



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

ALAMAT : JALAN PATTIMURA NO. 20, PERC. 7 TELP. 7221950-7203165-7222806 PO. BOX 21
KEBAYORAN BARU - JAKARTA KODE POS 12110

Jakarta, 30 Maret 2009

Lampiran : 1 (satu) berkas

Kepada Yth.

1. Para Kepala Balai Besar dan Balai Pelaksanaan Jalan Nasional I s.d X
2. Para Direktur di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga

di

Tempat

Perihal : **Pengaturan Teknis Unit Produksi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Bahan Bakar Batubara untuk Pemanas Agregat**

SURAT EDARAN

No. 04/SE/DB/2009

Sehubungan dengan semakin besarnya potensi penggunaan batu bara sebagai pengganti bahan bakar minyak di Unit Produksi Campuran Beraspal Panas (AMP) untuk pemanas agregat, setelah dilakukan pengkajian terhadap AMP berbahan bakar batu bara tersebut maka pada prinsipnya hal ini dapat diijinkan sepanjang memenuhi:

1. **Persyaratan bahan (batu bara)**, antara lain : nilai kalori, kadar air, kandungan abu, kandungan sulphur, kandungan karbon, dan indeks kekerasan (HGI), serta;
2. **Persyaratan peralatan**, antara lain :
 - a. Proses langsung (direct process) : mesin pemecah butir batu bara, penampung butir batu bara, pemasok batu bara untuk mesin penghancur, mesin penghancur butir batu bara, pipa pemasok ke pembakar batu bara, dan pembakar batu bara butir halus.
 - b. Proses tidak langsung (indirect process) : alat pemasok butir batu bara ke tanur reaksi, tangki air dan uap air, pemasok air dan uap air ke dalam reaktor, penampung batu bara, tanur reaksi, klep air, mesin peniup utama dan peniup;

sebagaimana dirinci dalam Pengaturan Teknis terlampir. Persyaratan mutu bahan dan campuran aspal panas tetap mengacu pada Divisi 6.3 Spesifikasi Umum edisi Desember 2006.

Demikian disampaikan untuk dipergunakan dengan penuh tanggung jawab.

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA



A. HERMANTO DARDAK

NIP. 110 025 774

Tembusan: disampaikan kepada Yth.

1. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum;
2. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga;
3. Kepala Puslitbang Jalan dan Jembatan, Balitbang Dep. Pekerjaan Umum;
4. Peringgal.

PENGATURAN TEKNIS

Unit Produksi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Bahan Bakar Batubara untuk Pemanas Agregat

1 UMUM

1) Pengertian

Yang dimaksud dengan unit produksi campuran beraspal panas menggunakan bahan bakar batu bara untuk pemanas agregat adalah Asphalt Mixing Plant (*AMP*) yang umumnya menggunakan bahan bakar minyak (solar atau kerosene), diganti dengan bahan bakar batu bara, untuk melakukan diversifikasi bahan bakar minyak dengan bahan bakar alternatif.

AMP dengan bahan bakar batu bara merupakan unit produksi campuran beraspal panas yang mempunyai fungsi dan kegunaan yang sama dengan *AMP* yang menggunakan bahan bakar minyak, yaitu berfungsi untuk memanaskan agregat dan aspal serta mencampur agregat dengan aspal dalam keadaan panas pada temperatur tertentu sesuai dengan viskositas aspal yang digunakan dalam campuran.

2) Jenis Proses Untuk Merubah Batu Bara menjadi Energi Panas pada Pemanasan Agregat di dalam Dryer

Terdapat dua jenis proses untuk merubah batu bara menjadi energi panas, yaitu:

(1) Proses Langsung (*Direct Process*)

Pada proses langsung, batu bara berbutir kasar lolos saringan tiga inci (75 mm) yang telah memenuhi persyaratan, dipecah pada pemecah pertama (*grinding*) sehingga menjadi batu bara berbutir lolos saringan seperempat inci (10 mm), selanjutnya dipecah dengan *pulveirizer* sehingga berbutir lolos saringan no.200 (0,074 mm) (minimum 80%), dibakar dan disemprotkan ke dalam *dryer* untuk memanaskan agregat.

(2) Proses Gasifikasi / Tidak Langsung (*Indirect Process/Gasification*)

Pada proses tidak langsung batu bara berbutir kasar lolos saringan tiga inci (75 mm) yang telah memenuhi persyaratan, dimasukkan ke dalam reaktor, dibakar, diberi uap air, terjadi reaksi antara carbon dari batu bara dengan Oksigen (O_2) dari uap air sehingga terjadi energi panas berupa uap panas kemudian disemprotkan ke dalam *dryer* untuk memanaskan agregat.

3) Standar Rujukan

SNI 13-6717-2002 : Tata Cara Penyiapan Benda Uji dari Contoh Agregat

SNI 03-6889-2002 : Tata Cara Pengambilan Contoh Agregat

SNI 03-1970-1990 : Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

SNI 03-4142-1996 : Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)

Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Edisi Desember 2006.

AASHTO Materials, Part I Specification, 13th Edition, 1982.

AASHTO Materials, Part II Test, 13th Edition, 1982.

AASHTO Designation = M 156 - 89 (ASTM Designation = D 995 - 91), Standard Specification For Requirement For Mixing Plants For Hot Mixed, Hot - Laid Bituminous Paving Mixtures.

AASHTO Designation = M 295-90. Standard Specification for Fly ash and raw calcined natural pozzoland for use as mineral admixture in Portland cement concrete.

ASTM D5865 - 4 : Test Method of Gross and Calorific value of Coal and Coke

ASTM D3173 - 3 : Test Method for Moisture in Analysis Sample of Coal and Coke

- ASTM D3174 - 4 : Test Method for Moisture in Analysis Sample of Coal and Coke
- ASTM 4239 : Standard Practice for Fluorescent UV Exposure of Plastic
- ASTM D409-08 : Standard Test Method for Grindability of Coal by the Hardgrove – Machine Method
- ASTM D3172 - 89 : Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke.
- ASTM C 311 : Methods of sampling and testing fly ash or natural pozzolands for use as a mineral admixture in portland cement concrete.

4) Pengajuan Kesiapan Kerja

Sebelum dan selama pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Direksi Pekerjaan :

- a) Contoh dari seluruh bahan, baik batu bara, maupun bahan untuk campuran beraspal panas lainnya yang disetujui untuk digunakan, disimpan oleh Direksi Pekerjaan selama periode Kontrak untuk keperluan rujukan.
- b) Setiap bahan baik batu bara, maupun bahan untuk campuran beraspal panas lainnya yang diusulkan Kontraktor untuk digunakan, berikut keterangan asal sumbernya bersama dengan data pengujian sifat-sifatnya, baik sebelum maupun sesudah Pengujian.
- c) Laporan tertulis yang menjelaskan sifat-sifat hasil pengujian dari seluruh bahan, seperti disyaratkan dalam Pasal 6.3.2 Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Edisi Desember 2006.
- d) Laporan tertulis setiap pemasokan bahan baik batu bara, maupun bahan untuk campuran beraspal panas lainnya beserta sifat-sifat bahan, seperti yang disyaratkan dalam Pasal 6.3.2.(6) Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Edisi Desember 2006.
- e) Data pengujian laboratorium dan lapangan seperti yang disyaratkan dalam Pasal 6.3.7.(4) Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Edisi Desember 2006 untuk pengendalian harian terhadap takaran campuran dan mutu campuran, dalam bentuk laporan tertulis.
- f) Catatan harian dari seluruh muatan truk yang ditimbang pada alat jembatan penimbang, seperti yang disyaratkan dalam Pasal 6.3.7.(5) Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Edisi Desember 2006.
- g) Catatan tertulis mengenai pengukuran tebal lapisan dan dimensi perkerasan seperti yang disyaratkan dalam Pasal 6.3.8 Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Edisi Desember 2006.
- h) Hasil pemeriksaan kelaikan peralatan laboratorium dan peralatan yang dipakai pada pelaksanaan pekerjaan yang ditunjukkan dengan sertifikat, contoh: AMP, Finisher, Pematat, Alat Uji Marshall dll.

2 KETENTUAN TEKNIS

2.1 BAHAN

1) Ketentuan batu bara untuk bahan bakar di AMP

(1) Umum

- a) Batu bara yang digunakan dalam pekerjaan untuk bahan bakar pemanas agregat pada unit pencampur aspal harus memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan dalam Tabel 1 agar hasil yang diperoleh adalah campuran beraspal panas yang memenuhi persyaratan.
- b) Batu bara yang digunakan untuk bahan bakar pemanas agregat pada unit pencampur aspal harus dari salah satu jenis batu bara bituminous, sub bituminous, atau lignite, tidak boleh digunakan sebelum disetujui terlebih dahulu oleh Direksi Pekerjaan.
- c) Sebelum memulai pekerjaan Penyedia Jasa harus sudah melaksanakan pengadaan bahan bakar batu bara paling sedikit untuk kebutuhan satu bulan dan selanjutnya tumpukan persediaan harus dipertahankan paling sedikit untuk kebutuhan pemanasan agregat pada unit pencampur aspal, untuk memproduksi Campuran beraspal panas satu bulan berikutnya.

21

- d) Untuk menghindari bahaya kebakaran dan penurunan kualitas, penimbunan Batu bara di lokasi pekerjaan harus mempertimbangkan iklim, tingkat kelembaban dan sinar matahari sesuai dengan ketentuan K3.
- e) Analisis proksimat: lengas, kadar abu, carbon dan zat terbang. Kandungan dari bahan-bahan tersebut akan mempengaruhi besaran temperatur dari batu bara yang dipakai.
- f) Batu bara yang digunakan sebagai bahan bakar terlebih dahulu perlu diketahui sifat serta jenisnya agar di dalam penggunaannya mempunyai nilai yang menguntungkan, sifat-sifat batu bara yang perlu diperiksa antara lain:
- Analisis ultimat untuk mengetahui unsur : Carbon, Hidrogen, Sulfur, Phospor dan Chlorida
 - Nilai kalori, terdiri atas nilai kalori bersih dan nilai kalori kotor, nilai ini akan memberikan indikasi kemampuan batu bara menghasilkan kalori
 - Nilai sulfur, yang pada saat pembakaran berlangsung akan berubah menjadi SO_2
 - Analisis abu yang diperoleh saat pembakaran akan membentuk oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , Mn_3O_4 , CaO , MgO , Na_2O dan K_2O , nilai abu berkisar antara 5% - 20%.
 - Indeks gerus, merupakan bilangan yang menunjukkan susah tidaknya batu bara untuk dibuat butiran halus, nilai indeks gerus dari batu bara berkisar antara 35 sampai 60.
 - Nilai kandungan air akan mempengaruhi temperatur yang dihasilkan.
 - Impurities, menyangkut kebersihan dari batu bara. Kandungan impurities akan mempengaruhi abu yang dihasilkan saat pembakaran batu bara yang digunakan.

(2) Ketentuan batu bara yang digunakan

Batu bara yang digunakan dalam pekerjaan untuk bahan bakar pemanas agregat pada unit produksi campuran beraspal panas harus dites di balai pengujian Independen yang disetujui dan diawasi oleh direksi pekerjaan dimana pengambilan sample sesuai dengan SNI 03-6889-2002 dan SNI 13-6717-2002, hasil tes tersebut harus memenuhi persyaratan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan batu bara yang digunakan

No.	Unsur	Metode uji	Persyaratan	satuan	keterangan
1.	Nilai kalori	ASTM D 5865	≥ 5500	KCal/kg	ADB
2.	Kadar air	ASTM D 3173	< 20	%	ADB
3.	Kandungan Abu	ASTM D 3174	≤ 15	%	ADB
4.	Sulphur (Total)	ASTM D 4239	$\leq 0,80$	%	ADB
5.	Karbon	ASTM D 3172	38 - 46	%	ADB
6.	Indeks kekerasan (HGI)	ASTM D 409-08	45 - 60		ADB

Catatan:

- Khusus untuk sistim direct batu bara yang dibakar dan masuk ke dalam dryer mempunyai diameter butir lolos saringan No.100 (100%) dan No.200 (80%)
- HGI = Hardgrove Grindability Index
- ADB = Air Dry Bases
- Kandungan abu akan terdiri atas abu terbang fly ash dan abu yang mengendap (bottom ash)
- Nilai kalori batu bara sangat dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu

Setiap 50 ton kedatangan material batu bara harus dilakukan pengambilan sampel sebanyak 50 kg untuk dilakukan pengujian di laboratorium, adapun tata cara pengambilan sampel mengacu pada SNI 03-6889-2002. Apabila hasil pengujian tidak memenuhi persyaratan sebagaimana Tabel 1, maka material batu bara pada stock pile tersebut ditolak.

(3) Ketentuan abu terbang (*fly ash*) yang dihasilkan batu bara saat pemanasan agregat

Saat pemanasan agregat pada *dryer* di unit pencampur aspal (*AMP*) akan terdapat abu terbang (*fly ash*) yang dihasilkan batu bara dengan proses langsung akan tercampur dengan agregat yang dipanaskan. Untuk menjamin mutu campuran beraspal panas yang dihasilkan memenuhi persyaratan, abu terbang harus memenuhi persyaratan yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan abu terbang hasil pembakaran batu bara

No.	komponen	Jenis batu bara			keterangan
		bituminous	Subbituminous	lignite	
1	Berat jenis	2,1 - 3	2,1 - 3	2,1 - 3	Metode Uji : SNI 03-1970-1990
2	Besar butir,mm	< 0,074	< 0,074	< 0,074	Lolos sar. no.200

2.2 PEMANAS AGREGAT PADA AMP BERBAHAN BAKAR BATU BARA

1) Umum

Semua jenis unit pencampur aspal, baik dengan sistem penakaran (*batching*) atau sistem menerus (*continuous*), dapat menggunakan pemanas dengan bahan bakar batu bara dan harus memiliki kapasitas yang cukup untuk memasok mesin penghampar secara terus menerus bilamana menghampar campuran pada kecepatan normal dan ketebalan yang dikehendaki. Instalasi ini harus dirancang, dikoordinasi dan dioperasikan sedemikian hingga dapat menghasilkan campuran dalam rentang toleransi perbandingan campuran.

Terdapat dua sistem pembakaran batu bara sehingga menghasilkan panas akibat proses pembakaran butir batu bara dan pembakaran gas untuk pemanasan agregat di AMP, yaitu sistem langsung (*direct process*) atau sistem tidak langsung (*indirect process/gasification*).

Instalasi pencampur aspal harus dipasang di lokasi yang jauh dari pemukiman dan/atau disetujui oleh Direksi Pekerjaan sehingga tidak mengganggu penduduk di sekitarnya.

Instalasi pencampur aspal (*AMP*) harus dilengkapi dengan alat pengumpul debu (*dust collector*) yang lengkap yaitu sistem pusaran kering (*dry cyclone*) dan pusaran basah (*wet cyclone*) sehingga tidak menimbulkan pencemaran debu ke atmosfer. Disamping itu dengan digunakannya batu bara sebagai bahan bakar pada pemanas terdapat kecenderungan tercemarnya udara saat *AMP* dioperasikan, nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk semua polutan yang terjadi diperlihatkan pada Tabel 3. Apabila salah satu sistem rusak atau tidak berfungsi serta ambang batas polutan tidak terpenuhi, maka instalasi pencampur aspal tidak boleh dioperasikan.

Tabel 3. Persyaratan Polutan dari *AMP* Berbahan Bakar Batu Bara

No.	Komponen	Nilai ambang batas maksimum		Metode Pengujian
		ppm	µg/m ³	
1	Gas CO ₂	5.000	9.000.000	SNI 19-7117.10-2005
2	Gas CO	20	22.600	SNI 13-7119.10-2006 SNI 19-4845-1998
3	Gas NO _x	0,05	92,5	SNI 19-4841-1998
4	Gas SO ₂	0,10	260	SNI 19-7119.7-2005
5	Abu	-	260	SNI 19-4840-1998

2) Proses Langsung (*Direct Process*)

(1) Mesin pemecah butir batu bara

Untuk mengurangi diameter butir batu bara dari ukuran tiga in (75 mm) menjadi ukuran (max. 10 mm) umumnya menggunakan mesin pemecah / penggiling (*grinding machine*) harus

mempunyai kemampuan untuk memperkecil diameter batu bara dengan waktu yang singkat. Jenis dari mesin pemecah yang digunakan adalah mesin pemecah jenis *roll*, jenis *rod mill* atau jenis *swing hammer*, dengan kapasitas minimum 25 ton per jam pada putaran 300 – 550 rpm, sehingga dapat memasok *pulverizer* tanpa mengalami hambatan. Setiap 400 ton batu bara yang dipecah atau 300 jam produksi campuran beraspal panas, harus dilakukan pemeriksaan jarak antara *hammer* dengan *liner*, apabila sudah mengalami keausan, harus dilakukan penggantian.

(2) Penampung Butir Batu Bara (*Coal Bin*)

Bin dingin (*coal bin*) penampung batu bara hasil pecah mesin penggiling / pemecah (*grinding machine*) mempunyai ukuran 1,5 m³ sampai 5 m³, harus dilengkapi dengan motor penggetar (*vibrating motor*) yang harus dapat menjamin butir batubara dapat turun dengan sempurna ke ban berjalan pemasok (*Feeder Conveyor*) yang dipasang di bawah bin dingin.

(3) Pemasok Batu Bara untuk Mesin Penghancur (*Feeder For Pulverizer*)

Pemasok untuk batu bara harus dari jenis ban berjalan pemasok (*Feeder Conveyor*). Atas persetujuan Direksi Pekerjaan, jenis lain diperkenankan hanya jika pemasok tersebut dapat menyalurkan batu bara pada kecepatan yang tetap tanpa menyebabkan terjadinya penyumbatan pada corong *pulverizer*. Pemasok harus dilengkapi dengan tombol untuk menghidupkan/ menghentikan dan pengatur kecepatan pasokan batu bara ke *pulverizer*.

(4) Mesin Penghancur Butir Batu Bara (*Pulverizer*)

Pulverizer, selain dilengkapi dengan ulir pemasok (*screw conveyor*) untuk mengatur pasokan butir batu bara dengan diameter lolos saringan max 10 mm untuk dihancurkan, juga harus dilengkapi dengan minimum tiga buah piringan bertingkat yang dilengkapi dengan *smashing tip*, dengan jarak bersih (*clearance*) dengan *liner* yang bisa diatur sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh butir batu bara dengan diameter lolos saringan no 100 (100%), no.200 (0,074 mm) (minimum 80%).

Jarak antara *smashing tip* dengan *liner* harus dikontrol terus menerus pada interval produksi setiap 400 ton batu bara yang dipecah atau setiap 300 jam produksi campuran beraspal panas, apabila telah mengalami kerusakan / keausan pada *smashing tip* harus dapat dilakukan rekondisi atau penggantian.

(5) Pipa Pemasok ke Pembakar Batu Bara (*Feeder for Combustion*)

Untuk memasok butir batu bara halus hasil *pulverizer* harus dari jenis pipa lentur (*flexible pipe*), kecuali atas persetujuan Direksi Pekerjaan, jenis lain dapat diperkenankan hanya jika pemasok tersebut dapat menyalurkan butir batu bara tanpa hambatan untuk sampai pada *combustion chamber*, sesuai yang direncanakan.

(6) Pembakar Batu Bara Butir Halus (*Combustion*)

Pembakar batu bara butir halus harus lolos saringan no.200 (0,074 mm) (minimum 80%).

Harus terdiri atas:

a) Ruang Bakar Batu Bara (*combustion chamber*)

Ukuran panjang dan diameter sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan pembakaran sempurna dengan temperatur antara 800 °C sampai 1000 °C, sehingga sisa pembakaran berupa abu terbang (*fly ash*) mempunyai berat jenis antara 2,1 sampai 3 yang tidak menyebabkan turunnya mutu campuran beraspal panas yang diproduksi.

b) Mesin peniup turbo (*turbo blower*)

Untuk mengatur pola api yang dihasilkan, pada *combustion* harus dipasang *turbo blower*, dilengkapi dengan alat pengatur penuangan (*dumper*) terdiri atas:

(a) Pengatur panjang pendek inti api (*Micro adjustable direct flow*)

(b) Pengatur turbulensi api (*Main control spiral flow*)

(c) Pengatur besar kecil semburan api (*Main control direct flow*)

Pengaturan pola api yang dihasilkan pada ruang pembakaran (*combustion chamber*), harus dilakukan sedemikian rupa sehingga temperatur yang disyaratkan untuk memanaskan agregat pada *dryer* tercapai.

c) Perlengkapan Pengukur Panas, termometer (*thermometer*)

1. Termometer berlapis baja yang dapat dibaca dari 100 °C sampai 1000 °C harus dipasang di ruang pembakaran (*combustion chamber*).
2. *AMP* juga harus dilengkapi dengan termometer, baik jenis arloji (pembacaan jarum), air raksa (*mercury-actuated*), *pyrometer* listrik ataupun perlengkapan pengukur panas lainnya yang disetujui Direksi Pekerjaan, yang dipasang pada corong pengeluaran dari alat pengering untuk mencatat secara otomatis atau menunjukkan temperatur agregat yang dipanaskan.
3. Sebuah termo elemen (*thermo couple*) atau bola sensor (*resistance bulb*) harus dipasang di dekat dasar penampung (*bin*) untuk mengukur temperatur agregat halus sebelum memasuki alat pencampur.

d) Direksi Pekerjaan dapat meminta penggantian setiap termometer dengan alat pencatat temperatur yang disetujui. Selanjutnya Direksi Pekerjaan dapat meminta grafik temperatur harian untuk disediakan.

3) Proses Tidak Langsung (*Indirect Process, Gasification Process*)

(1) Alat Pemasok Butir Batu Bara ke Tanur Reaksi (*Reactor*)

Alat pemasok batu bara dengan diameter butir 20 mm sampai 60 mm harus dari jenis pengangkat yang dilengkapi mangkuk (*bucket elevator*). Atas persetujuan Direksi Pekerjaan, jenis lain diperkenankan hanya jika pemasok tersebut dapat menyalurkan batu bara pada kecepatan tertentu tanpa menyebabkan terjadinya keterlambatan pasokan batu bara pada reaktor, sehingga akan menyebabkan terganggunya proses pembakaran.

(2) Tangki Air dan Uap Air

Tangki terbuat dari logam harus dapat menampung air dan uap air dengan tekanan minimum 0,7 bar dengan kapasitas antara 2 m³ sampai 3 m³. Atas persetujuan Direksi Pekerjaan, jenis dan kapasitas lainnya diperkenankan hanya jika tangki air dan uap air tersebut tidak mengganggu cadangan air dan uap air untuk terjadinya reaksi kimia pada reaktor.

(3) Pemasok Air dan Uap Air ke Dalam Reaktor

Pemasok air dan uap air harus dari jenis pipa logam tahan panas dan karat, dengan diameter tertentu, kecuali Direksi Pekerjaan mengganti dengan pipa lainnya tanpa menyebabkan terganggunya pasokan air / uap air ke dalam reaktor sehingga reaksi kimia antara batu bara dengan air berjalan sesuai rencana.

(4) Penampung Batu Bara (*Coal Bin*)

Di atas reaktor harus terdapat dua penampung batu bara (*coal bin*) yang dipasang dengan *bucket elevator*. Kedua *coal bin* harus terbuat dari logam berbentuk kerucut terpancung yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya, dilengkapi pintu bukaan untuk pasokan batu bara ke dalam reaktor, dua pintu bukaan hanya boleh dibuka salah satu saja, sehingga dijamin tidak terjadi tekanan balik dari reaktor.

(5) Tanur Reaksi (*Reactor*)

Tanur reaksi harus terpasang dengan kapasitas 5 m³ sampai 10 m³ yang harus menjamin terjadinya reaksi kimia antara uap air dan batu bara, sehingga menghasilkan gas *methane* dengan tekanan dalam reaktor sebesar 0,4 – 0,7 bar. Untuk menghasilkan gas *methane* dengan temperatur antara 400 °C sampai 650 °C disyaratkan temperatur di dalam reaktor adalah pada rentang 1038 °C sampai 1371 °C (1900 °F – 2500 °F).

(6) Klep Air (*Water Valve*)

Untuk mengatur keluarnya gas *methane* yang dihasilkan tanur reaksi, sebelum dialirkan ke dalam *dryer* menggunakan *blower*, harus dipasang *water valve* yang telah memenuhi