



BAB II

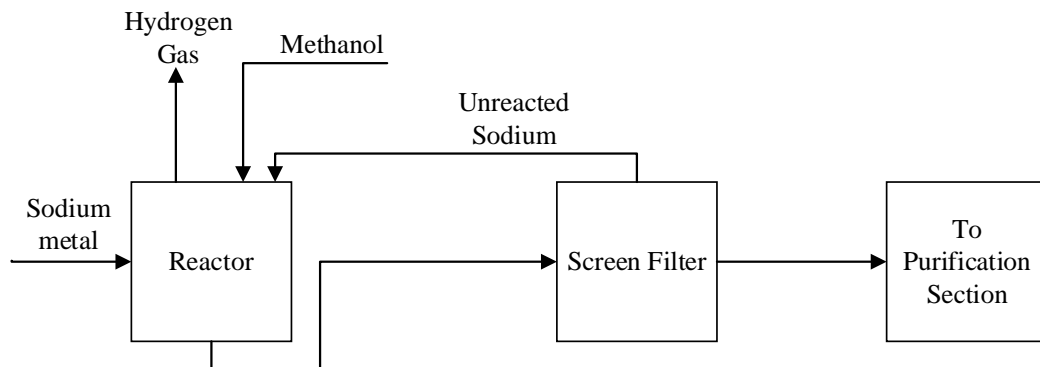
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Natrium metoksida atau natrium metilat banyak digunakan dalam berbagai aplikasi dalam sintesis organik dalam reaksi kondensasi dan esterifikasi dan dalam reaksi transesterifikasi yang bertindak sebagai katalis homogen basa, menjadi cara utama untuk memperoleh biodiesel. Dalam industri farmasi, natrium metoksida digunakan, misalnya, dalam produksi vitamin (Bastos, 2013). Dalam proses pembuatan sodium methylate terdapat beberapa metode berdasarkan bahan baku yang digunakan yaitu sebagai berikut

- a. Pembuatan Sodium Methylate dari Logam Natrium dan Metanol dengan Proses Reaktor alir Tangki Berpengaduk
- b. Pembuatan Sodium Methylate dari Natrium Klorida dan Metanol dengan Proses Reaktor Elektrolisis

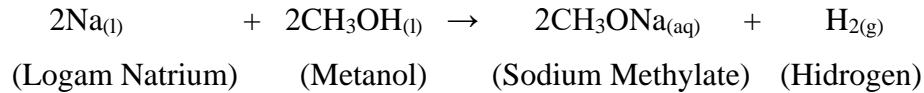
II.1.1 Pembuatan Sodium Methylate Dari Methanol dan Logam Natrium dengan Proses Reaktor Alir Tangki Berpengaduk



Gambar II. 1 Aliran Proses Pembuatan Sodium Methylate dari Methanol dan Logam Natrium dengan Proses Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

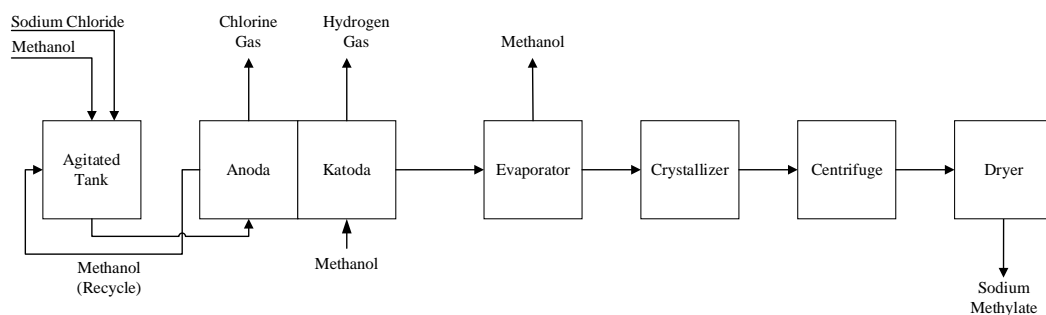
Dalam proses ini, Na dicairkan dan dimasukkan ke dalam bejana berjaket yang diaduk, bereaksi dengan metanol dalam reaksi yang sangat eksotermik. Oleh karena itu, laju aliran massa metanol dikontrol sehingga suhu di dalam reaktor tetap berada dalam kisaran 80 hingga 86°C dan konsentrasi NaOCH₃ tidak melebihi 28%

berat untuk mencegah penumpukan natrium dan tekanan berlebih pada reaktor. Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut:



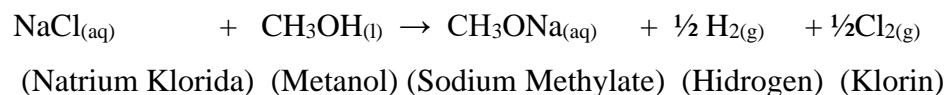
Direkomendasikan laju aliran massa metanol 8 hingga 10 kali massa natrium cair, menggunakan reaktor yang diisi hingga 60 % dengan cairan yang bereaksi. Karena pelepasan H₂ dalam reaksi, gas inert (N₂) digunakan selama fase start-up dan shutdown, dan reaktor diberi tekanan untuk menjaga atmosfer bebas oksigen dan menghindari bahaya ledakan (US Patent H1697, 1997).

II.1.2 Pembuatan Sodium Methylate Dari Metanol dan Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis



Gambar II. 2 Aliran Proses Pembuatan Sodium Methylate dari Metanol dan Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis

Pada proses ini NaCl dan metanol akan direaksikan dan dipisahkan produk sampingnya sekaligus pada satu buah tempat menggunakan sistem elektrolisis dengan arus listrik searah (DC). Untuk meminimalisir kandungan air yang masuk ke dalam proses, maka bahan yang digunakan harus memiliki konsentrasi tinggi. Adapun reaksi yang akan terjadi di dalam sel elektrolisis adalah sebagai berikut:



Proses ini akan berlangsung secara kontinyu dengan menggunakan sel elektrolisis dengan dua bagian yaitu bagian katoda dan anoda. Masing-masing bagian akan dibatasi dengan sebuah membran. Sodium methylate yang dihasilkan pada reaktor akan dipekatkan menggunakan evaporator. Setelah dipekatkan,



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Sodium Methylate Dari Methanol Dan Sodium Chloride Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”

sodium methylate dimasukkan ke dalam *crystallizer* untuk membentuk kristal padat dan dikeringkan sebelum disimpan dalam fase padat (US Patent 5425856, 1995)

II.2 Seleksi Proses

Berikut terdapat perbandingan antara keempat proses pembuatan Sodium Methylate yang disajikan dalam sebuah tabel.

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Sodium Methylate

Keterangan	Proses	
	Proses Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (US Patent H1697, 1997)	Proses Reaktor Elektrolisis (US Patent 11174559 B2, 2021)
Bahan Baku	Logam Natrium, Metanol dan Nitrogen	Natrium Klorida dan Metanol
Ketersediaan Bahan Baku	Logam Natrium sulit diperoleh karena membutuhkan proses pemanasan dengan suhu tinggi	Natrium Klorida mudah diperoleh dan harga bahan murah
Reaktor	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk	Reaktor Elektrolisis
Produk Samping	Gas Hidrogen	Gas Hidrogen dan Gas Klorin
Konversi	85%	98%
Reaksi Kimia	Eksotermis	Endotermis

Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan sodium methylate dari natrium klorida dan methanol dengan proses elektrolisis, dengan beberapa pertimbangan :

1. Dari segi biaya bahan baku, natrium klorida memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan penggunaan logam natrium.
2. Proses elektrolisis menghasilkan reaksi endotermis, sedangkan proses dengan reaktor alir tangki berpengaduk menghasilkan reaksi yang eksotermis yang tinggi sehingga membutuhkan pengontrolan yang sulit.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Sodium Methylate Dari Methanol Dan Sodium Chloride Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”

II.3 Uraian Proses

Bahan baku meliputi metanol dari PT. Kaltim Methanol Industri dengan kemurnian 99,9% yang disimpan pada tangki penyimpanan dan natrium klorida dari PT. UNIChemCandi Indonesia dengan kemurnian 99,78% yang disimpan pada gudang penyimpanan dengan kondisi masing-masing bahan pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C. Metanol dalam fase cair disimpan dalam tangki penyimpanan lalu diumpankan menggunakan pompa menuju mixer untuk dilakukan proses pencampuran dengan natrium klorida. Kemudian, natrium klorida dari gudang penyimpanan diumpankan menggunakan screw conveyor dan bucket elevator kemudian bawa menuju tangki hopper kemudian diumpankan ke mixer untuk dicampurkan dengan methanol. Selanjutnya, larutan natrium klorida dalam metanol diumpankan menuju heater hingga suhu 40°C dengan tujuan untuk memanaskan larutan sesuai dengan kondisi operasi reaktor kemudian diumpankan ke reaktor elektrolisis bagian anoda dengan menggunakan pompa.

Proses pembentukan sodium methylate menggunakan bahan baku metanol dan natrium klorida didasarkan oleh reaksi proses elektrolisis sehingga menggunakan reaktor elektrolisis. Reaksi yang terjadi antara metanol dengan natrium klorida bersifat endotermis. Reaksi antara metanol dan Natrium Klorida terjadi karena adanya reaksi elektrolisis dengan arus listrik searah (DC).

Reaktor elektrolisis memiliki dua buah bagian yaitu bagian katoda dan anoda. Masing-masing bagian reaktor dipisahkan dengan pembatas berupa membran NaSICON (*Sodium Super Ionic Conductor*). Larutan natrium klorida dalam metanol yang sudah dinaikkan suhunya diumpankan ke reaktor bagian anoda. Pada bagian anoda terdapat arus listrik searah yang bermuatan positif, sehingga Natrium Klorida akan terurai menjadi Ion Natrium (Na^+) dan Ion Klorin (Cl^-). Natrium Klorida dapat terurai karena elektroda bermuatan positif pada bagian anoda akan menyerap Ion Klorin (Cl^-) yang bermuatan negatif. Elektron yang diserap nantinya akan dialirkan dari anoda menuju katoda, sehingga Ion Klorin (Cl^-) akan kehilangan muatan atau teroksidasi menghasilkan gas klorin (Cl_2) sebagai produk samping. Metanol yang

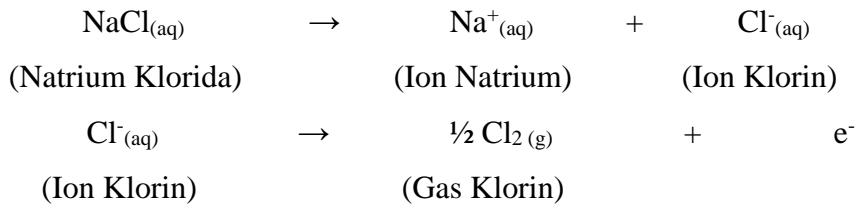


PRA RANCANGAN PABRIK

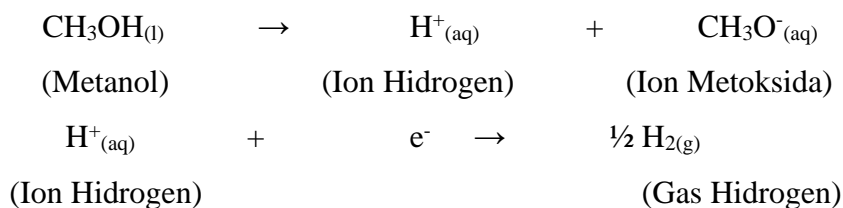
“Pabrik Sodium Methylate Dari Methanol Dan Sodium Chloride Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”

tersisa dari hasil reaksi reaktor elektrolisis bagian anoda diumpangkan kembali menuju mixer.

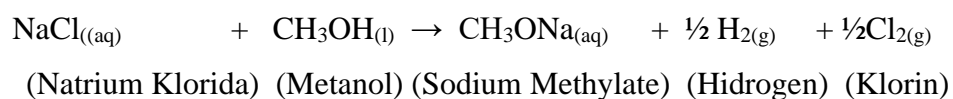
Reaksi yang terjadi pada bagian anoda yaitu sebagai berikut :



Ion Natrium (Na^+) akan berdifusi melalui membran NaSICON menuju bagian katoda sehingga Ion Natrium (Na^+) akan mengisi bagian katoda. Pada bagian katoda diumpangkan metanol dengan fase cair yang dipompakan dari tangki penyimpanan metanol menuju heater untuk dinaikkan suhunya menjadi 40°C dengan tujuan untuk menyesuaikan suhu umpan dengan kondisi operasi reaktor. Setelah dinaikkan suhunya menggunakan heater, metanol dipompakan menuju reaktor bagian katoda. Pada bagian katoda Metanol akan terurai menjadi Ion Metoksida (CH_3O^-) dan Ion Hidrogen (H^+). Metanol dapat terurai karena elektroda bermuatan negatif pada bagian katoda akan menyerap Ion Hidrogen (H^+) yang bermuatan positif. Elektron yang diserap dari anoda pada proses oksidasi gas klorin akan berpindah ke bagian katoda, sehingga ditangkap oleh Ion Hidrogen (H^+) dan terjadi reduksi sehingga membentuk gas Hidrogen sebagai produk samping. Reaksi yang terjadi pada bagian katoda yaitu sebagai berikut :



Reaksi pembentukan Sodium Methylate terjadi pada bagian katoda. Reaksi terjadi antara Ion Natrium (Na^+) dengan Ion Metoksida (CH_3O^-) sehingga membentuk Sodium Methylate. Reaksi pembentukan produk sodium methylate yaitu sebagai berikut :





PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Sodium Methylate Dari Methanol Dan Sodium Chloride Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”

Produk Sodium Methylate yang dihasilkan pada bagian katoda selanjutnya dipompakan menuju evaporator untuk dilakukan proses pemekatan. Produk samping yang dihasilkan pada bagian anoda yaitu berupa gas klorin. Gas klorin keluaran reaktor dinaikkan tekanannya dengan cara dikompres menggunakan kompresor dari tekanan 1 atm menjadi 10 atm, kemudian dikondensasi hingga menjadi fasa cair menggunakan kondensor pada suhu 30°C dan disimpan pada tangki. Sedangkan produk samping berupa gas hidrogen pada bagian katoda didinginkan dengan cooler dari suhu 40°C sampai suhu 30°C dan disimpan pada tangki.

Sodium Methylate yang keluar dari reaktor elektrolisis bagian katoda diumpankan ke evaporator untuk proses pemekatan sampai dengan kadar sekitar 30% dengan menguapkan metanol. Evaporator bekerja pada tekanan 1 atm dengan suhu 80°C . Uap metanol dan air dari evaporator kemudian diumpankan ke kondensor untuk diubah fasenya menjadi fase cair untuk diumpankan kembali ke reaktor elektrolisis bagian katoda. Larutan sodium methylate dari evaporator kemudian diumpankan ke crystallizer untuk mengkristalkan sodium methylate dengan suhu crystallizer 50°C .

Produk kristal sodium methylate basah kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan kristal sodium methylate dan filtrat berupa mother liquor. Mother liquor diumpankan kembali ke dalam crystallizer dan kristal sodium methylate diumpankan ke rotary dryer untuk proses pengeringan. Dalam rotary dryer kristal sodium methylate akan dikurangi kadar airnya dengan bantuan udara panas yang dialirkan secara berlawanan arah. Udara panas diambil dari udara bebas menggunakan blower, kemudian dipanaskan oleh heater hingga mencapai suhu 70°C . Udara panas dan padatan produk yang terikut udara panas akan keluar menuju cyclone. Dalam cyclone, udara akan dibersihkan dari padatan sodium methylate sehingga udara bersih dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan sodium methylate diumpankan menuju cooling conveyor bersama dengan produk keluar dari rotary dryer untuk proses pendinginan sampai suhu kamar 30°C . Kemudian, kristal sodium methylate diumpankan menuju ball mill untuk dilakukan pengecilan ukuran. Kemudian, diumpankan menuju silo penyimpanan produk sodium



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Sodium Methylate Dari Methanol Dan Sodium Chloride Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”

methylate dengan menggunakan bucket elevator. Kemudian masuk ke dalam gudang penyimpanan sodium methylate.