

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hidrogen merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam industri. Hidrogen berfungsi sebagai bahan baku pembuatan ammonia, bahan bakar alternatif, *startup cracking*, perengkahan fraksi-fraksi minyak bumi (*hidrocracking*), hidrogenasi, proses hidrodesulfurisasi dan bahan baku berbagai zat kimia lainnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), permintaan pasar terhadap hidrogen dari tahun ke tahun terus mengalami kenaikan. Sementara Produsen Pabrik hidrogen di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan pasar. Dengan demikian perlu dipikirkan pendirian suatu pabrik hidrogen untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri tanpa mengimpor dari luar negeri.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan hidrogen ini adalah batu bara. Ketersediaan bahan baku batu bara mampu mencukupi untuk proses jangka panjang. Pada tahun 2020 produksi batu bara mencapai 550 juta ton (BPS 2020). Pemanfaatan batu bara sebagai bahan baku produksi hidrogen membuat nilai guna batu bara meningkat yang selama ini di ekspor langsung dalam kondisi mentah. Batu bara mengandung banyak komponen yang berbeda dan bervariasi dengan komposisi terbesar yaitu karbon 60-80% dan selebihnya disusun oleh hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen.

Pada proses produksi hidrogen ini menggunakan teknologi gasifikasi. Dibanding dengan teknologi yang lain teknologi gasifikasi batu bara mampu menghasilkan *syngas* (gas sintetis) yang mengandung campuran karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H<sub>2</sub>) sebagai produk utama, serta karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), metana (CH<sub>4</sub>), dan *steam* (H<sub>2</sub>O). Salah satu hasil samping dari proses ini yakni CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) dapat diproses menjadi produk *dry ice* (es kering) yang dapat menambah keuntungan (Higman, 2008).

Metode gasifikasi air superkritis (*Supercritical Water Gasification*) telah digunakan dalam memproduksi hidrogen. Proses ini merupakan teknologi konversi baru yang dapat mengubah batu bara, biomassa dan sampah organik menjadi gas hidrogen secara bersih dan efisien. Gasifikasi air superkritis batu

bara adalah proses endotermik, yang perlu menyerap panas untuk mempertahankan gasifikasi. Pemanasan eksternal dapat dicapai dalam 3 strategi umum yang diidentifikasi dalam sistem: Rendaman imersif, pemanas kotak resistif, dan tungku radiasi (Chen *et al.*, 2021). Produksi hidrogen melalui proses biologis juga telah digunakan dengan menerapkan teknik biologis yaitu bio – fotolisis, WGSR biologis, dan fermentasi (Pal Bahadur *et al.*, 2021), selain itu proses *methane steam reforming* untuk memproduksi hidrogen juga telah digunakan dengan memanfaatkan steam sebagai oksidator. Proses ini sangat endotermik dan menguntungkan secara termodinamika pada suhu tinggi dan tekanan rendah (Akande *et al.*, 2021).

Secara ekonomi, pendirian Pabrik hidrogen ini mampu menunjang pertumbuhan ekonomi dan membuka lapangan kerja, sehingga bisa memberikan dampak yang cukup besar bagi masyarakat.

## 1.2 Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pra rancangan pabrik hidrogen berdasarkan pertimbangan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi di beberapa negara yang dapat dilihat pada **Tabel 1.1**

**Tabel 1.1** Daftar Pabrik Penghasil Hidrogen di Luar Negeri

No	Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/tahun)	Negara
1.	Borsod Chem MCHZ-1	25.626.000	Republik Cheko
2.	Luoyang Petrochemical Complex <sup>-2</sup>	170.840.000	Cina
3.	Shandong Lanqiao Group Co., Ltd <sup>-2</sup>	64.065.000	Cina
4.	Dushanzi Petrochemical Company <sup>-2</sup>	341.680.000	Cina
5.	Dalian WestPacific Petrochemical Co., Ltd <sup>-2</sup>	256.260.000	Cina
6.	Sincrusde Oriente's (SINCOR)oil <sup>-3</sup>	854.200.000	Venezuela
7.	Sincrusde Oriente's (SINCOR)oil-3	427.100.000	Venezuela

8.	Air Liquide Large Industries U.S.L. P-4	606.482.000	Amerika
9.	Shanghai Huaxi Chemical Industry Science & Technology Co., Ltd-5	59.794.000	Cina

Sumber : [www.topsoe.com](http://www.topsoe.com), [www.ipec.com.cn](http://www.ipec.com.cn), [www.search.airliquide.com](http://www.search.airliquide.com),  
[www.uop.com](http://www.uop.com), [www.huaxigas.com](http://www.huaxigas.com).

Hal lain penting yang menjadi acuan penentuan kapasitas pabrik berdasarkan pabrik hidrogen yang ada di Indonesia di PT. Air Liquid Indonesia dengan kapasitas 218.176 ton/tahun yang berlokasi di Jawa Barat (Airliquide.com).

Penentuan Kapasitas pabrik juga perlu ditentukan dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku batubara yang mampu mencukupi kebutuhan pabrik untuk proses jangka panjang. Data kapasitas pabrik penghasil batu bara di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.2**.

**Tabel 1.2** Daftar Pabrik Penghasil Batu Bara di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Adaro Indonesia	Kalimantan Selatan	46.754.860
PT. Arutmin Indonesia	Kalimantan Selatan	20.965.240
PT. Belayan Internasional COAL	Kalimantan Timur	1.011.898
PT. Bumi Bara Makmur Mandiri	Jambi	536.452
PT. Duta Bara Utama	Sumatera Selatan	24.578

Sumber: ESDM, 2020

Penentuan kapasitas pra rancangan pabrik juga berdasarkan prediksi kebutuhan hidrogen di Indonesia berdasarkan data impor hidrogen yang ditampilkan pada **Tabel 1.3**.

**Tabel 1.3** Kebutuhan Impor Hidrogen di Indonesia

Tahun	Data Impor Hidrogen (ton)
2011	1505,144
2012	1558,133
2013	1554,131
2014	2081,618
2015	1960,542
2016	1925,958

2017	2338,021
2018	2375,109
2019	0,368
2020	0,539

Badan Pusat Statistik, 2020

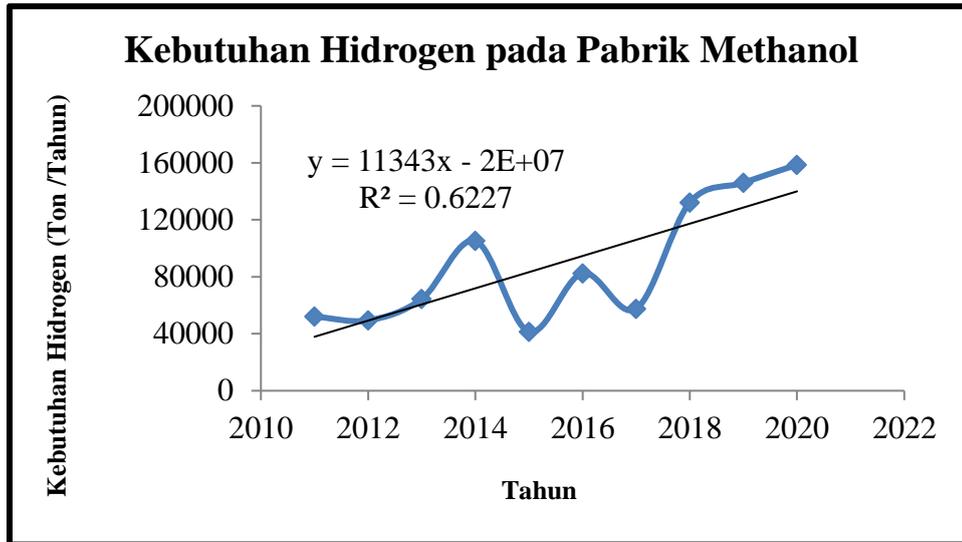
Berdasarkan data pada **Tabel 1.3** bahwasanya pada tahun 2019 dan 2020 terjadi penurunan kebutuhan hidrogen di Indonesia, hal ini disebabkan oleh karena pandemi COVID – 19. Oleh karena itu, penentuan kapasitas rancangan juga dilakukan dengan memprediksi kebutuhan hidrogen untuk memproduksi metanol. Dapat dilihat pada **Tabel 1.4**

**Tabel 1.4** Kebutuhan Hidrogen pada Pabrik Metanol di Indonesia

Tahun	Kebutuhan Hidrogen (Ton)
2011	52086
2012	49427
2013	64450
2014	105203
2015	41414
2016	82480
2017	57574
2018	132116
2019	146028
2020	158629

Sumber: Badan Pusat Statistik (2020)

Dari data kebutuhan hidrogen pada pabrik metanol di Indonesia tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara tahun dengan kebutuhan hidrogen dapat dilihat pada **Gambar 1.1**



**Gambar 1.1** Hubungan Tahun dengan Kebutuhan Hidrogen pada Pabrik Metanol di Indonesia

Berdasarkan **Gambar 1.1** kebutuhan hidrogen di Indonesia pada tahun 2030 diprediksi melalui persamaan regresi  $y = 11343x - 2E+07$  adalah sebesar 302.629 ton/tahun.

Pra rancangan pabrik hidrogen ini akan didirikan dengan kapasitas 150.000 ton/tahun dengan pertimbangan:

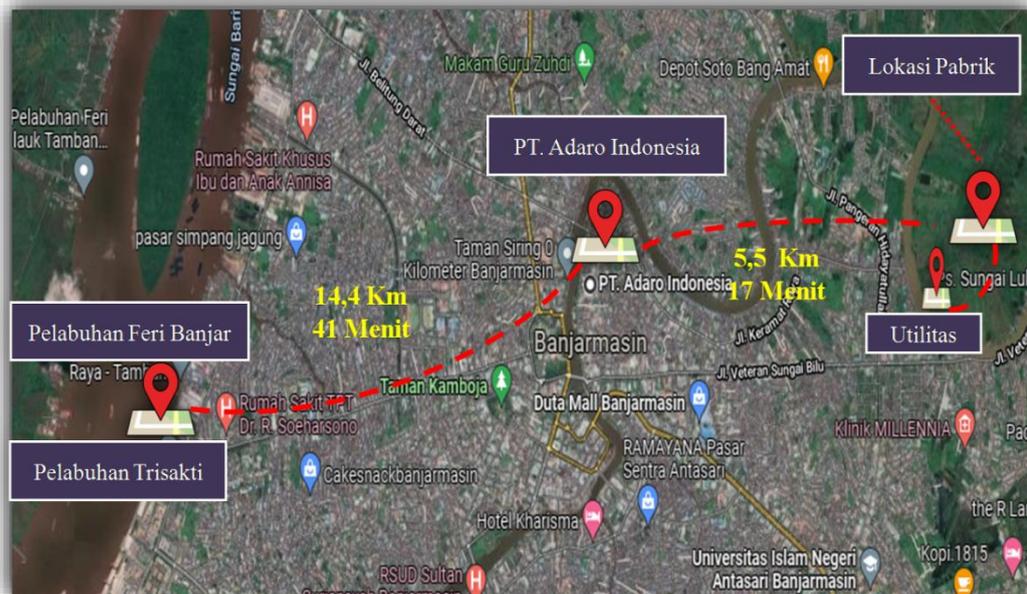
1. Prediksi kebutuhan hidrogen pada tahun 2030 melalui persamaan regresi  $y = 11343x - 2E+07$  sebesar 302.629 ton/tahun.
2. Ketersediaan batu bara di PT. Adaro Indonesia mampu mencukupi kebutuhan bahan baku pabrik untuk proses jangka panjang dengan produksi 46.754.860 Ton / tahun dan cadangan batu bara sebesar 1 miliar.

### 1.3 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi masa depan industri yang akan didirikan baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Maka dari itu pemilihan lokasi harus memberikan perhitungan biaya produksi yang minimum. Pemilihan ini bisa berdasarkan penggunaan analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, dan Threat*). Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing-masing tabel dibawah ini.

### 1.3.1 Alternatif Lokasi I (Benua Anyar, Kecamatan Banjarmasin Tim., Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan)

Lokasi ini terletak di Benua Anyar, Kecamatan Banjarmasin Timur, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, dapat dilihat pada **Gambar 1.2**



**Gambar 1.2** Benua Anyar, Kecamatan Banjarmasin Tim., Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Sumber: maps.google.com

Pemilihan lokasi pabrik tersebut dilakukan dengan analisa SWOT pada **Tabel 1.5**

**Tabel 1.5** Analisis SWOT Benua Anyar, Kecamatan Banjarmasin Timur, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

<p style="text-align: center;"><b>INTERNAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EXTERNAL</b></p>	<p><b>STRENGTHS (S)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT Adaro Indonesia dengan jarak 5,5 km</li> <li>2. Dekat dengan pelabuhan Feri banjar raya - tamban dan pelabuhan Trisakti</li> <li>3. Tersedia tenaga kerja sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan</li> <li>4. Temperatur 27-30°C dengan curah hujan 100-300 mm perbulan.</li> <li>5. Utilitas pabrik dekat dengan lokasi pabrik (sumber air dari sungai martapura, listrik dari PT PLN Area Banjarmasin)</li> </ol>	<p><b>WEAKNESSES (W)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ketergantungan dengan industri bahan baku</li> <li>2. Kurangnya tenaga kerja terlatih</li> <li>3. Wilayah rawan bencana seperti, banjir, gempa dan lainnya.</li> </ol>
<p><b>OPPORTUNITY (O)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bahan baku batu bara yang melimpah dan dekat dengan pabrik</li> <li>2. Rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik</li> <li>3. Iklim masih stabil sehingga tidak mengganggu proses produksi</li> </ol>	<p><b>S-O Strategy</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memaksimalkan kapasitas produksi</li> <li>2. Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan</li> <li>3. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja</li> </ol>	<p><b>W-O Strategy</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran</li> <li>2. Membangun kerjasama dengan lembaga pendidikan</li> </ol>

<b><i>THREATS (T)</i></b>	<b><i>S-T Strategy</i></b>	<b><i>W-T Strategy</i></b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlunya membangun unit utilitas pabrik untuk kelancaran proses produksi</li> <li>2. Perusahaan memberikan pelatihan khusus kepada karyawan</li> <li>3. Ancaman bencana alam</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target</li> <li>2. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi hidrogen</li> <li>2. Menjalain kerjasama dengan pemerintah setempat untuk membangun mitigasi bencana</li> </ol>

### 1.3.2 Alternatif Lokasi II (Loa Bakung, Kecamatan Sungai Kunjung, Kota Samarinda, Kalimantan Timur)

Lokasi ini terletak di Loa Bakung, Kecamatan Sungai Kunjung, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



**Gambar 1.3** Loa Bakung, Kecamatan Sungai Kunjung, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

Sumber: maps.google.com

Pemilihan lokasi pabrik tersebut dilakukan dengan analisa SWOT pada **Tabel 1.6**

**Tabel 1.6** Analisis SWOT daerah Loa Bakung, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

<p style="text-align: center;"><b>INTERNAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EXTERNAL</b></p>	<p><b>STRENGTHS (S)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT. Belayan Internasional Coal (BIC) dengan jarak 5,1 Km</li> <li>2. Lokasi pabrik dekat dengan Pelabuhan Samarindadan air sungai Mahakam</li> <li>3. Tenaga kerja di peroleh dari penduduk sekitar</li> <li>4. Kondisi daerah stabil</li> <li>5. Utilitas Pabrik dekat dengan lokasi pabrik (sumber air dari sungai mahakam dan listri dari PT. PLN ULP Tenggarong</li> </ol>	<p><b>WEAKNESSES (W)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sumber air pabrik dari sungai mahakam</li> <li>2. Membutuhkan biaya besar untuk pembangunan unit utilitas pabrik</li> <li>3. Rawan banjir dan longsor</li> </ol>
<p><b>OPPORTUNITY (O)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bahan baku batu bara yang cukup</li> <li>2. Tempat pembuangan limbah ke sungai dekat dari lokasi pabrik</li> <li>3. Rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik</li> </ol>	<p><b>S-O Strategy</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memaksimalkan kapasitas produksi</li> <li>2. Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan di kawasan industri</li> <li>3. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja</li> </ol>	<p><b>W-O Strategy</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran</li> </ol>

<b><i>THREATS (T)</i></b>	<b><i>S-T Strategy</i></b>	<b><i>W-T Strategy</i></b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlunya membangun jalur pipa untuk mendapatkan sumber air</li> <li>2. Peningkatan pengolahan air laut untuk sumber air pabrik</li> <li>3. Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi.</li> <li>4. Ancaman bencana alam</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target</li> <li>2. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi Hidrogen.</li> </ol>

### 1.3.3 Alternatif Lokasi III (Tirawan, Pulau Laut Utara, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan)

Lokasi ini terletak di Tirawan, Pulau Laut Utara, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



**Gambar 1.4** Tirawan, Pulau Laut Utara, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan

Sumber: maps.google.com

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Tirawan, Pulau Laut Utara, Kabupaten. Kotabaru, Kalimantan Selatan dapat dilihat pada **Tabel 1.7**

**Tabel 1.7** Analisis SWOT Tirawan, Pulau Laut Utara, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan

<b>INTERNAL</b>          <b>EXTERNAL</b>	<p><b><i>STRENGTHS (S)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT. Arutmin Indonesia NPLCT dengan jarak 2,9 Km</li> <li>2. Dekat dengan Pelabuhan Pal 8 Sarang Tiung dengan jarak 3,2 km</li> <li>3. Utilitas pabrik dekat dengan lokasi pabrik (Sumber air dari air laut selat makassar dan listrik dari PLN Area Banjarmasin)</li> <li>4. Tenaga kerja di peroleh dari penduduk sekitar</li> <li>5. Kondisi daerah stabil</li> </ol>	<p><b><i>WEAKNESSES (W)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sumber air pabrik dari air laut</li> <li>2. Membutuhkan biaya besar untuk pembangunan unit utilitas pabrik</li> <li>3. Wilayah rawan bencana seperti tsunami dan gempa</li> </ol>
<p><b><i>OPPORTUNITY (O)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bahan baku batu bara yang cukup</li> <li>2. Tempat pembuangan limbah ke laut dekat dari lokasi pabrik</li> <li>3. Rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik</li> <li>4. Kondisi alam stabil</li> </ol>	<p><b><i>S-O Strategy</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Memaksimalkan kapasitas produksi</li> <li>3. Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan di kawasan industri</li> <li>4. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja</li> </ol>	<p><b><i>W-O Strategy</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran</li> </ol>

<b><i>THREATS (T)</i></b>	<b><i>S-T Strategy</i></b>	<b><i>W-T Strategy</i></b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlunya membangun jalur pipa untuk mendapatkan sumber air</li> <li>2. Peningkatan pengolahan air laut untuk sumber air pabrik</li> <li>3. Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi.</li> <li>4. Ancaman bencana alam</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target</li> <li>3. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi Hidrogen.</li> </ol>

### **1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Dari tiga data lokasi alternatif yang telah dijelaskan kelebihan dan kelemahannya masing – masing melalui analisa SWOT, maka diputuskan bahwa untuk pendirian pabrik hidrogen dari gasifikasi batu bara akan didirikan di Benua Anyar, Kecamatan Banjarmasin Tim., Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada:

1. Lokasi pabrik dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT Adaro Indonesia (5,5 km) dengan kemampuan bisa mencukupi kebutuhan bahan baku pabrik untuk proses jangka panjang (produksi 46.754.860 Ton / tahun dan cadangan batu bara sebesar 1 miliar).
2. Lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan Feri banjar raya - tamban dan pelabuhan Trisakti
3. Tersedia tenaga kerja sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan
4. Temperatur lokasi pabrik 27-30°C dengan curah hujan 100-300 mm perbulan.
5. Utilitas pabrik dekat dengan lokasi pabrik (sumber air dari sungai martapura, listrik dari PT PLN Area Banjarmasin).