



BAB II

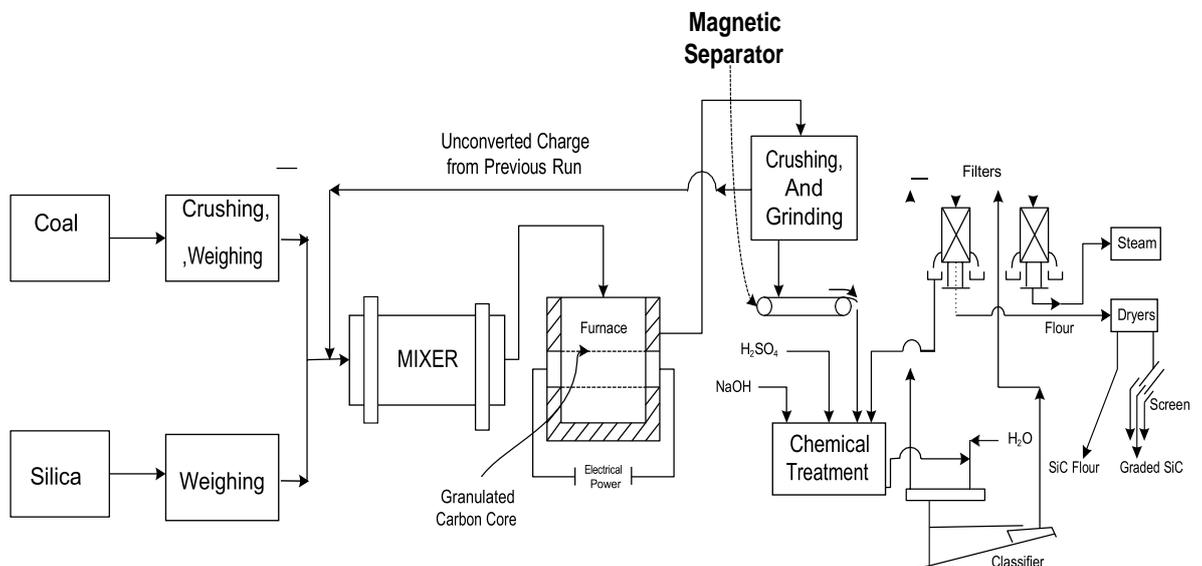
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam-Macam Proses

Proses pembuatan silicon carbide (SiC) dapat dilakukan dengan beberapa cara.

Diantaranya yang sering digunakan dalam skala industri yaitu :

1. Acheson process



Gambar 3. Diagram alir Acheson Process

Silicon Carbide merupakan senyawa dari hasil reaksi Silicon Dioxide (SiO_2) dan Carbon (C) pada suhu $1600\text{ }^\circ\text{C}$. Proses Achesons (1890), Silicon Carbide dihasilkan dengan cara mencampur Silicon Dioxide (SiO_2) dan Carbon (C) dengan rasio 60 : 40 yang dipanaskan pada suhu $1600\text{ }^\circ\text{C}$.

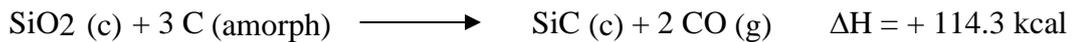
Proses pembuatan Silicon Carbide sederhana dan tidak banyak berubah sejak pertama kali dikembangkan pada tahun 1978. Bahan baku untuk produksi Silicon Carbide adalah pasir silica dan carbon. pasir silica yang terdiri dari 98 hingga 99,5% silica dioxide dan Carbon diperoleh dari anthracite, coke serta petroleum. Carbon yang diperoleh dari coke / anthracite di hancurkan menggunakan crusher lalu di alirkan ke mixer. Pada saat yang sama pasir silica di alirkan ke mixer. Pada mixer



campuran pasir silica dan coke / anthracite di campurkan dengan proses *dry mixing*. Setelah dicampurkan diumpankan pada furnace untuk proses pembakaran. Persamaan yang biasa diberikan untuk reaksi yang terlibat adalah :

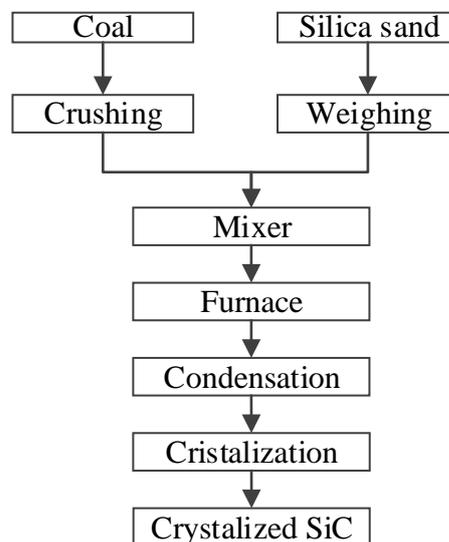


Reaksi total yang diperoleh dengan menggabungkan persamaan ini adalah



lelehan SiC yang keluar dari *electric furnace* didinginkan setelah itu padatan SiC di kecilkan dengan crusher. Setelah itu padatan SiC di murnikan dengan *chemical treatment* menggunakan H_2SO_4 dan di cuci menggunakan air. Setelah itu SiC yang telah dimurnikan di keringkan menggunakan dryer. Bahan baku utama yang sering dipakai dalam pembuatan Silicon Carbide adalah pasir silica dan batubara. Beragam bahan baku dapat digunakan sebagai sumber karbon antara lain coke metalurgi, coke petroleum (minyak bumi), anthracite. (*Shreve, ed 5, hal. 260*)

2. Lely process

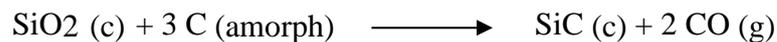


Gambar 4. Diagram Alir lely process

Pada tahun 1955, Jan Anthony Lely menemukan metode pembuatan silicon carbide yang memiliki keunggulan dari proses Acheson. Proses ini biasa disebut dengan lely method. Proses ini menggunakan metode sublimasi dalam pembuatan silicon carbide berbentuk kristal besar (crystalline). Proses ini menggunakan bahan



yang sama dengan proses Acheson proses yaitu pasir silica dan coke. Bahan baku berupa coke akan di haluskan terlebih dahulu menggunakan crusher. Setelah itu pasir silica dan coke akan di umpankan pada mixer untuk di campurkan. Setelah di campurkan pada mixer, campuran akan di masukkan pada sebuah tabung grafit dan di umpankan pada furnace. Temperature yang di gunakan di proses ini sebesar 2000-2500 °C dengan lingkungan gas argon/ hydrogen. Hal ini bertujuan untuk tekanan uap zat yang diperlukan untuk disublimasikan dijaga tetap rendah, Gradien suhu dalam bejana di mana sublimasi dilakukan adalah kecil dan terjadinya arus gas sedapat mungkin dihindari. Karena silikon karbida menghasilkan tekanan uap yang cukup hanya pada suhu melebihi 2000-2500 °C. Pada suhu tinggi seperti itu, dari bahan tahan panas biasa, hanya karbon yang tidak bereaksi dengan silikon karbida sehingga dapat menyebabkan penyerapan zat asing. Sublimasi tidak dapat dilakukan dalam bejana kedap gas tertutup. Akibatnya, sublimasi harus dilakukan pada tekanan gas total yang sama dengan yang ada pada furnace. Furnace itu sendiri dapat ditutup sehingga kedap gas sehingga sublimasi dapat dilakukan pada tekanan gas yang diinginkan. Ketika silikon karbida menguap, ia berdisosiasi menjadi silikon gas dan karbon padat. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut :



Setelah itu uap SiC yang terbentuk di alirkan kedalam pendingin agar uap terkondensasi. Setelah itu uap yang terkondensasi dikristalkan hingga membentuk kristal SiC. (*Lely, US patent, 1958*)



II.2. Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses di atas, didapatkan perbandingan masing-masing proses yang disimpulkan dalam table berikut :

Tabel 3. Seleksi Proses Pembuatan Silicon Carbide

| Pembanding | Proses | |
|------------------------|------------------|-------------------------|
| | Acheson | Lely |
| Suhu | 1600°C | 2500 °C |
| Tekanan | 1 atm | 1 atm |
| Jenis Furnace | Electric furnace | Electric / fuel furnace |
| Peristiwa yang terjadi | Peleburan | Sublimasi |
| Bentuk produk | Bubuk / Granul | Kristal besar |
| Konversi | 90-96 % | 90 % |
| Aliran proses | Sederhana | Kompleks |
| Peralatan | Sederhana | kompleks |

Dari uraian tabel di atas, maka dipilih pembuatan silicon carbide menggunakan Proses Acheson, dengan beberapa pertimbangan :

- Proses pembuatan silicon carbide menggunakan Proses Acheson memiliki konversi yang lebih besar daripada Proses Lely
- Peralatan serta proses yang digunakan lebih sederhana sehingga biaya operasional yang dibutuhkan juga relative rendah
- Pemeliharaan alat lebih sederhana ditinjau dari proses dan alat yang digunakan.

II.3. Uraian Proses

II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

a. Anthrachite

Anthracite dari Gudang (F-110) diangkut dengan *Belt Conveyor* (F-111) dan *Bucket Elevator* (J-112) menuju *Roll Mill* (C-120) untuk digiling, setelah digiling kemudian dimasukkan ke dalam *Vibrating Screen* (H-121) yang



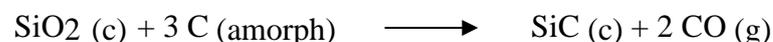
berukuran 40 mesh. Anthracite yang telah halus ditampung dan ditimbang di *Hopper* (F-122) sebelum dicampur dengan pasir kuarsa.

b. Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa diangkut dari Gudang (F-130) menggunakan *Belt Conveyor* (J-131) dan *Bucket Elevator* (J-132) menuju *Hopper* (F-133) untuk ditimbang. Selanjutnya, pasir kuarsa dan anthracite diangkut dengan *Belt Conveyor* (J-134) untuk dicampur ke dalam *Drum Mixer* (M-140) dengan perbandingan 60% pasir kuarsa dan 40% anthracite

II.3.2. Tahap Pembuatan Silicon Carbide

Kedua bahan yang telah tercampur kemudian diumpankan ke dalam *Rotary Dryer* (Q-150) sebagai pemanasan awal hingga suhu 500 °C, setelah itu bahan diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (J-151) dan *Bucket Elevator* (J-152) menuju *Hopper* (F-153) untuk di tampung terlebih dahulu kemudian dipanaskan menggunakan *Electric Furnance* (Q-210) dengan suhu 1600p °C selama 36 jam. Reaksi utama yang terjadi pada *Electric Furnace* (Q-210) yaitu:



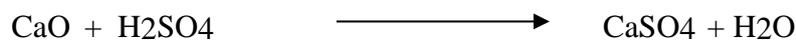
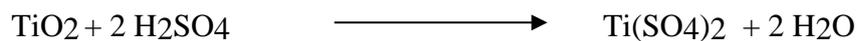
II.3.3. Tahap Pendinginan dan Pencucian

Setelah dipanaskan produk yang terbentuk di dalam *Electric Furnace* (Q-210) berupa lelehan SiC didinginkan di *Cooling Yard* (J-220) kurang lebih selama 24 jam, lelehan SiC didinginkan dengan bantuan udara bebas sehingga terbentuk bongkahan SiC, setelah didinginkan SiC diangkut menggunakan *Bucket Elevator* (J-221) menuju *Hopper* (F-222) untuk ditampung kemudian produk dikecilkan ukurannya menjadi serpihan – serpihan dengan menggunakan *Hammer Mill* (C-310), kemudian diseragamkan ukurannya pada *Vibrating Screen* (H-311) berukuran 80 mesh. Setelah halus, bahan diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (J-312) dan *Bucket Elevator* (J-313) menuju *Hopper* (F-314) untuk di tampung kemudian diumpankan menuju *Reaktor* (R-320) untuk proses pemurnian dengan menggunakan larutan H₂SO₄. Larutan H₂SO₄ pekat dipompa dari tangki penampung (F-160) menuju tangki pengenceran (M-162) untuk diencerkan hingga



kadarnya 30%, setelah itu H₂SO₄ yang telah diencerkan dipompa menuju *Reaktor* (R-320) untuk direaksikan dengan SiC.

Penggunaan H₂SO₄ berfungsi untuk menghilangkan pengotor yang berasal dari bahan baku. Reaksi yang terjadi saat pemurnian di *Reaktor* (R-320) adalah :



Hasil yang didapat dari *Reaktor* (R-320) tersebut diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (J-321) menuju *Washer* (H-330) untuk melarutkan H₂SO₄ yang menempel pada SiC setelah proses pemurnian, Alat ini sekaligus berfungsi sebagai pencuci bahan dengan menggunakan tambahan air proses.

II.3.4. Tahap Pengeringan dan Pengemasan

Selanjutnya produk SiC yang telah di cuci dikeringkan dalam *Rotary Dryer* (B-340). Udara hasil proses pengeringan dari *Rotary Dryer* (B-340) akan di umpankan pada *Cyclone* (H-341). Pada *Cyclone* (H-341), padatan yang terikut pada udara hasil proses pengeringan akan di pisahkan. Hasilnya diangkut dengan *Screw Conveyor* (J-342) dan *Bucket Elevator* (J-343) menuju Hopper (F-244) untuk ditampung kemudian dikecilkan dan di seragamkan ukurannya menggunakan *Ball Mill* (C-350) hingga ukuran dari produk SiC sebesar 100 mesh. Setelah itu produk SiC diangkut menggunakan *screw conveyor* (J-352) dan *bucket elevator* (J-353) menuju *Hopper* (F-354) dan dialirkan ke gudang penyimpanan untuk dikemas dalam karung plastik dan drum.