTI. Pengelompokan KTI dan KBI secara lengkap ditunjukkan pada Tabel 1 dan dari lokasinya ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Pembagian Wilayah KTI dan KBI

Wilayah KBI		Wilayah KTI	
1	Aceh	1	Nusa Tenggara Barat
2	Sumatera Utara	2	Nusa Tenggara Timur
3	Sumatera Barat	3	Timor Timur
4	Riau	4	Kalimantan Barat
5	Jambi	5	Kalimantan Tengah
6	Sumatera Selatan	6	Kalimantan Selatan
7	Bengkulu	7	Kalimantan Timur
8	Lampung	8	Sulawesi Utara
9	Jakarta	9	Sulawesi Tengah
10	Jawa Barat	10	Sulawesi Selatan
11	Jawa Tengah	11	Sulawesi Tenggara
12	Yogyakarta	12	Maluku
13	Jawa Timur	13	Irian Jaya
14	Bali	-	



Gambar 1. Lokasi Wilayah KTI dan KBI

Secara umum, tingkat kesejahteraan sosial wilayah KTI lebih rendah jika dibandingkan dengan wilayah KBI maupun rata-rata nasional. Kondisi tahun 1995 dapat dirinci bahwa dengan luas areal yang mencapai 68 % dari total wilayah Indonesia, hanya mempunyai pendapatan regional sebesar 17 % dari total pendapatan Indonesia. Dengan mengambil data nilai tukar 1 US\$ sama dengan Rp 2300 maka pada tahun 1995 wilayah KTI mempunyai pendapatan/kapita sebesar 898 US\$/kapita. Indikator yang lain di wilayah KTI juga menunjukkan masih jauh tertinggal bila dibandingkan dengan wilayah KBI. Kapasitas terpasang pembangkit listrik dari PLN hanya sebesar 9 %, jumlah rumah sakit sebesar 26 % dan jumlah universitas sebesar 21 % dari total Indonesia (Lihat Tabel 2). Meskipun demikian, dari cakupan wilayah, KTI memiliki potensi sumber daya yang besar. Menurut perkiraan, paling tidak separoh kandungan sumber daya alam ada di wilayah KTI. Oleh karena itu perlu diupayakan untuk mempercepat pembangunan dengan memanfaatkan potensi yang ada.

Tabel 2. Indikator Sosial Ekonomi Wilayah KTI dan KBI Tahun 1995[1]

	Satuan	KBI	KTI	Indonesia
Luas Wilayah	1000 km ²	615	1322	1937
Jumlah Penduduk	10 ⁶	159	36	195
Kapasitas Terpasang PT PLN	GW	13.6	1.4	15.0
Produk Domestik Regional Bruto	10 ¹² Rupiah (<i>current price</i>)	363	75	438
Jumlah Rumah Sakit	Unit	785	277	1062
Jumlah Perguruan Tinggi	Unit	1024	281	1305

3. POTENSI SUMBER DAYA ALAM DI DAS MAMBERAMO

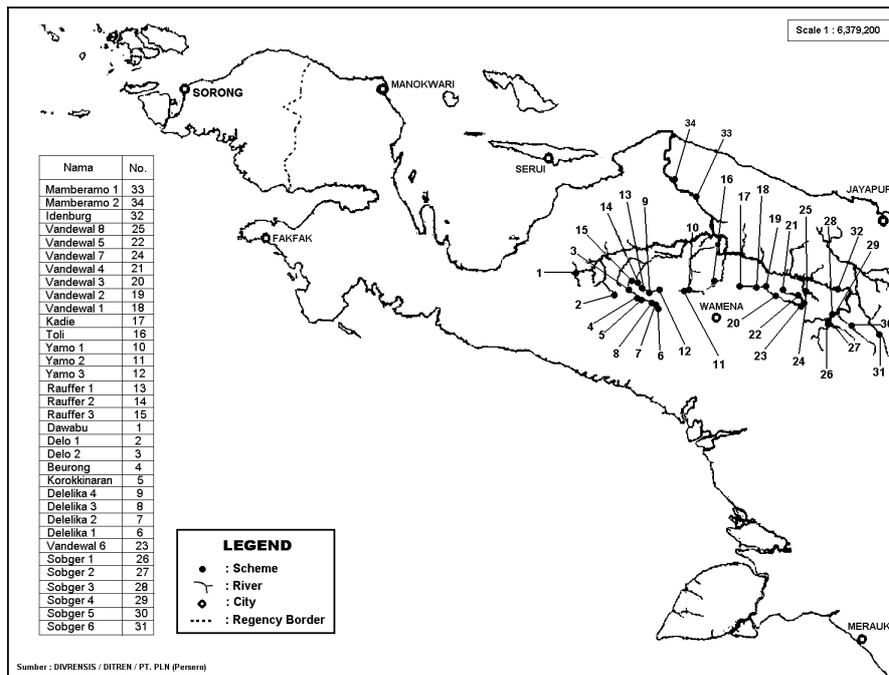
Potensi tenaga air di Indonesia diperkirakan sebesar 74,9 GW yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Energi yang dapat dibangkitkan adalah sekitar 401.646 GWh per tahun yang setara dengan 2,5 juta barel Bahan Bakar Minyak (BBM) per hari yang dibangkitkan dengan pembangkit tenaga termal. Hampir sepertiga dari potensi tenaga air tersebut (22,3 GW) terdapat di Irian Jaya. Dari jumlah tersebut, potensi di DAS Mamberamo mencapai 12.284 MW yang tersebar di 34 lokasi. Beberapa potensi di lokasi yang dipilih ditunjukkan pada Tabel 3. Sedangkan peta dari 34 lokasi ditampilkan pada Gambar 2.

Tabel 3. Potensi PLTA DAS Mamberamo di Lokasi yang Dipilih [5]

Lokasi	Kapasitas Terpasang MW	Produksi Energi GWh/tahun
Ranffaer 1	300	2.370
Ranffaer 2	103	905
Ranffaer 3	264	2.086
Vanderwal 8	205	1.118
Sobger 3	86	679
Sobger 6	269	1.465
Idenberg	1.119	5.506
Mamberamo 1	5.695	27.021
Mamberamo 2	933	5.102

Aliran Sungai Mamberamo mencakup empat kabupaten yaitu Kabupaten Jayapura, Jayawijaya, Yapen Waropen, dan Paniai. Sungai Mamberamo merupakan gabungan dua sungai besar yaitu Sungai Taritatu yang mengalir dari arah Timur dan Sungai Tariku yang mengalir dari arah Barat. Kedua aliran sungai ini bertemu di Papisena dekat Dabra dan menjadi Sungai Mamberamo dengan panjang mencapai 650 km yang mengalir dari arah Barat Laut melalui Pegunungan Foja dan akhirnya bermuara di Samudera Pasifik. Sepanjang aliran sungai terdapat dua danau yaitu Danau Rombebai dan Danau Bira. Daerah hulu adalah daerah pegunungan yang terjal. Daerah hilir merupakan dataran yang berawar-rawa. Di bagian tengah merupakan cekungan dataran tinggi yang luas.

Luas total DAS Mamberamo adalah 79.440 km² yang hampir seluas pulau Jawa. Sebagian besar DAS Mamberamo berupa pegunungan dan perbukitan sehingga banyak sekali ditemukan jeram. DAS Mamberamo terletak di sebelah utara Pegunungan Jaya Wijaya dengan curah hujan yang hampir merata sepanjang tahun. DAS Mamberamo mempunyai curah hujan yang cukup tinggi yang mencapai sekitar 1.800 - 5.600 mm/tahun. Debit sungai diperkirakan sebesar 4.500 m³/detik. Kedalaman sungai berkisar antara 8 sampai 33 meter.



Gambar 2. DAS Mamberamo dan Potensi PLTA

Ada 2 lokasi PLTA yang berpotensi untuk dikembangkan lebih dahulu, yaitu Mamberamo 1 (5.694,9 MW) dan Mamberamo 2 (933,0 MW). Mamberamo 1 dapat dibangun bendungan untuk pembangkit listrik. Sedangkan Mamberamo 2 dapat dibangun sebagai bendungan serbaguna, yaitu :

- untuk irigasi, industri dan keperluan rumah tangga dengan kapasitas sekitar 3.179 m³/detik sampai 6.358 m³/detik.
- untuk pembangkit listrik.

Berdasarkan perkiraan yang dilakukan PLN pada tahun 1983 dengan *discount rate* 10 % dan usia proyek selama 50 tahun, biaya pembangkitan dari kedua bendungan tersebut adalah sebesar 1,91 sen US\$/kWh untuk Mamberamo 1 dan 3,94 sen US\$/kWh untuk Mamberamo 2. Dengan adanya sumber energi yang melimpah dan murah ini memungkinkan Irian Jaya, khususnya DAS Mamberamo, untuk menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di wilayah KTI dengan mengembangkan industri padat energi.

4. SKENARIO PENGEMBANGAN DAS MAMBERAMO

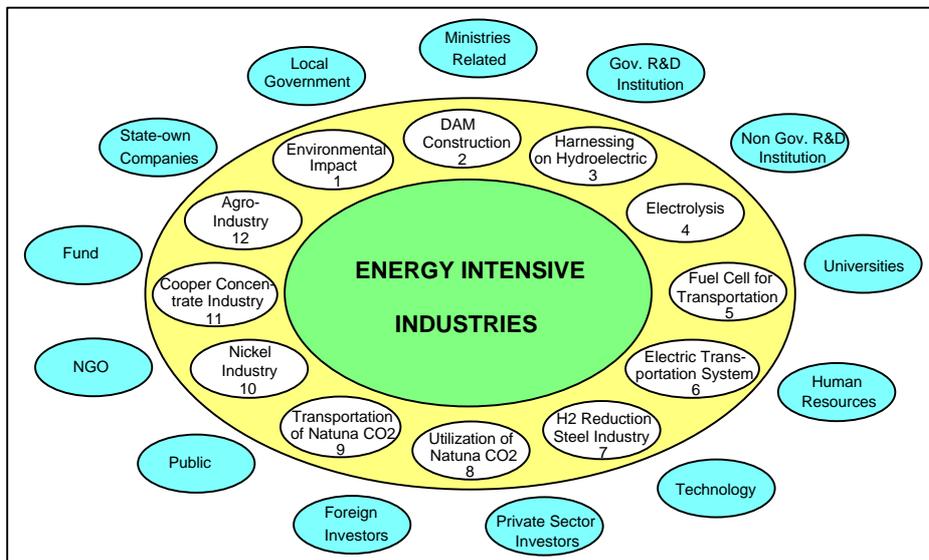
Hambatan utama yang dihadapi untuk memanfaatkan tenaga air di Irian Jaya adalah kebutuhan tenaga listrik yang masih sangat kecil dan pusat bebannya terpisah-pisah. Bila mengikuti skenario pertumbuhan *business-as-usual* maka dalam waktu dekat potensi PLTA yang besar di DAS Mamberamo tidak akan termanfaatkan. Sehingga untuk jangka panjang kesenjangan antara wilayah KTI dan KBI akan tetap besar. Oleh karena itu perlu skenario baru untuk mengembangkan industri padat energi di daerah ini.

A. Studi Tahap Pertama

Studi tahap pertama yang dimulai tahun 1997 memfokuskan 12 kegiatan yang diidentifikasi dapat sebagai sarana untuk mengembangkan DAS Mamberamo sebagai pusat pertumbuhan ekonomi (Gambar 3). Dalam mengembangkan DAS Mamberamo perlu dibuat konsep yang terpadu dengan memperhatikan berbagai aspek, diantaranya adalah :

- Memanfaatkan sumber daya alam dengan menjaga kelestariannya.
- Memanfaatkan sumber daya air semaksimal mungkin untuk mendukung pengembangan industri padat energi.

- Menciptakan pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan *value added* dari produk industri di kawasan tersebut.
- Meningkatkan kualitas sumber daya manusia antara lain melalui pendidikan/pelatihan ketrampilan teknologi yang inovatif.



Gambar 3. Kegiatan dan Institusi untuk Mendukung Pengembangan Industri

Setelah dilakukan analisis secara rinci, dari 12 kegiatan tersebut ada beberapa kegiatan yang tidak layak untuk dikembangkan, seperti transportasi CO₂ dari Natuna. Analisis tentang transportasi CO₂ dari Natuna ini BPPT mendapat bantuan teknis dari NEDO-IAE Jepang. Kegiatan elektrolisis juga merupakan kegiatan yang masih terlalu dini untuk dikembangkan karena di negara yang sudah maju, elektrolisis untuk menghasilkan H₂ sebagai bahan bakar juga sedang dikembangkan. Disamping itu untuk menjalankan 12 kegiatan tersebut secara bersamaan perlu dana yang sangat besar dan saat ini tidak mungkin terealisasi. Untuk menjembatani keterbatasan ini perlu adanya skenario baru untuk menggerakkan kegiatan di DAS Mamberamo.

B. Studi Tahap Kedua

Dalam studi tahap kedua yang dimulai pada akhir tahun 1997, dibuat skenario untuk pengembangan industri padat energi sebagai penggerak mula kegiatan di DAS Mamberamo. Industri pemula yang dapat dikembangkan sebagai pemacu pertumbuhan di DAS Mamberamo adalah beberapa jenis industri mineral seperti industri aluminium, besi/baja, tembaga dan nikel. Industri aluminium meliputi pemrosesan *bouxite* menjadi alumina dan pemrosesan alumina menjadi aluminium. Proses reduksi alumina menjadi aluminium memerlukan energi yang besar yaitu sekitar 80 % dari total kebutuhan energi di industri aluminium.

Pada industri besi/baja, proses reduksi besi, peleburan dan pencetakan besi/baja memerlukan energi yang besar. Biasanya listrik digunakan di tungku listrik yang memungkinkan dibuat *alloy* yang memerlukan suhu yang tinggi. Sedangkan di industri pengolahan tembaga, energi digunakan untuk pembuatan konsentrat tembaga dan pengambilan logam tembaga dari konsentrat. Pada industri nikel, proses pengolahan nikel dapat dibagi menjadi dua proses. Proses hidrometalurgi untuk pengambilan logam dengan proses pelarutan dengan penambahan bahan kimia. Sedangkan proses pirometalurgi untuk pengambilan logam dengan cara pemanasan.

Sebagain besar dari energi untuk keperluan operasional industri tersebut dapat menggunakan tenaga listrik. Dengan tersedianya tenaga listrik yang murah dengan menggunakan PLTA maka produk yang dihasilkan mempunyai daya saing yang tinggi. Hal ini dapat dipahami karena dengan adanya listrik akan dapat menghemat biaya modal maupun biaya operasional.

- Pengembangan Industri Aluminium

Permintaan aluminium diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan permintaan komponen *automobile* dan kaleng *soft drink*. Berdasarkan studi AME *Mineral Economics*, permintaan aluminium akan meningkat sebesar 4,0 % per tahun. Dengan tingkat produksi sebesar 2,16 juta ton per tahun, diperkirakan pada tahun 2003 dibutuhkan sekitar 2,85 juta ton per tahun. Australia yang merupakan produsen *bouxite* dan alumina dan Jepang sebagai konsumen dari produk aluminium, dapat memanfaatkan wilayah Mamberamo sebagai tempat untuk mengolah *bouxite* menjadi alumina maupun alumina menjadi aluminium.

- Pengembangan Industri Besi/Baja

Permintaan baja di Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 11 juta ton pada tahun 2010. Kebutuhan sebesar ini tidak mungkin dicukupi oleh produsen terbesar baja di Indonesia yaitu PT Krakatau Steel yang hanya mempunyai kapasitas produksi sebesar 2,5 juta ton per tahun. Dengan demikian di DAS Mamberamo ada potensi untuk mengembangkan industri baja dengan menggunakan *iron ore*, *ingot* atau *pellet* dari Australia.

- Pengembangan Industri Tembaga

PT Freeport Indonesia yang saat ini memproduksi konsentrat tembaga sebesar 600 ribu ton per tahun akan meningkatkan produksinya menjadi 2,6 juta ton per tahun pada tahun 2000. Sementara itu, pengembangan *smelter* di Gresik hanya mempunyai kapasitas 700 ribu ton. Sehingga masih ada potensi untuk membuat *smelter* di wilayah Mamberamo.

- Pengembangan Industri Nikel

Di Irian Jaya terdapat potensi bijih nikel. Indonesia sudah mempunyai pengalaman di bidang pertambangan dan pemrosesan nikel yaitu PT Aneka Tambang dan PT Inco yang beroperasi di Sulawesi. Dengan adanya PLTA yang murah dan bijih nikel di dekat Mamberamo merupakan keuntungan untuk membuat *smelter*, yang dapat memproses bijih nikel menjadi *nickel-matte* maupun *ferro-nickel*.

C. Peluang dan Kendala

Industri yang akan dikembangkan tersebut dapat berupa pabrik baru maupun relokasi dari pabrik yang sudah ada. Dalam era globalisasi saat ini, pola relokasi pabrik adalah suatu hal yang umum dilakukan dalam upaya meminimumkan biaya produksi. Industri yang akan dikembangkan ini pada prinsipnya untuk meningkatkan *value added* dan mengurangi biaya pengangkutan dari produsen ke konsumen. Dengan adanya industri tersebut diharapkan akan berkembang juga berbagai industri turunannya sehingga terjadi *multiplier effect* dalam perekonomian dan pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan masyarakat.

Berdasarkan kemampuan sumber daya alam dan kondisi pasar, kapasitas dari industri yang akan dikembangkan dapat diambil sebagai berikut :

- Industri aluminium sebesar kapasitas PT Asahan yaitu 225 ribu ton per tahun.
- Industri baja sebesar setengah dari permintaan baja di Indonesia pada tahun 2010, yaitu sebesar 5,5 juta ton per tahun.
- Industri tembaga sebesar kapasitas produksi PT Freeport Indonesia pada tahun 2000, yaitu sebesar 2,6 juta ton per tahun.
- Industri nikel sebesar kapasitas PT Inco saat ini, yaitu sebesar 45 ribu ton per tahun.

Dengan membuat asumsi teknologi yang digunakan untuk penambangan dan pemrosesan serta kualitas produk sama seperti saat ini maka keuntungan tahunan dapat diperkirakan sebesar 5.682 juta US \$ (Lihat Tabel 4)

Tabel 4. Estimasi Pendapatan Tahunan [4]

No.	Industri	Juta US \$
1	Aluminium	338
2	Baja	1.870
3	Tembaga : - Tembaga	2.271
	- Emas	653
	- Perak	28
4	Nikel	450
5	Total	5.610

Untuk pendanaan, selain sarana dan prasarana yang dibangun pemerintah, PLTA dapat dibangun oleh pihak penanaman modal dan pemerintah melalui suatu kemitraan modal. Sedangkan industri padat energi dibangun oleh penanam modal (investor). Dengan menggunakan cara ini diharapkan pendanaan tidak memberatkan anggaran pemerintah. Adapun dana yang ditanam pada sarana dan prasarana dapat kembali melalui sistem perpajakan atau penyewaan. Perkiraan jumlah investasi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Estimasi Investasi [4]

Keterangan	Dibiayai oleh	Estimasi Biaya (juta US \$)
I. DAM & PLTA PLTA, 5 GW	BOT ¹⁾	5.000 – 7.500
II. Industri Pemula		
Industri Aluminium	Investor	1.000 – 1.500
Industri Baja	Investor	2.500 – 5.000
Peleburan Tembaga	Investor	2.500 – 5.000
Industri Petrokimia	Investor	1.000 – 2.000
Industri Pulp & Kertas	Investor	1.000 – 2.000
Pelabuhan	Investor	1.000 – 2.000
III. Sarana dan Prasarana	Pemerintah	400 – 600
IV. Kawasan Industri	Developer	200 – 300
	Total	14.600 – 25.900

¹⁾ BOT = Build Operate Transfer

Beberapa kendala dalam mempercepat pembangunan di wilayah KTI adalah masih terbatasnya jumlah populasi, tingkat pendidikan rata-rata yang masih rendah dan prasarana kegiatan ekonomi yang masih kurang. Dua hal yang pertama dapat diatasi dengan pola transmigrasi dan pendidikan yang lebih baik bagi masyarakat. Sedangkan yang terakhir harus ada inisiatif dari pemerintah untuk meningkatkan pembangunan di wilayah KTI dengan jalan memberi insentif bagi investor yang akan menamamkan modalnya. Untuk keperluan tersebut telah dilakukan pendekatan dengan calon investor dari Jepang dan Jerman. Selama penelitian juga telah dihimpun institusi swasta maupun pemerintah baik dari dalam maupun luar negeri yang mempunyai minat terhadap pengembangan DAS Mamberamo.

Karena krisis ekonomi yang dimulai pada pertengahan tahun 1997 yang berdampak pada ketidakstabilan sosial dan keamanan di Indonesia, maka untuk sementara pengembangan DAS Mamberamo seperti skenario di atas masih belum dapat terealisasi. Diharapkan segera setelah krisis ekonomi teratasi maka konsep pengembangan tersebut dapat dilaksanakan dan ada investor yang tertarik untuk melakukan investasi.

5. PEMBAHASAN

Dalam perencanaan pembangunan PLTA salah satu faktor utama adalah adanya kebutuhan energi listrik. Dengan menerapkan skenario baru yaitu mengembangkan industri padat energi maka dapat diciptakan kebutuhan energi listrik sehingga memungkinkan dilakukan pembangunan PLTA di DAS Mamberamo. Pembangunan PLTA dan industri padat energi tersebut mempunyai skala yang besar sehingga harus dilakukan secara terpadu.

Keterpaduan pembangunan dapat dipersiapkan dalam format rencana induk pengembangan DAS Mamberamo yang harus dipersiapkan oleh pemerintah. Rencana induk ini masih dalam proses pembuatan dan diharapkan memuat beberapa *item* penting diantaranya adalah :

- Jadwal rencana pembangunan secara terinci mulai dari studi kelayakan, *detail design*, dan konstruksi.
- Tata ruang yang membuat *zoning* penggunaan tanah baik untuk industri, perumahan, pelabuhan, jalan raya, pertanian, dan lain-lainnya.
- Struktur proyek yang mengatur hubungan antara pemerintah, pemilik tanah, pengelola, investor, kontraktor, dan pembeli.

Disamping rencana induk, diharapkan ada keputusan presiden yang merupakan komitmen pemerintah untuk mengembangkan DAS Mamberamo. Keputusan presiden ini dapat berupa pembentukan Otorita Mamberamo dengan konsep seperti yang sudah ada yaitu Otorita Batam. Keputusan presiden dapat merupakan jaminan bagi investor untuk melakukan investasi dengan aman.

6. KESIMPULAN

Pemerintah Indonesia menyadari adanya ketidakseimbangan antara wilayah KTI dan KBI. Untuk itu pemerintah terus melakukan terobosan untuk dapat mengembangkan potensi di wilayah KTI. Salah satu wilayah yang dikembangkan adalah DAS Mamberamo yang mempunyai potensi PLTA yang sangat besar dan murah. Dengan adanya potensi PLTA ini memungkinkan dikembangkannya kawasan industri padat energi di DAS Mamberamo. Dengan konsep pengembangan yang terpadu dan dengan motor penggerak industri padat energi diharapkan kawasan Mamberamo akan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di wilayah KTI.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPS, 1998, *Statistik Indonesia 1997*.
2. Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Vol. 1 : Laporan Utama Studi Potensi dan Pengembangan Sumber Daya Air Sungai Mamberamo Tahap II*.
3. Departemen Pertambangan dan Energi, *Penjabaran Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN)*, 1996.
4. Moechtar, M., 1997, *The Search of the Betting Horse*, Mamberamo Now, Vol. 1, No. 3, MIC, October 1997.
5. Sihombing, P., 1997, *Pengembangan Potensi Hydro Skala Besar di Irian Jaya*, Dipresentasikan pada Seminar and Workshop on Mamberamo River Catchment Area Development : As a Growth Area in Eastern Part of Indonesia, Balai Sidang Jakarta, Jakarta 7-8 April.
6. Suharyono, H., 1999, *Strategi Pemanfaatan Potensi Listrik Tenaga Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Mamberamo, Irian Jaya*, Proseding Seminar Energi Nasional V - 1997, KNI-WEC, Jakarta.