

Peningkatan Efisiensi Pembakaran Batubara Dengan Menggunakan Bahan Kimia Aditif (Amonia + Kalium + Resin) di Puslitbang Tekmira Bandung
Increased Efficiency of Coal Burning Using Chemical Additives (Ammonia + Potassium + Resin) at Puslitbang Tekmira in Bandung

¹Rully Marlinda, ²Datin Fatia Umar ³Solihin

^{1,2}*Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung*
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

*email:*¹*rullymarlinda92@gmail.com,* ²*datinf@tekmira.esdm.go.id,* ³*solihintambangunisba@gmail.com*

AbstractAbstract: The economical review of Coal mining plans is based on technical design data that has been made, so that in determining the costs incurred will be highly considered by the entrepreneur. Components or factors of economic development activities of coal mining are viewed from the economic point of view such as determining investment cost and production cost, revenue from product sale, cash flow calculation, discounted rate of return or internal rate of return, net present value and payback period. The internal rate return method looks for a discount rate that can result in a net present value (NPV) equal to zero. IRR is used in determining whether the investment is implemented or not, for it is usually used the reference that the investment should be higher than the minimum acceptable rate of return or minimum attractive rate of return. The minimum acceptable rate of return is the minimum rate of return on an investment that a brave investor would undertake. Thus, the minimum IRR is based on the reference rate of the Government Private Bank of 5.7% and the calculation of the return rate in PT Wira Bara Sakti obtained IRR value of 98,50% that IRR > IRR minimum IRR calculation.

Keywords : Coal, DTA, TGA, Additives effect.

Abstrak. Kajian ekonomis rencana penambangan batubara berdasarkan data rancangan teknis yang telah dibuat, sehingga dalam penentuan biaya yang dikeluarkan akan sangat dipertimbangkan oleh pihak pengusaha. Komponen atau faktor penyusun kegiatan kajian ekonomis penambangan batubara dilihat dari segi ekonomi seperti penentuan biaya investasi dan biaya produksi, pendapatan hasil penjualan produk, perhitungan *cash flow*, *discounted rate of return* atau *Internal rate of return*, *net present value* dan *payback periode*. Metode *internal rate return* (IRR) mencari tingkat diskonto (*interest*) yang dapat menghasilkan *net present value* (NPV) sama dengan nol. IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari *minimum acceptable rate of return* atau *minimum attractive rate of return*. *Minimum acceptable rate of return* adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh seorang investor. Sehingga didapatkan IRR minimum berdasarkan suku bunga acuan Bank Pemerintah Swasta sebesar 5,7 % dan hasil perhitungan nilai laju pengembalian (IRR) di PT Wira Bara Sakti didapatkan nilai IRR sebesar 98,50 % bahwa IRR > IRR minimum hasil perhitungan IRR.

Kata Kunci: Kata Kunci : Biaya Produksi, Aliran Kas, NPV, IRR, PBP

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi cadangan batubara, namun pada umumnya hanya termasuk kedalam batubara peringkat rendah. maka dari itu peningkatan kualitas batubara perlu dilakukan untuk menambah nilai kualitasnya tersebut. Salah satu cara peningkatan kualitas batubara ialah dengan cara penambahan bahan kimia aditif yaitu untuk meningkatkan nilai efisiensi pembakaran batubara.

Tujuan Penelitian

- 1) Melakukan peningkatan pemanfaatan batubara selain sebagai bahan bakar, sehingga dapat memberikan nilai tambah terhadap bahan tambang, khususnya batubara.
- 2) Meningkatkan efisiensi terhadap pembakaran batubara peringkat rendah.
- 3) Menentukan pengaruh penambahan zat aditif terhadap efisiensi pembakaran batubara.

B. Landasan Teori

Karakteristik Batubara

Karakteristik batubara dapat dinyatakan berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia yang dimilikinya. Karakteristik batubara yang menunjukkan sifat fisiknya di antaranya nilai density, kekerasan, ketergerusan (grindability), warna, dan pecahan. Sifat kimia dari batubara sangat berhubungan langsung dengan senyawa penyusun dari batubara tersebut.

Analisis Proksimat

Analisis Proksimat bertujuan untuk mengkuantifikasi nilai moisture atau air yang dikandung batubara, baik air permukaan (free moisture) maupun air bawaan (inherent moisture), kemudian mengkuantifikasi pula kandungan abu (ash), zat terbang (volatile matters), dan karbon tertambat (fixed carbon).

Analisis DTA/TGA

Analisis DTA/TGA dilakukan untuk mengetahui karakteristik pembakaran sampel batubara, menggunakan thermogravimetri – linseis. Hasil pengujian akan menghasilkan grafik. Differential Thermal Analysis (DTA) adalah suatu teknik analisis termal dimana perubahan material diukur sebagai fungsi temperatur. DTA (Differential Thermal Analysis) menyajikan data hubungan μV terhadap suhu ($^{\circ}\text{C}$) yang menggambarkan perubahan fasa material ketika dipanaskan hingga suhu 800°C . Sedangkan TGA (Thermogravimetric Analysis) pada prinsipnya metode ini mengukur berkurangnya massa material ketika dipanaskan dari suhu kamar sampai suhu tinggi yang biasanya sekitar 900°C . TGA menggambarkan data hubungan berat material (mg) terhadap suhu ($^{\circ}\text{C}$), sehingga dapat diketahui penurunan berat material ketika dipanaskan hingga suhu 800°C .

Teori Pembakaran Batubara

Proses pembakaran batubara akan berlangsung dengan baik jika tersedia udara dalam jumlah yang cukup. Proses pembakaran dimulai dari terjadinya oksidasi pada fase uap dan penyalaan volatile matter (zat terbang) yang terlepas dari batubara yang selanjutnya menyebabkan menyalanya residu bahan padat (residual char). Tahap penyalaan volatile matter menyebabkan kestabilan flame (nyala) dan temperatur sehingga residu padat bisa menyala, sementara pada penyalaan residu padat terjadi mekanisme reaksi-reaksi yang kompleks yang selanjutnya menghasilkan panas pembakaran. Pembakaran batubara dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Pembakaran dalam Unggun Tetap
2. Pulverized Coal Combustion








Prosedur Penelitian








Sebelum melakukan kegiatan percobaan tahapan pertama yang dilakukan ialah mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan, di mana hal ini dapat membantu dalam kelancaran percobaan/penelitian tanpa adanya alat dan bahan yang akan dibutuhkan penelitian tidak akan mendapatkan hasil yang diinginkan. Dalam pengujian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan ialah pertama melakukan preparasi, tahap selanjutnya ialah pencampuran antara batubara berkalori rendah dengan bahan kimia aditif, melakukan analisis proksimat, analisis nilai kalor dan tahap terakhir ialah analisis DTA dan TGA.





Sampel yang Digunakan

Sampel yang digunakan dalam pengujian ini ialah sampel batubara sorong dari papu yang memiliki kualitas yang rendah, serta sebagai pembandingnya digunakan batubara marunda yang memiliki kualitas yang sedang (cukup bagus).

Tabel 1. Peralatan yang Digunakan

Alat		Keterangan
Foto	Nama	
	<i>Rocklab</i>	Untuk menghancurkan / mengecilkan ukuran batubara hingga menjadi 60#
	<i>Pan</i>	Wadah yang berfungsi untuk menaruh sampel dalam proses pengeringan menggunakan oven.
	<i>Oven</i>	Alat pemanas ini berfungsi untuk pengeringan batubara dan pengujian kadar.
	<i>Furnace</i>	Sebagai pemanas (suhu 30°C – 3000°C), digunakan untuk uji volatile matter, kadar abu.
	Botol Uji	Alat ini digunakan sebagai wadah sampel dalam proses pengujian, pengujian kadar air.
	Cawan	Alat ini digunakan sebagai wadah sampel dalam proses pengujian, pengujian kadar abu.
	<i>Porselin Pengaduk</i>	Porselin ini digunakan untuk mencampur batubara dengan bahan kimia aditif yang digunakan.

Alat		Keterangan
Foto	Nama	
	Tabung Ukur	Alat ini digunakan untuk mengukur banyak air yang digunakan untuk pengujian kalorimeter
	Pencapit	Alat ini digunakan untuk mencapit cawan yang akan dimasukkan dan dikeluarkan dalam <i>furnace</i> .
	<i>Bomb Kalorimeter</i>	Digunakan untuk pengujian kalorimeter.
	Kawat <i>Bomb</i> Meter	Digunakan untuk membakar batubara dalam proses pengujian kalorimeter.
	Tabung <i>Kalorimeter</i>	Digunakan untuk pengujian kalorimeter, yang dimasukkan dalam alat <i>bomb</i> kalorimeter.
	Spatula	Untuk mencampur dan memantu memasukan sampel pada wadah atau cawan.
	Neraca Analitik	Alat ini berfungsi untuk mengukur berat sampel yang akan digunakan.

Alat		Keterangan
Foto	Nama	
	<i>Thermogravimeter-Linseis</i>	Menentukan stabilitas termal material batubara
	Cawan Bertutup	Wadah yang digunakan untuk pengujian volatile meter.
	Cawan <i>Kaolimeter</i>	Sebagai wadah yang digunakan untuk sampel dalam pengujian kalorimeter.
	Kawat Cawan	Tempat bagi cawan tertutup dalam proses pengujian volatile meter untuk mempermudah dan agar tidak tumpah.

C. Hasil Pengujian Analisis Proksimat

Analisis proksimat terdiri dari beberapa pengujian yaitu pengujian nilai (IM) inherent Moisture, pengujian kadar abu (Ash), pengujian zat terbang (VM), dan pengujian fixed carbon (FC).

Tabel 2. Pengujian Nilai *Fixed Carbon* Batubara Sorong

Konsentrasi zat Aditif	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
0 (Raw)	22,44	4,96	37,72	34,88
0,05%	22,305	5	39,125	33,57
0,1%	21,125	5,125	39,875	33,875
0,15%	20,97	5,175	40,33	33,525
0,2%	20,24	5,2	41,115	33,445
0,25%	19,68	5,205	42,16	32,955

Tabel 3. Pengujian Nilai *Fixed Carbon* Batubara Marunda

Konsentrasi zat Aditif	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
0 (Raw)	6,915	4,23	44,065	44,79
0,05%	6,665	4,305	44,24	44,79
0,1%	6,225	4,31	44,455	45,01
0,15%	5,6	4,435	45,865	44,1
0,2%	4,785	4,49	46,45	44,275
0,25%	4,555	4,58	54,48	36,385

Keterangan:

IM : Inherent Moisture

Ash : Ash Content

VM : Volatile Matter

FC : Fixed Carbon

Pengaruh penambahan zat aditif terhadap batubara dapat mempengaruhi penurunan nilai kadar air (IM) batubara semakin banyak zat aditif yang ditambahkan maka kadar air yang terkandung di dalam batubara Sorong semakin menurun. Nilai IM pada batubara yang belum mendapatkan penambahan zat aditif ialah 22,44% dan setelah diberi penambahan zat aditif sebesar 0,05% terjadi penurunan nilai IM sebesar 0,135% menjadi 22,305% semakin banyak penambahan zat aditif yang digunakan maka nilai kadar air pada batubara pun semakin banyak penurunannya, semakin kecil nilai IM maka kualitas batubara semakin bagus hal tersebut berpengaruh pada proses pembakaran batubara yang semakin cepat karena batubara tidak memerlukan waktu yang lama dalam proses pemanasannya. Selain sampel Sorong sampel lain yang digunakan ialah sampel Marunda, masing-masing sampel mempunyai kualitas yang berbeda pada sampel Marunda ini kandungan air di dalamnya lebih sedikit dibandingkan dengan batubara Sorong, kandungan air pada batubara Sorong yang belum dicampur zat aditif ialah 22,44% sedangkan pada batubara Marunda ialah 6,915%. Penambahan zat aditif berpengaruh terhadap penurunan nilai kadar air yang terdapat di dalam kandungan batubara Marunda, terdapat penurunan kandungan air batubara setelah penambahan 0,05% zat aditif sebesar 0,25%. Semakin banyak penambahan zat aditif yang diberikan maka kadar air yang terkandung di dalam batubara tersebut dapat menurun. Dengan menurunnya kadar air, maka efisiensi pembakaran akan semakin meningkat karena proses penguapan air sebagai awal pembakaran akan memakan waktu yang lebih sedikit sehingga proses pemanasan akan cepat berlangsung. Jika kadar air turun maka nilai kalor akan meningkat. Pengaruh zat aditif terhadap penurunan kadar air (IM) pada sampel sorong penurunan terlihat lebih besar di bandingkan pada sampel batubara marunda, hal tersebut karena kualitas batubara sorong lebih rendah di bandingkan dengan sampel batubara marunda sehingga penambahan zat aditif terhadap sampel batubara sorong lebih berpengaruh dibandingkan pada sampel batubara marunda.

Penambahan zat aditif dapat berpengaruh terhadap kenaikan nilai kadar abu pada sampel batubara Sorong kenaikan nilai kadar abu tidak begitu besar sama halnya dengan sampel batubara Marunda semakin banyak zat aditif yang diberikan maka nilai kadar abu yang terdapat pada batubara tersebut semakin meningkat hal tersebut dikarenakan zat aditif mengandung beberapa unsur kimia yang berupa material an-organik yang jika terbakar akan tertinggal sebagai abu, sehingga mengakibatkan perubahan terhadap kualitas batubara.

Dapat dilihat perbedaan kenaikan zat terbang yang terjadi pada kedua sampel batubara yang digunakan, pada sampel batubara Sorong kenaikan nilai zat terbang terlihat tinggi semakin banyak konsentrasi zat aditif yang diberikan maka nilai zat terbang akan semakin meningkat sedangkan pada sampel batubara Marunda cenderung konsisten dan peningkatan yang sangat drastis terjadi pada penambahan zat aditif sebanyak 0,25% yang memiliki nilai zat terbang sebesar 54,48%. Bahan kimia yang digunakan mengandung amoniak (NH₃). Pada saat pembakaran amoniak yang berupa gas terdeteksi sebagai zat terbang, sehingga makin besar zat aditif yang ditambahkan maka semakin tinggi zat terbang. Batubara dengan kadar VM yang tinggi akan mengeluarkan sejumlah gas-gas dan uap pembakaran yang lebih besar, lebih mudah menyala, temperatur yang lebih tinggi serta lebih cepat membakar residu karbon.

Hasil Pengujian Nilai Kalor

Hasil pengujian nilai kalor untuk sampel sorong dan marunda memiliki peningata yang berbeda, hal tersebut dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 4. Nilai Kalor Batubara Sorong

Konsentrasi Aditif (%)	Nilai Kalor Batubara Sorong (kal/g)	Nilai Kalor Batubara MARunda (kal/g)
0 (<i>raw</i>)	4106	5848
0,05	4130	6335
0.1	4179	6201
0,15	4216	6250
0.2	4313	6347
0,25	5044	6408

Perolehan nilai kalor batubara Marunda berbeda dengan batubara Sorong yang terjadi peningkatan pada percampuran zat aditif sebanyak 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2% dan 0,25%. Untuk batubara Marunda, semakin banyak penambahan zat aditif, nilai kalor fluktuatif (naik turun). Perbedaan nilai kalor antara batubara Sorong dan batubara Marunda disebabkan karena perbedaan kualitas batubara asal (*raw*) batubara Sorong termasuk kedalam jenis batubara dengan nilai kalor rendah dengan nilai kalor 4106 kal/g (<5.100 kal/g), sedangkan batubara Marunda termasuk kedalam batubara dengan nilai kalor sedang, yaitu 5848 kal/g (5100-6100 kal/g). Peningkatan kualitas yang berdasarkan pada nilai kalor, pada umumnya akan lebih efektif terhadap batubara peringkat rendah, karena batubara peringkat rendah masih memungkinkan untuk di tingkatkan kualitasnya. Sedangkan batubara yang sudah memiliki peringkat tinggi, akan sukar untuk ditingkatkan lagi karena batubara peringkat tinggi komposisinya sudah relatif setabil dibandingkan dengan batubara peringkat rendah.

Hasil Pengujian DTA dan TGA

Pengujian terakhir ialah pengujian DTA/TGA pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat thermogravimeter-Linseis. Dalam pengujian tersebut didapat hasil analisis data sebagai berikut:

Keterangan :

Tig = Suhu Pembakaran Awal (oC)

Tmax = Suhu ketika grafik DTA (μv) mencapai nilai tertinggi (oC)

Rmax = Kecepatan Pembakaran (mg/min)

Tbo = Suhu pembakaran char / char burnout (oC)

Tabel 5. Pegujian Nilai DTA/TGA

Batubara	Sampel	Konsentrasi	Tig	T max	Rmax	Tbo	Area
		Adiktif (%)	(°C)	(°C)	mg/s	(°C)	μv s/mg
Sorong	A	0 (<i>raw</i>)	149,6	362,8	0,025	571,7	1657,93
	B	0,05%	149,8	370,7	0,024	587,5	2239,02
	C	0,1%	152,4	415,8	0,023	572,6	2132,78
	D	0,15%	166,9	416,0	0,021	569,8	2382,87
	E	0,2%	186,3	428,5	0,019	595,1	1807,02
	F	0,25%	167,8	397,0	0,024	586,3	2340,28
Marunda	A	0 (<i>raw</i>)	171,0	427,9	0,033	565,4	2007,05
	B	0,05%	124,4	421,7	0,024	576,1	2277,42
	C	0,1%	122,8	415,3	0,023	566,0	2116,00
	D	0,15%	114,8	415,2	0,024	569,7	2165,53
	E	0,2%	117,9	422,0	0,025	567,2	1899,32
	F	0,25%	127,6	390,5	0,017	577,7	1812,91

Analisis DTA / TGA menghasilkan grafik seperti yang terdapat pada grafik yang menghasilkan beberapa nilai parameter, seperti Tig (suhu pembakaran awal), Tmax (suhu maksimum pembakaran), dan Tbo (suhu pembakaran char). Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa nilai Tmax yang dimaksud adalah pada suhu tersebut kurva DTA mencapai nilai puncak atau tertinggi. Semakin banyak penambahan zat aditif, maka semakin tinggi suhu yang dibutuhkan untuk membakar batubara karena semakin tinggi puncak DTA (Tmax) maka nilai kalor semakin tinggi. Nilai Rmax merupakan kecepatan proses pembakaran batubara semakin tinggi nilai Rmax maka kadar air dalam batubara semakin rendah, pada batubara Sorong (raw) nilai Rmax yang di hasilkan adalah 0,025 mg/s dan setelah di beri tambahan zat aditif sebesar 0,05% nilai Rmax yang di hasilkan adalah 0,024 mg/s sehingga dalam waktu satu detik dapat membakar batubara Sorong (raw) sebanyak 0,024 mg. Semakin tinggi nilai Rmax maka energi yang didapatkan akan semakin baik. Tig merupakan suhu minimum yang dibutuhkan untuk dapat membakar batubara. Terjadi kenaikan dan penurunan terhadap nilai Tig pada sampel batubara Sorong dan batubara Marunda. Pada sampel batubara Sorong nilai Tig tertinggi ada pada penambahan zat kimia sebesar 0,2% sehingga suhu minimum yang dibutuhkan untuk dapat membakar batubara ialah 186,3 °C sehingga kemungkinan untuk terjadi adanya swabakar semakin kecil karena semakin tinggi nilai Tig maka kemungkinan terjadinya swabakar akan semakin kecil. Sedangkan ada sampel batubara maruda nilai Tig tertinggi terdapat pada raw batubara (batubara yang belum di beri tambahan bahan kimia) yaitu 171,0 °C sedagkan nilai tig tertinggi setelah percampuran bahan kimia adalah 127,6 °C dimana telah diberikan zat aditif sebanyak 0,25%. Pada batubara marunda proses penambahan zat kimia aditif tidak terlalu terlihat karena mrunda merupakan batubara yang memiliki kwaitas sedang sehingga penambahan zat kimia tidak terlalu berpengaruh beda halnya dengan batubara sorong yang memiliki kualitas yang rendah.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Penambahan zat aditif terhadap batubara dapat menurunkan kadar air sehingga nilai kalor meningkat. Persentase atau banyaknya jumlah zat aditif yang digunakan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kualitas batubara. Semakin banyak konsentraasi bahan kimia yang ditambahkan maka kualitas batubara yang didapat semakin meningkat walaupun tidak begitu signifikan tetapi ada perubahan terhadap kualitasnya.
2. Dari hasil pengujian DTA / TGA dengan ditambakkannya zat kimia dalam jumlah tertentu pada sampel batubara Sorong dan Marunda terjadi peningkatan dan penurunan terhadap nilai Tig dan Tmax. Pada batubara sorong terjadi peningkatan nilai TIG setelah diberikan penambahan zat kimia, semakin tinggi nilai Tig maka semakin baik karena semakin tinggi suhu yang dibutuhkan untuk membakar batubara karena semakin tinggi puncak DTA (Tmax) maka nilai kalor semakin tinggi.
3. Penambahan zat Aditif terhadap batubara untuk meningkatkan kualitas, efektifitas pada batubara peringkat rendah (Sorong), sedangkan untuk batubara peringkat sedang (Marunda), peningkatan kualitas tidak begitu signifikan dikarenakan batubara marunda merupakan batubara yang tanpa campuran bahan kimiapun kualitas batubaranya sudah baik.

Daftar Pustaka

Abdullah, S., Kusnardi, A., Haim, S., Turdjaja, D., Sarino, Turkana, D., 2012, "Inventarisasi dan Evaluasi Mineral Nonlogam di Kabupaten Sorong dan Manokwari Propinsi Papua", Subdit. Mineral Nonlogam, Badan Geologi, Pusat

Sumber Daya Geologi, Bandung.

Badan Pusat Statistik Papua Barat, 2011, "Papua Barat dalam Angka", Manokwari.

Carpanter, A.N., 1988, Coal Classification, IEACR/12, IEA Coal Research, London.

Muchjidin, 2006, "Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara". Penerbit ITB, Bandung.

Puslitbang TekMIRA, "Pengembangan Teknologi Coal Upgrading Palm Oil Bersama Lembaga Riset Korea Institute Energy Research (KIER)", <http://www.tekmira.esdm.go.id> (dikutip tanggal 25 Mei 2018).

Rahmansyah, Angga, 2017 "Upgrading Batubara Peringkat Rendah Yang Berasal Dari Sorong Dan Jambi Dengan Teknologi Cupo (Coal Upgrading Palm Oil) di Puslitbang Tekmira Bandung" Prodi Pertambangan Unisba, Bandung.