

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kategori Potensi Sumber Energi Terbarukan

Terlebih dahulu perlu ditegaskan pengertian dari istilah energi terbarukan. Energi alternatif adalah semua jenis energi yang bukan dari jenis energi fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas alam. Jadi dalam bab ini hanya akan dibicarakan potensi sumber energi diluar yang tersebut di atas yang terdapat di kabupaten Kampar . Secara garis besar sumber energi terbarukan dapat dikelompokkan kedalam enam kategori yaitu :

- Energi Biomassa (Energy of Biomass)
- Energy Biofuel (Biofuel)
- Energi Panas Bumi (Geothermal Energy)
- Energi Angin (Wind Energy)
- Energi Surya (Solar Energy)
- Energi Air (Hydro Energy)

Dari pengelompokan tersebut telah dilakukan kegiatan inventarisasi melalui kegiatan pengumpulan data lapangan dan pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber tentang potensi sumber energi alternative yang ada di Kabupaten Kampar. Dari enam kelompok energi alternatif tersebut, potensi energi panas bumi yang diperkirakan tidak terdapat di Kabupaten Kampar . Seberapa besar potensi sumber-sumber energi alternative tersebut maka dalam bab ini disusun hasil inventaris yang telah dilakukan.

4.2 Data Potensi Energi Alternatif dan Lokasi Penyebarannya di Kabupaten Kampar

4.2.1 Potensi Sumber Energy Biomassa

Potensi sumber energi biomassa dapat dipetakan dan dihitung bila diketahui luasan tanaman perkebunan, pertanian, hutan produktif, dan areal gambut. Untuk Kabupaten Kampar secara rinci sumber energi biomassa dapat diperoleh melalui sumber-sumber berikut.

- Kelapa Sawit
- Kelapa
- Limbah hasil hutan
- Limbah tanaman padi dan jagung
- Gambut

4.2.1.1 Biomassa Kelapa sawit

Melihat dari luas area perkebunan kelapa sawit yang ada di Kabupaten Kampar, maka ketersediaan sumber energi biomassa dari sawit cukup berarti. Dari setiap ton TBS (tandan buah segar) sawit bila di uraikan akan diperoleh fraksi berat dari setiap komponen seperti yang disajikan dalam tabel 4.1 berikut.

Dari Tabel 4.1, maka sumber bahan baku biomassa yang berasal dari tandan kosong sawit sebesar 0,234 ton, 0,179 ton sabut, dan 0,072 ton tempurung atau cangkang sawit (Zulfansyah, 1998). Jadi untuk setiap ton TBS sawit pada buangan proses akan diperoleh biomassa sebesar $0,234 + 0,179 + 0,072 \text{ ton} = 0,485 \text{ ton}$. Selain dari limbah buah sawit, pelepah dari pohon sawit juga merupakan sumber biomassa. Dengan asumsi setiap pohon menghasilkan 20kg biomassa/bulan dari pelepah daun, maka artinya ada

Tabel 4.1 Fraksi Massa per 1000 kg Tandan Buah Segar (TBS) Sawit

No	Jenis fraksi	Fraksi massa (kg)	Persentase (%)	Keterangan
1	Air	100	10	menguap
2	Tandan kosong sawit	234	23,4	
3	CPO	225	22,5	
4	Sabut	179	17,9	
5	Batok/tempurung	72,8	7,28	
6	Biji (Kernel)	67,2	6,72	
7	Limbah cair	122	12,2	
Jumlah		1000	100	

(Sumber: Zulfansyah, 1998)

sejumlah $20\text{kg} \times 120 \text{ pohon/ha} = 2400 \text{ kg/bulan perhektar}$ atau $2,4 \text{ ton/bulan per hektar}$ atau $28,8 \text{ ton/tahun per hektar}$ diperoleh sumber biomassa tambahan. Dengan demikian dapat disusun tabel yang menggambarkan potensi bahan baku sumber energi biomassa sawit Kabupaten Kampar .

Tabel 4.2. Potensi sumber biomassa kebun kelapa sawit di Kabupaten Kampar

Data tahun	Luas tanaman (ha)	Produksi rata-rata ton/thn	Limbah TBS (ton/thn)	Limbah pelepah ton/thn
2008	297.362,00	1.91.103,00	577.684,995	8.564.025

**) = data bersumber dari Dinas Perkebunan Kabupaten Kampar*

***) = data bersumber dari Dinas Perkebunan Propinsi Riau*

Dengan asumsi ada pertambahan luas lahan sebesar 10% pertahun, maka diperoleh proyeksi pertambahan luas kebun berbasis data Dinas Perkebunan propinsi Riau dari tahun 2008 ke 2009 sebesar :

$$L_{08} = 297.362,00 \text{ ha}$$

$$L_{09} = L_{08} + 0.1 \cdot L_{08}$$

$$L_{09} = 297.362 + 0.1 \cdot 297.362$$

$$L_{09} = 327.098 \text{ ha,}$$

Dari perhitungan tersebut, maka kita peroleh data proyeksi luas kebun kelapa sawit di Kabupaten Kampar tahun 2009 seperti disajikan dalam table 4.3

Tabel 4.3 Proyeksi Luas kebun Kelapa Sawit di Kabupaten Kampar tahun 2009

Basis tahun	Luas tanaman (ha)	Produksi rata-rata ton/thn	Limbah TBS (ton/thn)	Limbah pelepah ton/ thn	Jumlah biomassa (ton)
2008*)	327.098	1.310.213,3	635.453,305	9.420.422,4	10.055.875

*) = data bersumber dari Dinas Perkebunan Propinsi Riau

Jadi tersedia cadangan sumber bahan baku pertahun dari limbah kelapa sawit di Kabupaten Kampar tahun 2009 sebesar 10.055.875 ton dengan basis perhitungan data Dinas Perkebunan Riau. Sehingga jumlah cadangan sumber energi biomassa limbah sawit pertahun untuk Kabupaten Kampar mencapai : 10.055.875 ton *) berdasarkan proyeksi luas kebun dan produksi ton pertahun tahun 2009. Potensi ini akan terus meningkat bersamaan dengan meningkatnya luasan kebun dan produksi TBS. Persentase terbesar dari Biomassa tersebut adalah senyawa cellulose seperti halnya kayu dan semua biomassa. Dalam process pembakaran untuk menghasilkan energi biomassa diukur dari nilai LCV (*Low Calorific Value*). Nilai LCV dari limbah biomassa(sabut kelapa-gambut) pada kisaran 14,2-14.5

MJ/kg (lampiran 2). Bandingkan dengan LCV hasil pembakaran batubara yang berada pada kisaran 32,4-33,9 MJ/kg, atau Bahan Bakar Minyak (BBM) yang berada pada kisaran 40,0-43,9 MJ/kg. Jika kita hitung nilai komersial dari limbah biomassa perkebunan sawit yang ada di Kabupaten Kampar dengan basis setara LCV BBM rata-rata = 41.9 MJ/kg maka diperoleh :

- $(14,33/41,9) \times 10.05.875 \text{ ton} = 3.439.157,249 \text{ ton BBM} \text{ *)}$

Note: Anggap pertumbuhan luas kebun kelapa di Kabupaten Kampar 10%
 Perhitungan di atas diperoleh berdasarkan Tabel Konversi (Tabel L2.2) pada Lampiran 2, demikian pula untuk semua system konversi energi biomassa diperoleh dari perhitungan yang mengacu pada table tersebut.
 Sumber:(Sorensen, 1991)

Tabel 4.3 Proyeksi Luas kebun Kelapa di Kabupaten Kampar tahun 2008

4.2.1.2 Biomassa Kebun Kelapa

Biomassa limbah kebun kelapa dapat diperoleh dari limbah buah kelapa yaitu dari sabut dan tempurung kelapa. Limbah kebun berasal dari pelepah kelapa yang telah kering ditambah dengan guguran kelopak mayang dan tandan kelapa. Dengan asumsi limbah buah mencapai 60% berat dari buah maka dapat dihitung jumlah limbah dari buah kelapa yaitu tempurung dan sabut sebesar 0,6 x jumlah ton produksi pertahun. Sedangkan potensi limbah kebun diperoleh jumlah berat rata-rata limbah perbatang pohon di kali jumlah pohon perhektar dikali luas kebun keseluruhan pertahun. Jika untuk limbah kebun sebanyak 30 kg/pohon x 100 pohon perhektar, maka limbah kelapa akan sebanyak 3 ton/ha biomassa per tahun, (Krisotferson and V.Bokalders, 1991). Berdasarkan data sekunder, maka potensi sumber biomassa kebun kelapa untuk kabupaten Kampar disajikan dalam Tabel 4.4 berikut.

11.164	(14,33/41,9) x	11.162	=
	3817,457		

Tabel 4.4 Potensi sumber biomassa kebun kelapa di Kabupaten Kampar

Data tahun	Luas tanaman (ha)	Produksi rata-rata ton/thn	Limbah TBS (ton/thn)	Limbah pelepah ton/thn
2008*)	3.013,00	1.852,00	1111,2	9.039

*) = data bersumber dari Dinas Perkebunan Propinsi Riau

Anggap pertumbuhan luas kebun kelapa di Kabupaten Kampar 10% pertahun, maka dari hasil proyeksi merujuk proyeksi kebun sawit, diperoleh luas kebun kelapa di kabupaten Kampar tahun 2009 seperti disajikan oleh table 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Proyeksi Luas kebun Kelapa di Kabupaten Kampar tahun 2009

Basis tahun	Luas tanaman (ha)	Produksi rata-rata ton/thn	Limbah BK (ton/thn)	Limbah pelepah ton/ thn	Jumlah biomassa (ton)
2008*)	3.314	2.037,2	1222,2	9942	11.164

*) = data bersumber dari Dinas Perkebunan Propinsi Riau

Berdasarkan table 4.5, maka potensi energi dari Biomassa kebun kelapa tahun 2009 diukur setara BBM disajikan dalam Tabel 4.6 berikut

Tabel 4.6 Potensi Biomassa Kelapa setara BBM di Kabupaten Kampar tahun 2009.

Basis tahun	Jumlah biomassa (ton)	Potensi Energi Biomassa setara ton BBM
2008*)	11.164	$(14,33/41,9) \times 11.162 = 3817,457$

4.2.1.3 Limbah Pertanian

Potensi sumber biomassa yang berasal dari limbah pertanian tidak terlalu besar dibandingkan dengan limbah yang berasal dari sector perkebunan komoditi utama yaitu sawit dan kelapa. Sumber biomassa yang dapat diharapkan dari limbah pertanian berasal dari tanaman pangan yaitu padi, dan jagung. Biomassa dari kedua jenis tanaman pertanian ini diperoleh dari jerami dan yang kedua berasal dari sekam atau kulit buah. Biomassa dari jerami dapat dihitung berdasarkan ton biomassa persatuan luas tanaman. Biomassa dari limbah benih dihitung dari persentase produksi panen pertahun. Dengan demikian dari data luas dan kuantitas panen tanaman padi untuk Kabupaten Kampar adalah :

Tabel 4.7 Potensi sumber biomassa dari limbah padi Kabupaten Kampar

Kabupaten	Luas tanaman (ha)	Produksi pertahun (ton)	Biomassa dari jerami (ton)	Biomassa sekam (ton)	Jumlah biomassa padi (ton)
Kampar*) (sawah)	10.290	38.642	51.450	11.592	63.042
Kampar*) (ladang)	4.423	8.639	15.481	2.592	18.073
Jumlah	14.513	47.281	66.931	14.084	75.015

*)= Sumber Dinas Pertanian Kabupaten Kampar)

Potensi energi dari limbah pertanian padi diukur setara LCV BBM untuk data pada Tabel 4.7 disajikan dalam Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Potensi Sumber Biomassa padi setara BBM di Kabupaten Kampar tahun 2009

Basis biomassa	Jumlah biomassa (ton)	Potensi Energi Biomassa setara BBM (ton)
Sawah	63.042	$(14,33/41,9) \times 63.042 = 21.560,364$
Ladang	18.073	$(14,33/41,9) \times 18.073 = 6.180,966$
Jumlah	75.015	27.741,330

Selanyutnya potensi limbah biomassa pertanian jagung untuk kabupaten Kampar disajikan dalam table 4.9 berikut ini

Tabel 4.9 Potensi sumber biomassa dari limbah jagung di Kabupaten Kampar tahun 2009

Basis Biomassa	Luas tanaman (ha)	Produksi pertahun (ton)	Biomassa dari jerami (ton)	Biomassa tongkol(ton)	Jumlah biomassa jagung (ton)
Jagung	1.302	4.896	3.450	2.452	5.902
Jumlah	1.302	4.896	3.450	2.452	5.902

(Sumber Dinas Pertanian Kabupaten Kampar)

**Tabel 4.10 Total produksi limbah biomassa tanaman jagung
dikonversi setara BBM Di Kabupaten Kampar**

Basis biomassa	Jumlah biomassa (ton)	Potensi Energi Biomassa setara BBM (ton)
Jagung	1.302	$(14,33/41,9) \times 1.302=445,284$
Jumlah	1.302	445,284

4.2.1.4 Biomassa Gambut

Potensi deposit gambut yang ada di Kabupaten Kampar termasuk deposit gambut sangat dangkal dan dangkal yaitu dengan kedalaman antara 50 cm – 200 cm. Gambut adalah deposit biomassa yang telah mengalami pembusukan ratusan tahun. Deposit gambut dapat dijadikan salah satu dari sumber energi alternative. Teknologi Pyrolisis dan yang terakhir Fast Pyrolisis memungkinkan menjadikan gambut sebagai salah satu sumber energi yang sangat potensial. Kandungan energi per 1kg gambut setara dengan 15.9 MJ (HCV) dan 14.5MJ (LCV). Lahan gambut di Kabupaten Kampar terdapat di sebagian wilayah Kecamatan Siak Hulu, Kampar Kiri, Tambang, Tapung dan Tapung Kiri.

Ada beberapa alasan mengapa pemetaan terhadap gambut tidak dilakukan, yaitu: karena wilayah-deposit gambut berada pada daerah-daerah hutan lindung, hutan konservasi dan sebagian lagi telah overlap dengan areal perkebunan. Disamping itu deposit gambut termasuk sebagai unrenewable

arukan, maka potensi ini tidak

menjadi rekomendasi sebagai sebuah pilihan sumber energi alternative.



daerah-daerah dibawah lapisan gambut tetap menyimpan cadangan air. Secara biologi hal ini membantu menyelamatkan banyak aneka ragam hayati air yang kelangsungan hidupnya bergantung pada persediaan air. Namun demikian informasi tentang deposit gambut di Kabupaten Kampar kita sajikan berdasarkan hasil pemetaan indera jauh dan data Lansat. Hanya dengan system tersebut cadangan gambut yang ada dapat di monitor cadangannya dari tahun ketahun.

Perubahan deposit gambut terjadi karena terjadi alih fungsi lahan dan eksploitasi local. Informasi deposit gambut di Kabupaten Kampar disajikan dalam tabel 3.2.1.8. Kandungan energi 1kg gambut dengan basis LCV = 14,5 MJ/kg ^{*)}. Kandungan energi rata-rata 1kg BBM dalam baku LCV = 41.9MJ/kg^{*)} , dimana ^{*)} diperoleh dari Tabel Termodinamika. Jadi energi yang dikandung oleh 1 kg gambut setara dengan $(14,5/41,9) \times 1\text{kg} = 0,346\text{kg}$ BBM. Dengan menggunakan rumusan konversi di atas, jumlah potensi energi cadangan gambut di Kabupaten kampar sebesar nilai tertera dalam table 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 Deposit gambut di Kabupaten Kampar kandungan energi setara ton BBM

Kabupaten	Luas (ha)	Presentase dari gambut Sumatra	Massa Carbon (ton)	Setara BBM (ton)
Kampar	119.775,00	2,01%	293.000.000,00	101.378.000,00

(Sumber: Prosiding Lokakarya Pemanfaatan Lahan Gambut Secara Bijaksana, 2005)

4.2.1.5 Biomassa Limbah Industri Kehutanan

Yang dimaksud dengan industri kehutanan adalah semua jenis industri yang memanfaatkan bahan baku dari hasil hutan khususnya kayu. Berapa secara kuantitatif limbah yang dihasilkan secara kasar dapat diperkirakan dari jumlah perusahaan industri perkayuan dan volume kayu yang diolah setiap tahunnya. Jumlah usaha sektor usaha kehutan di kabupaten kampar di sajikan dalam Tabel 4.12 (Sumber Pemerintah Kabupaten Kampar 2008).

Potensi limbah pengolahan hasil hutan diperoleh dari data primer secara sampling ke beberapa kegiatan usaha dimaksud.

**Tabel 4.12 Biomassa limbah industri sektor kehutanan di Kabupaten
Kampar**

Kabupaten	Jenis usaha	Jumlah usaha	Berat limbah (ton/thn)
Kampar	perabot	68	4.896
	Kusen*	58	8.352
	Peti kemas	3	360
	Pengerjaan kayu	35	3.780
	Penggergajian kayu**	69	49.680
	Pengetaman kayu***	35	11.340
	Ukir kayu	2	4
Jumlah			67.068

* 0,4 ton perhari rata-rata per usaha; * * 2 ton/perhari rata-rata per usaha
*** 0.9 ton/hari rata-rata per usaha

Potensi energi yang terdapat dalam limbah industri kehutanan dikonversikan setara energi ton BBM adalah : $(14,3/41,9) \times 67.068 \text{ ton} = \underline{22.937,256} \text{ ton}$ setara BBM pada baku LCV . Potensi ini diluar pemanfaatan biomassa dari ranting pohon bahan baku kayu olahan yang volumenya dapat mencapai 100 kali limbah industri. Limbah kayu dari usaha HPH adalah sumber biomassa yang selama ini dibuang dan tidak dimanfaatkan. Potensi ini sangat besar karena volume nya dapat mencapai 1,5 kali dari pengeluaran kayu pada konsesi HPH. Jika asumsi ini benar, maka ada potensi sumber energi alternatif dari biomassa limbah hutan sebanyak : $100 \times 22.937,256 \text{ ton} = 2.293.725,6 \text{ ton}$ setara BBM pada baku LCV pertahun. Jadi jumlah produksi

biomassa yang dapat dimanfaatkan diluar deposit gambut diukur dengan nilai setara BBM pada baku LCV adalah seperti di sajikan dalam tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Jumlah limbah biomassa keseluruhan di Kabupaten Kampar tahun 2009

No	Jenis limbah biomassa	Potensi Setara BBM (ton)	Nilai energi pada baku LCV x 10 ³ (MJ)*)
1	Sawit	3.439.157,249	144.100.688,7
2	Kelapa	3817,457	159.951,46
3	Padi	27.741,330	952.861,727
4	Jagung	445,284	18.657,3996
5	Industri Kayu	67.068,000	2.810.149,2
6	Hutan	2.293.725,600	96.107.102,64
Jumlah			244.149.411,1

Dari Tabel 4.13 jumlah kandungan energi keseluruhan biomassa yang berasal dari berbagai limbah tidak termasuk potensi gambut yaitu:

- 244.149.144,1 x 10³ MJ dengan basis perhitungan data sawit dan kelapa dari Dinas Perkebunan Propinsi Riau

Jika dikonversikan kedalam potensi daya listrik adalah: 1 MW= 1 MJ/detik untuk menghasilkan 1 MW daya perdetik dibutuhkan energi sebanyak 1 MJ. Jadi energi yang diperlukan untuk menghasilkan daya 1MW

dalam satu tahun dibutuhkan energi senilai $3600 \times 24 \times 360 \times 1 \text{ MJ} = 31104000 \text{ MJ} = 31104 \times 10^3 \text{ MJ}$. Sehingga potensi sumber energi sebesar $244.149.144,1 \times 10^3 \text{ MJ} / (31104 \times 10^3 \text{ MJ}) \times 1 \text{ MW}$ dapat menghasilkan daya listrik sebesar **7849,45 MW** tahun pertahun tahun bila menggunakan basis data Dinas Perkebunan Propinsi Riau. Besar Daya listrik yang dapat diperoleh bergantung pada efisiensi atau daya guna dari turbin pembangkit. Sementara itu dari **Deposit gambut** yang ada di Kabupaten Kampar dapat menghasilkan Daya listrik sebesar : $4.247.738.200 \times 10^3 \text{ MJ} / (31104 \times 10^3 \text{ MJ}) \times 1 \text{ MW}$, yaitu sebesar **136565.657 MW** pertahun, atau dapat digunakan untuk membangkitkan daya listrik **1000 MW** pembangkit dalam waktu **136,5 tahun**.
(Tabel L.2, pada lampiran 2, Sumber : Sorensen 1991, 2002c)

4.2.1.6 Bio Fuel

Potensi biofuel atau biodiesel dapat dihitung dari produksi bahan baku pertahun. Dari Data luas kebun sawit dan Kelapa serta produksi ton pertahun dapat diperoleh jumlah ton atau liter biodiesel yang mungkin dikembangkan. Namun potensi tersebut dibuat dengan asumsi bahwa sumber bahan baku tidak digunakan untuk keperluan lain. Konversi dari ton produksi menjadi CPO sebagai bahan baku Biodiesel/Biofuel dilakukan sebagai berikut:

- Untuk setiap 1 ton TBS dapat menghasilkan 0.225 ton CPO, (Zulfansyah, 1998)
- Untuk setiap 1 ton CPO dengan efisiensi proses 95% dapat menghasilkan Biodiesel sebanyak 0.95 ton, (Malaysian Palm Oil Board, Vol. 2, 2000).

Dari prosedur perhitungan konversi tersebut di atas maka potensi biodiesel yang dapat dihasilkan oleh produksi kebun sawit dan Kelapa di kabupaten Kampar adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Potensi produksi Biodiesel/Biofuel dari Kelapa Sawit tahun 2009 dengan efisiensi proses 95%

Basis tahun	Luas tanaman (ha)	Produksi rata-rata ton/thn	Produksi CPO (ton/thn)	Produksi Biodiesel (ton/tahun)
2008*)	327.098	1.310.213,3	294.797,99	280.058,09

*) = basis data bersumber dari Dinas Perkebunan PropinsiRiau

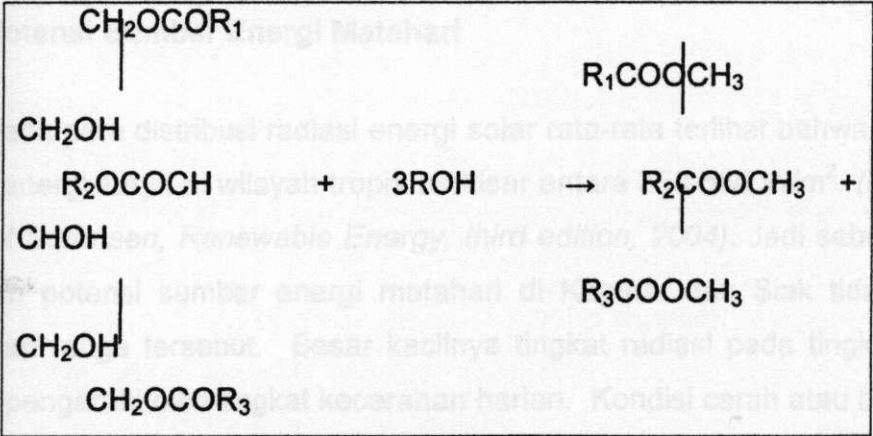
Tabel 4.15 Produksi Biofuel/Biodiesel dari Kelapa dengan efisiensi proses 95% ratio output terhadap input

Basis tahun	Luas lahan (ha)	Produksi rata-rata ton/thn	CCO (ton/thn)	Biofuel (ton/thn)
2008*)	3.314	2.037,2	458,37	435,45

*) = basis data bersumber dari Dinas Perkebunan PropinsiRiau

Dalam proses pembuatan Biofuel atau bio diesel, Proses utamanya dimana senyawa Triglicerida di tambah dengan alcohol untuk menghasilkan proses esterifikasi sehingga dihasilkan senyawa baru sebagai hasilnya yaitu ester dan gliserol.

Berikut digambarkan secara singkat bentuk proses



Tabel berikut menggambarkan proses produksi biodiesel yang ada
 pada tanggal 18-20 Oktober pada tiga titik yang berbeda diperoleh data solar

Tabel 4.16 Teknologi proses pembuatan biodiesel dari bahan baku

Perusahaan	Reaction Conditions			
	P(atm)	T(°C)	Catalyst	Mode operation
Transesterifikasi				
Comprimo/Vogel & Not	1	Ambient	KOH	Batch
University of Idaho	1	Ambient	KOH	Batch
Novamont/Technimont	1	>Ambient	Organic	Batch
Conneman/Field & Halm	1	60-70	NaOH	Kontinyu
Lurgi	1	60-70	Alkaline	Kontinyu
IFP/Sofiproteal	1	50-130	Alkaline/Acidic	Batch
Gratech	3,5	95	?	Kontinyu
Desmet	50	200	Non-Alkaline	Kontinyu
...lain-lain				
Hydrogenasi	4-100		Cobalt/Molibdenum	Kontinyu

Sumber: Malaysian Palm Oil Board, Vol.2, 2000)

4.2.2 Potensi Sumber Energi Matahari

Pada peta distribusi radiasi energi solar rata-rata terlihat bahwa potensi sumber energi surya di wilayah tropis berkisar antara 350-550 W/m². (Di ambil dari Bent Sorensen, Renewable Energy, third edition, 2004). Jadi sebenarnya pemetaan potensi sumber energi matahari di Kampar dan Siak tidak akan keluar dari range tersebut. Besar kecilnya tingkat radiasi pada tingkat local hanya dipengaruhi oleh tingkat kecerahan harian. Kondisi cerah atau berawan yang mempengaruhinya, tetapi pengaruh ini sangat kecil. Dari hasil

pengamatan setiap 30 menit dari pukul 9.00 pagi sampai dengan 16.30 sore pada tanggal 18-20 Oktober pada tiga titik yang berbeda diperoleh data solar untuk Kabupaten Kampar.

Tabel 4.17 Nilai rata-rata radiasi Surya dalam Watt/m² Daerah Pengukuran Segmen Kabupaten Kampar

Radiasi	Rata-rata (h1)	Rata-rata (h2)	Rata-rata (h3)	Rata-rata total
Radiasi surya Watt/m ²	346,8	281,62	344,5	322.47

Dari nilai daya rata-rata harian radiasi solar, memperlihatkan potensi sumber energi solar yang ada di wilayah kabupaten Kampar tidak di ragukan lagi, persoalannya apakah potensi ini secara ekonomi layak untuk dikembangkan masih perlu analisa lebih lanjut. Sebagai ilustrasi, distribusi intensitas radiasi solar pada periode 3 bulanan dimulai dari periode Januari-Maret, April-Juni, Juli-September dan Oktober – November di tunjukkan oleh 4 buah peta global pada lampiran .

4.2.3 Potensi Sumber Energi Angin

Potensi sumber energi angina pada satu wilayah ditentukan oleh distribusi kecepatan rata-rata angin harian. Suatu kawasan yang memiliki potensi kecepatan angina rata-rata harian diatas 4 m/detik diatas permukaan tanah secara teori diwilayah itu layak untuk dikembangkan pembangkit daya listrik tenaga angin (Wind Turbine Generator). Artinya daerah atau kawasan yang kecepatan angin rata-rata di bawah 4 m/detik di permukaan tanah tidak dianjurkan untuk mencoba bertani angin. Pengukuran kecepatan angin dipilih pada titik-titik atau tempat terbuka dengan pertimbangan menghindari pengaruh gedung dan bangunan. Karena itu titik pengukuran di pilih didaerah

ketinggian atau perbukitan. Dengan demikian angin yang berhembus diatas wilayah lembah atau dataran yang lebih rendah akan dapat diukur lebih akurat krena terbebas dari hambatan gedung atau bangunan yang tinggi. Karena sifat angin yang berbeda dengan sumber air, dimana sifat aliran arus air relative stabil dari jam ke jam dan dari hari kehari, sementara angin sangat sulit dipastikan dan tidak tentu arahnya dan kecepatannya selalu berubah, maka pengukuran harus dilakukan dalam hitungan jam dalam periode harian.

Selanjutnya yang perlu diketahui bahwa kecepatan angin pada setiap ketinggian tidak sama. Kecepatan angin yang setabil berada pada ketinggian 10 meter sampai 100 meter dari atas permukaan tanah. Namun demikian dengan menggunakan data kecepatan angin harian pada ketinggian < 10 meter kita dapat menentukan kecepatan angin >10m dengan menggunakan perhitungan empiric dari banyak penelitian terdahulu. Kecepatan angin ini dipengaruhi oleh temperatur udara, densitas udara dan posisi geografi (Sorensen, 2004). Untuk wilayah tropis kecepatan angin $\geq 10\text{m}$ merupakan kecepatan pada permukaan tanah (v_o) ditambah dengan v_o kali factor eksponensial negatif dari permukaan tanah. Sebagai contoh kecepatan pada ketinggian 20 meter adalah v_{20} diatas tanah. Jika kecepatan di atas permukaan tanah v_o

$$v_{20} = v_o (1 + ne^{-v_o/20})$$

dimana n adalah 1, 2, 3 pada hitungan kelipatan 10 meter. Dengan ketinggian maksimum menara turbin 100 meter diatas permukaan tanah.

Dari data lapangan inventarisir data kecepatan angina rata-rata harian di kampar sangat kecil yaitu < 2m/detik. Sebaliknya untuk Kabupaten Siak, yaitu di kawasan sepanjang Selat Lalang mulai dari Sungai Apit sampai dengan Tanjung Penakat yaitu pada rentang sejauh 100 km mengikuti garis pantai mempunyai kecepatan angin rata-rata harian di atas 4 m/detik pada permukaan tanah. Kecepatan rata-rata harian untuk ketinggian diatas 10-100

meter di atas permukaan tanah diperkirakan dapat berkisar antara 10 -15 m/detik. Kecepatan ini adalah kecepatan ideal untuk memnggerakkan turbin angin bersekala sedang sampai besar. Dari hasil pengamatan diperoleh tabel kecepatan rata-rata energi angin setara dengan daya persatuan luas bidang tangkap untuk beberapa titik pengukuran di Kabupaten Kampar sebagai berikut :

Tabel 4.18 Potensi daya angin dalam Watt/m2 untuk profil kecepatan angin diatas permukaan tanah di Kabupaten Kampar

Kabupaten	Kecepatan rata-rata	Daya equivalen	Keterangan
Kampar	1,3 m/detik	3,66 W/m ²	Bila merujuk pada persyaratan teknis, maka potensi daya angin yang ada di Kabupaten Kampar sangat kecil

4.2.4 Potensi sumber energi air

Sumber daya air dalam bentuk Energi kinetic aliran massa air sungai merupakan bentuk energi alternative yang sangat potensial pada bentangan aliran sungai Kampar Kiri. Energi Kinetik aliran ini berasal dari Energi Potensial Kerapatan Massa Air Sungai karena perbedaan ketinggian profil topografi antara Hulu Sungai di daerah Hulu pada segmen kemiringan tinggi di Pangkalan Serat sampai Gema menuju hilir didaerah berelivasi rendah dengan profil topografi landai di Mentulik. Tenaga Air sungai Kampar Kiri dipandang sebagai sumber energi pilihan yang paling siap untuk di Kembangkan di Kabupaten Kampar. Pengukuran karakteristik aliran air sungai mencakup wilayah Kampar Kiri dan Kampar Kiri Hulu pada bentangan sejauh 90 km.

Yang menjadi fokus pengumpulan data lapangan adalah data karakteristik arus sungai dan anak sungai Kampar Kiri. Pengukurun dipilih pada dua jenis segmen sifat aliran sungai yang berbeda. Yaitu pada segmen berkarakteristik landai di beberapa daerah pemukiman pinggir sungai Kampar Kiri dari **Mentulik** sampai **Kuntu**. Segmen kedua adalah segmen berkarakteristik kemiringan diatas landai di wilayah Kecamatan Kampar Kiri Hulu, mulai dari **Desa Kuntu** sampai **Pangkalan Serat** dan beberapa pusat pemukiman sepanjang aliran anak sungai di bagian Hulu seperti **Sungai Sibayan**. Desa **Ludai** pada daerah aliran yang berasal dari **Sungai Bio-Bio** dan **Sungai Kayuara**.

Dari pemilihan lokasi berdasarkan karakteristik segmen di atas, akan diperoleh satu informasi penting untuk perencanaan pembangkit daya di masa yang akan datang. Titik-titik lokasi tempat pengukuran karakteristik aliran air sungai dan pengukuran kecepatan angin harian dalam periode 12-20 Oktober 2009 pada kegiatan lapangan dituangkan dalam berbagai tampilan.Untuk mengetahui berapa besar daya yang dapat dikembangkan dari sumber energi air diwilayah Kampar, khususnya pada sungai-sungai di hulu sungai Kampar Kiri, di pergunakan data lapangan hail pengukuran pada kegiatan yang telah dilakukan yaitu antara tanggal 12-20 Otober tahun 2006 yang lalu.

Tabel 4.19 Potensi Sumber Daya Air Sepanjang Hulu Sungai Kampar Kiri

Segmen pengukuran	Laju aliran v (meter/detik)	Daya Air (Watt)	Keterangan
H1	0.3	2258.4	Pemetaan ini dihitung berdasarkan lebar profil aliran 8 meter dengan kedalaman air 2 meter. Dan dilakukan pada beberapa titik. Potensi yang
H2	0,31	2323.4	
H3	0,33	1945.8	
H4	0.44	3135.7	
H5	0,49	1728.7	

H6	1,27	5804.8	dapat dikembangkan adalah dengan memperluas dan memperdalam tubuh aliran serta memanfaatkan beberapa titik potensial sepanjang aliran di wilayah hulu. Memperhatikan daerah aliran yang ada dan panjang bentangan sepanjang hulu maka diperkirakan potensi daya yang tersedia dapat mencapai 5 x daya terukur atau setara dengan 5 x 34.8 MW= 170,4 MW.
H7	1,37	4053.6	
H8	1,38	4053.6	
H9	1,42	1633.2	
H10	1.6	5598.7	
H11	1.38	2313.8	
Jumlah	11 lokasi	34849.7	

Secara praktik, besar daya listrik yang dapat dibangkitkan dari arus air dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho A v t g h}{t} = \rho Q g h = 9.81 \rho Q h \text{ Watt}$$

dimana P = Daya air dalam Watt

ρ = densitas air sungai 10^3 kg/m^3

v = kecepatan arus sungai

A = Luas penampang tubuh air pada profil sungai

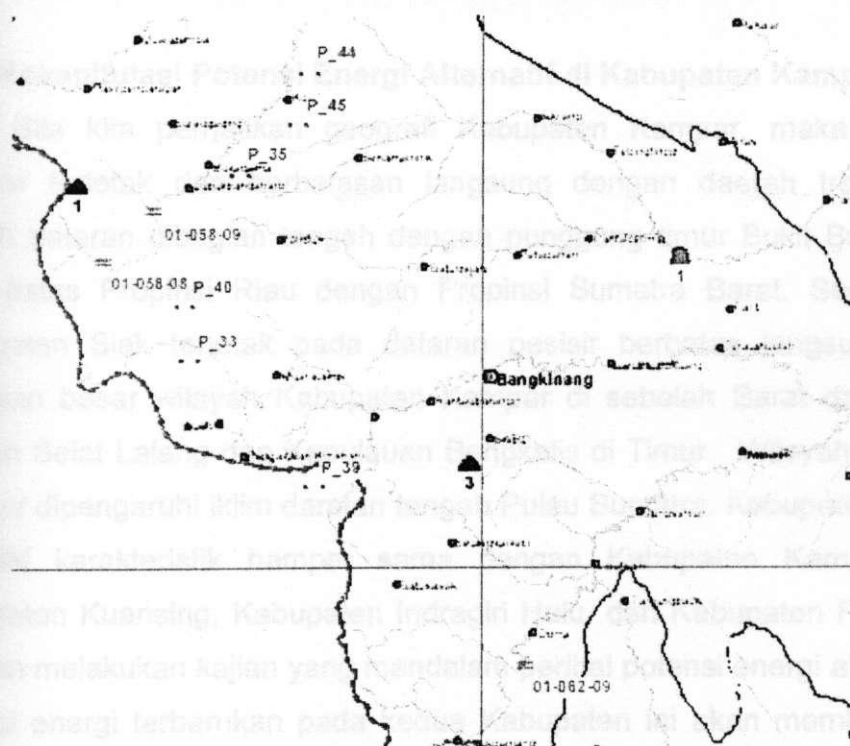
Q = Laju aliran volumetric (m^3/detik)

M = laju aliran massa (ton/detik)

h =Tinggi perbedaan dasar sungai pada rentang pengamatan (meter)

Dengan menggunakan data terukur maka diperoleh daya air atau tenaga hidro pada segmen pengukuran. Potensi tersebut disajikan pada table 4.19 di atas, maka total potensi daya yang ada di sepanjang hulu sungai kampar kiri sekitar **170,4 MW** berasal dari dua aliran anak sungai yaitu , Aliran Sungai Sibayan di Selatan yang berhulu di Pangkalan serat dan Sungai Biobio di Utara, yang melintas melalui Ludai. Kapasitas daya yang dapat dikembangkan sepanjang **Sibayan mencapai 114,37 MW** dan sepanjang sungai **Biobio dapat mencapai 23,14MW.**

Jika hasil pengukuran lapangan pada kegiatan ini dibandingkan dengan pemetaan oleh PT PLN, hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda. Potensi Aliran Sibayan pada kode koordinat **01-062-09 = 101,5 MW**



Tabel 4.20 Rekapitulasi potensi sumber energi alternatif untuk Kabupaten Kampar

Jenis Energi	Tipe	Potensi	
Renewable	Terbarukan	Cadangan satu tahun dengan	
Potensi Tenaga Air/Hydro (MW) :			
Project_ID	Project_name	River_Basin	Kapasitas
01-058-08	Rokan Kiri-1	B. Rokan Kiri	266.8
01-058-09	Rokan Kiri-2	B. Rokan Kiri	113
01-062-09	Sibayang-2	BT. Sibayang	101.5
01-062-10	Singingi	BT. Singingi	39.4
01-066-16	Kuantan-2	BT. Kuantan	406.4
(Sumber: Potensi Energi Nasional Wilayah Riau, PT PLN Pesero, 2001)			
Sungai	Terbarukan	170.4 MW	
Sungai	Terbarukan	60711.27 - 119523.98 ton	

4.2.5 Rekapitulasi Potensi Energi Alternatif di Kabupaten Kampar

Bila kita perhatikan geografi Kabupaten Kampar, maka kabupaten Kampar terletak dan berbatasan langsung dengan daerah transisi, yaitu daerah dataran dibagian tengah dengan punggung timur Bukit Barisan pada garis batas Propinsi Riau dengan Propinsi Sumatra Barat. Sementara itu Kabupaten Siak terletak pada dataran pesisir berbatas langsung dengan sebagian besar wilayah Kabupaten Kampar di sebelah Barat dan berbatas dengan Selat Lalang dan Kepulauan Bengkalis di Timur. Wilayah Kabupaten Kampar dipengaruhi iklim daratan tengah Pulau Sumatra. Kabupaten lain yang memiliki karakteristik hamper sama dengan Kabupaten Kampar adalah Kabupaten Kuansing, Kabupaten Indragiri Hulu, dan Kabupaten Rokan Hulu. Dengan melakukan kajian yang mendalam perihal potensi energi alternatif dan potensi energi terbarukan pada kedua Kabupaten ini akan membantu pihak pembuat kebijakan melakukan kajian pada Kabupaten lain yang berkarakter sama . Tindak lanjut dari setudi ini bila diikuti oleh semacam pilot proyek dimasa yang akan datang, juga akan dapat menjadi contoh kegiatan yang sama pada Kabupaten lainnya.

Tabel 4.20 Rekapitulasi potensi sumber energi alternatif untuk Kabupaten Kampar

Jenis Energi	Tipe	Potensi
Biomassa	Terbarukan	Cadangan satu tahun dengan kapasitas daya 3908,9 MW – 4511,9 MW
Gambut (Deposit)	Tidak terbarukan	Cadangan 136,5 tahun dengan kapasitas daya 1000 MW
Surya	Terbarukan	300-450 Watt/m ² .
Angin	Terbarukan	Sangat kecil
Air Sungai	Terbarukan	170,4 MW
Bio-Fuel (Sawit+Kelapa)	Terbarukan	69711,27 - 119523,98 ton

Potensi energi alternative lain seperti Geothermal dan Tenaga Pasang-Surut tidak ditemukan di kabupaten Kampar. Potensi energi angin diketahui sangat kecil dan tidak berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber energi pengganti.