

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN	
PRODI : Teknik Refrigerasi Dan Tata Udara	<i>HAND-OUT</i>
M.K : Insulasi Refrigerasi dan Tata Udara	OBJEK : <i>Tipe-tipe Insulasi</i>
KODE : RT 350 Bobot : 2 sks	WAKTU : 100 Menit x 1 Pertemuan

Tujuan :

1. Mahasiswa dapat memahami dan menyebut tipe-tipe insulasi.
2. Mahasiswa dapat memahami karakteristik fisik dari material insulasi.

TIPE-TIPE INSULASI

Secara umum tipe insulasi terdiri dari:

1. Mass insulation (atmospheric air)
2. Mass insulation in space where air is evacuated
3. Mass insulation in space with low conductivity gas
4. Reflection insulation (atmospheric air)
5. Reflection insulation in space where air is evacuated
6. Reflection insulation in space with low conductivity gas

MASS INSULATION

Banyak dipakai untuk insulasi sehingga banyak diproduksi tanpa harus didesain secara khusus atau spesifik untuk masing-masing pemakaian. Insulasi ini dibuat dari banyak material yang berbeda untuk membentuk ruang udara yang kecil dengan tahanan/resisten bergantung pada perpindahan panas.

Variasi Bentuk Mass Insulation:

- Rigid block (balok padat), board (papan), sheet (lembaran), atau formed shapes (bentuk potongan)
- Semi-rigid block, sheet, atau bentuk potongan
- Blankets (lapisan, selimut)
- Felts (lakan/bulu kempa = sejenis kain)
- Cement (semen)
- Loose fill (berongga)
- Sprayable solids (solid disemprot)
- Sprayable foams (busa semprot)
- Liquid foams (busa cair)
- Intumescent coatings (mantel/lapisan intumescent/kulit)

Karakteristik fisik dari bahan-bahan tersebut di atas dibatasi dari struktur sangat kuat seperti beton yang relatif rendah/miskin sifat insulasinya, sampai busa cair secara praktis berstruktur lemah yang memiliki sifat konduktivitas sangat rendah (sifat insulasi yang baik) dan dapat mengontrol bahaya kebakaran.

Material/bahan insulasi mengurangi perpindahan panas dengan mengganti suatu saluran kecil aliran panas yang pendek (singkat) dan berresistensi sangat rendah dengan saluran kecil lebih panjang dan berresistensi tinggi. Kebanyakan bahan/material insulasi organik atau inorganik mempunyai sifat yang memberi

kantong udara atau gas. Kantong udara atau gas ini terbentuk oleh *flakes* (serpihan-serpihan), *fibres* (serat-serat), atau dari *nodules* (gumpalan-gumpalan) solid (padat), atau dari sel yang ada dalam material itu sendiri. Masing-masing kantong harus cukup kecil yang sedapat mungkin menyebabkan resisten untuk langsung mengalirkan udara, juga sedikit sekali panas yang ditransfer dengan konveksi dari satu sisi sel ke sel lainnya.

Insulasi Vakum

Variasi dari kedua jenis insulasi mass dan refleksi, adalah insulasi vakum. Tipe insulasi ini juga dikonstruksi yang masing-masing insulasi mass dan refleksi ditempatkan dalam ruang dengan cukup rapat dan kuat sehingga udara dalam ruangan dapat dikeluarkan. Dengan cara ini, perpindahan panas melalui udar dapat dikurangi sampai level paling rendah. Udara mempunyai sifat konduktivitas pada temperatur 20°C kira-kira 2,4 kcal/hr-m-°C, pengurangan konduksi panas ini hampir 0 dengan udara sebagai faktor utama dalam mengontrol aliran panas. Prinsip insulasi vakum ini telah lama diketahui secara baik yang dinamakan sebagai tabung *Dewar* setelah Sir James Dewar mengembangkannya di awal abad ke 20 dan telah banyak diadopsi didalam industri insulasi. Mengurangi berat dari lembaran-lembaran yang tahan terhadap tekanan akibat adanya vakum internal dan pengembangan berikutnya mengganti udara dengan gas yang sangat rendah konduktivitasnya daripada udara. Dalam banyak hal, gas ini tidak aktif, didaur ulang, dikeringkan untuk menjaga didalam insulasi bebas dari kelembaban (moisture) dan mengontrol pengurangan plat-plat baja.

Karakteristik Tipe-tipe Insulasi Termal

1. Insulasi Flakes (serpihan).

Insulasi flakes, adalah gabungan dari partikel-partikel kecil serpihan yang membagi ruang udara secara halus. Insulasi flakes yang populer adalah mika.

2. Insulasi Fibrous (serat).

Insulasi fibrous dibuat dari fiber yang berdiameter kecil yang membagi ruang udara secara teliti atau seksama. Fiber yang dipakai mungkin organik atau inorganik. Fiber organik umumnya dipakai kayu atau rotan, rambut, bahan sintesis, dll. Fiber inorganik terdiri dari serat gelas, rockwool, ampas wol (slag wool), serat asbes, dll.

3. Insulasi Granular (butiran).

Insulasi granular terdiri dari gumpalan-gumpalan kecil yang mengisi ruang-ruang kosong (*void*) atau berongga (*hollow*). Granular sejak gas bisa melintasi antara ruang individu, tipe ini tidak dipertimbangkan sebagai suatu material sel yang benar. Vegetable cork, silicate of calcium, magnesia, dll termasuk dalam tipe ini.

4. Insulasi Cellular (sel).

Insulasi cellular dibuat dari sel-sel individual kecil yang diperkuat/ditutup dari satu sama lain. Karet, plastik, dll termasuk dalam tipe ini.

5. Insulasi Reflection (refrleksi).

Insulasi refleksi gabungan dari lembaran-lembaran tipis atau kertas tahan refleksi termal tinggi dan dijarak untuk merefleksikan panas kembali ke sumbernya. Memberi jarak juga dirancang menyiapkan batas ruang udara atau gas. Pembatasan ruang udara mengurangi perpindahan panas yang diakibatkan konveksi dan konduksi. Dalam banyak hal, lembaran refleksi tipis dibuat dari aluminium atau stainless steel.

Sifat-sifat Material Insulasi

Sifat-sifat ini bisa dibagi kedalam empat katagori besar:

1. Sifat-sifat Fisik

Sifat-sifat konveksional yang termasuk dalam sifat-sifat fisik ini; seperti densitas, porositas, ko-efisien pengembangan termal, tegangan permukaan (*surfacetension*), higroskopisitas (kelengasan), dan kepadatan (*compactness*). Kebanyakan dari sifat-sifat ini penting hanya menyebabkan efeknya pada sifat-sifat termal. Tahanrefleksi bagaimanapun penting sekali karena tahanrefleksi tinggi berarti emisitas (sifat pancaran) rendah.

2. Sifat-sifat Kimia

Sifat-sifat kimia adalah sifat-sifat insulasi yang memungkinkan untuk menahan strukturnya dalam lingkungan yang berlawanan dan juga mencegahnya dari zat korosif. Oleh karena itu, harga p-h diinginkan kira-kira 7. Tahanan terhadap gas-gas asam (acid) dan korosif, adalah penting/perlu untuk insulasi industri kimia.

3. Sifat-sifat Mekanik

Sifat mekanik ini tergantung pada tipe material yang dipakai untuk insulasi. Material insulasi pipa mungkin diperlukan cukup kekuatan tekan, geser, dan lelah yang memungkinkan menahan berbagai beban. Insulasi menjadi sasaran tegangan termal, oleh karena itu insulasi harus cukup kuat menahan tegang termal. Secara umum sifat-sifat mekanik insulasi yang penting diperlukan tahanan abrasi (gugus) tinggi, keras, dan kekuatan tekan yang baik.

4. Sifat-sifat Termal

Sifat-sifat yang sangat penting dari insulasi, adalah sifat termal. **Konduktivitas termal** material insulasi berperan menentukan kebocoran panas melalui permukaan yang mempunyai perbedaan temperatur, di mana untuk kebanyakan penggunaan salah satu sisi kenyataannya bertemperatur sangat rendah. **Kapasitas kalor** pada dasarnya suatu ukuran dari kalor yang diserap untuk suatu peningkatan temperatur tertentu dan akan cocok dengan pemakaian. Insulasi dapur harus rendah kapasitas kalornya untuk cepat merespon perubahan temperatur yang diperlukan. Dapur annealing (pelunakan dan penguatan), diperlukan material insulasi berkapasitas tekanan tinggi.

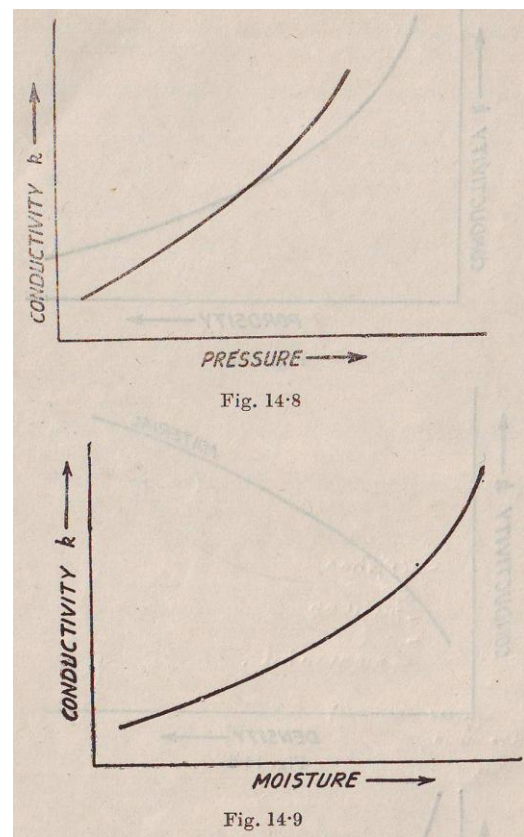
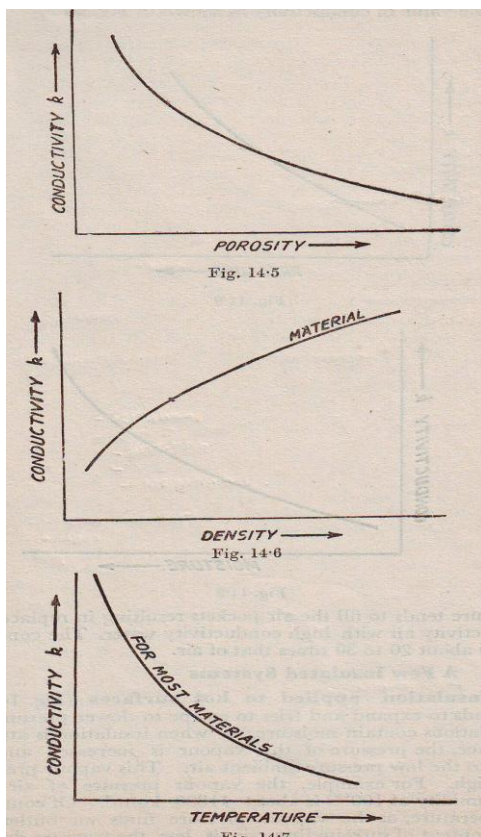
Sifat termal yang lebih penting adalah **difusivitas** (sifat penyebaran) atau konduktivitas temperatur. Nilai suatu ukuran peningkatan temperatur dalam suatu material insulasi, ketika energi panas terdapat pada suatu permukaannya.

Sifat termal yang penting lainnya, adalah kapasitas panas jenis (spesifik), Koefisien pengembang panas (thermal expansion), tahan temperatur ekstrem, dan sifat mampu terbakar (*combustibility*). Sifat mampu bakar yang dikarakteristikan dengan titik nyala (*flash point*), indeks asap (*smoke index*), titik api/bakar (*fire point*), dll. Umumnya diperlukan sifat mampu terbakar (*combustibility*) yang rendah untuk mengurangi bahaya kebakaran (*fire hazard*).

Efek Berbagai Parameter pada Sifat-sifat Termal

Mengurangi konduktivitas dengan menambah porositas (sifat menyerap) dan mengurangi densitas (kerapatan/kepadatan/berat jenis). Hal ini dikarenakan adanya sejumlah besar kantong udara (rongga) sebagai konduktor panas yang jelek. Pengaruh densitas bisa juga dijelaskan dalam cara yang sama untuk material insulasi padat (solid) atau serat (fibrous). Umumnya apabila temperatur berkurang, maka nilai konduktivitas bertambah, hal ini disebabkan getaran awal dari perambatan panas bebas elektron.

Pengaruh tekanan yang meningkat akan menyebabkan peningkatan konduktivitas material insulasi. Kelembaban (*moisture*) meningkat akan menyebabkan peningkatan nilai konduktivitas yang lebih besar. Kelembaban cenderung untuk mengisi kantong udara (rongga) mengakibatkan penggantian dari udara dengan konduktivitas rendah menjadi air dengan konduktivitas tinggi. Konduktivitas air sekitar 20 sampai 30 kali lipat dari udara.



Jenis-jenis Material Insulasi

Ada beberapa jenis material insulasi yang diadopsi untuk maksud menginsulasi sistem refrigerasi. Beberapa material ini diperoleh dari sumber alam dan material insulasi lainnya dibuat pabrik secara tiruan (imitasi). Material insulasi diklasifikasikan secara luas dalam kelompok utama:

- i) Material insulasi alami.
- ii) Material insulasi dibuat dari bahan alami.
- iii) Bahan dari wol.
- iv) Bahan aluminium foil.

i) Material Insulasi Alami.

Material dasar insulasi ini, adalah asbes, kaca, silika, batu atau terak, kaleng, bahan katun, bulu binatang, wol, kulit kayu, serbuk gergaji (kayu), serutan/tatalkayu, kayu gabus, rumput dll. Sewaktu waktu beberapa bahan material alami ini dicampur dan diikat dengan bahan pengikat (binder) dibuat dalam bentuk plester penutup.

ii) Material insulasi dibuat dari bahan alami.

Material utama dari bahan ini, adalah:

a) Hair Felts (Bulu Kempa)

Bulu binatang dibersihkan, dicuci, dan dikompres dalam bentuk lembaran seperti tikar (keset kaki). Kemampun bahan material ini sangat baik ketika diterapkan dalam bentuk batalan/alas (pads).

b) Cork-Board (Papan Gabus)

Ketebalan papan gabus antara 5 mm sampai 15 mm. Bahan material ini dibuat dari kulit pohon yang dikeringkan. Kulit pohon ini dipres (tekan) untuk dibentuk dan dibakar dengan temperatur yang cukup. Getah alam dari kulit kayu/pohon melebur selama pembakaran dan mengikat bahan material bersama-sama meninggalkan sel udaranya (rongga).

c) Kopak

Pohon *caba* mengandung fiber seperti sutra di dalam bijih polongnya. Kepingan/lembaran material fiber ini dipakai untuk insulasi refrigerator rumah dan juga dipakai dalam bentuk bebas. Bahan ini sangat ringan.

d) Celotex

Material ini dihasilkan dengan memasak rotan yang telah dikeluarkan getahnya. Ketika semua materi/zat pelarut dilarutkan, beberapa bahan kimia yang bersifat tahan air ditambahkan, bahan ini sangat ringan.

e) Thermocole

Merupakan bahan busa plastik yang menandung 3 sampai 6 juta sel yang berlainan per liter memberi sifat material insulasi ini unggul.

Struktur selnya tertutup sehingga memberi tahanan lembab/moisture nya sangat baik. Material insulasi ini kuat walaupun sangat ringan dan tahan disimpan lama, serta bahan ini dikenal dengan busa stiropor (*stryopor foam*).

Hal-hal yang Penting:

1. Hasil refrigerasi hanya dapat dipelihara dengan menerapkan insulasi yang pantas.
2. Material insulasi melayani fungsi sebagai berikut:
 - (a) Membantu penghematan dalam perencanaan refrigerasi.
 - (b) Mencegah pengembunan uap/vapor pada permukaan dingin.
 - (c) Menambah kekuatan dinding dan langit-langit (plafon), dll.
 - (d) Memberi permukaan akhir lebih baik.
 - (e) Menyerap getaran dan mengurangi suara.
3. Sifat-sifat ideal suatu material insulasi yang diinginkan:
 - (a) Material insulasi harus mempunyai konduktivitas termal serendah mungkin.
 - (b) Material insulasi harus cukup kuat untuk menerima tekanan.
 - (c) Material insulasi seharusnya tidak akan hancur oleh beberapa aksi kimia ketika diterapkan (ekspos) untuk kondisi sekitarnya.
 - (d) Berat jenis (densitas) material insulasi harus rendah yang menjadi pertimbangan utama pada kendaraan bergerak, seperti otomobil, kereta api, pesawat terbang dan sebagainya.
 - (e) Material insulasi anti penyerapan air.
 - (f) Material insulasi harus tahan api.
 - (g) Material tidak memberi bau yang tidak sedap.
 - (h) Biaya harus rendah.