
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian proses

II.1.1 Proses Pembuatan Kaca

Dalam pembuatan kaca ada dua macam proses yaitu :

1. Proses *Fourcault*

Dalam proses *fourcault*, kaca dari tangki pelelehan (*melting*) dialirkan ke tempat pembentukan kaca (*drawing*). Kaca dibentuk secara vertikal dari *kiln* melalui alat yang disebut “*debiteuse*” yang berarti mesin pembentukan kaca atau *drawing*. Di dalam *debiteuse* ada suatu ruang refraktori dengan papan yang berada di tengah yang mana kaca mengalir secara kontinyu.

Kaca secara kontinyu dibentuk ke atas dalam bentuk lelehan yang dengan cepat mengalir ke atas melalui suatu papan dan permukaannya didinginkan oleh air pendingin. Lelehan masih bergerak secara vertikal dan didukung oleh *roller* sepanjang 7,5 m dalam ruang *annealing* (pendinginan) atau *lehr*. Pada saat naik dari *lehr*, kaca dipotong menjadi lembaran dengan ukuran yang diinginkan dan dikirimkan untuk dipilih dan dipotong kembali.

2. Proses *Float*

Proses ini dikembangkan oleh Pilkington bersaudara di Inggris. Proses ini merupakan dasar dari kemajuan dalam industri kaca *float* kualitas tinggi. Pada kenyataannya api pembentuk kaca memiliki peranan yang besar dalam menentukan kualitas kaca. Proses *float* menggunakan sistem tangki *furnace* pelelehan dimana semua bahan baku dijadikan satu pada *furnace*. Lelehan kaca (*molten glass*) kemudian dialirkan melalui daerah *refining* ke suatu celah *canal* yang menghubungkan *furnace* dengan *bath*, kecepatan aliran rata-rata dikontrol secara otomatis atau dengan menurunkan pintu masuk pada *canal*. Lelehan kaca dialirkan pada permukaan leburan timah yang bebas dari proses oksidasi dengan mengatur kondisi temperturnya. Sehingga akan dihasilkan kaca dengan kedua sisi flat dan paralel.

Kaca didinginkan secara perlahan-lahan mulai masih dalam bentuk lelehan sampai menjadi bentuk yang cukup keras. Pendinginan dilakukan dengan memperhatikan temperatur di setiap bagian kaca. Pendinginan kaca secara perlahan-lahan ini dilakukan di suatu ruangan yang disebut *lehr*.

II.1.2 Deskripsi Proses

Proses yang digunakan di PT. Asahimas Flat Glass Tbk untuk pertama kalinya adalah proses *fourcault*. Pada proses ini *molten glass* ditarik secara kontinu ke arah vertikal untuk menghasilkan lembaran kaca. Kelemahan proses ini adalah kaca yang dihasilkan memiliki distorsi yang besar karena dilakukan penarikan paksa ke arah vertikal. Sekarang ini proses *fourcault* telah ditinggalkan dan diganti dengan proses *float*. Proses ini dapat menghasilkan kaca yang lebih rata dan bebas distorsi. Kaca secara kontinu dibawa keluar *furnace* dan mengambang sepanjang permukaan bak tertutup yang berisi cairan timah lebur yang datar. Setelah agak mengeras, lembaran kaca mulai ditarik dengan roll tanpa merusak permukaannya, kemudian didinginkan secara perlahan-lahan sehingga dapat dihasilkan lembaran kaca yang datar. Ketebalannya dapat seragam dan permukaannya halus mengkilap.

Dalam proses ini, cairan kaca (*molten glass*) dialirkan ke permukaan cairan timah, *molten glass* akan mengambang dan menutupi permukaan cairan timah. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan densitas dari kedua cairan tersebut. Pertimbangan penggunaan cairan timah yaitu :

1. Densitas cairan timah lebih besar daripada densitas cairan kaca.
2. Tidak bereaksi dengan cairan kaca.
3. Leburan timah bersifat kohesif sehingga tidak menempel pada kaca.
4. Titik didih timah lebih rendah daripada titik didih cairan kaca.

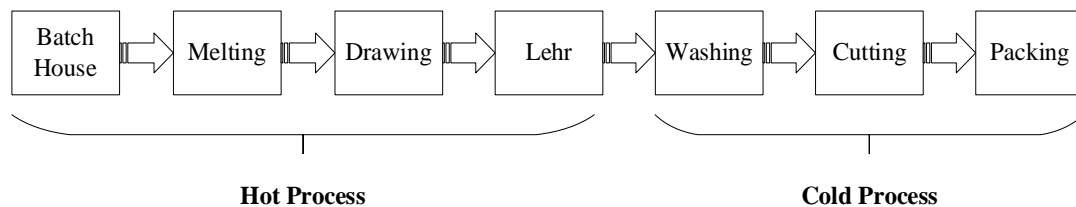
Keuntungan menggunakan proses *float* adalah :

1. Cairan kaca bebas melakukan penyebaran atau *spread* sesuai dengan beratnya sendiri.
2. Cairan kaca mengambang di atas permukaan yang datar, sehingga akan didapat permukaan kaca yang lebih halus dan datar di kedua permukaan.
3. Dengan adanya *tweel* (pengontrol laju *molten glass*), ketebalan kaca dapat diatur.

Tahap-tahap proses produksi kaca pada PT. Asahimas Flat Glass Tbk adalah sebagai berikut :

1. Pengadaan bahan baku (*raw material section*)
2. Pencampuran bahan baku (*batch house*)
3. Peleburan (*melting process*)
4. Pembentukan (*drawing process*)
5. Pendinginan lambat di dalam *lehr* (*annealing process*)
6. Pemotongan (*cutting process*)
7. Pengepakan (*packing process*)

Proses produksi kaca di PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory dapat dibagi ke dalam dua jenis proses yaitu *hot process* dan *cold process*. *Hot process* meliputi *batch house* unit, *melting*, *forming* atau *drawing*, dan proses pendinginan yang dilakukan di dalam *lehr*. Tahap produksi yang dilakukan setelah *hot process* adalah *cold process*. Proses ini terdiri dari pencucian (*washing*), pemotongan (*cutting*), dan pengemasan (*packing*). Berikut adalah alur proses produksi kaca di PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory.



Gambar 4. Alur Proses Produksi Kaca PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory

Tabel 1. Properti dari Kaca Bangunan

Properties Kaca Bangunan		Unit	Keterangan
Density	2500	kg/m ³	
Hardness	470	HK	
Compression of Resistance	800-1000	MPa	
Bending Strength	100-120	MN/m ²	*setelah ditempering
Thermal Conductivity	0,8	J/g/k	
Spesifik Heat	0,8	W/mK	
Modulus Elastis	70000	MPa	

(Sumber : Divisi Produksi PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory)

Berdasarkan bahan bakunya, kaca dikelompokkan menjadi :

- *Soda lime silica glass*, yakni kaca yang mengandung soda (Na_2O), lime (CaO dan MgO), dan silika (SiO_2).
- *Silicate glass*, yakni kaca yang mengandung soda (Na_2O), lime (CaO dan MgO), dan boron (B_2O_3).
- *Flint glass*, yakni kaca yang mengandung soda (Na_2O), lime (CaO dan MgO), silika (SiO_2), dan lead (Pb).

II.2 Uraian Tugas Khusus

II.2.1 Latar Belakang

Proses produksi kaca yang dilakukan di PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory menggunakan metode “*float process*”. Metode *float process* merupakan metode untuk memproduksi kaca secara horizontal dengan mengapungkan lelehan kaca diatas permukaan timah cair. Dalam proses produksi kaca di PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory secara umum di bagi beberapa proses, antara lain, proses pengadaan bahan baku (*raw material section*), proses pencampuran bahan baku (*batch house*), proses peleburan (*melting*), proses pembentukan (*drawing*), proses pendinginan lambat di dalam *lehr* (*annealing*), proses pemotongan (*cutting*), dan proses pengepakan (*packing*). Bahan baku dalam produksi kaca terdiri atas dua macam, yaitu *batch* dan *cullet*. *Batch* adalah campuran semua *raw material* padat

termasuk pewarna untuk siap dilebur bersama *cullet* di dalam *melter furnace*. Komposisi senyawa-senyawa yang terkandung dalam *batch* memiliki perhitungan tersendiri, tergantung jenis kaca yang akan diproduksi. Umumnya yang paling membedakan adalah jenis pewarna yang dipakai. Semua komposisi kimia di dalam kaca adalah berbentuk oksida atau senyawa yang mengandung unsur oksigen. Setiap jenis kaca atau *kind of glass* (KOG) memiliki komposisi kimia yang berbeda-beda, sesuai kebutuhan target operasi yang ditetapkan. Kapasitas produksi dari PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory adalah sebesar 500 ton/hari

Dalam melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di PT. Asahimas Flat Glass Tbk Sidoarjo Factory Divisi Produksi, kami mendapatkan tugas khusus untuk menghitung rancangan alat cross cutter yang digunakan untuk memotong kaca secara horizontal neraca massa perhitungan material-produk yang dibutuhkan selama satu bulan produksi dengan target jenis produk kaca yang dihasilkan adalah GEFL (jenis kaca *Grey Euro*). Neraca massa sangat dibutuhkan dalam proses kimia diantaranya digunakan untuk perhitungan kebutuhan bahan baku, merancang peralatan, merancang peralatan unit operasi, dan menghitung efisiensi ataupun konversi suatu reaksi kimia.

II.2.2 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas khusus ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung neraca massa material-produk yang dibutuhkan pada produksi kaca dalam satu bulan produksi.
2. Mengetahui perhitungan kebutuhan bahan baku dari produk kaca jenis GEFL dalam satu bulan produksi.

II.2.3 Manfaat

Manfaat dilakukannya tugas khusus ini adalah agar dapat menghitung neraca massa material-produk GEFL dalam satu bulan produksi.

II.2.4 Perumusan Masalah

Target produk setiap jenis kaca yang dihasilkan memiliki komposisi kimia yang berbeda-beda. Begitu pula dengan jenis kaca pada tugas kami dengan target produk berupa GEFL yang komposisi kimianya sudah ditetapkan. Untuk mengetahui banyaknya kebutuhan bahan baku yang terdiri atas berbagai macam

campuran *raw material* dengan komposisi kimia yang berbeda serta target produk yang komposisinya sudah ditetapkan, maka diperlukan adanya perhitungan neraca massa secara aktual.

II.2.5 Tinjauan Pustaka

Neraca massa suatu sistem proses dalam industri merupakan perhitungan kuantitatif dari semua bahan-bahan yang masuk, keluar, yang terakumulasi (tersimpan) dan yang terbuang dalam suatu sistem. Perhitungan neraca digunakan untuk mencari variabel proses yang belum diketahui, berdasarkan data variabel proses yang telah diketahui dengan variabel proses yang dicari. Variabel proses yang berhubungan dengan bidang teknik kimia antara lain adalah massa, volume, kecepatan aliran, komposisi kimia, tekanan, dan temperatur. Neraca massa sangat dibutuhkan dalam proses kimia diantaranya digunakan untuk perhitungan kebutuhan bahan baku, merancang peralatan, merancang peralatan unit operasi, dan menghitung efisiensi ataupun konversi suatu reaksi kimia. Persamaan yang digunakan pada konsep neraca massa disusun berdasarkan hukum kekekalan massa (*law conservation of mass*), yaitu suatu zat tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Dalam pernyataan tersebut dapat dilihat bahwa :

$$\text{Input} - \text{Output} = \text{Akumulasi}$$

$$\text{massa masuk sistem} - \text{massa keluar sistem} + \text{massa bereaksi} - \text{massa terkonsumsi} = \text{massa terakumulasi}$$

Dalam pengaplikasiannya, kuantitas pada neraca massa sebaiknya dinyatakan dalam unit massa diantaranya adalah kg dan lb. Namun apabila tidak terdapat reaksi kimia, maka satuan dalam bentuk molar dapat digunakan. Apabila kuantitas diberikan dalam volume maka harus dikonversikan massa dengan mengalikan dengan densitas.

Apabila zat yang digunakan dalam bentuk suatu campuran maka neraca massanya adalah sebagai berikut :

$$\Sigma M_i X_i = \Sigma M_o X_o + \Sigma M_a X_a$$

Dimana x adalah fraksi dari masing-masing komponen dan,

$i = \text{input}$, $o = \text{output}$, $a = \text{akumulasi}$

Terdapat 2 jenis neraca massa yaitu:

- Neraca massa tanpa reaksi
Diaplikasikan pada kondisi *steady state* dimana tidak ada reaksi yang terlibat pada sistem tersebut.
- Neraca massa dengan reaksi kimia
Dalam reaksi kimia, stoikiometri reaksi kimia harus diperhatikan,
contoh : $aA + bB \rightarrow cC + dD$

II.2.6 Pembahasan

Dalam tugas ini dilakukan perhitungan neraca massa material-produk dalam satu bulan untuk target produk jenis kaca yang dihasilkan adalah GEFL (jenis kaca *Grey Europe*) dengan komposisi kimia yang sudah ditetapkan. Komposisi target dari produk GEFL terdiri atas : SiO₂ 71,82%; Al₂O₃ 1,27%; RO 13%; R₂O 13,23%; Fe₂O₃ 0,4%; CoO 0,0075%; Se 0,0013%; NiO 0%; CaO 8,01%; MgO 4,99%; Na₂O 12,68%; K₂O 0,55%. Bahan baku berupa campuran *raw material* yang terdiri atas *silica sand*, *dolomite*, *feldspar*, *soda ash*, *bluedust*, *cobalt oxide*, dan *selenium oxide* serta *cullet* yang terdiri dari tiga jenis dengan kode yaitu GE (*grey euro*), BR (*brown*), dan FL (*clear*), dimana *raw material* dan *cullet* ini memiliki komposisi kimia yang berbeda-beda. Kondisi operasi ditetapkan dengan target kapasitas sebesar 500 ton/hari, *batch-cullet ratio* 60%, dan efisiensi *batch* 82,06%.

Neraca massa yaitu suatu perhitungan dari jumlah bahan yang masuk lebih kecil atau sama dengan jumlah bahan yang terakumulasi dan yang keluar dalam waktu tertentu. Jika jumlah bahan yang keluar lebih sedikit dari jumlah bahan yang masuk disebabkan oleh beberapa faktor yaitu proses yang berlangsung tidak berjalan sempurna (kurang baik) dimana pada keluaran terdapat bahan yang terakumulasi. Namun, jika bahan yang keluar sama dengan bahan yang masuk, hal itu menunjukkan proses berlangsung sempurna dan hanya sedikit sekali bahan yang terakumulasi pada proses. Setelah dilakukan perhitungan neraca massa material-produk dapat diketahui bahwa untuk target produk jenis kaca GEFL, jumlah bahan



dari *cullet* yang dibutuhkan dalam satu bulan produksi adalah sebesar 5982750,6 kg sedangkan untuk total kebutuhan *raw material* adalah sebesar 10876,7419 kg, dimana *raw material* ini terdiri atas *silica sand* sebesar 6351970,9933 kg; *dolomite* sebesar 2209449,5664 kg; *feldspar* sebesar 334567,8234 kg; *soda ash* sebesar 1963746,328 kg; *bluedust* sebesar 16846,3689 kg; *cobalt oxide* sebesar 927,5294 kg; dan *selenium oxide* sebesar 233,3333 kg.

