

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Energi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), energi adalah tenaga atau gaya untuk berbuat sesuatu. Definisi ini merupakan perumusan yang lebih luas daripada pengertian-pengertian mengenai energi pada umumnya dianut di dunia ilmu pengetahuan. Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan sesuatu pekerjaan.

Energi merupakan sektor utama dalam perekonomian Indonesia dewasa ini dan akan mengambil peranan yang lebih besar di waktu yang akan datang baik dalam rangka penyediaan devisa, penyerapan tenaga kerja, pelestarian sumber daya energi, pembangunan nasional serta pembangunan daerah. Situasi energi di Indonesia tidak terlepas dari situasi energi dunia. Konsumsi energi dunia yang makin meningkat menimbulkan kesempatan bagi Indonesia untuk mencari sumber energi silih (alternatif) untuk memenuhi kebutuhannya sendiri. Untuk itu perlu untuk mengidentifikasi sektor mana yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya energi silih. Seperti diketahui Indonesia sangat berkepentingan untuk menggantikan sumber daya energi minyak dengan sumber daya energi lainnya karena minyak merupakan sumber daya energi yang menghasilkan devisa selain gas alam. Oleh karena itu, sektor-sektor perekonomian yang memanfaatkan minyak sedapat mungkin menggantikannya dengan sumber daya lain seperti gas alam, batubara, panas bumi, listrik tenaga air, dan biomassa.

Sumber : (Reksohadiprojo, 1988)

2.2 Energi Alternatif

Energi Alternatif ialah energi yang dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai pengganti energi atau bahan bakar konvensional. Energi alternatif digunakan untuk mengatasi keterbatasan energi. Syarat energi alternatif yaitu tidak habis atau dapat diperbarui dan tidak merusak lingkungan.

Jenis-jenis/Contoh energi alternatif dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut :

1. Matahari-Energi matahari dapat digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air, sumber energi pada panel surya, mobil tenaga surya.
2. Ombak (gelombang laut)-Sebagai pembangkit listrik tenaga ombak
3. Angin-Sebagai pembangkit listrik tenaga angin, penggerak kapal layar
4. Air-Untuk menggerakkan turbin pada pembangkit listrik tenaga air
5. Panas bumi (geotermal)- Sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi
6. Biodiesel/biosolar-Dibuat dengan mengolah biji jarak, minyak sawit, dan minyak dari biji bunga matahari. Biodiesel dimanfaatkan untuk pengganti solar (bahan bakar mobil dan diesel)
7. Gasohol- Campuran antara alkohol dengan bensin. Untuk bahan bakar motor (sebagai pengganti bensin)
8. Biogas- Dibuat dari pengolahan kotoran hewan dan sampah organik. Digunakan untuk pengganti LPG dan LNG (pengganti bahan bakar kompor)

2.3 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan sesuatu atau materi yang bisa diubah ke dalam bentuk yang lain, yakni energi. Bahan bakar biasanya mengandung energi panas yang bisa dilepaskan atau dimanipulasi sehingga berubah menjadi bentuk energi yang lain demi kepentingan tertentu.

Bahan bakar tersebut biasanya digunakan oleh manusia melalui proses pembakaran, yakni suatu proses yang melibatkan energi panas yang terkandung di dalam materi tersebut. Energi panas itu kemudian dilepaskan dari materi bahan bakar setelah direaksikan dengan oksigen yang terdapat di udara. Selain dengan proses pembakaran, bahan bakar juga bisa dihasilkan melalui proses hidrokarbon dan reaksi nuklir.

2.3.1 Bahan Bakar Padat

Bentuk dari materi bahan bakar ini adalah padat. Bahan bakar ini menjadi sumber energi panas yang biasanya digunakan oleh manusia untuk melakukan berbagai proses pembakaran. Bahan bakar jenis ini bisa ditemui dalam kehidupan sehari-hari karena biasa digunakan untuk memanaskan air dan menjadikannya berbentuk uap, atau melakukan pergerakan peralatan. Kayu dan batu bara termasuk ke dalam jenis bahan bakar padat.

2.3.2 Macam-macam Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat adalah jenis bahan bakar yang terbatas. Hal ini diakibatkan pembentukannya memerlukan proses yang sangat panjang. Bahkan, bisa mencapai waktu jutaan tahun. Sementara itu, pemakaian bahan bakar energi menjadi kebutuhan dasar manusia yang pemakaiannya secara terus-menerus.

A. Bahan Bakar Fosil

Bahan bakar fosil berupa minyak bumi, gas bumi, dan batu bara, yang selama jutaan tahun terbentuk dan tersimpan di dalam bumi yang berasal dari mikroorganisme tumbuh-tumbuhan dan binatang yang sudah mati selama jutaan tahun. Agar terbentuk sumber energi fosil, selain membutuhkan waktu lama, diperlukan tekanan dan suhu tinggi yang terdapat di dalam bumi.

B. Batu Bara

Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang berbentuk batuan sedimen. Batuan ini dapat terbakar karena terbentuk dari endapan organik seperti sisa-sisa tumbuhan, lantas dibentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur yang terkandung di dalam batu bara adalah hidrogen, oksigen, dan karbon. Batuan organik ini memiliki sifat kimia dan fisika sehingga bisa diproses dengan membentuk rumus formula empiris.

Pembentukan batu bara sama dengan pembentukan energi fosil. Batu bara berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang, dan mikroorganisme, yang telah mati selama jutaan tahun. Setelah mengalami proses yang alami, lama, serta mendapat pengaruh dari gesekan dan panas bumi, akan terbentuk batu bara. Terdapat dua jenis batu bara, yaitu:

1. Pertambangan darat
2. Pertambangan terbuka.

Batu bara dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Selain itu, dapat digunakan dalam peleburan logam dan industri semen.

2.3.3 Materi Pembentuk Batu Bara

Seperti yang sudah disebutkan di atas, materi pembentuk batu bara pada umumnya berasal dari sisa-sisa makhluk hidup, seperti tumbuhan. Jenis-jenis tumbuhan yang memberikan pengaruh pada pembentukan bahan bakar padat tersebut adalah sebagai berikut.

1. Alga, yakni tumbuhan bersel tunggal yang jumlahnya sangat sedikit di dalam endapan batu bara.
2. Silofita, yakni turunan alga yang terdapat pada zaman Sliur hingga Devon tengah.
3. Pteridofita, yakni materi pembentuk utama dalam batu bara yang terdapat pada tumbuhan panpa bunga dan biji dengan cara berkembang biak mellalui spora, Tumbuhan ini tumpuh di tempat dengan iklim yang hangat pada umur Devon Atas hingga Karbon Atas.
4. Gimnospermae, yakni tumbuhan heteroseksual yang bijinya terbungkus dalam buah, mengandung kadar getah yang tinggi, serta merupakan penyusun utama batu bara Permian, seperti pinus. Tumbuhan ini biasanya tumbuh di kawasan Afrika, Australia, dan India.
5. Angiospermae, yakni tumbuhan dari Zaman Kapur atas hingga sekarang. Jenis tumbuhan ini biasanya berbentuk buah yang menutupi biji dengan bunga yang memiliki jantan dan betina.

2.3.4 Jenis Batu Bara

1. Batu bara dibentuk dengan berbagai proses yang dipengaruhi oleh tekanan, panas, dan waktu. Dengan demikian, batu bara juga terbagi menjadi beberapa jenis, yakni sebagai berikut.
2. Antrasit, yakni kelas batu bara yang paling tinggi dengan wana hitam yang berkilauan metalik. Batu bara jenis ini

mengandung unsur karbon sebanyak 86 sampai 98% dengan kadar air kurang dari 8%.

3. Bituminus, yakni kelas batu bara dengan unsur karbon sebanyak 68 sampai 86% dan dengan kadar air sebanyak 8 sampai 10% dari beratnya. Kelas batu bara ini biasanya ditambang di Australia.
4. Bituminus, yakni kelas batu bara yang mengandung sedikit karbon dan memiliki kandungan air yang banyak. Batu bara jenis ini kurang efisien untuk digunakan dalam proses pembakaran.
5. Lignit, yakni kelas batu bara berwarna cokelat yang sangat lunak karena mengandung 35 sampai 75% air di dalamnya.
6. Gambut, yakni kelas batu bara dengan kadar air di atas 75% dan memiliki nilai kalori yang paling rendah dibandingkan dengan jenis batu bara lainnya.

2.3.5 Uranium

Uranium merupakan bahan bakar nuklir utama. Sama seperti batu bara, uranium terdapat dalam tanah dan untuk mendapatkannya harus dilakukan penambangan. Untuk mendapatkan energi uranium, tidak terlepas dari pembakaran. Namun, harus melalui pemisahan atom. Pemisahan tersebut harus disertai dengan energi yang tinggi berupa energi panas.

Energi panas yang dihasilkan antara lain digunakan untuk memanaskan air sehingga akan terbentuk uap. Di PLTN, uap tersebut dimanfaatkan sebagai penggerak turbin yang akan menggerakkan generator listrik.

Pada pemisahan atom dalam uranium ini, neutron-neutron dilepaskan dan disertai dengan energi tinggi. Neutron ini akan membentuk sinar radioaktif. Sinar radioaktif ini bisa membawa kerugian dan berbahaya bagi manusia dan makhluk

hidup lain karena dapat menyebabkan kanker kulit dan leukemia karena sinar radioaktif dapat menghancurkan sel tubuh.

2.4 Bioarang

Bioarang merupakan arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, kertas, ataupun limbah pertanian lainnya yang dapat dikarbonisasi. Bioarang ini dapat digunakan melalui proses pengolahan, salah satunya adalah menjadi briket bioarang.

Suatu bahan bakar akan murah jika bahan baku yang digunakan murah, banyak tersedia, dan cara atau teknologi yang dipakai untuk mengolahnya sederhana. Itulah sebabnya diperkenalkan bioarang. Bioarang adalah arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, sekam padi dan limbah pertanian lainnya. Biasanya bahan tersebut dianggap sampah yang tidak berguna sehingga sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Namun, bahan-bahan tersebut sebenarnya dapat diolah menjadi arang, yang selanjutnya disebut bioarang. Bioarang yang dihasilkan selain memperhatikan faktor internal harus juga memperhatikan faktor eksternal seperti persaingan di pasar global yang memerlukan teknologi yang dapat meningkatkan nilai tambah dan juga mutu produk.

2.5 Briket

Briket adalah bahan bakar alternatif yang menyerupai arang tetapi terbuat/tersusun dari bahan non kayu. Briket dibuat dengan proses pirolisis (pembakaran an aerobik). Banyak bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket, contohnya sekam padi, jerami, batok kelapa, serbuk gergaji, dedaunan dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat briket akan melalui proses pembakaran tidak sempurna sehingga tidak sampai menjadi abu. Pada pemanasan ini prosesnya dilakukan pada tempat

yang vakum. Selanjutnya arang sekam tersebut dicampur dengan perekat, dipadatkan dan dikeringkan kemudian disebut sebagai briket.

Briket biasanya digunakan untuk memasak dan untuk melakukan proses pembakaran. Briket juga bisa digunakan untuk membuat pembangkit listrik tenaga uap. Karena pada dasarnya briket juga dapat digunakan sebagai pengganti batubara. Kandungan dalam briket adalah karbon, abu dan komponen volatile. Dalam proses pembakaran briket yang baik adalah briket yang dapat menghasilkan kalor yang besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar dan kecilnya kalor adalah kandungan karbonnya. dan kualitas briket yang baik adalah yang memiliki kandungan abu yang sedikit. semakin sedikit kandungan abunya maka akan semakin baik dan standarnya dalam briket adalah minimal komposisi abunya adalah 8%.

2.6 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa terletak dibagian dalam kelapa setelah sabut. Pada bagian pangkal tempurung terdapat 3 buah lubang tumbuh (ovule) yang menunjukkan bahwa bakal buah asahnya berlubang 3 dan yang tumbuh biasanya satu buah. Tempurung merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan antara 3 mm sampai 5 mm. Sifat kerasnya disebabkan oleh banyaknya kandungan silikat (SiO_2) yang terdapat pada tempurung tersebut. Dari berat total buah kelapa, antara 15% sampai 19% merupakan berat tempurungnya. Selain itu tempurung juga banyak mengandung lignin. Sedang kandungan methoxyl dalam tempurung hampir sama dengan yang terdapat dalam kayu. Pada umumnya, nilai kalor yang terkandung dalam tempurung kelapa adalah berkisar antara 18200 kJ/kg hingga 19338.05 kJ/kg.

Tabel 2.6 Komposisi kimia tempurung kelapa

Unsur Kimia	Kandungan (%)
Sellulosa	26.60
Pentosan	27
Lignin	29.40
Kadar Abu	0.60
Solvent Ekstratif	4.20
Uronat anhydrad	3.50
Nitrogen	0.11
Air	8.00

Sumber : (Suhardiyono, 1995)

2.7 Jenis Perekat

Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki kekhususan meliputi glue, mucilage, paste, dan cement. Glue merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani, seperti kulit, kuku, urat, otot dan tulang yang secara luas digunakan dalam industri pengerjaan kayu. Mucilage adalah perekat yang dipersiapkan dari getah dan air dan diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. Paste merupakan perekat pati (starch) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan berbentuk pasta. Cement adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut.

Bahan perekat dapat dibedakan atas 3 (tiga) jenis yaitu:

1. Perekat anorganik

Termasuk dalam jenis ini adalah sodium silikat, magnesium, cement dan sulphite. Kerugian dari penggunaan bahan perekat

ini adalah sifatnya yang banyak meninggalkan abu sekam pada waktu pembakaran.

2. Bahan perekat tumbuh-tumbuhan

Jumlah bahan perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan bahan perekat hydrocarbon. Kerugian yang dapat ditimbulkan adalah arang cetak yang dihasilkan kurang tahan terhadap kelembaban.

3. Hydrocarbon dengan berat molekul besar

Bahan perekat jenis ini sering kali dipergunakan sebagai bahan perekat untuk pembuatan arang cetak ataupun batubara cetak.

Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan. Dengan adanya bahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan arang briket akan semakin baik. Dalam penggunaan bahan perekat harus memperhatikan faktor ekonomis maupun non-ekonomisnya

Proses absorpsi adalah suatu proses penyerapan air dari bahan tanpa mempengaruhi sifat kimia dari bahan. Luas permukaan yang sangat besar (kerapatan yang tinggi) yang dijadikan oleh sejumlah materi koloid tertentu memungkinkan terjadinya daya absorpsi sejumlah besar zat-zat dengan dipengaruhi oleh gaya kohesi (tarik menarik antara molekul yang tidak sejenis) sehingga di dalam material terbentuk suatu emulsi (pencampuran) zat cair dan bahan yang terdapat pada material.

Tabel 2.7 Daftar analisa bahan perekat

Jenis Tepung	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Karbon (%)
Tepung Jagung	10.52	1.27	4.89	8.48	1.04	73.80
Tepung Beras	7.58	0.68	4.53	8.98	0.82	76.90
Tepung Terigu	10.70	0.86	2.00	11.50	0.64	74.20
Tepung Tapioka	9.84	0.36	1.50	2.21	0.69	85.20
Tepung Sagu	14.10	0.67	1.03	1.12	0.37	82.70

Sumber : (Anonimous, 1989)

2.8 Nilai Kalor

Nilai Kalor adalah ukuran dari energi panas dalam batubara yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan harga batubara. Nilai kalor adalah banyaknya panas yang dapat dilepaskan oleh setiap kilogram **batubara** jika dibakar sempurna. Dalam sistem S.I, nilai kalor dinyatakan dalam satuan KJ/Kg. Terdapat empat macam nilai kalor yang berbeda yaitu :

1. Nilai kalor kotor pada volume konstan (Gcv V).
2. Nilai kalor bersih pada volume konstan (Ncv V).
3. Nilai kalor kotor pada tekanan konstan (Gcv P)
4. Nilai kalor bersih pada tekanan konstan (Ncv P)

2.8.1 Menghitung Nilai Kalor Bahan Bakar

Reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen dari udara menghasilkan panas. Besarnya panas yang ditimbulkan jika satu satuan bahan bakar dibakar sempurna disebut nilai kalor bahan bakar. Berdasarkan asumsi ikut tidaknya panas laten pengembunan uap air dihitung sebagai bagian dari nilai kalor suatu bahan bakar, maka nilai kalor bahan bakar dapat dibedakan menjadi nilai kalor atas dan nilai kalor bawah.

Nilai kalor atas (High Heating Value, HHV), merupakan nilai kalor yang diperoleh secara eksperimen dengan menggunakan bom kalorimeter dimana hasil pembakaran bahan bakar didinginkan sampai suhu kamar sehingga sebagian besar uap air yang terbentuk dari pembakaran hidrogen mengembun dan melepaskan panas latennya. Data yang diperoleh dari hasil pengujian bom kalorimeter adalah temperature air pendingin sebelum dan sesudah penyalaan. Selanjutnya untuk menghitung nilai kalor atas, dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{HHV} = (T_2 - T_1 - T_{kp}) \times CV$$

Dimana :

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

T_1 = Temperatur air pendingin sebelum penyalaan ($^{\circ}\text{C}$).

T_2 = Temperatur air pendingin sesudah penyalaan ($^{\circ}\text{C}$).

Cv = Panas jenis bom Kalorimeter (73259,6 kJ/kg $^{\circ}\text{C}$).

T_{kp} = Kenaikan temperature akibat kawat penyala (0,005 $^{\circ}\text{C}$).

Sedangkan nilai kalor bawah dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 3240$$

Secara teoritis, besarnya nilai kalor atas dapat dihitung bila diketahui komposisi bahan bakarnya dengan menggunakan persamaan *Dulong*.

$$HHV = 33950 C + 144200 (H_2 - \frac{O_2}{8}) + 9400 S$$

Dimana :

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg).

C = Persentase karbon dalam bahan bakar.

H₂ = Persentase hydrogen dalam bahan bakar.

O₂ = Persentase oksigen dalam bahan bakar.

S = Persentase Sulfur dalam bahan bakar.

Nilai kalor bawah (*Low Heating Value*, LHV), merupakan nilai kalor bahan bakar tanpa panas laten yang berasal dari pengembunan uap air. Umumnya kandungan hidrogen dalam bahan bakar cair berkisar 15 % yang berarti setiap satu satuan bahan bakar, 0,15 bagian merupakan hidrogen. Pada proses pembakaran sempurna, air yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar adalah setengah dari jumlah mol hidrogennya.

Selain berasal dari pembakaran hidrogen, uap air yang terbentuk pada proses pembakaran dapat pula berasal dari kandungan air yang memang sudah ada didalam bahan bakar (*moisture*). Panas laten pengkondensasian uap air pada tekanan parsial 20 kN/m²(tekanan yang umum timbul pada gas buang) adalah sebesar 2400 kJ/kg, sehingga besarnya nilai kalor bawah (LHV) dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$LHV = HHV - 2400 (M + 9H_2)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg)

M = Persentase kandungan air dalam bahan bakar (*moisture*)

Dalam perhitungan efisiensi panas dari motor bakar, dapat menggunakan nilai kalor bawah (LHV) dengan asumsi pada suhu tinggi saat gas buang meninggalkan mesin tidak terjadi pengembunan uap air. Namun dapat juga menggunakan nilai kalor atas (HHV) karena nilai tersebut umumnya lebih cepat tersedia. Peraturan pengujian berdasarkan ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) menentukan penggunaan nilai kalor atas (HHV), sedangkan peraturan SAE (*Society of Automotive Engineers*) menentukan penggunaan nilai kalor bawah (LHV).

2.9 Sistem Periodik Mendeleyev

Bila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, maka sifat unsur akan berulang secara periodik." Lajur tegak disebut golongan dan jalur mendatar disebut periode.

Rumus pendekatan Mendeleyev

$$QL = 81C + 246H + 26(O - SV) - 6W$$

Dimana:

QL = NVH (Net Heating Value) = LHV (Low Heating Value) = nilai kalor bawah

C, H, O, SV, W = Kandungan

Karbon, Hidrogen, Oksigen, Sulfur, Air (dalam % berat)

Rumus Pendekatan Calderwood (Khusus untuk Bituminous Coal)

$$C = 5,88 + 0,00512 (QH - 40,5) \pm 0,0053 [80 - 100 (VM/FC)]^{1,55}$$

QH = Nilai Kalor atas (BTU/lb) C,VCM,FC,S (% berat),Carbon, Volatile Combustible Matter, Fixed Carbon, Sulfur dalam Batubara

Semua perhitungan dalam prosentase (%) dalam keadaan “udara kering” Apabila nilai $100 (VCM/FC) > 80$, dipakai tanda – (negatif)

Rumus Pendekatan Dulong (berlaku untuk semua jenis batubara)

$$\mathbf{QH = 14544 C + 62028 [H - (O/8)] = 4050 S}$$

QH = Nilai kalor atas (BTU/lb)

C,H,O,S = Fraksi berat Carbon, Hidrogen, Oksigen, Sulfur

[H-(O-8)] = Fraksi berat “net hydrogen” = H net

H net = Total berat Hydrogen – (1/8 berat Oksigen)

$$\mathbf{QL = QH - 8,94 \times H \times 1050}$$

QL = Nilai kalor bawah QL dan QH dalam BTU/lb

H = Fraksi berat hidrogen, termasuk H net, H dalam air kelembaban, H dalam air senyawa

1 kal/kg = 1,8 BTU/lb

Sebagai catatan untuk mengetahui sifat batubara di perlukan analisa ultimat (sering disebut analisis tuntas) dan analisis proximate (sering disebut analisis pendekatan). Bahan bakar batubara terjadi karena proses alamiah selama jutaan tahun umumnya mengandung unsur C,H,O,N,S,P dan yang paling utama adalah unsur C,H,O,S

- **ANALISA ULTIMAT**

Analisa ini menentukan komposisi unsur yang ada dalam bahan bakar, yaitu kandungan C,H,O,N,S. Analisa ini di

gunakan untuk menentukan atau mengetahui struktur senyawa dan kemurnian senyawa. Data analisis ultimat meliputi :

- ⇒ Kandungan air external, yang menguap pada suhu $\geq 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ merupakan pengurangan berat cuplikan/sample pada pemanasan dengan suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ⇒ Kandungan air senyawa, ekuivalen dengan kandungan Oksigen
- ⇒ H net, hidrogen yang terbakar oleh oksidator, tidak termasuk dalam H yang ada dalam air eksternal dan air senyawa
- ⇒ H net = H total – H yang ekuivalen dengan O
- ⇒ C (carbon)
- ⇒ S (sulfur), biasanya dalam jumlah kecil
- ⇒ N (nitrogen), biasanya dalam jumlah kecil (1-3%)

• ANALISA PROKSIMAT

Pengujian laboratorium terhadap batubara berdasarkan atau sifat komponen yang mudah membentuk gas (= volatile matter) dan yang tidak mudah membentuk gas (non volatile). Data analisa proksimat meliputi :

- ⇒ Kandungan air
- ⇒ Kandungan bahan yang dapat terbakar dan mudah membentuk gas (= volatile combustible matter = VCM)
- ⇒ Kandungan bahan yang dapat terbakar dan tidak mudah membentuk gas (non combustible matter = fixed carbon) = karbon tetap = FC
- ⇒ Kandungan abu

• Catatan :

1. Jumlah air + VCM + FC + abu = 100%
2. *Combustible* = VCM + V = bagian yang berperan sebagai bahan bakar
3. Penentuan berat VCM, pembakaran cuplikan kering didalam krus tertutup pada suhu 950°C selama 7 menit

4. Pengukuran jumlah cuplikan = berat air senyawa + hidrogen + karbon yang mudah membentuk gas = berat kandungan VCM
5. Hidrogen dan karbon yang mudah membentuk gas adalah hidrokarbon yang tergantung dalam batubara
6. Keseluruhan bahan yang tertinggal setelah pembakaran tersebut diatas adalah campuran FC dan abu
7. Abu : residu yang tertinggal setelah pembakaran sempurna dalam udara terbuka pada suhu 725 °C = konstituen mineral dalam batubara secara kimia
8. *Refuse* : sisa pembakaran yang dikeluarkan dari dapur atau ruang pembakaran merupakan bahan yang tidak ikut terbakar (*unburn combustible matter*). Jumlah *refuse* beragam tergantung pada jumlah bahan yang tidak ikut terbakar. Banyaknya bahan yang tidak ikut terbakar tergantung pada sistem pembakaran dan metoda pembakaran
9. Apabila (VCM/FC) batubara sama (VCM/FC) refuse : maka ada sebagian batubara yang tidak terbakar
10. Apabila (VCM/FC) batubara tidak sama (VCM/FC) refuse : maka sebagian batubara hampir habis terbakar
11. Apabila semua H₂O ikut gas buang, artinya tidak ada lagi air yang menetes didapur / ditungku (*combustion chamber*).

Teknologi batubara bersih, bertujuan antara lain untuk mengurangi sifat-sifat batubara yang menimbulkan dampak negatif (yang tidak diinginkan) apabila batubara dimanfaatkan sebagai bahan bakar baik dengan kontak langsung maupun dengan kontak tidak langsung.

Seperti yang diketahui batubara merupakan salah satu bahan alam yang tidak akan membusuk, tidak mudah terurai berbentuk padat.