



BAB II

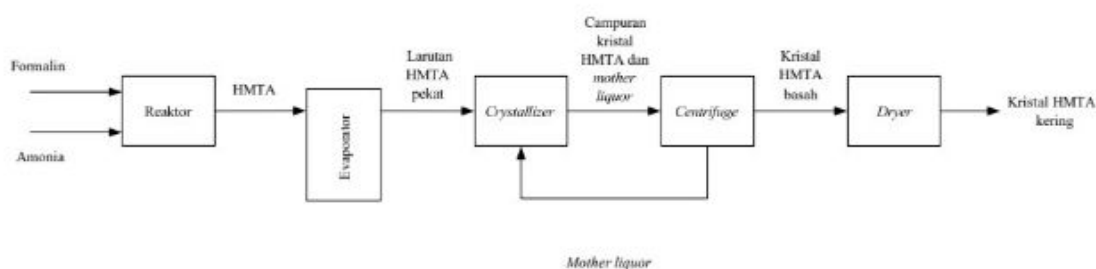
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Tinjauan Proses

Pembuatan hexametenatetramina dapat dilakukan dengan cara mereaksikan amonia dan formalin menghasilkan air sebagai produk samping. Secara umum pembuatan heksametilentetramina dapat diproduksi dengan proses berikut ini:

1. Proses Weiss
2. Proses Maclean
3. Proses Millikan

II.1.1. Proses Weiss



Gambar II.1. Proses Weiss

Proses Weiss dikembangkan oleh Samuel Weiss pada tahun 1968 dengan mereaksikan 30-50% formaldehida dan amonia. Larutan formaldehida dari tangki dialirkan pada reaktor, kemudian gas amonia dari tangki dialirkan pada bagian bawah reaktor. Pada reaktor terjadi reaksi antara formaldehida dengan amonia membentuk hexametenatetramina (HMTA). Persamaan reaksi:

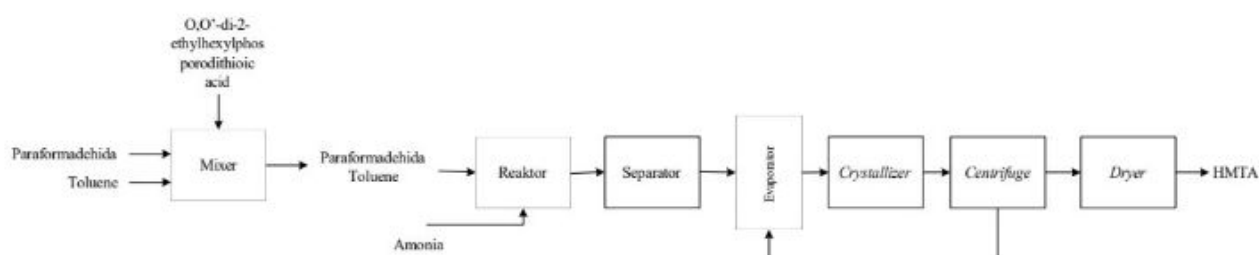


Reaksi berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur operasi 50-90°C dengan waktu tinggal 1-10 menit, dimana rentang pH antara 7.0-8.0. Reaksi memiliki yield



99% dan produk keluar reaktor berupa larutan hexametenatetramina encer dengan konsentrasi 25-35%. Larutan hexametenatetramina kemudian dipekatkan pada evaporator. Selanjutnya, larutan hexametenatetramina diumpankan ke dalam crystallizer. Kristal dan mother liquor kemudian keluar dari pan crystallizer untuk proses pemisahan cake dan filtrat. Filtrat berupa mother liquor akan kembali menuju evaporator, sedangkan kristal basah akan dialirkan ke rotary dryer (*United Stated Patent Office, 3538199, 1970*).

II.1.2. Proses Maclean

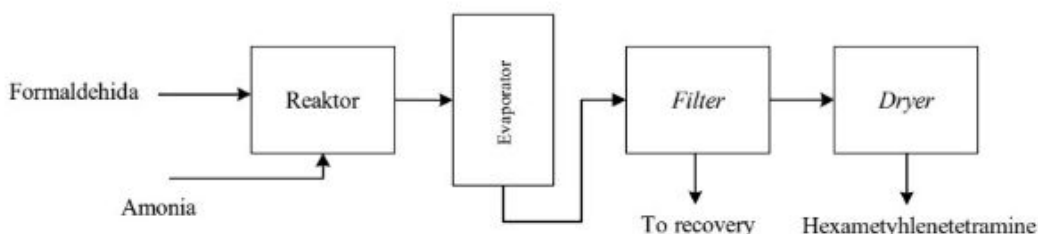


Gambar II.2. Proses Maclean

Proses Maclean dikembangkan oleh Alexander F. Maclean pada tahun 1949 dengan mereaksikan formaldehida dan amonia. Feed diumpankan menuju reaktor pada kondisi operasi 20-70°C selama 5-30 menit, dimana pH di range 7.0-8.0. Hasil dari reaksi kemudian diumpankan ke evaporator vakum pada temperatur dibawah 70°C dengan tekanan 20 inHg, yang berfungsi untuk memekatkan hexametenatetramina. Kemudian, slurry hexametenatetramina dipisahkan menggunakan centrifuge, dimana mother liquor akan didaur ulang kembali ke evaporator untuk memekatkan sisa hexameteintetramina dalam larutan. Hexametenatetramina dalam bentuk cake dikeringkan dengan dryer. Pada proses ini menghasilkan yield 90-95% dengan kadar produk 98%. (*United Stated Patent Office, 2640826, 1953*).



II.1.3. Proses Millikan



Gambar II.3. Proses Millikan

Proses Millikan dikembangkan oleh Allen F. Millikan pada tahun 1960 dengan mereaksikan formaldehida dan amonia pada suatu reaktor dengan suhu 60°C . Pada proses 4 mol amonia bereaksi dengan 6 mol formaldehida (dalam bentuk paraformaldehida) yang terlarut dalam suspensi hidrokarbon ringan, menghasilkan 1 mol hexamine dan 6 mol air sebagai produk samping. Secara umum, campuran amonia, paraformaldehida, dan hidrokarbon hanya dipanaskan untuk memproduksi hexametenatetramina. Setelah bereaksi selama 20 menit, larutan diuapkan untuk meningkatkan konsentrasi produk yang dihasilkan. Selanjutnya, hexametenatetramina diumpankan ke dalam centrifuge. Paraformaldehida padat didispersikan dalam hidrokarbon ringan, dan gas amonia kering dialirkan melalui campuran tersebut. Hidrokarbon yang digunakan sebagai media reaksi dapat berupa hidrokarbon ringan yang sesuai, seperti minyak mineral ringan, atau hidrokarbon murni seperti pentana, heksana, benzena, atau toluena. Reaksi antara amonia dan paraformaldehida sangat eksotermik dengan temperatur $50-90^{\circ}\text{C}$, tergantung pada jenis dan jumlah media reaksi hidrokarbon yang digunakan. Reaksi sebaiknya dilakukan pada titik didih azeotrop air-hidrokarbon atau dalam kondisi refluks total untuk hidrokarbon murni agar dapat memfasilitasi penghilangan air sebagai produk samping (*United Stated Patent Office, 3061608, 1962*).



II.2. Seleksi Proses

Setiap pabrik tentunya memiliki parameter dalam menentukan proses mana yang sesuai untuk menghasilkan produk. Untuk merancang suatu pabrik terdapat banyak tahapan yang harus dipersiapkan. Salah satunya adalah seleksi proses. Seleksi proses berarti memilih prosedur yang dapat diterapkan pada produk yang ingin dihasilkan. Tabel berikut ini menunjukkan proses yang dipilih dari proses-proses yang telah diuraikan sebelumnya.

Tabel II.1. Seleksi Proses Hexametenatetramina

Parameter	Proses		
	Millikan	MacLean	Weiss
Bahan Baku	Amonia- Paraformaldehida	Amonia - Formaldehida	Amonia - Formaldehida
Fase	Gas-Cair	Gas - Cair	Gas - Cair
Yield	99%	90 - 95%	99%
Temperatur Reaksi	50 - 90°C	20 - 70°C	50 -90°C
Waktu Reaksi	20 menit	5 - 30 menit	1 - 10 menit
Katalis	O,O'-di-2- ethylhexylphosphorodithioicacid	-	-
Kadar Produk	95%	98%	99%
Proses	Rumit	Sederhana	Sederhana
Konversi	-	-	99,9%



Berdasarkan tabel II.1., maka dapat disimpulkan bahwa proses yang dipilih untuk pembuatan hexametenatetramina (HMTA) dari amonia dan formaldehida dalam fase cair (formalin) dengan proses Weiss dengan beberapa faktor pertimbangan yaitu:

1. Bahan baku tidak menggunakan paraformaldehida sehingga tidak perlu untuk disuspensikan terlebih dahulu
2. Proses yang dilakukan lebih mudah
3. Kondisi operasi yang digunakan terbilang cukup singkat selama 1-10 menit
4. Nilai yield dan konversi keluar reaktor yang diperoleh lebih tinggi yaitu 99% dan 99,9%

II.3. Uraian Proses

Pembuatan hexametenatetramina (HMTA) dari amonia dan formalin dengan proses Weiss dapat dilakukan dengan 3 tahapan proses yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Proses reaksi
3. Proses pemisahan dan pemurnian produk

II.3.1. Persiapan Produk

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi hexametenatetramina adalah amonia dan formalin. Amonia diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, sedangkan formalin disuplai dari PT Intanwijaya Internasional, Semarang dengan komposisi sebagai berikut:



Tabel II.2. Komposisi Amonia

No.	Komposisi	% Berat
1.	NH ₃	99,5%
2.	H ₂ O	0,5%
Total		100%

Tabel II.3. Komposisi Formalin

No.	Komposisi	% Berat
1.	CH ₂ O	37%
2.	CH ₃ OH	2,5%
3.	H ₂ O	60,5%
Total		100%

II.3.2. Proses reaksi

Larutan formalin 37% dari tangki dialirkan pada reaktor, kemudian gas amonia dari tangki dialirkan pada bagian bawah reaktor melalui sparger. Perbandingan amonia dan formalin pada proses ini adalah 0,673 : 1 mol rasio (*United State Patent Office No. 3538199, 1970*). Pada reaktor terjadi reaksi antara formalin dengan amonia membentuk hexametenatetramina. Reaksi yang terjadi :



Reaksi berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu operasi 75°C dengan waktu tinggal 10 menit. Reaksi memiliki konversi sebesar 99,9% dan produk keluar reaktor berupa larutan Hexametenatetramina encer dengan konsentrasi 25%.

II.3.3. Proses pemisahan dan pemurnian produk

Larutan hexametenatetramina dimasukkan ke dalam vertical separator untuk dipisahkan dari kandungan metanol dengan kondisi operasi pada tekanan



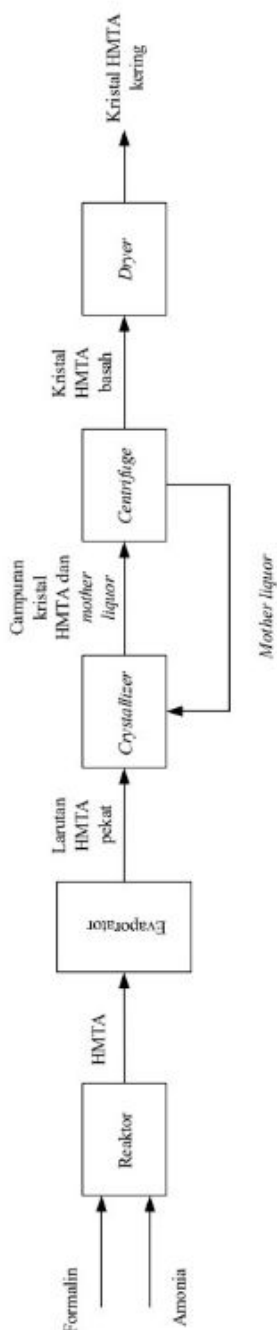
Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan Proses Weiss

vakum dan suhu 75°C . Kemudian larutan hexametenatetramina yang bebas metanol akan dipekatkan pada evaporator pada tekanan vakum dengan suhu operasi 90°C . Kemudian larutan hexametenatetramina yang telah dipekatkan dimasukkan ke dalam crystallizer dengan kondisi tekanan 1 atm dan suhu operasi 30°C . Produk dari crystallizer kemudian dialirkan menuju centrifuge untuk proses pemisahan antara cake dan filtrat. Filtrat yang berupa mother liquor akan direcycle kembali, sedangkan cake (kristal basah) akan dialirkan menuju rotary dryer melalui screw conveyor. Kemudian kristal dikeringkan menggunakan rotary dryer dengan bantuan udara panas secara counter-current dengan suhu 60°C . Udara panas dan padatan yang terbawa akan dipisahkan dengan alat cyclone, dimana udara panas dibuang menuju lingkungan, sedangkan padatan yang terpisah dialirkan bersamaan dengan produk bawah rotary dryer menuju cooling conveyor untuk didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Kemudian dialirkan dengan bucket elevator menuju ball mill untuk dikecilkan ukurannya. Hasil dari ball mill akan dialirkan menuju silo hexametenatetramina sebagai produk akhir.



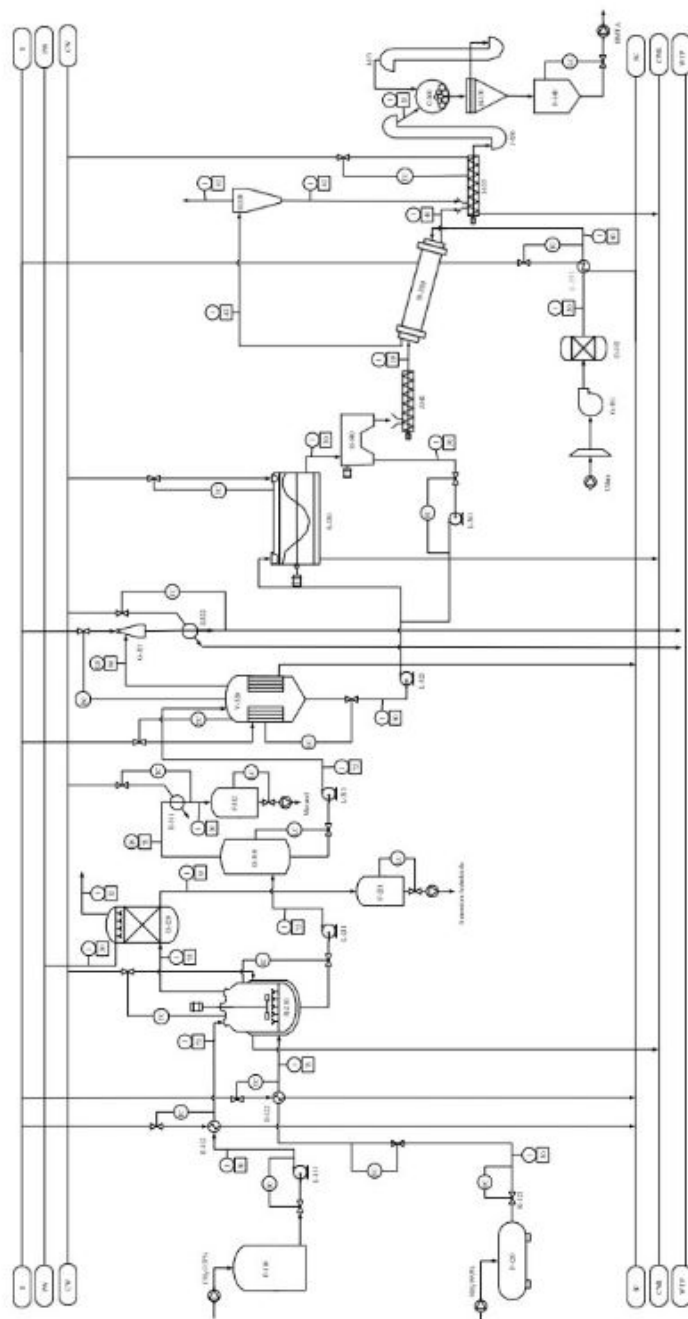
II.4. Diagram Alir



Gambar II.4. Diagram Alir Produksi Hexametenatetramina dengan Proses Weiss



II.5. Flowsheet Pengembangan



Gambar II.5. Flowsheet Pengembangan Produksi Hexametenatetramina dengan Proses Weiss