



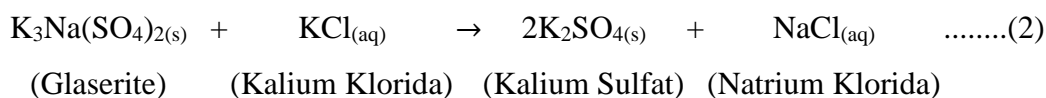
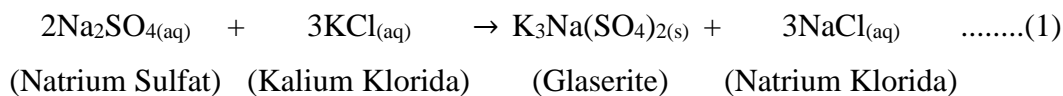
BAB II

URAIAN DAN SELEKSI PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

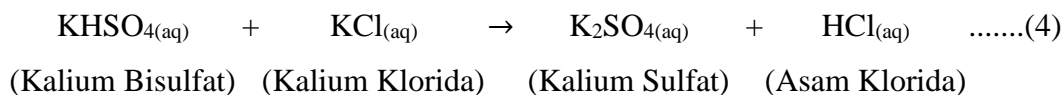
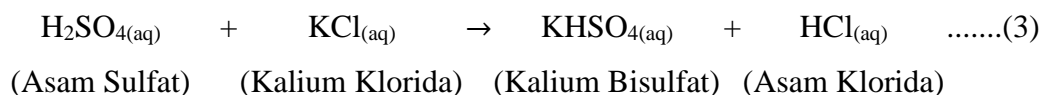
Ada beberapa macam produksi kalium sulfat sebagai berikut:

1. Kalium sulfat dari natrium sulfat dan kalium klorida dengan proses presipitasi glaserite



Pembuatan kalium sulfat ini menggunakan bahan baku berupa natrium sulfat dan kalium klorida. Hasilnya berupa suspensi glaserite. Dekomposisi glaserit dengan kalium klorida dan air menghasilkan kalium sulfat dan larutan sulfat yang dikembalikan pada tahap pembentukan glaserit. Larutan glaserit didinginkan pada suhu +3 hingga -8°C sehingga terbentuk mirabilit dan larutan klorida. Penguapan larutan klorida menghasilkan natrium klorida dan larutan klorida pekat. Larutan klorida pekat ini dicampur dengan mirabilit. Suspensi hasil pencampuran ini dialirkan menuju tahap pembentukan glaserite (US Patent 4215100, 1980).

2. Kalium sulfat dari asam sulfat dan kalium klorida dengan proses Mannheim

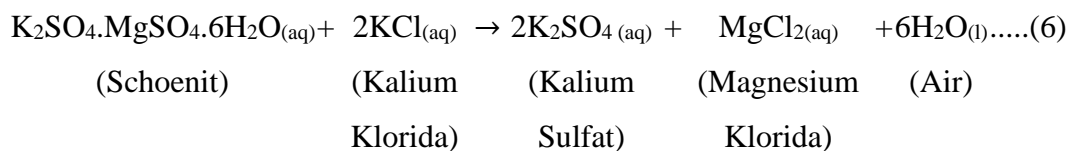
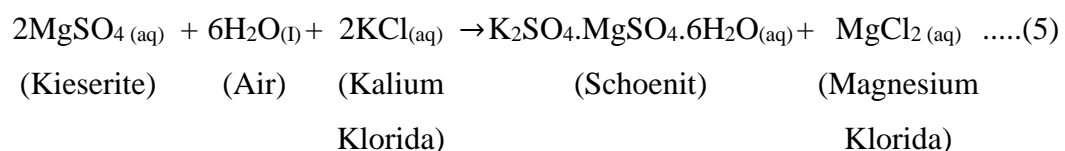


Proses produksi kalium sulfat dengan proses presipitasi kalium bisulfat terdiri dari dua tahap reaksi yaitu tahap pertama bersifat eksotermik pada suhu rendah dan tahap kedua bersifat endotermik pada suhu tinggi (600–700°C). Untuk mengurangi kandungan klorida, digunakan sedikit asam sulfat berlebih yang kemudian dinetralkan dengan kalsium atau



kalium karbonat. Proses berlangsung dalam tungku pelat tertutup, tempat campuran kalium klorida dan asam sulfat diaduk dan dipanaskan, menghasilkan kalium sulfat dan gas hidrogen klorida. Gas ini dapat digunakan untuk membuat asam klorida atau produk kimia lainnya. Proses presipitasi kalium bisulfat banyak digunakan karena sederhana, menghasilkan rendemen tinggi, dan menghasilkan produk sampingan yang bermanfaat. Namun, kekurangannya meliputi konsumsi energi tinggi, korosi parah, dan biaya investasi tinggi (Ullmann, 2005).

3. Kalium sulfat dari kieserite dan kalium klorida dengan proses treatment kieserite



Proses yang banyak digunakan di Jerman, sulfat diperoleh dari kieserite ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) yang harus digiling halus atau direkristalisasi untuk membuat epsomite yang lebih reaktif. Proses satu tahap hanya menghasilkan sekitar 46% kalium, sehingga proses dua tahap yang lebih efisien sekarang digunakan, dengan hasil kalium sebesar 68% dan sulfat sebesar 83,7%. Tahap pertama mencampur kieserite atau epsomite dengan klorida dalam larutan sulfat daur ulang untuk membentuk schoenit dan air garam yang kaya magnesium klorida. Kristal schoenit kemudian direaksikan dengan kalium klorida tambahan untuk menghasilkan kalium sulfat. Produk tersebut dikeringkan, dikeringkan, dan menghasilkan kalium sulfat murni (53% K_2O , klorida <0,5%). Proses ini sensitif terhadap kandungan natrium jika rasio Na terlalu tinggi, glaserite akan terbentuk



sebagai ganti kalium sulfat. Oleh karena itu, kalium klorida yang digunakan harus murni. Efisiensi proses ditingkatkan dengan meminimalkan hilangnya kalium pada air garam limbah dan mendaur ulang larutan kaya kalium (Ullmann, 2005).

II.2 Pemilihan Proses

Perbandingan proses dalam produksi kalium sulfat sebagai berikut:

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Kalium Sulfat

Bahan	Natrium Sulfat (Na_2SO_4) dan Kalium Klorida (KCl)	Asam sulfat (H_2SO_4) dan Kalium Klorida (KCl)	Kieserite (MgSO_4) dan Kalium Klorida (KCl)
Proses	Presipitasi glaserite	Mannheim	Treatment of Kieserite
Produk samping	Natrium Klorida (NaCl)	Asam Klorida (HCl)	Magnesium Klorida (MgCl_2) dan Asam Klorida (HCl)
Suhu operasi	15 – 50°C	600 – 700°C	70°C
Bahan tambahan	Air (H_2O)	Kalsium Karbonat (CaCO_3) dan Air (H_2O)	Air (H_2O)
Konversi	94,2%	95%	93,9%
Yield	98,7%	95%	68%
Kelebihan	Produk samping berupa padatan sehingga mudah dipisahkan	Bahan tambahan hanya kalsium karbonat sebagai penetral dan air	Bahan tambahan hanya air sebagai pengencer



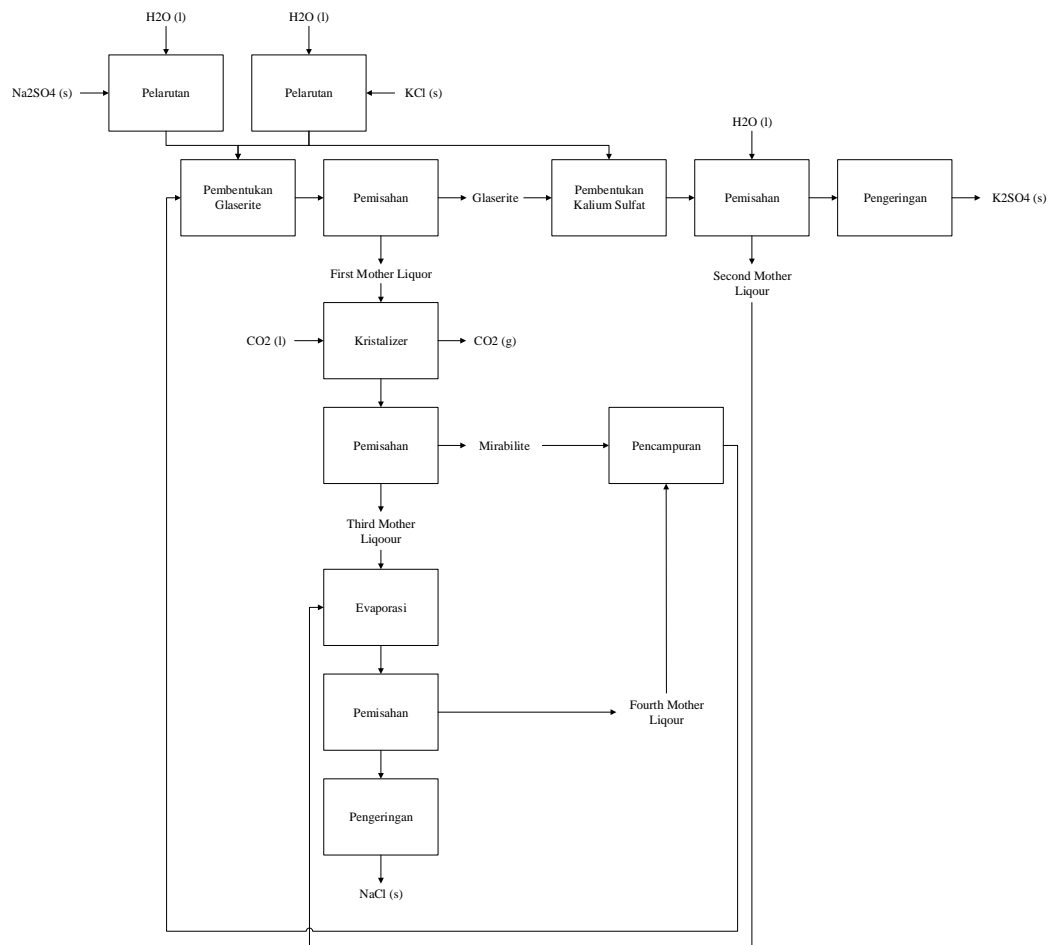
Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kalium Sulfat dari Natrium Sulfat dan Kalium Klorida dengan Proses Presipitasi Glaserite

	Suhu operasi dapat dilakukan pada suhu rendah bahkan pada suhu ruang Bahan tambahan hanya air sebagai pengencer Yield yang didapat lebih banyak dibandingkan proses lain	untuk menyerap produk samping	
Kekurangan	Proses pengolahan produk samping lebih panjang	Konsumsi energi operasi sangat tinggi Korosifitas yang tinggi	Yield yang didapat lebih rendah dari proses lainnya Proses reaksi sangat lambat Harus dihaluskan sebelum direaksikan

Oleh karena itu, pabrik kalium sulfat kali ini akan dibuat dari bahan natrium sulfat dan kalium klorida dengan proses presipitasi glaserite.

II.3 Uraian Proses



Gambar II.1 Diagram Alir Pembuatan Kalium Sulfat

Proses pembuatan kalium sulfat (K_2SO_4) dibagi menjadi dua tahap yaitu:

1. Proses pembentukan glaserite ($K_3Na(SO_4)_2$)

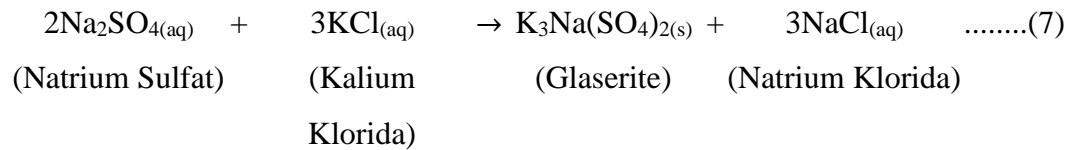
Natrium sulfat (Na_2SO_4) dan kalium klorida (KCl) masing-masing dilarutkan hingga konsentrasi 34,36% untuk larutan natrium sulfat dan 33,30% larutan kalium klorida. Kedua larutan ini dimasukkan ke dalam reaktor secara bersamaan dengan rasio yang tepat. Proses ini akan menghasilkan suspensi glaserite. Pembentukan suspensi ini tidak hanya menggunakan bahan baku utama (natrium sulfat dan kalium klorida), tetapi juga memanfaatkan "*return solutions*" (larutan balik) dari tahapan lain dalam proses.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kalium Sulfat dari Natrium Sulfat dan Kalium Klorida dengan Proses Presipitasi Glaserite



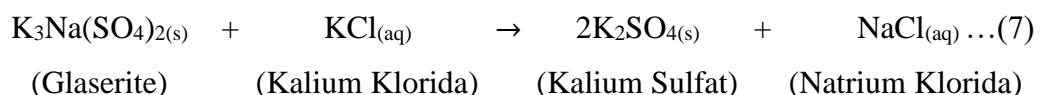
Reaksi ini dilakukan pada suhu 25°C, sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam pembentukan glaserite ini yaitu 60 menit. Suspensi glaserite yang diperoleh dialirkan menuju *thickener* dan *centrifuge*. Proses sentrifugasi dilakukan pada rasio cair:padat yaitu 0,7 – 1,0. Hasil proses sentrifugasi yaitu glaserit padat dan larutan glaserite. Larutan glaserite ini disebut sebagai *first mother liquor*. Larutan glaserite memiliki komposisi sebagai berikut:

- a. Na_2SO_4 = 5 – 6% berat
- b. KCl = 7 – 7,5% berat
- c. NaCl = 16 – 17% berat
- d. H_2O = sisanya (seimbang) pada suhu 20 – 25°C

Glaserite padat yang telah dipisahkan akan menuju ke tahap kedua yaitu proses dekomposisi glaserite menjadi kalium sulfat dengan adanya KCl dan air. Sementara itu, larutan glaserite akan menuju ke tahap ketiga untuk mendapatkan produk samping NaCl .

2. Dekomposisi glaserite menjadi kalium sulfat (K_2SO_4)

Proses dekomposisi glaserite menjadi kalium sulfat dilakukan pada suhu 30°C selama 45 menit. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Hasil proses dekomposisi yaitu suspensi yang mengandung kalium sulfat dan larutan sulfat. Larutan sulfat ini disebut *second mother liquor*. Suspensi ini dialirkan menuju *centrifuge* untuk memisahkan endapan kalium sulfat dari *second mother liquor*. Komposisi *second mother liquor* sebagai berikut:

- a. Na_2SO_4 = 2 – 3% berat
- b. KCl = 21% berat
- c. NaCl = 4 – 5% berat
- d. H_2O = sisanya (seimbang) pada suhu 20 – 25°C



Kemudian, larutan sulfat dialirkan ke tahap evaporator. Kalium sulfat dicuci kemudian dikeringkan agar menghasilkan kalium sulfat padat yang kering.

3. Pengolahan *first mother liquor* (larutan glaserite)

Larutan glaserite dimasukkan ke dalam *crystallizer* yang didinginkan oleh CO₂ sampai suhu 0°C untuk meningkatkan persentase ekstraksi ion kalium dan sulfat ke dalam produk kalium sulfat. Hasil dari proses pendinginan ini berupa campuran padatan mirabilit (Na₂SO₄·10H₂O) dan larutan. Akibat penurunan suhu ini, mirabilit mengendap dan memisahkan diri dari larutan karena kelarutan mirabilit menurun pada suhu rendah. Proses ini disebut *frozen out*. Jika suhu pendinginan di atas 3°C, jumlah mirabilit yang diperoleh lebih rendah karena kelarutan mirabilit akan lebih tinggi. Namun, jika suhu pendinginan di bawah -8°C, mirabilit yang diperoleh mengandung sejumlah pengotor NaCl yang tidak diinginkan sehingga kemurnian mirabilit rendah.

Campuran yang terbentuk dialirkan ke *centrifuge* untuk dipisahkan lebih lanjut dari sisa larutan klorida. Komposisi *third mother liquor* sebagai berikut:

- a. Na₂SO₄ = 1 – 2% berat
- b. KCl = 7 – 8% berat
- c. NaCl = 19 – 20% berat
- d. H₂O = sisanya (seimbang) pada suhu 0°C

Larutan klorida ini dialirkan menuju evaporasi untuk proses penguapan. Hasil proses penguapan ini yaitu suspensi yang terdiri dari kristal NaCl dan larutan sisa dari penguapan (*fourth mother liquor*). Penguapan ini menyebabkan konsentrasi NaCl meningkat hingga mencapai titik jenuh sehingga NaCl membentuk fase padat. Suspensi dialirkan menuju *centrifuge* untuk memisahkan kristal NaCl dari *fourth mother liquor*. Komposisi *fourth mother liquor* sebagai berikut:

- a. Na₂SO₄ = 3 – 4% berat
- b. KCl = 15 – 16% berat
- c. NaCl = 17 – 18% berat
- d. H₂O = sisanya (seimbang) pada suhu 100°C



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kalium Sulfat dari Natrium Sulfat dan Kalium Klorida dengan Proses Presipitasi Glaserite

Fourth mother liquor ini dicampurkan dengan mirabilit padat yang telah diperoleh ke dalam bejana perantara. Suspensi hasil pencampuran ini dialirkan ke tahap pertama pembentukan glaserite.