

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batubara

. Batubara terdiri atas campuran senyawa-senyawa organik yang tersusun dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur. Senyawa-senyawa organik ini bercampur dengan air dan mineral-mineral di dalam tanah pada berbagai komposisi. Komponen-komponen ini melalui proses fisik dan kimiawi yang melibatkan panas dan pemadatan dalam kurun waktu yang lama.

Batu bara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Analisis unsur memberikan rumus formula empiris seperti $C_{137}H_{97}O_9NS$ untuk bituminus dan $C_{240}H_{90}O_4NS$ untuk antrasit.

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batu bara umumnya dibagi dalam lima kelas: antrasit, bituminus, sub-bituminus, dan lignit

- a) **Antrasit** adalah kelas batu bara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (*luster*) metalik, mengandung antara 86% - 98% unsur Karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.
- b) **Bituminous** mengandung 68 - 86% unsur Karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. Kelas batu bara yang paling banyak ditambang di Indonesia, tersebar di pulau Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi.
- c) **Sub-bituminus** mengandung sedikit Karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
- d) **Lignit** atau batu bara coklat adalah batu bara yang sangat lunak yang mengandung air 35-75% dari beratnya.

2.2 Pencairan Batubara

Batubara terdiri dari lapisan-lapisan hidroaromatik yang disebut *lamellae*. Lapisan-lapisan ini dihubungkan dengan ikatan jembatan silang (*cross link*) dengan gugus fungsional disekelilingnya. Jumlah *cross link* dan gugus fungsional ini akan berkurang dengan meningkatnya rank batubara. Gugus fungsional pada batubara merupakan komponen yang sangat reaktif dan merupakan persenyawaan H, N, O dan S. Struktur batubara yang kompleks ini dalam proses pencairan harus dipecahkan untuk membentuk produk yang lebih ringan yang kaya akan hidrogen. Ada empat cara pada proses pencairan batubara:

- a) **Pyrolysis**: batubara dipanaskan (melebihi 400°C, tekanan bisa bervariasi) tanpa oksigen (disebut juga karbonisasi seperti di atas), menghasilkan char+liquid+gas. Bisa juga dengan kondisi kaya hidrogen (hidrokarbonisasi). Proses ini sederhana tapi tidak efektif karena dominan menghasilkan char daripada liquid.
- b) **Solvent extraction**: batubara dicampur solvent untuk menghasilkan liquid dengan adanya transfer hidrogen dari solvent ke batubara atau dari gas hidrogen ke batubara (temperatur sampai dengan 500°C, tekanan bisa bervariasi sampai dengan 5000 psi).
Solvent bisa berupa batubara cair hasil proses sebelumnya atau produk petroleum (bitumen, heavy oil)
- c) **Catalytic Liquefaction**: penggunaan katalis untuk menambah hidrogen ke batubara. Katalis bisa berupa iron oxide, zinc chloride, tin chloride, dan lain lain, tapi harus tetap ada suplai hidrogen.
- d) **Indirect liquefaction**: meliputi 2 tahap konversi, (1) batubara direaksikan dengan uap air dan oksigen untuk menghasilkan gas terutama CO dan H₂, (2) kemudian gas ini dimurnikan (membersihkan S, N, dan lain-lain), hasilnya direaksikan dengan katalis untuk dikonversi menjadi cair (kadang disebut proses Fischer-Tropsch). Bisa juga dikonversi untuk menghasilkan methanol, baru kemudian methanol dikonversi menjadi liquid.

Substitusi Radikal Bebas

Reaksi Substitusi

Reaksi ini merupakan dimana sebuah atom pada molekul digantikan oleh atau atom-atom lain. Termasuk didalam substitusi radikal bebas yaitu pemutusan ikatan karbon-hidrogen pada alkana seperti :

methane	CH ₄
ethane	CH ₃ CH ₃
propane	CH ₃ CH ₂ CH ₃

Ikatan baru nantinya membentuk sesuatu yang lain. Juga termasuk pada alkil seperti metil dan etil.

metil	CH ₃
etil	CH ₃ CH ₂

Sebagai contoh, asam etanoik berupa CH₃COOH dan mengandung sebuah metil. Ikatan karbon-hidrogen sama seperti metan yang bisa diputuskan dan digantikan oleh atom yang lain.

Berikut ini contoh sederhana substitusi yaitu antara metan dan klorin dengan adanya sinar ultraviolet (atau sinar matahari).



Perhatikan bahwa atom hidrogen pada metan digantikan dengan atom klorin. Itulah yang disebut dengan substitusi.

Reaksi radikal bebas

Radikal bebas merupakan atom atau grup atom yang memiliki sebuah elektron tidak berpasangan/bebas. Reaksi substitusi radikal bebas merupakan reaksi yang berhubungan dengan radikal bebas. Radikal bebas dibentuk jika ikatan terbelah menjadi dua yang sama sehingga setiap atom mendapat satu dari dua elektron yang dipakai untuk berikatan. Disebut juga sebagai pembelahan homolitik.

Untuk menunjukkan sesuatu (atom atau grup atom) merupakan radikal bebas, dituliskan dengan simbol titik untuk menunjukkan elektron yang tidak berpasangan. Sebagai contoh :

Radikal Klorin	Cl*
Radikal Metil	CH ₃ *

Thermal Cracking pada Alkana

Karakteristik Alkana

Alkana merupakan molekul yang sangat tidak reaktif. Umumnya reaksi memerlukan input energi untuk menginisiasi reaksi contohnya pada pemutusan ikatan pada temperatur tinggi. Kurang reaktifnya senyawa ini disebutkan oleh dua faktor :

a) Kekuatan ikatan

Ikatan C-C dan C-H yang kuat sehingga tidak mudah untuk melakukan pemutusan ikatan.

b) Sifat ikatan

- Karbon dan hidrogen memiliki keelektronegatifan yang sama sehingga tak ada ikatan polar yang mudah memberikan atom karbon positif yang mudah diserang pasangan elektron donor yang bersifat elektrofilik.
- Seluruh ikatan C-C dan C-H merupakan ikatan kovalen tunggal dan tidak ada daerah yang memiliki densitas elektron yang tinggi dan dapat menyerang pasangan elektron donor yang bersifat elektrofilik.

Thermal Cracking Radikal Bebas pada Alkana

- e.g. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_4, \text{CH}_2=\text{CH}_2, \text{CH}_3\text{CH}_3, \text{CH}_2=\text{CHCH}_3, \text{H}_2$
Persamaan ini tidak dimaksudkan untuk disetarakan tetapi hanya menunjukkan variasi produk.
- Ketika hidrokarbon alkana dipanaskan pada temperatur tinggi maka senyawa tersebut akan terdekomposisi secara termal atau terputus menjadi beberapa alkan dengan jumlah atom C yang lebih sedikit atau alkena jumlah atom C yang sama atau lebih sedikit.

Radikal bebas *thermal cracking* alkana



- Jika temperatur cukup tinggi, energi kinetik dari partikel kekurangan untuk menyebabkan fisis ikatan pada saat tumbukan dan ini menyebabkan reaksi rantai radikal bebas.
- Langkah (1) adalah langkah *inisiasi* dimana ikatan C-C pada suatu molekul alkana dipecah menjadi dua radikal bebas alkyl dengan fisis ikatan homolitik. Ini artinya pasangan elektron pada ikatan C-C dipecah antara dua radikal yang terbentuk.
- Ikatan terlemah yang pertama kali akan terputus dalam langkah inisiasi, ikatan C-C (entalpi ikatan 348 kJ/mol) akan cenderung pertama kali terputus. Sedangkan ikatan C-H lebih kuat (entalpi ikatan 412 kJ/mol).
- Titik merah menunjukkan elektron yang tidak berpasangan pada radikal bebas.
- Radikal bebas adalah jenis yang kereaktifannya tinggi dengan elektron yang tidak berpasangan dan cenderung membentuk ikatan baru dengan cepat, dalam hal ini dengan cara :
 - Menghilangkan hidrogen dari molekul dengan langkah (2) sampai (6) atau berpasangan dengan radikal lainnya contohnya langkah (7) dan (8).
- Langkah (2) sampai (6) adalah langkah *propagasi* rantai, karena sama halnya dengan hasil, radikal bebas juga terus dihasilkan untuk melanjutkan reaksi rantai dan menyebabkan, dalam hal ini bermacam-macam produk lain.

- Langkah (7) dan (8) adalah dua kemungkinan langkah *terminasi* rantai yang menghilangkan kereaktifan alkyl radikal bebas yang tinggi. Elektron yang tidak berpasangan dari dua radikal akan berpasangan sehingga membentuk ikatan baru.
- Juga dapat melakukan terminasi dengan bentuk alkena dan alkana secara simultan.
 - Contoh, $2\text{CH}_3\text{CH}_2 \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_3$
 - Atau kombinasi isomer untuk membentuk methylpropana $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ seperti butane yang diharapkan.

Mekanisme Hipotetikal Proses Pencairan Batubara

1. Tahap destabilisasi

Tahapan ini merupakan tahapan awal yang dilakukan sebelum tahapan pemutusan ikatan secara termal. Tahapan ini dimaksudkan untuk mengganggu kestabilan ikatan senyawa kompleks batubara sehingga akan melemahkan energi ikatannya. Proses destabilisasi ini dilakukan dengan menggunakan medan elektromagnet dan elektrolisis secara simultan. Medan elektrolisis akan menyebabkan terjadinya gangguan dan splitting pada level energi bilangan kuantum magnetik atom yang berikatan sedangkan elektrolisis akan mengacaukan gaya Van der Waalsnya. Dengan memanfaatkan senyawa-senyawa minor pada batubara maka akan membantu untuk melemahkan gaya van der Waals molekul-molekul batubara sehingga molekul ini merenggang jaraknya. Selanjutnya pelarut akan masuk ke dalam pori-pori molekul sehingga akan terjadi pembengkakan (swelling) molekul-molekul batubara ini.

2. *Depolymerisation*

Bagian ini lebih dikenal dengan proses perengkahan panas (*thermal cracking*). Batubara yang telah mengalami proses pembengkakan (swelling) dengan bantuan panas dari luar akan membantu memutuskan ikatan antar molekul-molekul batubara. Tahapan thermal craking didahului oleh ikatan inisiasi dengan pemutusan secara homolitik menjadi radikal-radikal bebas.

Pemutusan ikatan menjadi radikal bebas ini terjadi pada ikatan yang terlemah yaitu ikatan tunggal C-C dan C-O. Dengan pemutusan ikatan C-C ini maka akan terbentuk senyawa hidrokarbon baru dengan berat molekul yang lebih kecil dari senyawa kompleks batubara yang besar. Setelah terjadi inisiasi maka akan dilanjutkan dengan tahap propagasi ikatan membentuk beberapa jenis rantai hidrokarbon yang beragam. Tahapan ini akan diakhiri dengan mekanisme terminasi radikal bebas melalui proses stabilisasi.

3. Tahap Stabilisasi

Tahap ini bertujuan untuk menstabilkan radikal bebas yang terbentuk selama *thermal cracking* terjadi. Bagian ini dikenal dengan proses ekstraksi pelarut (*solvent extraction*). Molekul-molekul batubara dengan berat molekul yang kecil dan dalam keadaan tak stabil akan distabilkan kembali dengan bantuan pelarut donor hidrogen. Pelarut ini akan memberikan molekul hidrogennya pada molekul batubara yang tak jenuh agar batubara menjadi jenuh kembali. Selain memberikan donor hidrogen juga berkontribusi membentuk radikal lain yang akan berikatan dengan radikal hasil proses *thermal cracking* sehingga dapat saling menstabilkan. tahap ini juga diharapkan dalam keadaan yang turbulensi agar proses ekstraksi batubara oleh pelarut lebih cepat dan homogen.

2.3 Jenis-jenis Pelarut

Proses likuifaksi batubara dijalankan pada suhu 315-470°C, melalui dua cara yaitu dengan menggunakan proses pelarutan (solvasi) dan tanpa menggunakan pelarut. Cara pertama batubara dilarutkan dalam pelarut tertentu yang mempunyai sifat donor-H ataupun tidak, kemudian hidrogen bertekanan diinjeksikan ke dalamnya. Pada cara kedua dilakukan hidrogenisasi secara langsung tanpa menggunakan pelarut.

Sifat pelarut yang karakteristik berpengaruh besar terhadap hasil cair yang diperoleh pada likuifaksi batubara sehingga diperlukan pemilihan pelarut yang tepat.

2.3.1 Minyak Residu

Residu mungkin dapat berupa materi yang tersisa setelah proses penyiapan, pemisahan, atau pemurnian, seperti distilasi, penguapan, atau filtrasi. Istilah ini juga dapat merujuk pada produk sampingan yang tidak diinginkan dari suatu reaksi kimia. Bergantung pada nilai kegunaannya, residu tersebut mungkin dapat digunakan kembali dalam proses lainnya agar menghasilkan produk yang lebih menguntungkan atau hanya sebagai limbah pengotor yang tidak berguna.

Residu ini dapat digunakan kembali, seperti misalnya, pada produksi bahan bakar minyak.

- *Parafin* , digunakan dalam proses pembuatan obat-obatan, kosmetika, tutup botol, industri tenun menenun, korek api, lilin batik, dan masih banyak lagi.
- *Aspal* , digunakan sebagai pengeras jalan raya.

Residu (Bottom Oil) merupakan bahan bakar cair berat yang mempunyai sifat penguapan yang relatif rendah, kekentalan tinggi dan digunakan sebagai bahan bakar mesin industri, boiler. Digunakannya residu (Bottom Oil) sebagai bahan bakar daripada batubara karena mempunyai keuntungan sebagai berikut:

- Nilai kalori yang cukup tinggi
- Harga per kalori lebih murah
- Biaya operasi dan penanganannya lebih murah
- Tidak mengandung logam berat
- Kadar abu lebih rendah
- Tidak rusak pada penyimpanan dalam waktu yang lama
- Memiliki efisiensi yang tinggi pada sistem pembakaran

Sifat-sifat Fisika Residu (Bottom Oil) :

a. Sifat Umum

Sifat umum ditentukan dengan pengujian SG (specific gravity) menggunakan metoda ASTM D-1298

b. Sifat Pembakaran

Panas pembakaran adalah jumlah panas yang dihasilkan dalam satuan btu/lb, kcal/kg atau btu/usg. Sifat pembakaran Residu ditentukan dengan pengujian calorific value gross menggunakan metoda ASTM D-240.

c. Sifat Kemudahan Mengalir

Sifat kemudahan mengalir Residu ditentukan dengan pengujian viskositas redwood I pada 100°F (menggunakan metoda IP-70) dan pengujian pour point (menggunakan metoda ASTM D-445).

d. Sifat Kebersihan

Sifat kebersihan Residu ditentukan dengan pengujian conradson carbon residue (menggunakan metoda ASTM D-189), water content (ASTM D-95) dan pengujian sediment by extraction (ASTM D-473).

e. Sifat Keselamatan

Sifat keselamatan ditentukan dengan pengujian flash point pensky-martens close cup menggunakan metoda ASTM D-93.

Sifat-sifat kimia Residu (Bottom Oil):

- Densitas : 0,9300-0,9500 kg/L
- Penampilan : Black, Viscous (Slow to pour) and burnt asphaltish odor
- Viskositas Kinetik : 100-250 Cst (100oC)

(Anggara, 2012)

2.4 Jenis-jenis Katalis

Katalisator digunakan untuk menurunkan energi aktivasi zat-zat pereaksi, sehingga pada suhu yang tetap reaksi berlangsung lebih cepat. Makin banyak katalisator yang digunakan, konversi akan bertambah, tetapi pada suatu saat penambahan katalisator tidak akan menambah hasil cair yang berarti. Selain itu penggunaan katalisator dalam proses liquifaksi batubara dapat mereduksi kandungan sulfur dalam produk (Masduki, dkk., 2001).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat katalis adalah sifat fisika dan kimia yang meliputi kondisi operasi seperti suhu, tekanan, laju alir, waktu kontak, jenis umpan yang digunakan, dan jenis padatan pendukung.

Apabila katalis di preparasi dengan cara yang berbeda maka akan menghasilkan aktivitas dan selektivitas yang berbeda (Rieke, dkk., 1997). Kemampuan suatu katalis dapat di ukur dari aktivitas yang dinyatakan dalam prosentase konversi atau jumlah produk yang dihasilkan dari jumlah reaktan yang digunakan selama waktu reaksi serta selektivitas yang merupakan ukuran katalis dalam mempercepat reaksi dalam pembentukan produk.

2.4.1 Seng Klorida ($ZnCl_2$)

Di antara berbagai halida logam, seng klorida adalah salah satunya. Seng klorida akan cair pada kondisi reaksi dan pada gilirannya berfungsi untuk mengatasi beberapa masalah dalam katalisis heterogen.

Keuntungan tambahan dari menggunakan seng klorida termasuk minim penggunaan hidrogen dan kemungkinan katalis diresikel melebihi 99%. Mengingat keunggulan ini oleh berbagai kelompok riset seng klorida telah diterapkan. Peneliti juga telah mengembangkan proses percontohan memanfaatkan seng klorida sebagai katalis utama (Ghandi, 2013).

Adapun spesifikasi dari zink klorida ($ZnCl_2$) adalah sebagai berikut :

1. Berat Molekul : 136,3 gr/mol
2. Titik didih : 732°C
3. Titik Lebur : 290°C
4. Tekanan Uap pada 428°C : 1 mmHg
5. Densitas : 2,91 gr/mL
6. Kelarutan pada 25°C : 423 gr/100 gr Air
7. pH : 4
8. berupa kristal putih dan tidak berbau

(Wikipedia, 2009)

2.4.2 Alumunium Oksida (Al_2O_3)

Aluminium oksida adalah oksida amfoter dengan rumus kimia Al_2O_3 . Hal ini umumnya disebut sebagai **alumina**, atau *korundum* dalam bentuk kristalnya, serta banyak nama lainnya, mencerminkan terjadinya secara luas di alam dan industri. Penggunaan yang paling signifikan adalah dalam produksi logam aluminium, meskipun juga digunakan sebagai abrasif karena untuk kekerasannya dan sebagai refraktor karena bahan untuk titik lebur yang tinggi.

Aluminium oksida memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- Rumus molekul: Al_2O_3
- Berat molekul: 101,96 gr/mol
- Penampilan: Zat padat putih sangat higroskopik
- Bau: Tidak berbau
- Densitas: 3,95-4,1 gr/cm³
- Titik leleh: 2072 °C
- Titik didih: 2977 °C
- Kelarutan dalam air: Larut
- Kelarutan dalam pelarut lain: Larut dalam dietil eter; praktis tidak larut dalam etanol
- Indeks bias (n_D): $n_D = 1,768-1,772$; $n_E = 1,760-1,763$; Birefringens 0,008
- Struktur: Trigonal, hR30, Gugus ruang = R-3c, Nomor 167; Geometri koordinasi, bersegi delapan
- Entalpi pembentukan standar, $\Delta_f H^\circ_{298}$: $-1675,7 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Entropi molar standar, S_{298}° : $50,92 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
- Titik nyala: Tidak menyala

2.4.3 Besi (II) Oksida (Fe_3O_4)

Besi (III) oksida ialah senyawa kimia anorganik dengan rumus Fe_3O_4 . Ini merupakan salah satu anggota besi oksida, yang lain adalah besi(II) oksida (FeO), yang langka, dan besi(III) oksida (Fe_2O_3) juga disebut *hematite*. Senyawa ini terjadi di alam sebagai mineral magnetit. Senyawa oksida ini mengandung baik ion Fe^{2+} maupun Fe^{3+} dan terkadang dirumuskan sebagai $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Besi oksida ini ditemui di laboratorium sebagai bubuk hitam. Ini menunjukkan magnet permanen dan *ferrimagnetik*, tapi kadang-kadang tidak tepat digambarkan sebagai *feromagnetik*.

Kegunaannya yang paling luas adalah sebagai pigmen hitam yang disintesis bukannya yang diekstrak dari mineral alami karena ukuran dan bentuk partikel dapat divariasikan dengan metode produksi.

Nama IUPAC besi (II,III) oksida ialah Besi(II) besi(III) oksida; nama lainnya adalah: Ferro ferri oksida, Ferroso ferri oksida, Besi (II, III) oksida, Magnetit, Oksida besi hitam, Lodestone, Karat, *Iron(II) diiron(III) oxide*.

Adapun sifat-sifatnya adalah:

- Rumus molekul: FeO
- Berat molekul: 231,533 gr/mol
- Penampilan: Serbuk hitam padat
- Densitas: 5 g/cm^3
- Titik lebur: $1538 \text{ }^\circ\text{C}$
- Indeks refraksi (n_D): 2,42

2.5. Elemen Pemanas

elemen pemanas adalah elemen yang menghasilkan panas yang bersumber dari material yang mempunyai resistansi yang tinggi terhadap listrik yang kemudian diberi arus listrik.

Ada banyak macam dari elemen pemanas ini tergantung dari kebutuhan. Namun pada dasarnya dapat di kategorpkan sebagai berikut :

1. ELEMEN PEMANAS BENTUK AWAL

Yaitu Elemen pemanas dimana material beresistansi tinggi tersebut kemudian dilapisi oleh material isolator listrik. Isolator tersebut bisa dari keramik, silikon dsb.

2. ELEMEN PEMANAS BENTUK LANJUTAN

Merupakan Elemen Pemanas yang bentuknya mengalami pengembangan. Untuk menambah efisiensi, ketahanan ataupun meningkatkan fungsi dari pemanas tersebut dilakukan penambahan lapisan logam, pipa ataupun lembaran plat pada badan elemen pemanas. Logam yang di gunakan yaitu kuningan, tembaga, bronze, stainless steel dan steel (besi).

2.6 Ceramic Heater

Ceramic Heater ataupun pemanas keramik adalah Item kompleks yang menghasilkan panas dengan melewatkan listrik melalui material beresistansi tinggi yang tertanam dalam piringan keramik. Dengan sepenuhnya ditanam dalam keramik maka panas langsung di transfer ke lapisan keramik tersebut. Hal ini juga bermanfaat untuk kawat pemanas sehingga terlindungi dan dapat memperpanjang umur elemen. Penemu dari pemanas keramik tersebut di atas adalah perusahaan Elstein-Werk dari Jerman. Untuk model dasar radiator keramik sebagai bola dengan sekrup-topi, paten untuk Elstein diterbitkan pada 24 Maret 1949. Item ini dikenal juga di seluruh dunia dengan nama “Elsteinheater”.

Biasanya dimanfaatkan untuk memanaskan benda yang permukaannya padat diantaranya untuk memanaskan : plastik, makanan, ruangan, *Metal*, cat, dll. Aplikasi lainnya juga digunakan sebagai *drying* untuk material plastik foil dan sheet, hasil cetakan *printer furniture* kayu, material kaca, dll.

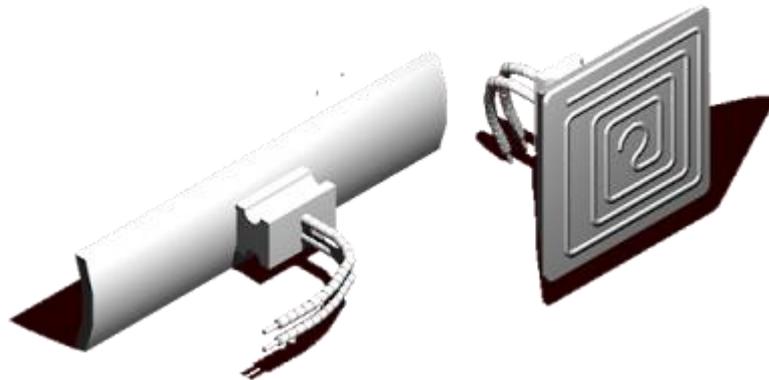
-Silica Dan Quartz Heater

Silica (Silikon Oksida) bias berbentuk gelas, semen atau keramik. Pemanas silica biasanya adalah elemen (material beresistansi tinggi) yang dibuat kompleks, kemudian dilapisi oleh silica. Sehingga panasnya memancar karena bahan silica yang bening. Penjelasan untuk Quartz pun serupa dengan silica.

Silica / Quartz heater juga disebut dengan Infrared Heater / Pemanas Infrared. Ini disebabkan karena pancaran panas yang dihasilkan merupakan radiasi cahaya infrared. Radiasi bias terjadi antara 780nm sampai 1mm tergantung dari panas yang dihasilkan. Hubungan antara temperature dan rjarak radiasi disebutkan dalam hukum “Wien’s Displacement”.Pemanas Infrared mampu menghasilkan panas kapasitas produksi penuh dalam 40 sampai 50 detik dan dingin dalam waktu kurang dari 15 detik. Mereka Karakteristiknya yang sangat baik saat dioperasikan terus menerus atau sebentar-sebentar . Dengan panas yang cepat dan waktu respon dingin. Untuk pemanasan yang paling efisien dan masa operasi lebih lama, aplikasi pemanas kuarsa sekitar 35 sampai 40 watt per inci persegi.

Aplikasi

- Laminating
- Thermoforming
- Pembentukan Plastik
- Fusing
- Pemanas Makanan
- Pencairan
- Menyalin Peralatan Elektrostatik
- Pengolahan Makanan
- Pengeringan Peralatan Film & Foto
- Pengeringan Tekstil
- Pengeringan Lacquers dan Cat
- Pengeringan Cores Pasir
- Ruang Pemanas



Gambar 1. *Infrared Heater*

-Bank Chanel *Heater*

Chanel *Heater* ataupun Saluran Elemen Pemanas adalah jenis pemanas yang telah dirancang untuk memberikan pemanasan modular pada unit yang diinginkan. Didesain dengan kuat sehingga cocok untuk dipakai pada tegangan rendah sekalipun. Dengan sifatnya yang *portable* maka cocok untuk digunakan dalam tungku sementara.

Elemen panas dihasilkan dari kumparan kawat nikel krom yang dimasukkan ke dalam tabung aluminium kemudian dirangkai dengan tabung lainnya dengan saluran dari bahan stainless. Atau pemanas ini dapat diproduksi dengan menggunakan bahan keramik seperti heater umumnya, desain seperti ini cocok untuk temperatur sampai dengan 800°C . Untuk penggunaan di atas suhu tersebut dapat dicapai dengan variasi komposisi kumparan kawat dan desain dari pemanas tersebut. Nominal tegangan bervariasi hingga 240 V.

Pemanas ini harus diberi arus sebesar 55 A dan tegangan bervariasi antara 30 sampai 277V. Jika kebutuhan pemanasan makin tinggi, maka memungkinkan sambungan dari pemanas dikelompokkan menjadi tiga dan memakai pasokan listrik 3fasa.

Aplikasi dari jenis pemanas ini biasa ditemukan pada industri-industri seperti piringan panas, cetakkan (mold & dies) ataupun pada permukaan dimana panas dibutuhkan.

-Black Body Keramik *Heater*

Sama halnya seperti pemanas keramik , namun pada jenis ini mempunyai efisiensi maksimum yaitu dengan mengubah setiap energy daya menjadi energi radisi. Konveksi kerugian yang maksimal, suhu dapat dikendalikan dengan proses yang dikategorikan dalam "*thermocouple built-in*". Panjang gelombang dapat disesuaikan dengan karakteristik penyerapan dari bahan yang dipanaskan. Kehilangan panas dan perubahan proses juga dapat dikurangi.

Badan Black Body Keramik Heater dengan lubang lubang 5/16 "(8mm) di seluruh permukaan praktis untuk aplikasi pemanasan berseri-seri dengan kebutuhan pendinginan . Sepanjang 8-7/8" x 12-1/8 "(225mm x 308mm) kombinasi radiasi / sumber panas konvektif diperlukan udara yang ditiupkan melalui permukaan sehingga memberikan pendinginan atau transfer konveksi panas.