

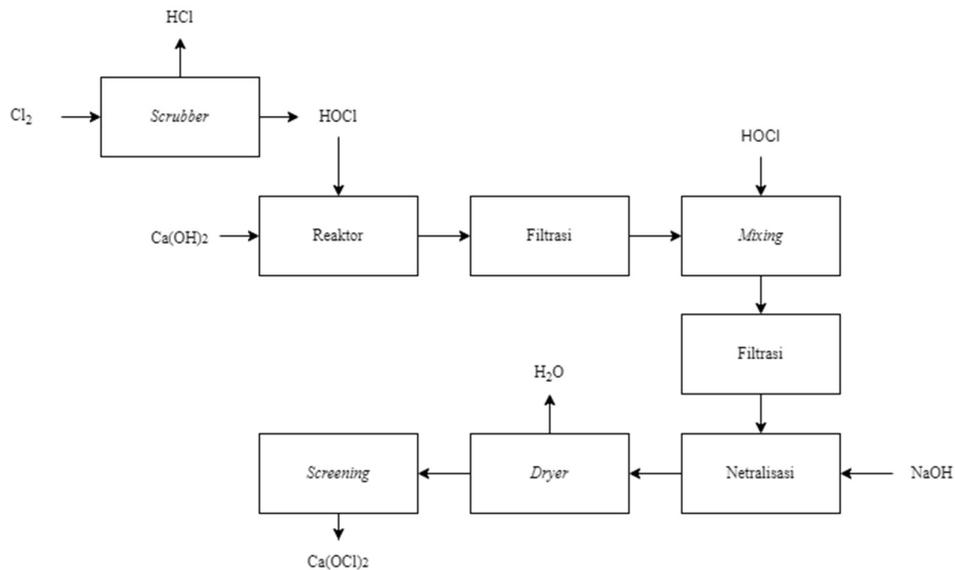
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II. 1 Macam Proses

Beberapa proses produksi kalsium hipoklorit dalam dunia industri yaitu antara lain:

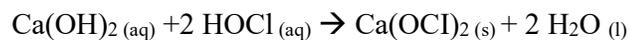
- Proses Basah
- Proses Kering

II. 1. 1 Proses Basah



Gambar II. 1 Blok Diagram Proses Basah

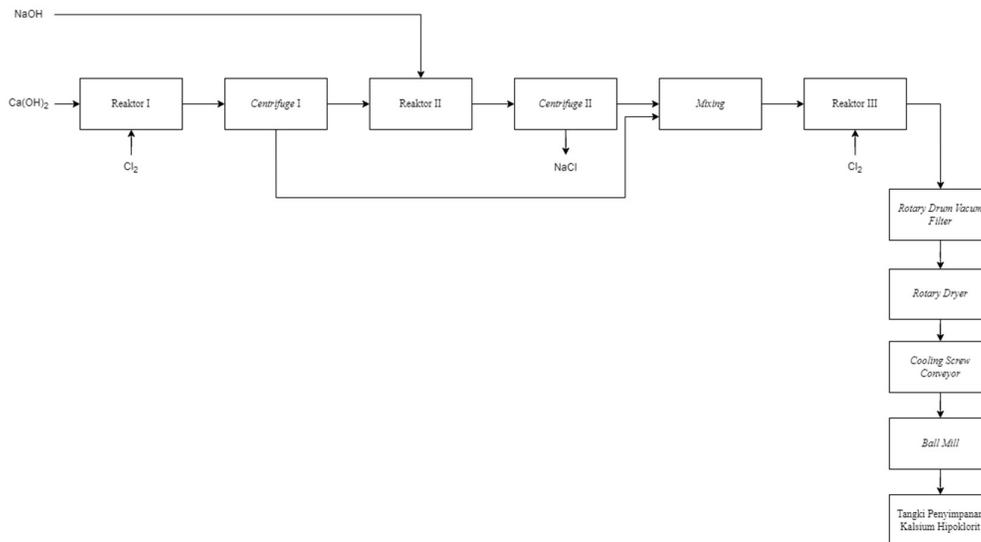
Proses ini menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang diklorinasi dengan senyawa klorin. Senyawa klorin diperoleh dari gas klorin yang di *scrubber* menggunakan air bersuhu $10\text{ }^\circ\text{C}$ sehingga dihasilkan senyawa HOCl (asam hipoklorit). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan senyawa HOCl pada suhu $120\text{ }^\circ\text{C}$.



Konversi reaktor yang diperoleh sebesar 85%. Setelah itu *slurry* yang terbentuk akan difiltrasi, filtrat yang diperoleh digunakan untuk mencuci *slurry* kembali. Hasil pencucian berupa *slurry* ditambahkan larutan asam hipoklorit dan dilakukan filtrasi. Hasil *slurry* dilakukan penambahan NaOH untuk mengatur pH menjadi 10. Hasil akhir berupa $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ yang mengandung 20% kadar air dan segera

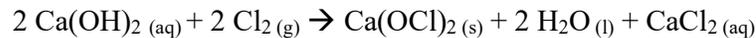
dikeringkan menggunakan *vacuum dryer* 50 °C hingga kadar air sekitar 7%. Kemudian *discreening* 16 mesh dan produk yang menggumpal akan dilakukan reduksi ukuran (US Patent 4.416.864, 1983).

II. 1. 2 Proses Kering



Gambar II. 2 Blok Diagram Proses Kering

Bahan baku yang digunakan yaitu kalsium hidroksida, natrium hidroksida dan klorin. Kalsium hidroksida dan natrium hidroksida, masing – masing dilarutkan dengan air di tangki pelarutan. Kemudian setelah dilarutkan, hasil larutan kalsium hidroksida direaksikan dengan gas klorin di dalam reaktor pada suhu 40°C (EU Patent 0.046.048B1, 1985) dan konversi reaksi 80% (EU Patent 0.060.125B1, 1985). Dalam proses ini reaksi yang terjadi pada reaktor I adalah sebagai berikut :



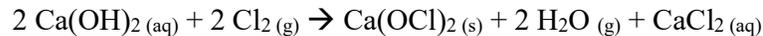
Setelah itu, *dicentrifuge* untuk memisahkan filtrat dan *slurry* Ca(OCl)₂ Kalsium hipoklorit dari reaktor I masih terdapat impuritas yang tinggi seperti CaCl₂ yang dapat mengurangi tingkat kemurnian dari kalsium hipoklorit (US Patent 3.584.996, 1971) dan mempersulit proses pengeringan sehingga perlu dikurangi dengan mereaksikan NaOH di reaktor II pada suhu 60°C dan konversi reaksi 80% (EU Patent 0.046.048B1, 1985). Reaksi yang terjadi pada reaktor II adalah sebagai berikut :





Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”

Hasil dari reaktor II *dicentrifuge* untuk memisahkan NaCl dan ditampung di tangki penyimpanan, sedangkan filtrat selain NaCl *dimixing* untuk mencampur kembali dengan *slurry* dari reaktor I dan direaksikan lagi dengan klorin di dalam reaktor III pada suhu 80°C dan konversi reaksi 100%. Reaksi yang terjadi pada reaktor III adalah sebagai berikut:



Hasil dari reaktor III dipisahkan *cake* dan filtrat menggunakan *Rotary Drum Vacuum Filter* untuk mengambil *cake*. Setelah itu, dikeringkan menggunakan *rotary dryer* dan didinginkan menggunakan *cooling conveyor*. Kemudian, produk diumpankan ke *ball mill* untuk mengecilkan ukuran yang nantinya dapat ditampung dalam tangki penyimpanan kalsium hipoklorit (US Patent 3.895.099, 1975).

II. 2 Pemilihan Proses

Perbandingan proses pembuatan kalsium hipoklorit dapat dilihat dalam Tabel II.1 berikut:

Tabel II. 1 Pemilihan Proses Pembuatan Kalsium Hipoklorit

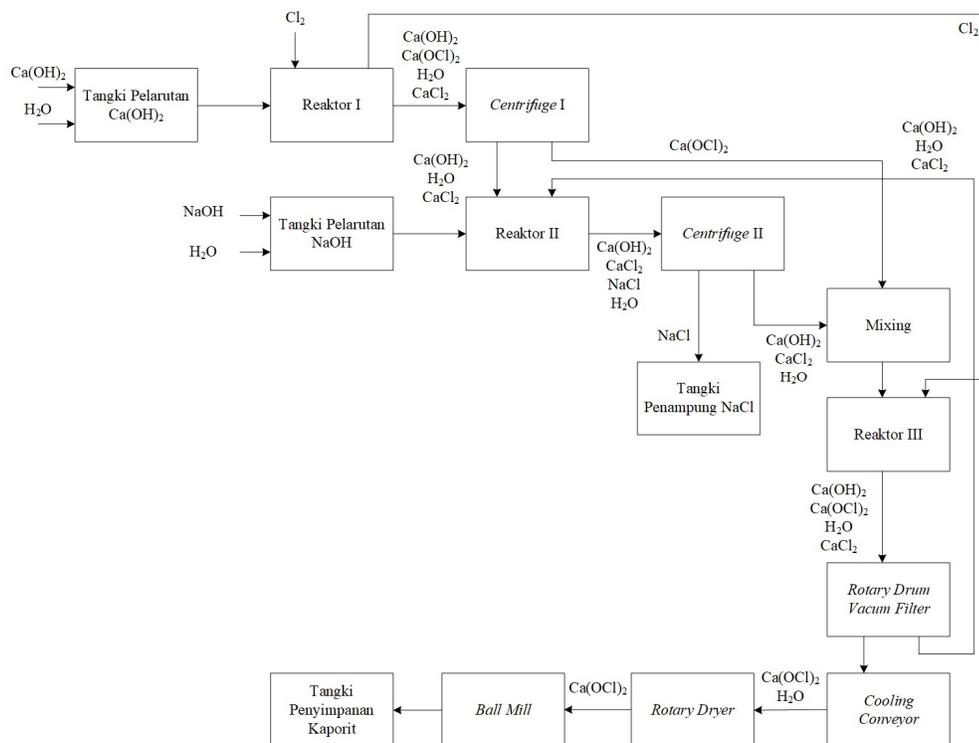
Parameter	Macam – macam Proses	
	Proses Basah	Proses Kering
Bahan Baku	Kalsium hidroksida dan Asam hipoklorit	Kalsium hidroksida, natrium hidroksida dan klorin
Alat Utama	Reaktor CSTR	<i>Bubble Column Reactor</i>
Suhu Operasi	120 °C	40°C – 80°C
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm
Hasil Samping	HCl	NaCl
Kekurangan	Suhu operasi tinggi	Memerlukan penanganan khusus dalam penyimpanan gas klorin
Kelebihan	Dapat memanfaatkan gas polutan di dalam <i>scrubber</i>	Beroperasi pada suhu dan tekanan rendah

(Sumber : (US Patent 4.416.864, 1983; EU Patent 0.046.048B1, 1985; EU Patent 0.060.125B1, 1985; US Patent 3.584.996, 1971; US Patent 3.895.099, 1975).

Berdasarkan perbandingan dua proses pembuatan kalsium hipoklorit yang diuraikan di atas sehingga dapat dinyatakan proses yang dipilih dalam perancangan pabrik ini yaitu proses kering. Pemilihan proses tersebut didasarkan oleh beberapa kelebihan yaitu diantaranya:

1. Menghasilkan kalsium hipoklorit dengan konversi reaksi yang tinggi.
2. Meminimalisir gas klorin yang hilang ke atmosfer selama operasi karena bisa *direcycle*.
3. Terdapat hasil samping yang dapat digunakan dan dijual kembali.
4. Tidak menghasilkan limbah yang berbahaya dalam prosesnya.

II. 3 Uraian Proses



Gambar II. 3 Blok Diagram Uraian Proses

Secara garis besar, uraian proses pabrik kalsium hipoklorit dapat dilihat pada Gambar II. 3. Blok diagram uraian proses tersebut merupakan hasil modifikasi dari blok diagram dasar proses kering pada (US Patent 3.895.099, 1975). Kebaruan desain pabrik kalsium hipoklorit ini jika dibandingkan desain pabrik yang ada



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”

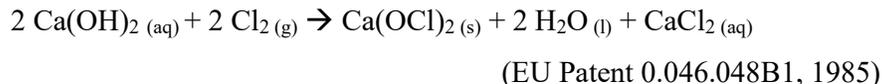
sebelumnya yaitu hasil samping dari *rotary drum vacuum filter* (filtrat) yang dapat digunakan kembali untuk direaksikan di dalam Reaktor II. Gas klorin yang keluar dari reaktor I juga digunakan kembali untuk digunakan pada reaktor III untuk mengurangi polutan di udara.

III. 3. 1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku proses pembuatan Kalsium Hipoklorit adalah padatan kalsium hidroksida dan natrium hidroksida yang disimpan di dalam gudang penyimpanan, sedangkan, gas klorin disimpan pada tekanan 12 atm dan suhu 30°C di tangki penyimpanan. Mulanya kalsium hidroksida dilarutkan pada konsentrasi 27% (%b/b) di tangki pelarutan pada suhu 30°C (US Patent 3.584.996, 1971) dan natrium hidroksida dilarutkan dengan kelarutan 119 gr/100 ml pada suhu 30°C (Perry 9th, 2019). Selain itu, gas klorin diturunkan tekanannya menjadi 1 atm sebelum dimasukkan ke dalam reaktor.

III. 3. 2 Proses Inti/Utama

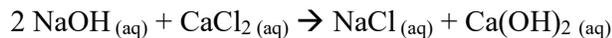
Hasil dari tangki pelarutan kalsium hidroksida, selanjutnya dipompa menuju ke reaktor I untuk proses klorinasi oleh gas klorin yang berasal dari penyimpanan klorin. Kondisi operasi yang terjadi pada reaktor I yaitu suhu 40°C dan konversi reaksi 80% serta terjadi reaksi sebagai berikut :



Setelah direaksikan dengan gas klorin di reaktor I, dilanjutkan proses pemisahan dengan *centrifuge* I untuk memisahkan filtrat dan *slurry* Ca(OCl)₂. Hasil dari tangki pelarutan natrium hidroksida selanjutnya dinaikkan suhunya menjadi 60°C menggunakan heater kemudian dialirkan ke reaktor II untuk mereaksikan dengan hasil filtrat dari *centrifuge* I yang sudah dipanaskan dari 40 °C menjadi 60°C. Tujuan dari proses ini untuk mengurangi kadar CaCl₂ karena dapat menurunkan tingkat kemurnian kalsium hipoklorit dan mempersulit proses pengeringan (US Patent 3.584.996, 1971). Kondisi operasi yang terjadi pada reaktor II yaitu suhu 60°C dan konversi reaksi 80% serta terjadi reaksi sebagai berikut :

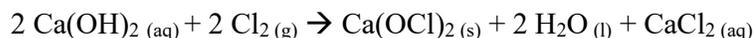


Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”



(EU Patent 0.046.048B1, 1985)

Setelah itu, dilanjutkan ke proses pemisahan dengan *centrifuge* II untuk memisahkan filtrat NaCl dan ditampung ke tangki penampung, sedangkan *slurry* Ca(OH)₂ dilanjutkan ke proses selanjutnya. *Slurry* Ca(OCl)₂ dari hasil *centrifuge* I dan *slurry* hasil *centrifuge* II *dimixing* pada kondisi suhu 41°C dengan tujuan untuk membuat konsentrasi Ca(OH)₂ menjadi 22%. Hasil dari *mixing* dialirkan menuju reaktor III untuk mereaksikan lagi dengan gas klorin *excess* dari reaktor I pada kondisi suhu 80°C dan konversi reaksi 100% serta terjadi reaksi sebagai berikut :



(EU Patent 0.046.048B1, 1985)

III. 3. 3 Proses Pemurnian Produk

Selanjutnya, melakukan proses pemisahan dengan *Rotary Drum Vacuum Filter* untuk mengambil *cake* dari Ca(OCl)₂. Produk keluar dari *rotary drum vacuum filter* dilanjutkan ke *rotary dryer* untuk mengeringkan hasil produk pada suhu 108°C dan didinginkan menggunakan *cooling conveyor* agar produk yang dihasilkan pada kondisi suhu 40°C. Hasil samping *rotary drum vacuum filter* (filtrat) *direcycle* kembali untuk direaksikan di Reaktor II. Hasil yang terakhir yaitu mengecilkan ukuran hingga berupa serbuk dengan ukuran 150 *mesh* menggunakan *ball mill* lalu ditampung di gudang penyimpanan kaporit (US Patent 3.895.099, 1975).