

# **PEMANFAATAN LIMBAH KELAPA SAWIT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK**

***Oleh Dr. Ir. Didik Notosudjono Msc***  
***DJLPE - Dekan Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor***

***DISAMPAIKAN PADA WORKSHOP PEMANFAATAN  
LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT DI  
DISTAMBEN JAMBI  
11 Juli 2007***

# **PEMANFAATAN LIMBAH KELAPA SAWIT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK**

**Oleh Dr. Ir. Didik Notosudjono Msc**

**Dekan Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor**

DISAMPAIKAN PADA WORKSHOP PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT DI  
DISTAMBEN JAMBI

11 Juli 2007

## **ABSTRAC**

Pemanfaatan Energy terbarukan ditujukan kepada 3 pilar utama dari pembangunan yang berkelanjutan, yaitu : kemajuan ekonomi, Pembangunan dan perbaikan social serta pemeliharaan lingkungan hidup. Beberapa teknologi dari energi terbarukan telah berkembang dengan cepat dan harga kompetitif yang cenderung meningkat. Sebagai contoh, mikrohidro dan biomassa merupakan pilihan harga yang paling kompetitif untuk menyediakan pelayanan energi listrik dalam area Off-Grid di negara berkembang. Hal ini terutama sekali sangat penting dalam daerah seperti Propinsi Sumbar, pada tahun terakhir ini terjadi kekurangan energi listrik dan memerlukan pembangkit listrik tambahan untuk mendorong komunitas masyarakat yang tinggal di daerah tersebut dan juga sektor industri. Kegiatan ini akan menyediakan manfaat aspek sosial dan ekonomi secara konsisten dan didukung oleh kebijaksanaan pemerintah untuk listrik pedesaan. Teknologi Biomassa untuk pembangkitan energi listrik telah dikembangkan dalam POM sejak beberapa tahun lalu untuk keperluan lokal Pabrik. Desain yang dipakai kurang efisien ketika mereka melayani fungsi ganda untuk produksi energi listrik dan sebagai teknologi pengurangan sampah padat. Pada Presentasi ini ,Pembangkit Listrik Biomassa menjadi efisien dan secara otomatis dapat dipercaya. Desain tersebut berasal dari pembangkit listrik tenaga uap dimana penggerak utamanya adalah pembangkit uap untuk pemrosesan menggunakan boiler. Energi yang dihasilkan dalam bentuk uap juga digunakan di dalam alternator turbo uap untuk membangkitkan energi listrik.

Keywords : Pembangunan yang berkelanjutan, Energi Terbarukan, Biomassa

## **I. LATAR BELAKANG**

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Sebanyak 85% lebih pasar dunia kelapa sawit dikuasai oleh Indonesia dan Malaysia. Menurut GAPKI (Gabungan Perusahaan Kelapa Sawit Indonesia), pada tahun 2008 diperkirakan Indonesia bisa menjadi produsen kelapa sawit terbesar di dunia.

Pemanfaatan Energy terbarukan ditujukan kepada 3 pilar utama dari pembangunan yang berkelanjutan, yaitu : kemajuan ekonomi, Pembangunan dan perbaikan social serta pemeliharaan lingkungan hidup. Beberapa teknologi dari energi terbarukan telah berkembang dengan cepat dan harga kompetitif yang cenderung meningkat. Sebagai contoh, mikrohidro dan biomassa merupakan pilihan harga yang paling kompetitif untuk menyediakan pelayanan energi listrik dalam area Off-Grid di negara berkembang. Hal ini terutama sekali sangat penting dalam daerah seperti Propinsi Sumatra Barat, dimana pada tahun terakhir ini terjadi kekurangan energi listrik dan memerlukan pembangkit listrik tambahan untuk mendorong komunitas masyarakat yang tinggal di daerah tersebut dan juga sektor industri. Kegiatan ini akan menyediakan manfaat aspek sosial dan ekonomi secara konsisten dan didukung oleh kebijaksanaan pemerintah untuk listrik pedesaan. Teknologi Biomassa untuk pembangkitan

energi listrik telah dikembangkan dalam POM sejak beberapa tahun lalu untuk keperluan lokal Pabrik. Desain yang dipakai kurang efisien ketika mereka melayani fungsi ganda untuk produksi energi listrik dan sebagai teknologi pengurangan sampah padat. Pada Presentasi ini Pembangkit Listrik Biomassa menjadi efisien dan secara otomatis dapat dipercaya. Desain tersebut berasal dari pembangkit listrik tenaga uap dimana penggerak utamanya adalah pembangkit uap untuk pemrosesan menggunakan boiler. Energi yang dihasilkan dalam bentuk uap juga digunakan di dalam alternator turbo uap untuk membangkitkan energi listrik.

Produksi minyak kelapa sawit Indonesia adalah yang paling besar kedua di dunia setelah Malaysia. dengan jumlah keseluruhan area penanaman kelapa sawit seluas pada akhir tahun 2006 di atas **6,074,926** ha, namaun pada perkembangan selanjutnya sejak bulan April-Mei 2007, Indonesia sudah mendahului Malaysia dalam Produksi Kelapa sawit, sehingga dapat dikatakan pada saat ini Indonesia sudah menjadi nehora dengan produksi kelapa Sawit terbesar di dunia.

## II. POTENSI LIMBAH KELAPA SAWIT

Pulau Sumatra mempunyai potensi yang cukup besar untuk pengembangan Biomass Power Plant, terutama di Riau dan Sumatra utara, hal yang menarik adalah letak lokasi dari semua Pabrik Kelapa Sawit ( di daerah ini mayoritas ada ditepi jalan Provinsi, dan letak dari beberapa Pabrik PKS ini saling berdekatan, pada tabel 2.1 adalah gambaran beberapa Pabrik PKS di beberapa lokasi sekitar Sumatra utara

**Tabel 2.1 Potensi TBK di Sumatra Utara**

| No   | POM               | Ukuran t/h | FFB t/yr '000 | EFB Incinerated | EFB available t/yr '000 |        |
|--|-------------------|------------|---------------|-----------------|-------------------------|--------|
| 1  | Asam Jawa         | 60         | 210-240       | 50%             | 40-50                   | 20-25  |
| 2  | Aek Torop         | 60         | 150-180       | -Nil-           | 30-35                   | 15-18  |
| 3  | Nubika Jaya       | 45         | 170-180       | 50%             | 34-36                   | 17-20  |
| 4  | Aek Raso          | 30         | 120-150       | 50%             | 24-30                   | 12-15  |
| 5  | Supra Matra Abadi | 30         | 120-150       | 50%             | 24-30                   | 12-15  |
| 6  | Abdi Budi Mulia   | 30         | 120-150       | 50%             | 24-30                   | 12-15  |
| Total EFB available for the Cluster Project (1000 t/y) |                   |            |               |                 |                         | 88-108 |

Catatan : FFB adalah Tandan Buah Segar (TBS)  
EFB adalah Tandan Buah Kosong

Berdasarkan Pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) di Pabrik kelapa Sawit di beberapa lokasi di Indonesia , terutama di Sumatra utara dihasilkan CPO sebesar 22% dari total Tandan Buah Segar dan Produksi Cangkang 6 % dari Tandan Buah Segar dan Fibre 10-12% dari FFB, Fibre pada saat ini menjadi bahan baku utama untuk produksi uap melalui Boiler dan EFB (Tandan Buah Kosong) nya adalah 23% dari FFB.

Pada beberapa lokasi Pabrik Kelapa Sawit di Indonesia pemakaian cangkang (Shell) untuk campuran produksi uap yang dilaksanakan di Boiler tidak maksimal, dan banyak juga tidak terpakai dengan baik, sehingga Cangkang ini juga dibuang percuma pada beberapa lokasi di Pabrik Kelapa Sawit, namun pada beberapa tahun ini Cangkang mempunyai nilai ekonomis yang baik, sehingga jarang dibuang percuma. Pada gambar dibawah ini adalah tipikal bahan baku dari limbah kelapa sawit yang bisa dimanfaatkan untuk Biomass Power Plant



Limbah kelapa sawit berupa Tandan Buah Kosong (TBK) yang terdapat di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) selama ini dibuang ditepi jalan atau di buang ke kebun disekitar kelapa sawit, bahkan pada beberapa PKS TBK ini dibakar, padahal TBK jika diproses ulang dapat menghasilkan energi listrik yang sangat potensial

### III PILIHAN TEKNOLOGI

Perkembangan Teknologi untuk mengolah Limbah Kelapa Sawit sekarang sudah ada, sehingga pada beberapa tahun mendatang Limbah kelapa sawit dapat diminimalkan, beberapa pilihan teknologi untuk mengolah limbah kelapa sawit antara lain :

1. Interkoneksi listrik ke jaringan PLN
2. Pemanfaatan Sisa Minyak pada Tandan Buah Kosong
3. Gasifikasi untuk pembangkit listrik
4. Pemanfaatan Biogas dari limbah cair
5. Biodiesel
6. Minyak Diesel Organik

#### 7. Pembangkit listrik

Dan berdasarkan kedekatan lokasi antara Pabrik kelapa sawit dapat dikembangkan beberapa Teknologi Pilihan, baik itu skala Individu ataupun model Cluster, beberapa teknologi tersebut antara lain :

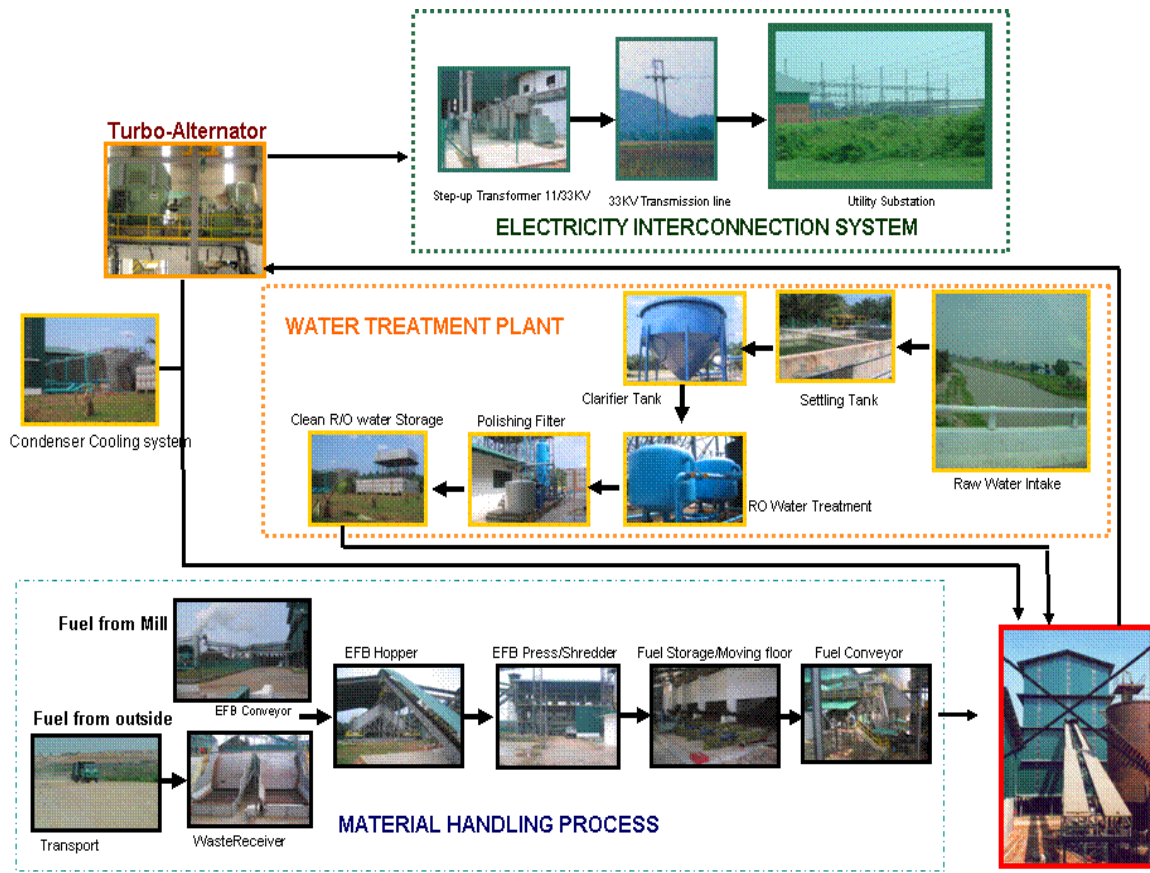
- Individual POM
  1. Interkoneksi listrik ke jaringan PLN
  2. Pemanfaatan Sisa Minyak pada Tandan Buah Kosong
  3. Gasifikasi untuk pembangkit listrik
  4. Pemanfaatan Biogas dari limbah cair
- Cluster
  1. Biodiesel
  2. Minyak Diesel Organik
  3. Pembangkit listrik

### **IV. MODEL BIOMAS POWER PLANT**

Pengembangan Biomass Power Plant adalah merupakan energi Alternatif yang sangat baik dan potensial yang berasal dari limbah kelapa sawit, dan merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Untuk memproduksi uap menggunakan Boiler dimana dari pengamatan lapangan Boiler yang dipakai untuk memproduksi uap pada umumnya mempunyai tekanan rendah 20 – 25 Bar, sehingga efisiensinya sangat rendah, produksi uap dari Boiler ini dapat digunakan untuk memasak Tandan Buah segar dan juga untuk membangkitkan listrik untuk keperluan Internal Pabrik kelapa Sawit, hal yang perlu diperhatikan dalam pembangunan Pabrik Kelapa sawit adalah kebutuhan air untuk Boiler, sehingga pada umumnya desain pabrik kelapa sawit yang ideal adalah dekat sungai sungai besar

Pada gambar dibawah ini memperlihatkan schema diagram proses Biomass Power Plant untuk Pembangkit Energi Listrik untuk mensuplai kebutuhan tenaga listrik untuk keperluan internal Pabrik Kelapa Sawit dan kemungkinan dijual ke PT PLN melalui Jaringan interkoneksi 20 KV



pada tahun tahun terakhir ini teknologi Biomass Power Plant perkembangannya sudah cukup bagus, bahkan efisiensinya sudah meningkat dengan baik dan sudah menggunakan system control Programmable Logic Control secara computer,

## V. ANALISA KELAYAKAN EKONOMI

Pengembangan Biomass Power Plant dengan teknologi Tingkat menengah yakni dengan proses Continues dengan tekanan kurang lebih 50 bar, juga sudah dikembangkan, dan mempunyai efisiensi yang lebih baik, namun harga pokok Produksi energi listriknya masih lebih tinggi dari Biomass Power Plant dengan Boiler Tekanan 20 bar.

Biomass Power Plant yang lebih Advance adalah Pengembangan Boiler dengan tekanan tinggi 68 Bar. Beberapa pabrik kelapa Sawit di Malaysia sudah mengadopsi teknologi Boiler dengan Tekanan tinggi ini. Meskipun harga Produksi listriknya lebih tinggi, namun jika dibandingkan dengan harga pokok produksi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel masih lebih rendah.

Pada Tabel 5.1. menunjukan Kelakan ekonomis pengembangan Biomass Power Plant dengan kapasitas 5,9 MW, dengan waktu umur pakai 20 th dengan waktu pengembalian 13 th, dengan harga BPP USD 0.0206/kW

Tabel 5.1 Analisa Kelayakan ekonomi

|   |   | Rate  |            |             |              |      |
|---|---|-------|------------|-------------|--------------|------|
| A | Sale of Steam ( mt / y )                          | 8.11  | 152,424    | t           | 0            | 0%   |
| B | Sale of Power to local demand ( kwh / y )         | -     | -          | kwh         | -            | 0%   |
| C | Sale of Power to GRID ( kwh / y )                 | 0.060 | 45,117,504 | kwh         | 2,386,960    | 92%  |
| D | CER sale - Biomass energy displacement            | 7.200 | 29,326     | CER / yr    | 211,150      | 8%   |
| E | Total Year Revenue                                |       |            | USD         | 2,598,109.76 | 100% |
| F | Production cost & Dep. Profit forecast before tax |       |            | USD         | 1,857,660.43 | 72%  |
| G |   |       |            | USD         | 740,449.33   | 28%  |
| H | Steam Boiler Capacity                             |       |            | 25,000      | kg / hr      |      |
| I | Steam Generation per year                         |       |            | 189,493,517 | t / year     |      |
| J | Steam available for sale per year                 |       |            | 152,424     | t / year     |      |
| K | PPA Tenure  |       |            | 20          | years        |      |
| L | Installed capacity                                |       |            | 5,920.00    | kW           |      |
| M | Total Parasitic Load                              |       |            | 900.0       | kW           |      |
| N | GRID Capacity                                     |       |            | 5,020       | kW           |      |
| O | Actual dispatch capacity per year                 |       |            | 45,117,504  | kWh / year   |      |
| P | <b>Project IRR</b>                                |       |            | 14.67%      |              |      |
| Q | <b>Payback period</b>                             |       | approx:    | 13          | years        |      |
| R | <b>Power sold at</b>                              |       |            | 0.0600      | USD / kw     |      |
| S | Cost per kw                                       |       |            | 0.0206      | USD / kw     |      |
| T | <b>Steam sold at</b>                              |       |            | -           | USD / mt     |      |
| U | Cost per mt steam                                 |       |            | 0.00        | USD / mt     |      |

| <b><u>ASSUMPTIONS:</u></b> |  |
|----------------------------|--|
| 1                          | Oil Palm Mill Cluster Capacity : 270.000 mt FFB/hr |
| 2                          | Tax Rate Maintained at : na                        |
| 3                          | Inflation Factor : 8%                              |
| 4                          | Debt : 70% percent                                 |
| 5                          | Equity : 30% percent                               |
| 6                          | Loan Repayment Period: 7 years                     |
| 7                          | Average Interest Rate: 12% percent                 |
| 8                          | Amount Borrowed: 6,895,994.84 USD                  |
| 9                          | Amount Equity: 2,955,426.36 USD                    |
| 10                         | Fuel cost: - USD / mt                              |
| 11                         | <b>Total EPC Project Cost: 9,851,421.19 USD</b>    |
| 12                         | Fuel Usage (moisture level %): 164 150 mt / day    |

|   |  |             |            |            |  |    |                               |                |           |
|---|--|-------------|------------|------------|--|----|-------------------------------|----------------|-----------|
| V | <b>Shareholders' IRR</b>                           |             | 14.33%     |            |  | 13 | Fuel disposal amount per year |                | mt / year |
| W | <b>Economic IRR</b>                                |             | 79.38%     |            |  | 14 | Ratio of fuel                 | kg fuel = 3.99 | kg steam  |
| X | <b>Project Cost per kW</b>                         |             | 1,664.09   | USD / kW   |  |    |                               | kg fuel = 0.95 | kw        |
| Y | Full Potential Despatch                            | kwh x 1,000 | 51,859,200 | kWh / year |  | 15 | Production days per year :    | 318            | days      |
| Z | Ratio of actual to maximum potential energy output |             | 87%        |            |  | 16 | Implementation of Project :   | 20             | years     |

## VI. REKOMENDASI

Limbah Kelapa Sawit pada beberapa tahun mendatang adalah limbah yang sangat potensial untuk dimanfaatkan secara optimal, dan dapat dikatakan tidak ada limbah yang terbuang percuma (Zero Waste), banyak Teknologi yang dapat memanfaatkan Limbah kelapa sawit, terutama Biomas Power Plant, Teknologi pembangkit Energi Listrik ini selain dapat menggantikan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel yang tersebar diluar Pulau Jawa, juga beberapa teknologi dengan Biomas Power Plant dengan memanfaatkan Boiler Tekanan Tinggi 68 Bar, pada saat ini sangat efisien sekali, dan dapat dikembangkan dengan model Cluster

## VII. REFERENCE

1. Energiewirtschaftliche Planung fuer die Netzintegration von windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020 (dena-Netzstudie)
2. Fink, Horst; Oelet; Gerhard, : A guide to the Financial evaluation of Investment Project in Energy Supply, GTZ, Eschborn, 1985.
3. Notosudjono Didik, dkk, Date Base Renewable Energy in Indonesia, BPP. Teknologi-UNESCO, Jakarta, 1999.
4. Notosudjono Didik, Ländliche Entwicklung durch erneuerbare Energie - Energiepotentiale, Entwicklungs- und Marketingkonzepte in Indonesien, Universitaet Flensburg, Germany, 2000.
5. Notosudjono Didik, Ir,Msc.,Strategi Pengembangan Penyediaan Energie Terbaharukan di Daerah Pedesaan dan Kemungkinan untuk kegiatan Produksi, Lokakarya Energie 1993,KNIWEC, Jakarta Indonesia.
6. Notosudjono Didik,Ir,Msc., Rencana Terpadu untuk Adaptasi teknologi di Pedesaan Indonesia, Prosiding Presentasi Ilmiah, Direktorat Teknologi Energie, BPPT, Desember 1992, Jakarta Indonesia.
7. Notosudjono Didik, Ir.Msc, dan Abubakar Lubis, Drs, MSc, Hybrid System ( small Wind Energy and DC Diesel Generator Sets ) for Electricity in the village Ciparanti, Western Java, Windpower'93 san Francisco, CA, July 12-16, 1993.



8. Notosudjono Didik, Ir. Msc. Selbstbau Wasserkraftanlagen auf Bali und Kecamatan Doko sowie Möglichkeiten ihrer Optimierung für Produktive Nutzung, Universität Flensburg, Flensburg, 1991
9. KNIWEC, Penyediaan Tenaga Listrik secara berkesinambungan, Jakarta, September 1993.
10. KNIWEC, Penerapan Teknologi Tepat guna dalam Penyediaan dan Penggunaan Energie yang berwawasan lingkungan, Jakarta, Oktober , 1994