

IDENTIFIKASI POTENSI ENERGI MIKROHIDRO UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN LISTRIK DI PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Suparno¹, Yudha Prasetyawan², Zahratika Rahmadyani³

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Abstrak

Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda di Indonesia yang sedang giat melakukan pembangunan sarana dan infrastruktur bagi kesejahteraan masyarakat. Kondisi kelistrikan di Provinsi Kalimantan Utara yang masih sering terjadi pemadaman listrik, dan beberapa wilayah terisolir dari jangkauan listrik, cukup memprihatinkan. Beberapa penyebabnya adalah pasokan bahan baku pembangkit yang kurang, rusaknya mesin pembangkit serta jaringan distribusi yang tidak mampu menjangkau daerah pedalaman. Sehingga kebutuhan listrik di beberapa wilayah di Provinsi Kalimantan Utara masih tidak dapat terpenuhi, baik dari PLN maupun program bantuan Pemerintah Daerah. Dengan semakin menipisnya cadangan sumber daya energi yang kita miliki dan kemampuan pembiayaan yang sangat terbatas maka diperlukan suatu perencanaan energi terpadu dengan memperhatikan aspek ekonomi, lingkungan hidup dan kesinambungan suplai energi jangka panjang. Salah satu tool yang dapat digunakan untuk perencanaan energi adalah perangkat lunak Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP). Ekspresi yang digunakan untuk melakukan proyeksi dalam perangkat lunak LEAP mengacu pada Model DKL 3.2, yaitu model yang digunakan PLN untuk melakukan proyeksi kebutuhan listrik. Data yang diproyeksikan adalah data-data jumlah pelanggan, dan kebutuhan energi listrik di Provinsi Kalimantan Utara. Salah satu sumber daya energi yang dapat dimanfaatkan adalah energi terbarukan (EBT), yaitu arus aliran sungai untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Dalam menganalisis potensi mikrohidro tersebut, perlu didapatkan data debit sungai dan potensi daya listrik yang dapat dihasilkan. Di Provinsi Kalimantan Utara terdapat banyak sungai-sungai besar yang berpotensi untuk pembangunan PLTMH, yaitu Sungai Sembakung yang terletak di Kabupaten Nunukan yang memiliki potensi 500 kW, sungai-sungai yang berada di Kabupaten Malinau memiliki potensi sebesar 1028.5 kW, dan sungai-sungai yang berada di Kabupaten Bulungan memiliki potensi sebesar 1091.6 kW. Dengan rencana potensi terpasang yang telah disebutkan, didapatkan hasil perhitungan jumlah rumah tangga yang dapat teraliri listrik, yaitu sejumlah 5.934 rumah tangga, dengan peningkatan 8% dari jumlah pelanggan listrik yang telah ada saat ini.

Kata kunci : Energi listrik; EBT; Mikrohidro; LEAP; PLTMH

Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu infrastruktur utama yang menyangkut keberlangsungan hidup masyarakat, maka penyediaan energi listrik harus dapat menjamin ketersediaannya dalam jumlah yang cukup. Semakin meningkatnya tingkat ekonomi pada suatu daerah maka konsumsi energi listrik juga akan semakin meningkat. Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda di Indonesia yang sedang melakukan pembangunan infrastruktur untuk kesejahteraan masyarakatnya, salah satunya yaitu infrastruktur listrik yang masih kurang pasokannya di beberapa daerah dan menyebabkan adanya pemadaman bergilir sewaktu-waktu. Kondisi ini tentunya harus diantisipasi sedini mungkin agar penyediaan energi listrik dapat tersedia dalam jumlah yang cukup dan harga yang memadai. Sehubungan dengan hal-hal di atas, maka dilakukan proyeksi kebutuhan dan penyediaan energi listrik di Kalimantan Utara dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2030 dengan menggunakan perangkat lunak LEAP.

Energi fosil yang selalu dipergunakan sebagai bahan utama penghasil energi listrik semakin lama semakin menyusut dan berkurang ketersediaannya di alam. Oleh karena itu diperlukan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan pula sebagai sumber energi listrik. Salah satu energi terbarukan yang berpotensi besar di Kalimantan

Utara adalah energi mikrohidro, maka dari itu diperlukan identifikasi potensi mikrohidro dalam pemenuhan kebutuhan listrik khususnya sektor rumah tangga.

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan Perangkat Lunak LEAP untuk memproyeksikan energi listrik; memproyeksikan jumlah pelanggan listrik, kebutuhan energi listrik dan penyediaan energi listrik di tahun 2015 sampai dengan tahun 2030 di Provinsi Kalimantan Utara; dan mengidentifikasi pemanfaatan tenaga mikrohidro dalam penyediaan jumlah daya listrik untuk kebutuhan rumah tangga di Provinsi Kalimantan Utara.

Bahan dan Metode Penelitian

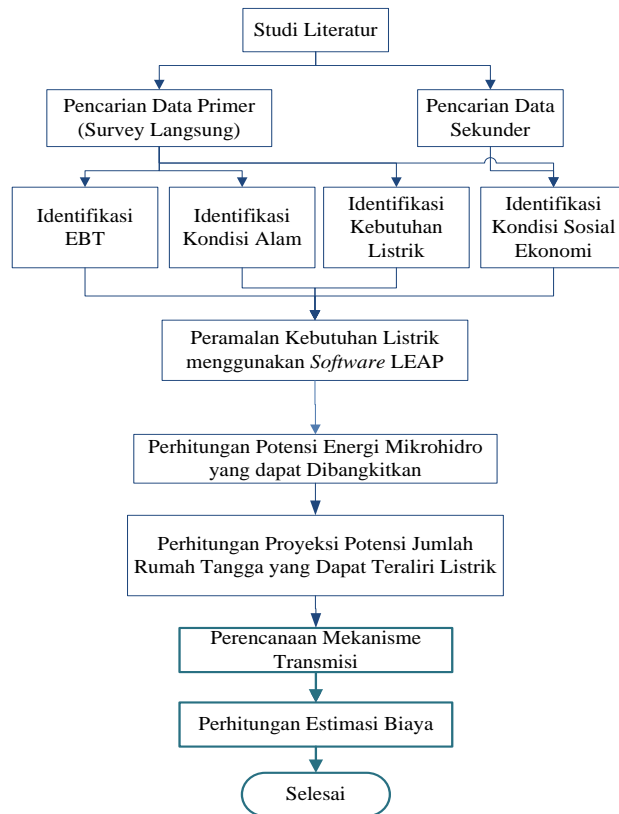
Dalam perencanaan kebutuhan energi menggunakan LEAP, terdapat beberapa data atau parameter yang dibutuhkan dalam proses perhitungan, yaitu: Jumlah Listrik Terjual (kWh); Jumlah Pelanggan Listrik Tiap Sektor; Intensitas Energi Tiap Sektor Pelanggan (kWh/pelanggan); dan Laju Pertumbuhan Intensitas Energi (%).

Selain itu, untuk mendapatkan berapa potensi daya listrik dari tiap sungai di Provinsi Kalimantan Utara, dilakukan pencarian data sekunder melalui dinas-dinas di tiap kabupaten, seperti Badan Perencanaan dan Pengembangan Daerah (Bappeda) dan Dinas Pertambangan dan Energi (Distamben). Dinas-dinas tersebut memberikan data hasil survey langsung mengenai sungai-sungai yang berpotensi untuk dijadikan sumber energi PLTMH. Berikut ini adalah data sungai-sungai yang berpotensi sebagai sumber energi listrik PLTMH:

Tabel 1. Sungai-Sungai Berpotensi di Provinsi Kalimantan Utara untuk Masing-Masing Kabupaten.

Kabupaten	Desa>Nama Sungai	Kapasitas (kW)	Kabupaten	Desa>Nama Sungai	Kapasitas (kW)
MALINAU	Paking	40		Payau	
	Long Berang	45		Mahak Baru & Dumu	80
	Long Semamu	10		Mahak	
	Long Pala	8		Long Payau	112.5
	Long Pujungan	60	NUNUKAN	Sembakung	500
	Long Aran	80	BULUNGAN	Boom	31.9
	Long Alango	60		Isau	182.9
	Apau Ping	24		Pelban	11
	Data Dian	10		Tajo	28.8
	Sei Anai & Metun	32		Piteng	133
	Long Sule & Long Pipa	375		Bang	60
	Long Ampung/Metulang	35		Gunung Berum	343
	Sei Barang	25		Bengara	301
	Long Uro & Lidung	32		TOTAL POTENSI (Kw)	2620.1

Penelitian ini diawali dengan survey literatur melalui *browsing* data internet maupun buku-buku terkait, kemudian dilanjutkan dengan survey daerah Provinsi Kalimantan Utara melalui pencarian data-data sekunder dari beberapa dinas seperti Bappeda dan Distamben masing-masing kabupaten mengenai kondisi daerah, potensi energi mikrohidro di masing-masing daerah, kondisi kelistrikan, laju pertumbuhan serta kondisi sosial ekonomi. Setelah itu dilakukan input data melalui *software* LEAP untuk mendapatkan proyeksi atau perencanaan kebutuhan energi listrik masyarakat Kalimantan Utara. Berikut ini adalah metode penelitian yang digunakan :



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Berikut ini adalah rancangan kebutuhan daya rumah tangga yang didapatkan dari perhitungan Badan Perencanaan dan Pengembangan Daerah Kota Tarakan dalam kajian “Masterplan Pengembangan Energi Alternatif Berbasis SDA Tidak Terbatas”, tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rancangan Kebutuhan Daya per Rumah Tangga.

Beban	Satuan	Daya	Total
Penerangan :			
- Lampu TL atau flourence	5 buah	8 watt	40 watt
Elektronik			
- Televisi warna sampai 21"	1 unit	100 watt	100 watt
- Lain-lain	1 set	100 watt	100 watt
Beban motor			
- Pompa air	1 unit	100 watt	100 watt
Desain daya pada beban puncak			240 watt
Kebutuhan daya per rumah tangga			340 watt

Tabel 3. Perhitungan Jumlah Rumah Tangga yang Dapat Teraliri Listrik di Kalimantan Utara

Nama Sungai	Potensi Daya Pasang (Kw)	Potensi Daya Mampu (77%*Potensi Daya Pasang) (Kw)	Jumlah RT Dapat Teraliri
Sungai Sembakung	500	385	1132
Sungai-Sungai di Malinau	1028.5	791.945	2329
Sungai-Sungai di Bulungan	1091.6	840.532	2472
TOTAL	2620.1	2017.5	5934

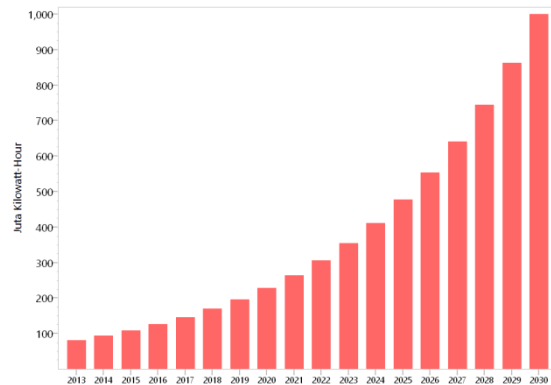
Rancangan daya yang dibutuhkan oleh rumah tangga pada Tabel 2, bertujuan untuk melihat besar potensi dari energi mikrohidro dalam memenuhi suplai listrik untuk beberapa jumlah rumah tangga. Potensi daya pasang merupakan potensi daya listrik (kW) secara umum yang dapat dibangkitkan sebelum adanya *losses* atau hilangnya daya listrik selama sistem transmisi. Sedangkan daya mampu yang dapat dikonsumsi masyarakat sebagai energi listrik merupakan rata-rata 77% dari besar daya terpasang. Oleh karena itu dari sungai-sungai yang ada, didapatkan estimasi potensi daya mampu yaitu dengan total sebesar kurang lebih 2017.5 kilowatt (Kw). Dengan potensi daya tersebut, didapatkan pula estimasi jumlah rumah tangga yang dapat dialiri, yaitu sebesar:

$$\frac{2017.5 \text{ kw} \times 1000}{340 \text{ watt}} = 5934 \text{ unit Rumah Tangga}$$

Dalam perhitungan proyeksi kebutuhan energi listrik dengan menggunakan *software* LEAP, diperlukan data laju pertumbuhan intensitas energi listrik dan laju pertumbuhan jumlah pelanggan. Berikut ini adalah data laju pertumbuhan (*growth rate*) dalam Tabel 4.

Tabel 4. Laju Pertumbuhan Intensitas Energi dan Jumlah Pelanggan Tiap Sektor di Provinsi Kalimantan Utara.

Sektor	Intensitas Energi	Jumlah Pelanggan
Rumah Tangga	13%	2.6%
Industri	4%	0.5%
Bisnis	3%	0.2%
Sosial	9.5%	1%
Publik	1.7%	0.3%



Gambar 2. Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Sektor Rumah Tangga Tahun 2013-2030 di Provinsi Kalimantan Utara.

Setelah diketahui laju pertumbuhan untuk masing-masing intensitas energi dan jumlah pelanggan sebagai input di dalam proyeksi kebutuhan listrik menggunakan *software* LEAP, kemudian dilakukan pula input data jumlah pelanggan dan intensitas energi itu sendiri. Rumus dari intensitas energi adalah sebagai berikut:

$$\text{Intensitas Energi} = \frac{\text{Jumlah Kwh Terjual}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \tag{1}$$

Kemudian, dilakukan kalkulasi atau perhitungan hasil proyeksi kebutuhan energi listrik tiap sektor, didapatkan hasil kebutuhan energi listrik hingga tahun 2030, yang terdapat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa laju pertumbuhan jumlah kebutuhan energi sektor rumah tangga setiap tahunnya cukup signifikan, dengan data *growth rate* intensitas energi sebesar 13% dan jumlah pelanggan sebesar 2.6%, dihasilkan pertumbuhan kebutuhan energi yang meningkat pula setiap tahunnya dari tahun 2013 hingga tahun 2030. Dengan tujuan awal yaitu memenuhi kebutuhan listrik penduduk yang belum teraliri listrik ataupun daerah dengan rasio elektrifikasi yang masih rendah, maka kebutuhan listrik yang diproyeksi difokuskan hanya untuk sektor rumah tangga. Data lebih jelasnya adalah sebagai berikut ini tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Energi Listrik Sektor Rumah Tangga Provinsi Kalimantan Utara 2013-2030

Tahun	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total (Juta Kwh)	80.9	93.8	108.8	126.1	146.2	169.5	196.5	227.8	264.1	306.2	355.0	411.6	477.2	553.2	641.4	743.7	862.2	999.6
Total (Kw)	9236	10708	12415	14393	16687	19347	22430	26005	30150	34955	40526	46985	54474	63156	73222	84892	98422	114108

Data hasil pengolahan menggunakan *software* LEAP menghasilkan kebutuhan energi dengan satuan Kilowatt-Hours (Kwh), sehingga harus dikonversi ke dalam satuan Kw. Hal tersebut dilakukan agar dapat membandingkan atau melihat keseimbangan jumlah antara suplai atau potensi sungai yang telah dihitung dengan permintaan kebutuhan energi masyarakat, maka harus dicari kebutuhan energi tersebut dalam satuan Kw, dengan rumus sebagai berikut:

$$Kw = \frac{1 \text{ juta Kwh} \times 10^6}{365 \times 24 \text{ h}} \tag{2}$$

Sementara itu, dengan identifikasi potensi mikrohidro di awal sejumlah 2017.5 Kw (apabila dikonversikan ke dalam satuan Kwh sebesar **17.673.300 Kwh**), maka akan dihitung pemanfaatannya terhadap jumlah rumah tangga yang dapat dialiri, dengan menggunakan data intensitas energi rumah tangga yang juga diproyeksikan melalui LEAP, dihitung jumlah rumah tangga yang dapat teraliri dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah RT Teraliri} = \frac{\text{Potensi Energi Mikrohidro (Kwh)}}{\text{Intensitas Energi Rumah Tangga}} \tag{3}$$

Contoh perhitungan Jumlah RT Teraliri Tahun 2013:

$$\text{Jumlah RT Teraliri} = \frac{17.673.300 \text{ Kwh}}{1095 \text{ Kwh}} = 16.140 \text{ RT}$$

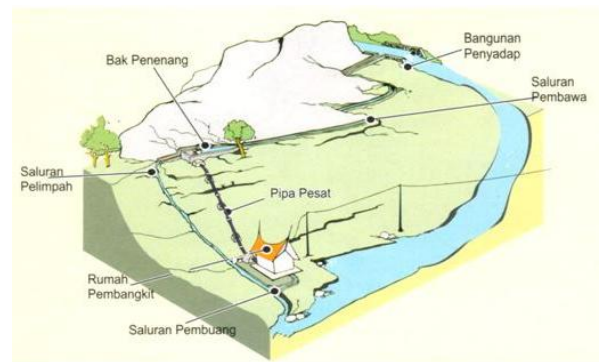
Berikut ini merupakan hasil perhitungan Jumlah Rumah Tangga yang Dapat Teraliri beserta dengan proyeksi Jumlah Pelanggan dan Prosentase pemenuhan kebutuhan listriknya, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Pelanggan RT yang Dapat Dialiri Berdasarkan Potensi Mikrohidro

Cabang	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jumlah RT Teraliri	16140	14283	12640	11186	9899	8760	7752	6860	6071
Pelanggan Rumah Tangga	73887	75808	77779	79801	81876	84005	86189	88430	90729
Prosentase	21.8%	18.8%	16.3%	14.0%	12.1%	10.4%	9.0%	7.8%	6.7%
Cabang	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Jumlah RT Teraliri	5373	4755	4208	3724	3295	2916	2581	2284	2021
Pelanggan Rumah Tangga	93088	95508	97992	100539	103153	105835	108587	111410	114307
Prosentase	5.8%	5.0%	4.3%	3.7%	3.2%	2.8%	2.4%	2.0%	1.8%



Gambar 3. Rencana Lokasi Pembangunan PLTMH di Sungai Sembakung, Kab. Nunukan.



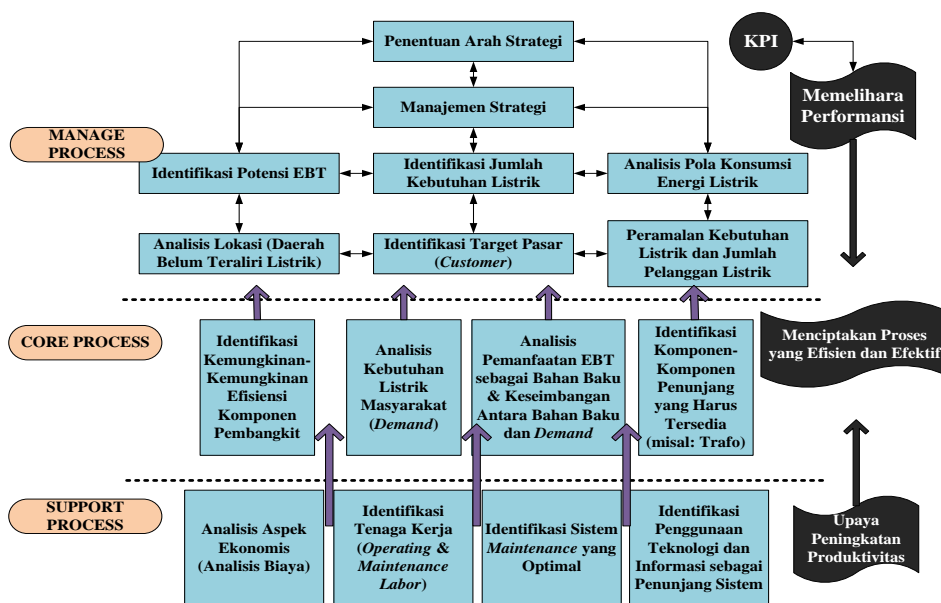
Gambar 4. Sistem Transimisi PLTMH (<http://m.kompasiana.com/>).

Gambar 3 menunjukkan salah satu rencana lokasi pembangunan PLTMH yang berada di Kabupaten Nunukan. Sedangkan Gambar 4 berikut ini menunjukkan sistem transmisi dari PLTMH, dimana terdapat saluran yang akan mengalirkan air sungai menuju *power house*.

Berdasarkan artikel yang berjudul “Kajian Teknis dan Ekonomis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro di Bali” karya Made Suarda, Pembangunan PLTMH dengan daya sebesar 14 Kw dan umur pembangkit 10 tahun, mengeluarkan biaya modal (*capital*) sebesar Rp 223.080.050,00 dan biaya operasional serta *maintenance* sebesar Rp. 29.154.002,50. Dengan demikian didapatkan biaya pembangunan PLTMH per Kw untuk tiap tahunnya yaitu sebagai berikut:

Tabel 7. Biaya Pembangunan PLTMH per Kw Tiap Tahunnya

No	Komponen	Biaya (Rp)
1.	Capital Cost	1.593.400,00
2	Running Cost	208.242,88
Total Cost KW/Tahun		1.801.642,88



Gambar 5. Sistem Integrasi Produksi Listrik

Gambar 5 merupakan sistem integrasi produksi listrik yang mengacu pada proses bisnis *Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture (CIMOSA)*, yaitu merupakan struktur proses bisnis yang mencakup keseluruhan aspek sehingga suatu sistem dapat terintegrasi dengan optimal. Dapat terlihat dari *manage process*, *core process* hingga *support process*, aspek-aspek apa saja yang akan menjadi sistem integrasi produksi listrik atau penyediaan tenaga listrik dalam memenuhi kebutuhan listrik masyarakat yang belum teraliri listrik di Provinsi Kalimantan Utara.

KESIMPULAN

Berikut ini adalah kesimpulan yang dapat ditarik dari pelaksanaan penelitian identifikasi potensi sungai di Kalimantan utara sebagai pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) untuk pemenuhan kebutuhan listrik masyarakat:

1. Dengan jumlah potensi daya mampu dari mikrohidro sebesar 2017.5 Kw, dan dengan kebutuhan daya listrik tiap rumah tangga sebesar 340 watt, maka potensi tersebut dapat mengalir sebanyak 5934 pelanggan rumah tangga, yang berarti sebanyak 8% peningkatan rumah tangga teraliri dibandingkan dengan jumlah pelanggan listrik sektor rumah tangga saat ini yaitu sejumlah 73887 rumah tangga.
2. Dengan laju pertumbuhan energi sebesar 13% dan pelanggan listrik sebesar 2.6% untuk sektor rumah tangga, didapatkan proyeksi kebutuhan listrik tahun 2014 hingga 2030 dengan kenaikan yang cukup signifikan, dengan jumlah kebutuhan energi di tahun 2014 sebesar 10708 Kw dan pada tahun 2030 sebesar

114108 Kw, dengan kenaikan mencapai 10 kali lipatnya. Dengan demikian, kebutuhan energi semakin tahun akan semakin meningkat sehingga perlu diupayakan penyediaan energi yang berkelanjutan pula.

3. Potensi energi mikrohidro yang saat ini teridentifikasi tidak dapat memenuhi permintaan jumlah energi listrik dari pelanggan rumah tangga, hal ini terlihat dari jumlah rumah tangga yang dapat teraliri pada tahun 2013 dengan potensi mikrohidro yang ada sebesar 16140 rumah tangga, yaitu sebesar 21.8% dari keseluruhan jumlah rumah tangga yang ada di Provinsi Kalimantan Utara.
4. Potensi mikrohidro yang teridentifikasi saat ini bersifat tetap jumlahnya dan harus ada pengoptimalisasian dan penggalian potensi energi mikrohidro maupun energi baru terbarukan (EBT) lainnya untuk selanjutnya guna memenuhi jumlah kebutuhan energi listrik yang terus bertambah tiap tahunnya seiring dengan penambahan jumlah penduduk, terlihat dengan persentase jumlah rumah tangga yang dapat teraliri oleh potensi mikrohidro teridentifikasi, tiap tahunnya semakin menurun dengan persentase pada tahun 2030 hanya sebesar 1.8% dari keseluruhan jumlah rumah tangga di Provinsi Kalimantan Utara berdasarkan hasil proyeksi menggunakan *software* LEAP.

Daftar Pustaka

- Anonim. *Green Peace Indonesia*. Viewed at 12nd of October 2014 (www.renewableenergyworld.com) <<http://www.greenpeace.org/seasia/id/campaigns/perubahan-iklim-global/Energi-Bersih/geothermal/>>.
- Direktorat Jenderal Minyak Bumi dan Gas Republik Indonesia, (2012). *Statistik Minyak Bumi*.
- Hartiningih, Maria. 2009. *PLTMH Kalimantan Upaya Memerdekakan Warga*. Viewed at 12nd of October 2014 <http://www.sgp-indonesia.org/2010/04/pltmh-kalimaron-upaya-memerdekakan-warga/pltmh-kalimaron_maria-hartiningih-2/>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2012). *Indonesia Energy Outlook*
- Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia. (2006). *Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Energi Baru dan Terbarukan untuk Mendukung Keamanan Ketersediaan Energi Tahun 2005-2025*. Jakarta.