

# Studi Kelayakan Penerapan *Blending Fuel* Batubara-Ekstraks Ampas Kopi pada Ketel UAP DZL-20 di PT. DDD

Tatan Zakaria<sup>1</sup>, Ade Ariesmayana<sup>2</sup>

*Fakultas Teknik-Universitas Banten Jaya*

*email : [tatanzakaria@unbaja.ac.id](mailto:tatanzakaria@unbaja.ac.id)  
email : [adeariesmayana@unbaja.ac.id](mailto:adeariesmayana@unbaja.ac.id)*

**Abstract.** Steam Boilers are one of the many energy conversion machines that are needed by industries and companies. Either as an electric generating machine or as a producer of steam production processes. To produce steam production, the combustion process in a combustion chamber requires a fuel boiler. Steam boiler consists of 3 categories: Solid, Liquid and Gas. Chain Grate Boiler, is one of the many boilers, which in this study uses medium calorie coal fuel. As the price of coal fuels increases, the industries that operate steam boilers seek energy as a substitute for operational savings by not reducing the performance of those boilers. On the other side, waste of extracts coffee become unnecessary and need to be treated so that this waste does not become an environmental problem. This research examines the possibility of using coffee grounds waste from the instant coffee processing industry, into a blending fuel of steam boiler. Where from the theoretical and economic calculations, the cost savings of steam boiler fuel cost is 18%, if the boiler uses a blending fuel between Medium coal calorie :Waste Extract coffee with a ratio of 80:20.

**Keywords:** Coal, coffee grounds, fuel, steam boiler

**Abstrak.** Ketel Uap adalah salah satu dari sekian banyak mesin konversi energi yang sangat diperlukan industri dan perusahaan. Baik sebagai mesin pembangkit listrik ataupun sebagai penghasil uap proses produksi. Untuk menghasilkan produksi uap air (steam), proses pembakaran dalam ruang bakar suatu ketel uap memerlukan bahan bakar. Bahan bakar ketel uap terdiri dari 3 kategori : Padat, Cair dan Gas. Chain Grate Boiler, adalah salah satu dari sekian banyak ketel uap, dimana dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar batubara medium kalori. Seiring meningkatnya harga bahan bakar batubara, maka industri yang mengoperasikan ketel uap mencari energi untuk pengganti sebagai penghematan operasionalnya dengan tidak mengurangi performansi ketel uap tersebut. Disisi lain ekstrak limbah atau ampas kopi menjadi hal yang tidak diperlukan tetapi perlu penanganan agar limbah ini tidak menjadi masalah lingkungan. Penelitian ini meneliti tentang kemungkinan penggunaan limbah ampas kopi dari industri pengolahan kopi instan, menjadi campuran bahan bakar ketel uap. Dimana dari perhitungan teoritis dan ekonomis, didapatkan penghematan biaya bahan bakar ketel uap sebesar 18%, jika ketel uap tersebut menggunakan blending fuel antara bahan bakar batubara : ampas kopi dengan rasio 80:20.

**Kata kunci :** Batubara, ampas kopi, bahan bakar, ketel uap

## PENDAHULUAN

Boiler atau ketel uap adalah mesin konversi energi dimana energi potensial kimiawi bahan bakar dirubah menjadi enerdi panas dan tekan melalui media air yang berubah menjadi uap bertekanan. Kebutuhan uap air (steam) yang dihasilkan oleh suatu ketel uap, sangat tergantung pada jenis bahan bakar. Setiap jenis ketel uap mempunyai karakteristik dan spesifikasi bahan bakar sesuai rancangan pembuatnya.

DZL-20 adalah salah satu ketel uap tipe *Stocker Grate* atau disebut *Chain Grate Boiler* yang digunakan di PT.DDD, buatan ZUG Devotion Cina. Dengan kapasitas rancang (*design capacity*) uap yang dihasilkan 20 Ton/Jam , tekanan 8-10 Bar, pada temperature  $175^0$  C. seperti gambar-1 di bawah ini:



Gb.1 : DZL-20 Ketel Uap

Ketel uap tersebut dirancang beroperasi dengan penggunaan bahan bakar batubara dengan spesifikasi atau jenis batubara medium kalori :

- *Base Calorie* = 6,055 kcal/kg
- *LHV ADB* = 5,731 kcal/kg
- *LHV ARB* = 4,535 kcal/kg

Dengan maksimum operasi, ketel uap batubara medium kalori dapat menghasilkan luaran maksimum , uap bertekanan 20 Ton/jam x  $175$  deg C x 8-10 Bar.

Seiring dengan meningkatnya harga bahan bakar dunia, termasuk harga batubara pun semakin meningkat. Tren kenaikan harga bahan bakar akan mempengaruhi *energy cost* operasional ketel uap, yang pada akhirnya harga jual uap naik denngan sendirinya. Bahan bakar alternatif dicari untuk membantu menekan biaya bahan bakar (*fuel cost*).

Pertimbangan permasalahan di atas maka dalam kesempatan ini, penulis mencoba mempelajari kelayakan penggunaan salah satu bahan bakar alternative, dalam hal ini adalah ampas kopi yang didapatkan dari hasil produksi salah satu pabrik kopi dekat lokasi PT.DDD Tangerang, yaitu PT.MYR.

### Karakteristik Bahan Bakar Ketel Uap

Seperti yang disebutkan sebelumnya, DZL-20 adalah ketel uap yang dirancang menggunakan batubara medium, dimana data spesifikasi sebagai berikut :

<b>Medium Calory Coal</b>		
Base calory	Kcal/Kg	6,055
Hydrogen	%	4,98
LHV ADB	Kcal/Kg	5,731
LHV ARB	Kcal/Kg	4,535
GAR	Kcal/Kg	4,791

**Tabel-1:** Spesifikasi Batubara Medium

Sebagai bahan bakar alternatif , ampas produksi pabrik Kopi didapatkan spesifikasi kalori sebagai berikut :

<b>Kalori Ampas Kopi</b>		
Base calory	Kcal/Kg	5,276
Hydrogen	%	4,00
LHV ADB	Kcal/Kg	5,031
LHV ARB	Kcal/Kg	4,072
GAR	Kcal/Kg	4,270

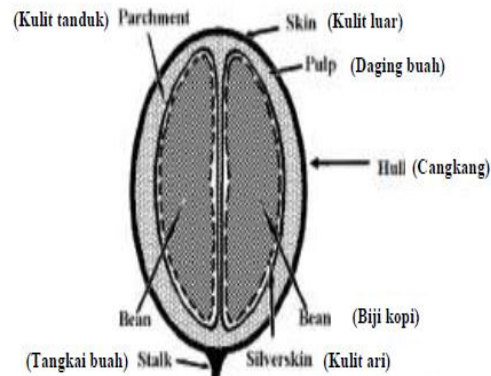
**Tabel-2:** Spesifikasi Kalori Ampas Kopi

Berdasarkan data diatas, nilai kalori ampas kopi tidak jauh berbeda dengan nilai kalori batubara medium dan dalam karakteristik range operasional ketel uap . Dengan demikian maka ada alasan teknis penelitian ini dilakukan.

### **Karakteristik Ampas Kopi**

Ampas kopi , dalam hal ini adalah industri kopi isntan dihasilkan dari proses olah biji kopi mulai dari tahap pemilihan (Grading), penyangraian (Roasting) , Penggilingan (Grinding), kemudian proses pencampuran bahan lain seperti gula, krimmer, dan lain-lain (Mixing) dan terakhir pengemasan (Pakckaging).

Adapun bagian sebuah biji kopi pada saat diolah tentunya menghasilkan juga limbah atau ampas yang tidak diperlukan dalam kategori kopi konsumsi, karena sebuah biji kopi terdiri dari beberapa bagian seperti pada ilustrasi Gambar-2 :



Gambar-2 : Penampang Bagian Biji Kopi  
(<https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/>)

Lebih lengkap suatu sumber di bawah ini adalah tahapan proses utama pengolahan biji kopi menjadi kopi instan :

#### a) *Grading*

Proses ini merupakan tahap awal dalam proses produksi. Biji kopi pilihan ditampung dalam tabung besar. Di tabung ini, biji akan dipisahkan dari benda-benda asing yang masih tersisa. Dalam proses ini, biji kopi akan dipilah dari batu, ranting, dan benda-benda asing secara otomatis. Selain itu, biji kopi juga akan terpisah sesuai ukuran.

Yang berukuran besar akan terkumpul dengan biji yang berukuran besar juga. Begitu juga dengan biji kopi yang berukuran kecil. Hal tersebut akan berkaitan dengan proses selanjutnya.

#### Roasting

Ini merupakan tahapan paling penting. Pasalnya, proses roasting yang akan menentukan karakter, aroma dan cita rasa kopi yang akan dihasilkan. Dalam tahap ini, biji kopi yang telah di-grading, akan didistribusikan ke mesin khusus roasting. Biji kopi akan disangrai pada suhu sekira 200 derajat Celcius dengan durasi sekira 15 menit.

Proses ini juga akan mengurangi kadar air yang terkandung dalam biji kopi. Perlu diketahui, semakin rendah kadar air yang terkandung dalam biji kopi, semakin kuat aroma dan cita rasa kopi.

#### b) *Grinding*

Setelah disangrai, lalu biji kopi didinginkan di mesin khusus dengan suhu sekira 50 derajat Celcius. Setelah biji kopinya mulai turun suhu panasnya, masuk ke dalam mesin penggilingan sampai halus dan diproses hingga halus.

Secara otomatis, mesin grinder akan memisahkan hasil gilingan mana yang halus dan masih kasar. Gilingan yang kasar dimasukkan lagi dan digiling kembali hingga halus. Sedangkan biji kopi yang sudah halus, langsung diambil dan diproses ke tahap selanjutnya, yaitu mixing.

#### c) *Mixing*

Proses mixing dilakukan ditempat berbeda. Dalam tahap ini, bubuk kopi siap untuk dipadukan dengan berbagai formula, seperti susu, gula atau bahan lain untuk menghasilkan jenis kopi yang diproduksi.

**d) Packaging**

Proses ini merupakan tahapan pengemasan kopi yang sudah diformulasikan dengan berbagai paduan. Proses ini dijalani dengan mesin otomatis, di mana takaran kopi sudah disesuaikan. Dan dibungkus secara otomatis sesuai dengan berat bersih kemasan produk.

Proses packaging yang baik, bertujuan untuk menghasilkan kopi instan yang berkualitas baik. Setelah itu, kopi dimasukkan ke dalam box dan siap dipasarkan. (<https://lifestyle.okezone.com/read/2015>).

Dari semua proses tersebut di atas, hanya sedikit kopi yang didapatkan dibandingkan keseluruhan volume kopi yang diolah. Sebagai gambaran, perbandingan kopi dan bahan lain yang diproses adalah sebagai berikut pada Tabel-3 di bawah ini :

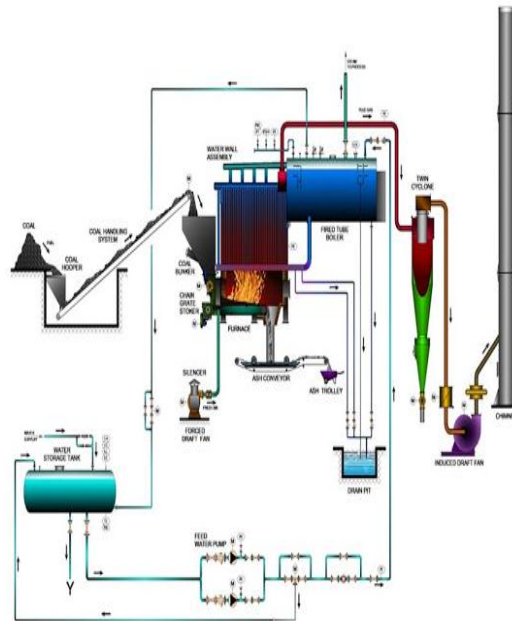
No	Komponen	Masukan	Luaran
1	Buah Kopi	1000	185
2	Air Pengolahan (l)	3012	
3	Kulit Buah & Pulpa Pengupasan (kg)		565
4	Pulpa Pencucian(kg)		24,6
5	Kulit Tanduk(kg)		53
6	Limbah Cair + Lendir, Mucilage (kg)		2937,4
7	Penguapan & Kehilangan Air (kg)		247
<b>Total</b>		4012	4012

**Tabel-3** : Perbandingan Volume Kopi dan Limbah olahan biji kopi

Dari tabel tersebut, hanya sekitar 18.5% kopi yang didapatkan dari olahan biji kopi , selebihnya adalah limbah biji kopi.

**Ketel Uap DZL-20 T/H**

Salah satu sistem pembakaran pada boiler adalah sistem chain grate stoker. Schematic diagramnya adalah sebagai berikut :



<https://ceritaboiler.blogspot.com/2016>

Pada sistem pembakaran ini, batubara dimasukkan didalam coal hoper lalu dibawa ke coal bunker dengan menggunakan conveyor.

Dari coal bunker batubara didorong ke ruang bakar dengan menggunakan screw feeder. Banyaknya bahan bakar yang masuk di atur oleh motor yang sudah di setting putarannya oleh pabrik pembuatnya.

Bahan bakar yang di dorong oleh screw feeder jatuh di chain grate stoker.

Ketika chain grate berputar sepanjang tungku, batubara terbakar sebelum jatuh pada ujung chain sebagai abu.

Diperlukan settingan dan perhitungan yang akurat untuk menentukan putaran motor chain grate, damper udara dan baffles untuk memberikan performance yang baik agar pembakarannya sempurna dan menghasilkan sedikit mungkin jumlah karbon yang tidak terbakar dalam abu.

Ketel uap DZL-20 T/H yang dioperasikan di PT.DDD adalah jenis boiler kecil dengan tekanan uap rendah yaitu 8-10 bar. Boiler ini dirancang beroperasi menggunakan bahan bakar batubara medium kalori.

Seperti halnya semua boiler, terdiri dari bagian-bagian : Sistem Bahan bakar, Sistem Udara Pembakaran dan Sistem air pengumpan boiler , sistem penanganan buangan limbah , sistem kelistrikan dan sistem instrumen control.

## METODE

### Proses Pembakaran Ketel Uap

Ketel uap (boiler) adalah suatu bejana tertutup dimana uap diproduksi secara langsung dengan menyerap kalor yang diberikan oleh bahan bakar yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap air. Boiler ini digunakan untuk mengubah energi potensial pada bahan bakar fosil menjadi energi potensial uap.

Proses pembakaran batubara di dalam ruang bakar (furnace) sebuah ketel uap adalah pencampuran antara bahan bakar , Udara. Jumlah udara yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna adalah % udara teoritis dikalikan dengan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran. Dimana udara teoritis adalah jumlah 100% udara dan *excess air*.

Secara teknis yang dimaksud dengan bahan bakar adalah semua material yang dapat terbakar.Sedangkan secara komersial, yang disebut dengan bahan bakar adalah setiap material yang memiliki nilai kalor tertentu dan mampu bereaksi dengan oksigen dalam udara untuk menghasilkan kalor. Umumnya bahan bakar diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama, yaitu :

1. Bahan bakar padat (*solid fuel*)
2. Bahan bakar cair (*liquid fuel*)
3. Bahan bakar gas (*gaseous fuel*)  
( <https://hedihastriawan.wordpress.com/> )

Batubara dan ampas kopi adalah termasuk jenis bahan bakar kategori padat. Untuk mengetahui nilai pembakaran bahan bakar, maka harus diketahui komposisi kimia bahan bakar yang digunakan.

### **Analisa Kalori Jenis Bahan Bakar Batubara dan Ampas Kopi**

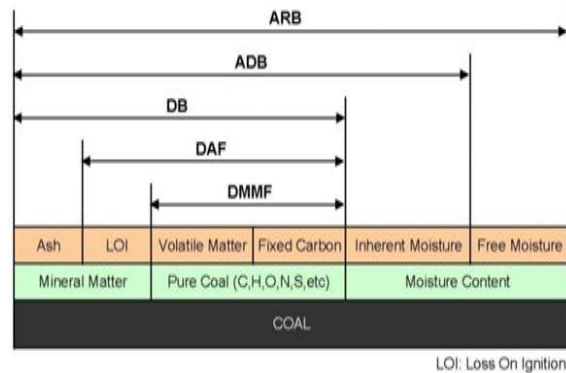
Batubara adalah jenis bahan bakar padat yang berasal dari fosil ribuat bahkan jutaan tahun lalu yang terpendam di dasar lapisan bumi. Oleh karena itu untuk mendapatkannya diambil secara penambangan maka, pengambilan batubara disebut dengan penambangan batubara.

Dalam proses pemenuhan batubara, konsumen dan pemasok biasanya menyepakati karakteristik atau spesifikasi batubara seperti contoh Tabel-4 di bawah ini

1. Typical Specification			
Total Moisture	(AR)	20	% max
Inherent Moisture	(ADB)	13	% approx
Ash Content	(ADB)	3 – 5	% approx
Volatile Matter	(ADB)	39	% approx
Fixed Carbon	(ADB)	42	% approx
Total Sulfur	(ADB)	0.5	% approx
Gross Calorific Value	(ADB)	5,800	kcal/kg
Hardgrove grindability index		47	approx
Size		0 – 50	mm

Tabel-4 : Tipe Spesifikasi Batubara  
( <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009> )

Kemudian istilah lain yang diperhatikan keduabelah pihak adalah : ARB, ADB, DB, DAF, DMMF, yang semuanya dapat dijelaskan seperti pada Gambar-3 di bawah ini :



Gambar-3 : Hubungan Basis Analisis Batubara

a) *ARB (As Received Basis)*

Sebagaimana arti harfiahnya, obyek analisis ini adalah batubara yang diterima oleh pembeli seperti apa adanya. Dengan demikian, analisis pada basis ini juga mengikutsertakan air yang menempel pada batubara yang diakibatkan oleh hujan, proses pencucian batubara (coal washing), atau penyemprotan (spraying) ketika di stock pile maupun saat loading. Air yang menempel di batubara karena adanya perlakuan eksternal ini dikenal sebagai Free Moisture (FM).

Yang dimaksud penerimaan oleh pembeli (as received) disini bukan selalu berarti penerimaan batubara di stock pile pembeli, tapi disesuaikan dengan kontrak pembelian. Untuk kontrak FOB (Free on Board) misalnya, maka penilaian kualitas pada basis ARB adalah pada saat berpindah hak kepemilikan batubara di kapal atau tongkang. Pada kondisi ini, terkadang ARB juga disebut dengan as loaded basis.

b) *ADB (Air Dried Basis)*

Pada kondisi ini, Free Moisture (FM) tidak diikutkan dalam analisis batubara. Secara teknisnya, uji dan analisis dilakukan dengan menggunakan sampel uji yang telah dikeringkan pada udara terbuka, yaitu sampel ditebar tipis pada suhu ruangan, sehingga terjadi kesetimbangan dengan lingkungan ruangan laboratorium, sebelum akhirnya diuji dan dianalisis.

Nilai analisis pada basis ini sebenarnya mengalami beberapa fluktuasi sesuai dengan kelembaban ruangan laboratorium, yang dipengaruhi oleh musim dan faktor cuaca lainnya. Akan tetapi bila dilihat secara jangka panjang dalam waktu satu tahun misalnya, maka kestabilan nilai tertentu akan didapat. Disamping itu, basis uji & analisis ini sangat praktis karena perlakuan pra pengujian terhadap sampel adalah pengeringan alami sesuai suhu ruangan sehingga tidaklah mengherankan bila standar ADB ini banyak dipakai di seluruh dunia.

c) *DB (Dried Basis)*

Tampilan dry basis menunjukkan bahwa hasil uji dan analisis dengan menggunakan sampel uji yang telah dikeringkan di udara terbuka seperti di atas, lalu dikonversikan perhitungannya untuk memenuhi kondisi kering.



d) *DAF (Dried Ash Free)*

Dry & ash free basis merupakan suatu kondisi asumsi dimana batubara sama sekali tidak mengandung air maupun abu. Adanya tampilan dry & ash free basis menunjukkan bahwa hasil analisis dan uji terhadap sampel yang telah dikeringkan di udara terbuka seperti di atas, lalu dikonversikan perhitungannya sehingga memenuhi kondisi tanpa abu dan tanpa air.

e) *DMMF (Dried Mineral Matter Free)*

Basis DMMF dapat diartikan pula sebagai pure coal basis, yang berarti batubara diasumsikan dalam keadaan murni dan tidak mengandung air, abu, serta zat mineral lainnya.

Dalam perkembangannya, beberapa konsumen juga mulai beralih ke persyaratan kalori dalam NCV (Net Calorific Value) berbasis ARB. (*Imam Budihardjo/2009*)

Kalori dalam batubara yang bersangkutan disebut dengan GCV atau HHV (Higher Heating Value). Dan jika faktor kalor laten ditiadakan, maka disebut dengan NCV atau LHV atau *Lower Heating Value* (*Imam Budihardjo/2009*).

Hubungan antara GVC dan NVC adalah :

$$\text{NCV (kcal/kg)} = \text{GCV (kcal/kg)} - 6 (9 \text{ H} + \text{W})$$

Dimana, H = kadar hidrogen (%) dan W = kadar air (%).

Dari paparan di atas maka persyaratan kalori dalam transaksi batubara dapat dibagi menjadi 3 (*Imam Budihardjo/2009*), yaitu:

1. *GAD (Gross CV; ADB)*

Untuk kondisi ini, tampilan kalori cenderung tidak menunjukkan besaran kalor secara tepat yang akan digunakan dalam pemanfaatan batubara, karena Free Moisture tidak termasuk di dalamnya.

2. *GAR (Gross CV; ARB)*

Karena analisis untuk kalori pada kondisi ini memasukkan faktor kadar air total, maka kondisi ini menunjukkan batubara dalam keadaan siap digunakan. Akan tetapi, tampilan kalori masih belum menunjukkan kalor yang efektif untuk dimanfaatkan dalam konversi energi yang bermanfaat.

2. *NAR (Net CV; ARB)*

Kondisi inilah yang benar – benar menampilkan energi panas efektif dalam pemanfaatan batubara.

Secara ringkasnya, transaksi komoditas batubara (uap) sebenarnya sama saja dengan “membeli kalor (efektif)”. Sehingga dapat dipahami bahwa munculnya prasyarat NAR

merupakan sesuatu yang logis. Untuk mendapatkan nilai GCV dalam NAR ini, perlu dilakukan perhitungan dengan rumus seperti di bawah :

$$\text{NAR (kcal/kg)} = \text{GAR (kcal/kg)} - 50.7\text{H} - 5.83\text{TM}$$

Dari persamaan tersebut maka dapat dinyatakan nilai kalori pembakaran dari batubara.

### Karakteristik Kalori Ampas Kopi

Ampas kopi yang diteliti dari salah satu industri kemasan kopi instan, ternyata mengandung kalor yang bisa dijadikan bahan bakar ketel uap. Tetapi karena tekstur dan granul nya mengindikasikan bahwa ampas kopi sedikit lengket, sehingga tidak bisa dijadikan *single fuel boiler*, melainkan harus dicampur dengan bahan bakar utama *mixing* atau *blending fuel* . berikut ini adalah data kalori sample ampas kopi dari pemeriksaan analisa Lab :

TO :		DATE :		
Kind of Sample :				
Nomor Shipment :	Kopi sample			
Principal :				
Date Received :				
Total Weight :	N/A			
TB / BG :	N/A			
Nomor Laboratory :	B.06.Kopi			
No	PARAMETER TEST	UNIT	ACTUAL TEST	REMARK
1	SURFACE MOISTURE	%	---	as Received
2	ADL TOTAL	%	N/A	
3	RESIDUAL MOISTURE	%	N/A	
4	TOTAL MOISTURE	%	22.97	as Received
5	INHERENT MOISTURE	%	4.83	as ADB
6	ASH CONTENT	%	9.28	as ADB
7	VOLATILE MATTER	%	72.16	as ADB
8	FIXED CARBON	%	13.73	as ADB
9	TOTAL SULPHURE	%	N/A	as ADB
10	CALORIC VALUE	Cal/gr	5,276.27	as ADB
11	GAR	Cal/gr	4270.58	
Note		Analyst :		
<i>Milling Test</i> : Material susah hanour, susah disaring, mampet serta motor Trip.		Checked :		
<i>Bomb calory Test</i> : Pembakaran sempurna tetapi terdapat minyak pada dinding Bomb.		Approved :		
<i>Volatille Matter Test</i> : Terdapat carbon pada dinding cawan				

Tabel-5 : Nilai Kalori Ampas Kopi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Pembakaran dengan Single Fuel Batubara

Ketel uap *Grate System* kapasitas luaran uap 20 Ton / jam x 10 Bar x 175 °C , di PT. DDD Tangerang dirancang menggunakan batubara medium kalori dengan spesifikasi seperti di bawah ini :

<b>Batu Bara Medium Kalori</b>		
Base calory	Kcal/Kg	6,055
Coal Consumpt	T	53
Total Calory	Kcal	605,500
Calory Mixed	Kcal/kg	
TM	%	4,270
IM	%	9,18
Hydrogen	%	4,98
LHV ADB	Kcal/kg	5,731
LHV ARB	Kcal/kg	4,535
Coal Calculation	Kg/T	173
GAR	Kcal/kg	4,791

**Tabel-6** : Spesifikasi Batubara Medium Kalori

### Perbandingan Pembakaran antara Single Fuel dan Blending System Fuel

Seperti hal sudah disebutkan di atas, ampas kopi dari pabrik pengolahan kopi instan, tidak dapat dijadikan 100% sebagai bahan bakar ( single fuel ), tetapi hanya bisa diproses dengan mencampurkan dengan batubara sebagai bahan bakar utama ketel uap.

Untuk itu ada dua hal pertimbangan utama dalam mencampur kedua bahan bakar ini :

- 1) Sebanyak-banyaknya ampas /ekstrak kopi yang dijadikan bahan bakar.  
Semakin banyak maka akan menghasilkan penghematan biaya bahan bakar.
- 2) Tercapainya LHV untuk menghasilkan pemanasan minimal untuk menghasilkan uap air :  
dengan temperatur dan tekanan yang diizinkan ( 8-10 bar x 175 °C ).

Semakin berkurang batubara maka akan semakin sulit mencapai nilai panas minimal (LHV) dalam ruang bakar , tetapi semakin banyak penggunaan ekstrak kopi maka biaya penghematan bahan bakar semakin besar.

#### 4.3. Penghematan Biaya

Berikut ini adalah simulasi bixing atau blending fuel antara batubara medium dengan ekstrak kopi. Sebagai bahan pertimbangan, diambil harga batubara dan estimasi uap air yang dihasilkan dengan simulasi sebagai berikut :

Uap Air Rata-Rata dihasilkan = 13 T / H  
 Harga Batubara Medium = 55 USD / Ton  
 Harga Blending BB + Kopi = 44 USD / Ton

Maka dari batasan tersebut dapat dianalisa penghematan teoritis dan ekonomis operasional ketel uap seperti pada Tabel-7 di bawah ini :

SIMULASI		Baseline	Blending MC + Cofee
		100 % MC	MC 80% -20% CF
Parameter	Unit	4,535	4,445
Heat Output (Q)	kg/hr	1,000	1,000
Temp of Main Steam (T)	oC	175	175
Pressure of Main steam (P)	kg/cm	7.5	7.5
Feed Water Temperature (Tf)	oC	90	90
Total heat of steam (enthalpy) (hs)	kcal/kg	664	664
Heat of Feed Water (hf)	kcal/kg	90	90
Efficiency of Boiler (Eff)	%	75	75
Total Moisture	%	28.14	27.11
Inherent Moisture	%	9.18	8.31
H	%	4.98	4.78
GCV / HHV	kcal/kg	6,055	5,899.20
LHV ADB	kcal/kg	5,731	5,591
Low Heating Value ARB	kcal/kg	4,535	4,445
Coal Consumption	kg/T MS	169	172
Coal Consumption	T/H	2.19	2.24
Coal Consumption	T/Day	53	54
Current steam demand	T/H	13	13
Price		55.00	44.00
GAR (GCV ARB)	kcal/kg	4,791	4,690
<b>Fuel Consumption</b>	<b>T/Month</b>	<b>1,580</b>	<b>1,612</b>
<b>Coal Cost</b>	<b>USD/M</b>	<b>86,888</b>	<b>70,913</b>
<b>Cost Saving</b>	<b>USD/M</b>		<b>15,975</b>

Catatan : Fuel Blending Ton / Month = 1,612 = 1289 batubara + 322 kopi

Tabel – 7 : Penghematan biaya bahan bakar melalui blending fuel ekstrak kopi

## KESIMPULAN

Dengan simulasi blending fuel antara baahan bakar 100% Medium kalori Batubara dengan blending fuel Medium kalori Batubara : Ekstrak Kopi ( 80% ; 20%), maka akan didapatkan penghematan biaya bahan bakar sebesar 18% / Bulan, dengan rincian asumsi dan estimasi sebagai berikut :

<i>Harga Batubara Medium kalori</i>	<i>= 55 USD/T</i>
<i>Harga Ekstrak Kopi</i>	<i>= 0</i>
<i>Uap air yang dihasilkan</i>	<i>= 13 T / Jam</i>
<i>Konsumsi Batubara / bulan</i>	<i>= 1,580 T</i>
<i>Konsumsi Blending Fuel batubara dengan ampas Kopi ( 80:20)</i>	<i>= 1,612 T</i>
<i>Biaya Batubara (USD/Bulan)</i>	<i>= 86,888</i>
<i>Biaya Blending (USD/Bulan)</i>	<i>= 70,913</i>
<i>Penghematan (USD /Bulan )</i>	<i>= 15,075</i>

Dari simulasi studi analisis tersebut diatas maka penggunaan ekstrak kopi dari pabrik pengolahan kopi instan, dimana ampas ekstrask kopi tersebut adalah limbah bagi pabrik kopi, adalah layak dimanfaatkan menjadi bahan bakar yang sangat menguntungkan menjadi bahan bakar ketel uap. Sehingga kedua belah pihak sama-sama akan mendapat keuntungan.

## DAFTAR RUJUKAN

- <https://hedihastriawan.wordpress.com/kimi-a-fisika/panas-pembakaran-pada-boiler-pada-produksi-di-pt-pupuk-sriwijaya/>
- <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009/05/30/persyaratan-produk-dalam-transaksi-batubara/>
- <https://lifestyle.okezone.com/read/2015/03/18/298/1120677/mengintip-proses-pembuatan-kopi-di-pabrik-torabika>
- Maximillian. 2010. *Proses Produksi Kopi*.  
<http://bisnisfarmasi.wordpress.com/2010/07/07/kafein-dan-produksi-kopi/>. [19 Mei 2012].
- Pastinasih, Luh, 2012, *Pengolahan Kopi Instan Berbahan Baku Kopi Lokal Buleleng, Bali*, IPB, Skripsi