

## PEMANFAATAN BATUBARA

Deddy NSP Tanggara<sup>1\*</sup>, Wita Kristiana<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya

<sup>2</sup> Jurusan/Prodi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya

\* Korespondensi E-mail: [deddytanggara@mining.upr.ac.id](mailto:deddytanggara@mining.upr.ac.id)

### Abstrak

Penggunaan batubara oleh manusia sebagai sumber energi telah dilakukan sejak 1.100 SM dan terus berlangsung hingga saat ini dengan teknologi pada pemanfaatannya masih terus berkembang menuju ke arah yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi emisi dan polusi serta limbah dari pemanfaatan batubara tersebut.

Secara umum penggunaan batubara terdiri dari empat pemanfaatan pokok dengan proses satu dan lainnya dapat berupa rangkaian yang saling terkait, yaitu; Pembakaran langsung atau *combustible*, Pencairan atau *liquefaction*, Gasifikasi atau *gasification*, Karbonisasi atau *carbonization*.

**Kata Kunci:** Batubara, pemanfaatan, pencairan, gasifikasi

### Abstract

*The use of coal by humans as an energy source has been carried out since 1,100 BC and continues to this day with technology in its utilization still evolving towards a more environmentally friendly direction by reducing emissions and pollution and waste from the utilization of coal.*

*In general, coal use consists of four basic utilizations with one process and the other can be an interconnected circuit, namely; Direct or combustible combustion, liquefaction, gasification or gasification, carbonization, or carbonization.*

**Keywords:** Coal, utilization, liquefaction, gasification

## 1. Pendahuluan

Pemanfaatan batubara menjadi sesuatu yang sangat penting dan menjadi semakin meluas terutama di abad ke-20. Walaupun kecenderungan penggunaan batubara sebagai sumber energi terus ditekan isu lingkungan dan melambatnya perekonomian secara global, batubara tetap memainkan peran sebagai sumber penting di tengah dominasi minyak bumi dan gas alam seiring lambatnya perkembangan penggunaan alternatif energi lainnya seperti nuklir, hidrotermal dan energi terbarukan terutama di bidang industri.

Batubara digunakan dalam berbagai sektor industri tidak hanya pada pembangkit listrik yang menggunakan batubara *steam* atau lignit, juga pada produksi besi dan baja yang menggunakan kokas metalurgi dari batubara *coking*. Pemanfaatan batubara dengan teknologi gasifikasi dan bahan bakar cair dengan teknologi pencairan batubara juga menjadi salah benefit dari sumber energi ini.

Batubara dapat didefinisikan merupakan kumpulan dua macam material, yaitu material organik atau komponen maseral dan komponen anorganik dan mineral yang sering disebut dengan mineral matter (Ward, 2002).

Komponen organik merupakan parameter penting dalam menentukan peringkat dan tipe batubara yang terbentuk dan memberikan pengaruh pada pemanfaatannya. Semua kegunaan batubara, seperti energi yang dihasilkan dari pembakarannya atau perannya dalam proses metalurgi, merupakan bentuk pemanfaatan esensial dari maseral konstituennya.

Sementara anorganik komponen pada batubara umumnya memberikan kontribusi yang minim pada kegunaan batubara bahkan umumnya justru mengurangi nilai kegunaan batubara ditinjau dari sisi pemanfaatannya. Mineral matter merupakan sisi negatif pemanfaatan batubara, antara lain sebagai penyumbang polutan, korosi, abrasi dan problem lainnya yang muncul dalam proses pemanfaatan batubara.

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan jurnal ini adalah studi kepustakaan atau literatur. Yaitu dengan menghimpun informasi yang relevan dengan topik yang akan akan dibahas.

### 3. Pembahasan

#### 3.1. Pemanfaatan Batubara Untuk Energi Panas

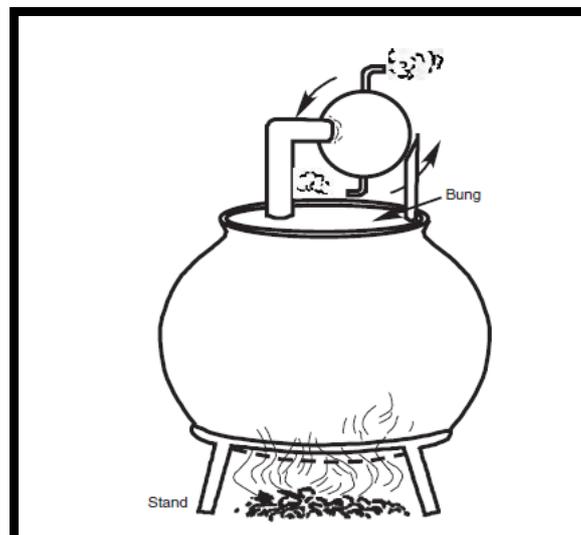
Membakar batubara secara langsung atau combustion sebagai sumber energi panas merupakan penggunaan batubara yang paling umum. Tercatat bahwa panas yang dihasilkan batubara telah digunakan sebagai pemanas, untuk memasak dan pekerjaan pandai besi sejak 1.000 tahun sebelum masehi (Miller, 2005).

Saat ini, penggunaan batubara oleh perorangan telah digantikan fungsi terutama batubara sebagai sumber pemanas boiler dalam pembangkit tenaga listrik (Gambar 1 dan gambar 2).

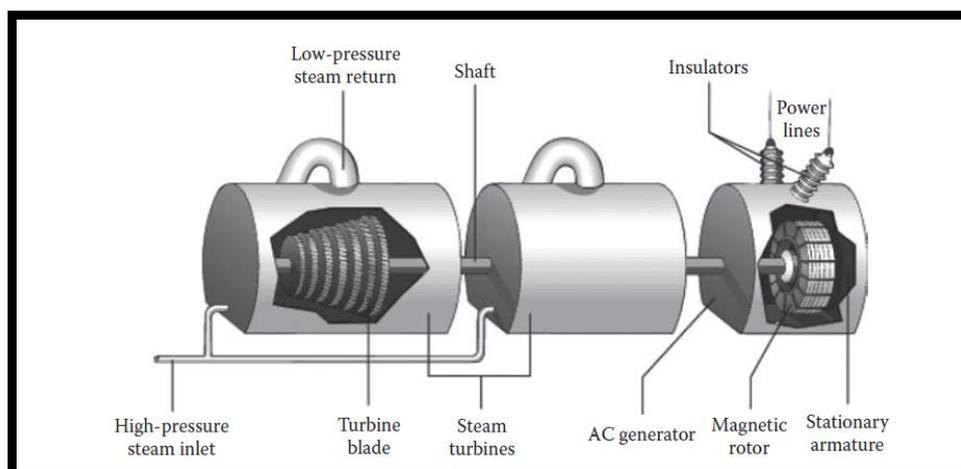
Menurut Miller (2005) penggunaan batubara sebagai pembangkit listrik dan untuk kepentingan industri meluas terutama sejak tahun 1950 an (Gambar 3).

Seiring perkembangan teknologi, penggunaan batubara dengan ukuran yang diperkecil serta penggunaan gamping sebagai pengontrol sulfur semakin umum digunakan.

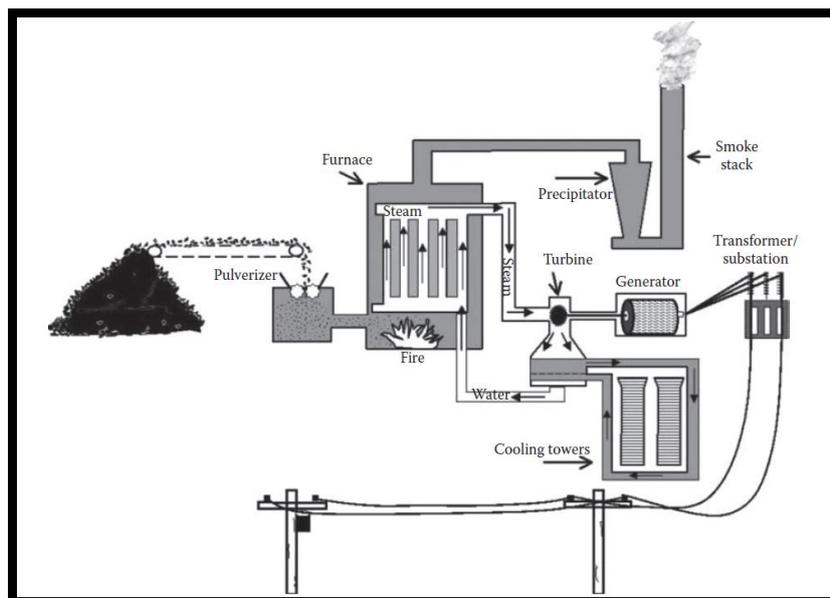
Dan berbagai inovasi dari penggunaan batubara dengan pembakaran ini terus dikembangkan melalui clean coal technology dengan tujuan mengurangi emisi dan polusi serta limbah dari pembakaran batubara tersebut.



Gambar 1. Mesin Uap 'Hero', ( Miller, 2005)



Gambar 2. Turbin uap untuk pembangkit listrik ( Speight, 2013)



Gambar 3. Skema pembangkit listrik batubara, ( Speight, 2013)

### 3.2. Pencairan Batubara

Pencairan batubara adalah mengubah batubara padat menjadi bahan bakar cair. Batubara dapat dicairkan melalui metode pencairan batubara tidak langsung dan pencairan batubara langsung (Speight, 2005).

Pencairan batubara menjadi penting bagi negara yang memiliki sumberdaya batubara melimpah akan tetapi tidak memiliki deposit minyak bumi seperti Afrika selatan dan Jerman. Perkembangan teknologi pencairan batubara sendiri sangat progresif terutama ketika Jerman memasuki era perang dunia ke-II.

Teknologi pencairan batubara dimulai ketika Berthelot pada awal tahun 1869 mencairkan batubara di laboratorium dengan menambahkan hydriodic acid pada 520°F selama 24 jam dan memperoleh 67% yield bahan bakar cair yang mengandung aromatics dan naphthenes (Miller, 2005).

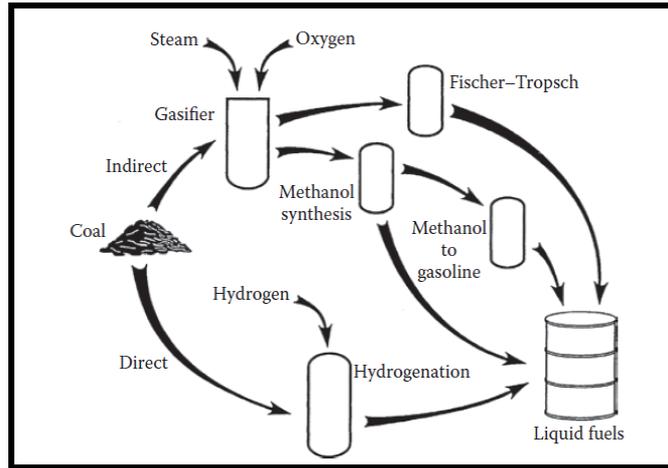
Langkah maju kemudian dibuat Jerman di era awal 1900an dengan Friedrich Bergius mengembangkan teknologi pencairan batubara dengan hidrogen pressure pada suhu 570 -660°F (Gambar 4). Pada 1913, ia mematenkan pencairan batubara pertama dan memenangkan Nobel pada tahun 1913 untuk bidang kimia (Miller, 2005). era awal 1900an dengan Friedrich Bergius mengembangkan teknologi pencairan batubara dengan hidrogen pressure pada suhu

570 -660°F (Gambar 4). Pada 1913, ia mematenkan pencairan batubara pertama dan memenangkan Nobel pada tahun 1913 untuk bidang kimia (Miller, 2005). (Gambar 4). Pada 1913, ia mematenkan pencairan batubara pertama dan memenangkan Nobel pada tahun 1913 untuk bidang kimia (Miller, 2005). era awal 1900an dengan Friedrich Bergius mengembangkan teknologi pencairan batubara dengan hidrogen pressure pada suhu 570 -660°F (Gambar 5). Pada 1913, ia mematenkan pencairan batubara pertama dan memenangkan Nobel pada tahun 1913 untuk bidang kimia (Miller, 2005).

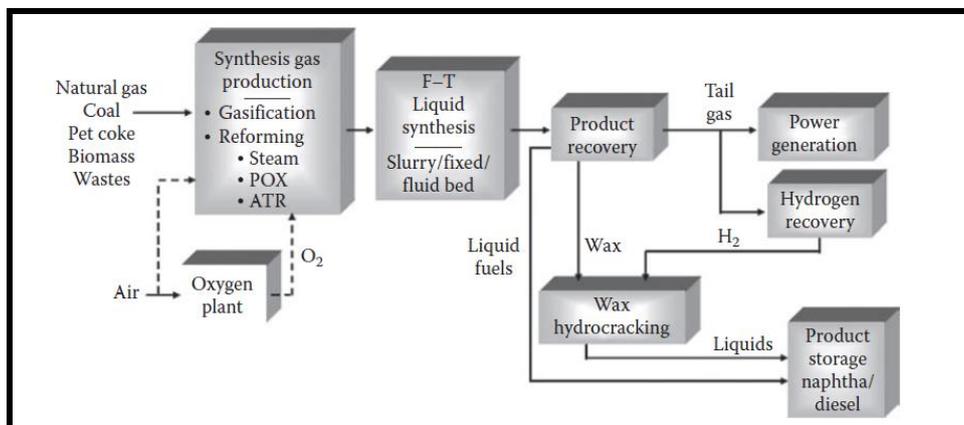
Pencairan batubara adalah mengubah batubara padat menjadi bahan bakar cair. Batubara dapat dicairkan melalui metode pencairan batubara tidak langsung dan pencairan batubara langsung (Speight, 2005).

Pada pencairan batubara tidak langsung, dilakukan proses konversi dari carbon monoxide dan hidrogen ke hidrocarbon cair dengan reaksi sebagai berikut :  $CO + 2H_2 \rightarrow (-CH_2-) + H_2O$ .

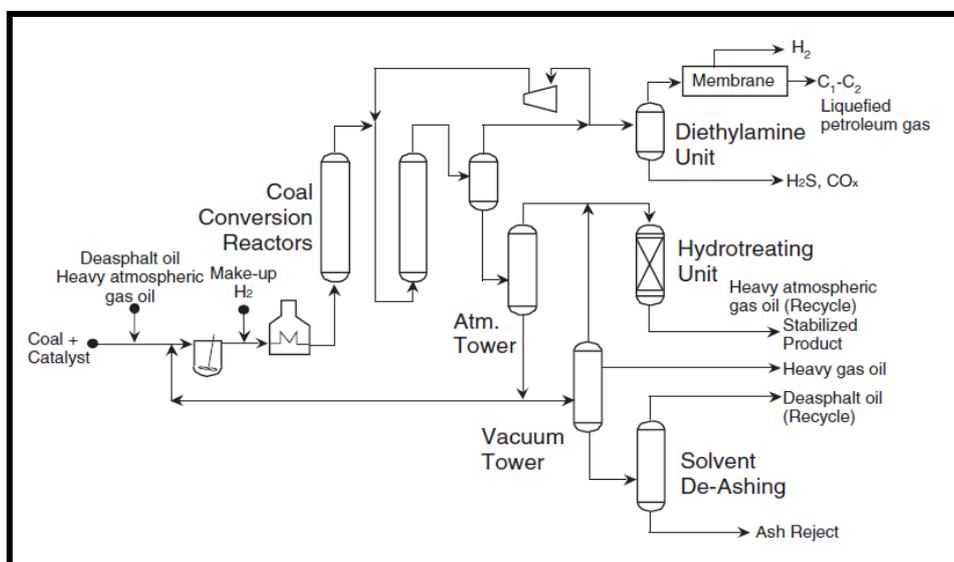
Secara sederhana, metode pencairan tidak langsung adalah dengan difragmentasi batubara menjadi CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> yang kemudian direkombinasikan untuk menghasilkan produk cair setelah melalui proses hidrogenasi yang rumit (Gambar 6).



Gambar 4. Skematik proses pencairan batubara, ( Speight, 2013)



Gambar 5. Skematik proses pencairan batubara tidak langsung, ( Speight, 2013)



Gambar 6. Skematik proses pencairan batubara langsung, ( Miller, 2005)

### 3.3. Gasifikasi Batubara

Gasifikasi batubara adalah proses konversi batubara yang merupakan benda padat menjadi gas yang lebih mudah dalam penyimpanan dan pengangkutan serta penggunaannya (Miller, 2005).

Proses gasifikasi merupakan beberapa tahapan yang berlangsung simultan dengan diawali proses pirolisis yang kemudian diikuti dengan proses gasifikasi.

Penemuan gas dari batubara tercatat pada 1609 saat Helmont, seorang ahli kimia asal Belgia mengamati gas yang keluar dari batubara saat dipanaskan. Dan pada akhir tahun 1600an John Clayton, peneliti asal Inggris melakukan eksperimen untuk mendapatkan gas dari batubara dan pada 1792 William Murdock, seorang teknisi asal Skotlandia memelopori proses komersialisasi gasifikasi dari batubara dengan teknik konversi batubara menjadi gas dan kokas dalam kondisi tanpa udara.

Pada tahun 1798, gas untuk penerangan mulai digunakan pada bangunan industri di Inggris dan kemudian 1807 jalanan kota London mulai beralih pada penggunaan gas untuk penerangan dan hampir seluruh kota kemudian menggunakan penerangan dari gas batubara pada tahun 1816. Pada tahun yang sama industri konversi batubara menjadi gas pertama didirikan

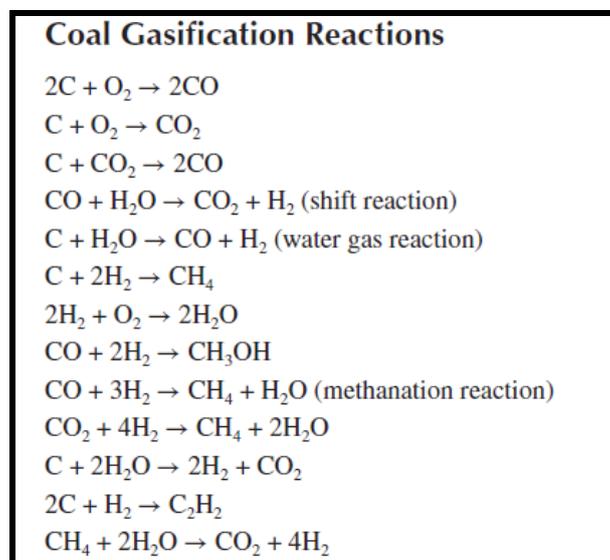
di Baltimore Amerika dan diikuti pendirian industri yang sama di kota-kota lain di USA.

Gasifikasi batubara adalah proses konversi batubara yang merupakan benda padat menjadi gas yang lebih mudah dalam penyimpanan dan pengangkutan serta penggunaannya (Miller, 2005).

Secara sederhana proses karbonisasi untuk memproduksi gas dari batubara dapat dilakukan pada peralatan kedap udara. Gas yang dapat diproduksi dari proses ini bervariasi tergantung peringkat dari batubara, tapi secara umum akan berkomposisi hidrogen (40–50%), metana (30–40%), dengan sisanya (2–10%) berupa nitrogen, carbon monoxide, ethylene dan carbon dioxide (Tabel 1).

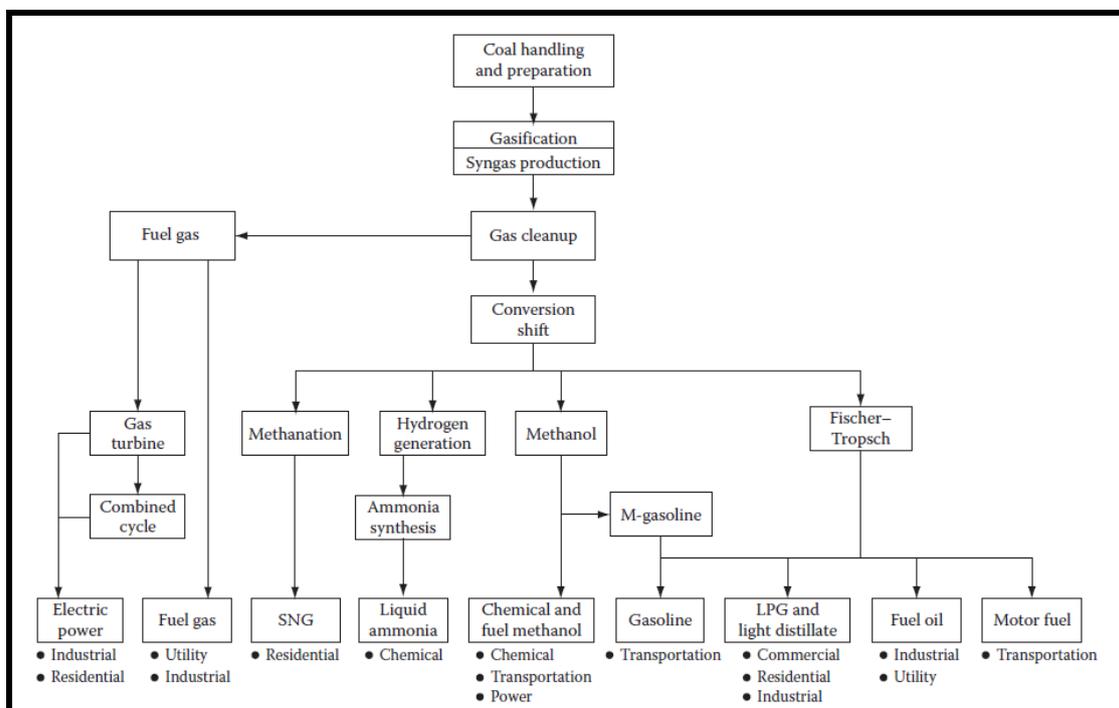
Produksi gas terkonversi dari batubara, untuk bituminous misalnya hanya sekitar 20% (Tabel 2), berkaitan dengan hal tersebut proses gasifikasi batubara adalah dengan menggunakan udara yang mengalir batubara yang dipanaskan untuk mengkonversi carbon menjadi carbon monoxide, dengan sebagian terbentuk menjadi carbon dioxide yang kemudian dikonversi kembali menjadi carbon monoxide yang direaksikan dengan karbon cair yang panas (Gambar 7). Dengan perkembangan teknologi, pada saat ini gasifikasi batubara dapat mengkonversi hingga 60% dari berat total (Speight, 2013).

Tabel 1. Reaksi pada gasifikasi batubara ( Speight, 2013)



Tabel 2. Produk gasifikasi batubara ( Speight, 2013)

Coal Gasification Products	
Product	Characteristics
Low-Btu gas (150–300 Btu/scf)	Around 50% nitrogen, with smaller quantities of combustible H <sub>2</sub> and CO, CO <sub>2</sub> and trace gases, such as methane
Medium-Btu gas (300–550 Btu/scf)	Predominantly CO and H <sub>2</sub> , with some incombustible gases and sometimes methane
High-Btu gas (980–1080 Btu/scf)	Almost pure methane



Gambar 7. Penggunaan gas hasil konversi dari batubara ( Speight, 2013)

### 3.4. Karbonisasi Batubara

Karbonisasi atau Carbonization batubara adalah proses konversi batubara dengan memanaskan batubara untuk menghilangkan semua pengotornya hingga didapatkan kokas batubara. Pemanasan ini dapat dilakukan baik pada temperatur rendah, maupun temperatur tinggi (Miller, 2005).

Karbonisasi batubara memainkan peran penting dalam transisi penggunaan peralatan logam dalam sejarah peradaban manusia dan semakin populer pada masa revolusi industrialisasi, setelah kayu yang pada awalnya digunakan sebagai bahan semakin sulit untuk didapat (Nef, 1957 ; Miller, 2005).

Pada awal pemanfaatan, karbonisasi batubara digunakan untuk membuat semikokas sebagai bahan bakar rendah emisi bagi kebutuhan domestik dan peralatan transportasi akan tetapi kemudian berkembang sesuai

kebutuhan manusia akan karbon aktif yang digunakan dalam industri besi dan baja. (Speight, 2013), karbon aktif ini diperoleh melalui karbonisasi batubara dengan temperatur tinggi.

Menurut Miller (2005), tujuan utama proses karbonisasi batubara pada temperatur tinggi adalah untuk menghasilkan kokas metalurgi, yang merupakan bahan baku untuk peleburan besi dan baja. Temperatur yang digunakan untuk memproduksi kokas metalurgi berkisar antara 1000 – 1100°C (Tabel 3).

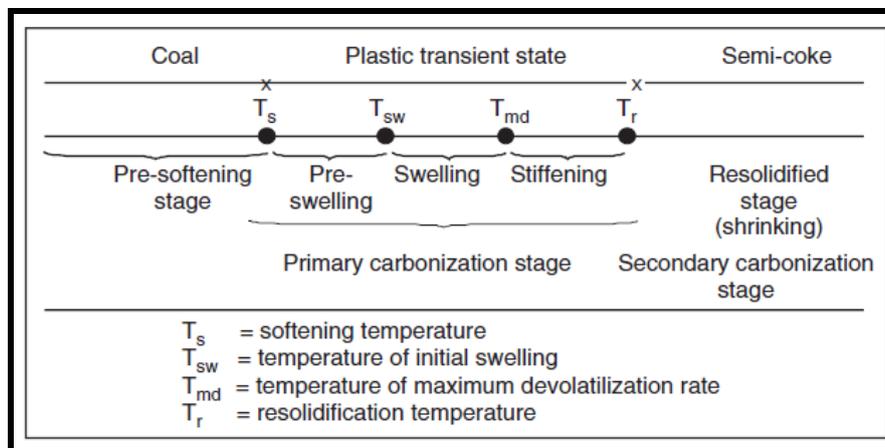
Semua jenis batubara dapat dikarbonisasi dalam pemanasan tanpa udara, atau pirolisis untuk menghasilkan kokas. Untuk menghasilkan kokas metalurgi, digunakan batubara bituminous hingga antrasit yang disebut cooking coal yang dikarbonisasi pada temperatur tinggi (Yustanti, 2012).

Batubara yang dikarbonisasi untuk menghasilkan kokas metalurgi harus memiliki sifat fisik untuk dapat melunak, memuai dan

mengeras kembali menjadi kokas selama proses karbonisasi untuk menghasilkan karbon yang hampir murni. (Gambar 8).

Tabel 3. Berbagai proses dan produk karbonisasi batubara ( Speight, 2013)

Carbonization Process	Final Temperature		Products	Processes
	°C	°F		
Low temperature	500–700	930–1290	Reactive coke and high tar yield	Rexco (700°C) made in cylindrical vertical retorts. Coalite (650°C) made in vertical tubes
Medium temperature	700–900	1290–1650	Reactive coke with high gas yield, or domestic briquettes	Town gas and gas coke (obsolete). Phurnacite, low-volatile steam coal, pitch-bound briquettes carbonized at 800°C
High temperature	900–1050	1650–1920	Hard, unreactive coal for metallurgical use	Foundry coke (900°C). Blast furnace coke (950°C–1050°C)



Gambar 8. Karakteristik Proses karbonisasi batubara berdasarkan fase temperatur ( Van Krevelen, 1993 ; Speight, 2013)

#### 4. Penutup

Penggunaan batubara oleh manusia sebagai sumber energi telah dilakukan sejak 1100 SM dan terus berlangsung hingga saat ini dengan teknologi pada pemanfaatannya masih terus berkembang menuju ke arah yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi emisi dan polusi serta limbah dari pemanfaatan batubara tersebut.

Secara umum penggunaan batubara terdiri dari empat pemanfaatan pokok dengan proses satu dan lainnya dapat berupa rangkaian yang saling terkait, yaitu; 1. Pembakaran langsung atau *combustable*; 2. Pencairan atau *liquefaction*; 3. Gasifikasi atau *gasification*; 4. Karbonisasi atau *carbonization*.

#### Daftar Pustaka

Van Krevelen., 1993., Coal; Typology-Physics-Chemistry-Constitution, p.700., Elsevier: Amsterdam.

Speight., 2013. The Chemistry and Technology of Coal 3th edition, CRC Press., p. 835. New York.

Ward., 2002., Analysis and Significance of Mineral Matter in Coal Seam, International Journal of Coal Geology, Vol.50, p. 135-168., Elsiwier Science Publisher.

Yustanti., 2012., Pencampuran Batubara Coking Dengan Batubara Lignite Hasil Karbonisasi Sebagai Bahan Pembuatan Kokas, Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah, Vol , p.15-30, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, Indonesia.