

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keberhasilan proses industri pada era perdagangan bebas sekarang ini sangat ditentukan oleh adanya sumber daya alam dan sumber daya manusia yang berkualitas. Indonesia sebagai salah satu negara yang mempunyai sumber daya alam maupun sumber daya manusia yang berlimpah sangat berpotensi untuk mengembangkan industri dalam negeri terutama industri-industri yang bersifat padat modal maupun padat teknologi dan mempunyai prospek pemasaran yang menguntungkan. Salah satu industri yang mempunyai persyaratan diatas adalah industri pembuatan formaldehid.

Pengembangan industri yang perlu mendapat perhatian pemerintah adalah pengembangan industri kimia dasar. Dengan berkembangnya industri ini akan membuka lapangan kerja baru bagi rakyat indonesia sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat indonesia. Peningkatan kebutuhan harus diimbangi dengan peningkatan industri, oleh sebab itu pemerintah telah menggalakkan pembangunan disektor industri terutama dalam bidang industri kimia dasar, salah satu diantaranya adalah pendirian pabrik formaldehid.

Formalin merupakan aldehida dengan rumus kimia  $\text{CH}_2\text{O}$  yang berbentuk gas atau cair yang dikenal sebagai formalin atau padatan yang dikenal sebagai *faraformaldehyde* atau *trioxane*. Formaldehid mempunyai banyak kegunaan diantaranya pada pembuatan produk kimia seperti melamin formaldehid, urea formaldehid, fenol formaldehid, dan *trioxane*. Selain itu, formaldehid juga digunakan dalam pembuatan bahan kimia antara lain sintesa 1,4-butanadiol, trimetilol propane dan *neophentilglisol* yang digunakan dalam pembuatan produk *plastic polyester*, *synthetic resin counting*, dan *synthetic lubricatingoils*. Pembentukan formaldehid merupakan reaksi metanol dengan katalis *molybdenum oxide* dan *vanadium oxide*. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dan dilakukan dalam reaktor plug aliran (PFR). (Kirk and Othmer 1965).

## 1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan meningkatnya kebutuhan Formaldehid sebagai bahan baku pembuatan produk kimia seperti, melamin formaldehid, urea formaldehid, fenol formaldehid, dan *trioxane*. Selain itu, formaldehid juga digunakan dalam pembuatan bahan kimia antara lain sintesa 1,4-butandiol, trimetilol propan dan *neophentil glikol* yang digunakan dalam pembuatan produk *plastic polyester*, *synthetic cresin counting*, dan *synthetic lubricatingoils* untuk kebutuhan dalam negeri, maka diperlukan suatu usaha untuk mendirikan pabrik Formaldehid. Tugas akhir ini memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik pembuatan Formaldehid dari bahan baku Metanol dan udara dengan proses *Dual Catalyst* dengan menggunakan katalis *Molybdenum oxide* dan *vanadium oxide*.

## 1.3 Tujuan

Tujuan perancangan pabrik formaldehid dengan proses *Dual Catalyst* adalah untuk memenuhi kebutuhan formaldehid, menerapkan disiplin ilmu teknik kimia khususnya di bidang praperancangan proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan kelayakan pabrik pembuatan formaldehid.

## 1.4 Manfaat

Manfaat prarancangan pabrik formaldehid ini adalah:

1. Secara teroris prarancangan ini dapat menambah pengetahuan tentang proses produksi formaldehid.
2. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan formaldehid di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara. .
3. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk formaldehid di ekspor.
4. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari prarancangan ini adalah mengetahui perancangan produksi formaldehid menggunakan bahan baku metanol dan udara, dengan menggunakan proses *dual catalyst* dengan proses flow diagram *hysys*, P&ID dan 3D plant, perhitungan neraca massa dan neraca energi, spesifikasi peralatan, unit utilitas, serta analisa ekonomi.

### 1.6 Kapasitas Perancangan

Pabrik kapasitas produksi pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin kecil kapasitas produksi maka semakin sedikit pula keuntungan, dan Semakin besar kapasitas produksinya maka keuntungan yang didapat juga akan semakin besar. Dalam menentukan kapasitas prarancangan pabrik formaldehid perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

#### 1.6.1 Kapasitas Produksi Pabrik Formaldehid

Data-data kapasitas pabrik yang telah beroperasi menghasilkan formaldehid di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1

**Tabel 1.1** Data Perusahaan formaldehid beserta kapasitas Produksi di Indonesia

| No | Nama Perusahaan                       | Kapasitas<br>(Ton/Tahun) | Lokasi                    |
|----|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1  | PT. Arjuna Utama Kimia                | 23.000                   | Surabaya dan Gresik       |
| 2  | PT. Dover <i>Chemical</i>             | 24.540                   | Serang dan Cilegon        |
| 3  | PT. Duta Pertiwi Nusantara            | 50.000                   | Pontianak                 |
| 4  | PT. Dyuno Mugi Indonesia              | 29.400                   | Aceh dan Medan            |
| 5  | PT. Pamolite <i>Adhesive Industry</i> | 36.000                   | Jawa Timur dan Malang     |
| 6  | PT. Sabak Indah                       | 36.000                   | Jambi dan Palembang       |
| 7  | PT. Belawandeli Chemical              | 30.000                   | Medan dan pekan baru      |
| 8  | PT. Putra Sumber Kimindo              | 48.000                   | Jambi                     |
| 9  | PT. Borneo Karya Persada              | 35.000                   | Samarinda dan Balik papan |

|       |                              |         |                               |
|-------|------------------------------|---------|-------------------------------|
| 10    | PT. Riau Indokimia Sejahtera | 28.000  | Pekanbaru dan Dumai           |
| 11    | PT. Mitra Kimia Nusantara    | 26.500  | Bandung dan tasikmalaya       |
| 12    | PT. Indoformalin Persada     | 22.000  | Banjarmasin dan Palangkaraya  |
| 13    | PT. Cipta Kimia Abadi        | 31.500  | Cilegon, Jakarta dan Karawang |
| Total |                              | 450.940 |                               |

(Kemenperindag, 2020)

**Tabel 1.2** Data Perusahaan formaldehid beserta kapasitas Produksi di Dunia

| No | Nama Perusahaan               | Kapasitas (Ton/Tahun) | Lokasi          |
|----|-------------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1. | PT. BASF                      | 180.000               | Jerman          |
| 2. | PT. Metafrax                  | 100.000               | Rusia           |
| 3. | PT. Georgia-Pacific Chemicals | 100.000               | Amerika Serikat |

(ICIS, 2022 )

### 1.6.2 Data Pabrik Konsumen Formaldehid di Indonesia

Data pabrik yang memerlukan formaldehid dapat dilihat pada Tabel 1.3

**Tabel 1.3** Pabrik Konsumen Formaldehid di Indonesia

| No  | Pabrik                            | Produk              |
|-----|-----------------------------------|---------------------|
| 1.  | PT Pamolite Adhesive Industry     | Urea Formaldehid    |
| 2.  | PT Arjuna Utama Kimia             | Urea Formaldehid    |
| 3.  | PT Korindo Arabima Sari           | Urea Formaldehid    |
| 4.  | PT Dyno Mugi Indonesia            | Urea Formaldehid    |
| 5.  | PT Superin                        | Urea Formaldehid    |
| 6.  | PT Intan Wijaya Internasional     | Urea Formaldehid    |
| 7.  | PT Batu Penggal Chemical Industri | Urea Formaldehid    |
| 8.  | PT Sabak Indah Jambi              | Urea Formaldehid    |
| 9.  | PT Dover Chemical                 | Urea Formaldehid    |
| 10. | PT Nusa prima Utama               | Urea Formaldehid    |
| 11. | PT Uforin Prajen                  | Urea Formaldehid    |
| 12. | PT Duta Pertiwi Nusantara         | Urea Formaldehid    |
| 13. | PT Borneo Karya Persada           | Fenol Formaldehid   |
| 14. | PT Sri Melamin Rezeki             | Melamin Formaldehid |
| 15. | PT DSM Kaltim melamin             | Melamin Formaldehid |

(Nasution, 2022)

### 1.6.3 Data Kebutuhan Formaldehid di Dunia

Salah satu negara yang membutuhkan formaldehid adalah Australia, Myanmar, German, Italy, dan Filipina. Berdasarkan data dari UN data kebutuhan formaldehid di dunia tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

**Tabel 1.4** Data Kebutuhan Formaldehid di Dunia

| Negara    | Kebutuhan (Ton/Tahun) |
|-----------|-----------------------|
| Australia | 4.767,135             |
| Myanmar   | 37.242,78             |
| German    | 877.009,1             |
| Italy     | 33.358,03             |
| Filipina  | 19.826,15             |

(United Nation data, 2020)

### 1.6.4 Kebutuhan Formaldehid di Indonesia

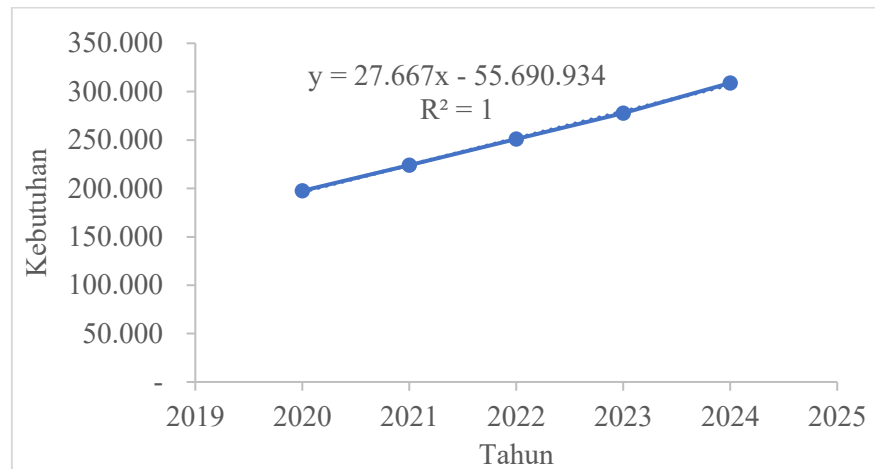
Konsumsi formaldehid menurut data statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan linear formaldehid di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Data konsumsi atau pemakaian akan formaldehid di Indonesia pada tahun 2020 sampai tahun 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.5.

**Tabel 1.5** Data Kebutuhan Formaldehid Di Indonesia

| No. | Tahun | Jumlah Kebutuhan (Ton/Tahun) |
|-----|-------|------------------------------|
| 1.  | 2020  | 197.494,65                   |
| 2.  | 2021  | 224.067,93                   |
| 3.  | 2022  | 250.918,99                   |
| 4.  | 2023  | 277.658,94                   |
| 5.  | 2024  | 309.034,38                   |

( Badan Pusat Statistik, 2025)

Dari data kebutuhan formaldehid diatas dapat dibuat grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi pada sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Grafik Konsumsi Formaldehid di Indonesia dari tahun 2020-2024

Perkiraan kebutuhan formaldehid di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 27.667x - 55.690.934$  dimana  $x$  sebagai tahun dan  $y$  sebagai jumlah kebutuhan formaldehid. Dengan persamaan di atas, diperkirakan untuk tahun 2028 kebutuhan konsumsi formaldehid di Indonesia sebesar 417.746,56 ton/tahun. Jumlah ini didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 y &= 27.667 (2030) - 55.690.934 \\
 &= 56.164.010 - 55.690.934 \\
 &= 473.076,89 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Prediksi data kebutuhan konsumsi pada tahun 2025 sampai 2030 menggunakan cara ekstrapolasi juga dapat dilihat pada Tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Data Ekstrapolasi Kebutuhan Konsumsi Formaldehid di Indonesia

| No. | Tahun | Jumlah Kebutuhan (Ton/Tahun) |
|-----|-------|------------------------------|
| 1.  | 2025  | 323.028,16                   |
| 2.  | 2026  | 348.761,26                   |
| 3.  | 2027  | 380.644,99                   |
| 4.  | 2028  | 417.742,56                   |
| 5.  | 2029  | 445.409,23                   |
| 6.  | 2030  | 473.076,89                   |

(Data Ekstrapolasi, 2025)

Berdasarkan Tabel 1.4 diatas dapat dilihat permintaan Formaldehid meningkat. Kebutuhan Pada tahun 2030 dapat diperkirakan ekstrapolasi dengan hasil 473.076 Ton/Tahun. Kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Produksi} &= \text{Data Kebutuhan Produksi} - \text{Kapasitas dalam Negeri} \\ &= 473.076 \text{ Ton/Tahun} - 450.940 \text{ Ton/Tahun} \\ &= 22.136 \text{ Ton/Tahun}\end{aligned}$$

Memperhatikan kebutuhan pasar domestik dan pasar dunia serta ketersediaan bahan baku, maka kapasitas produksi Formaldehid ditetapkan 100.000 Ton/Tahun memenuhi 22% kebutuhan Indonesia dan 78% kebutuhan dunia. Data distribusi ekspor formaldehid bisa di lihat pada tabel 1.7.

**Tabel 1.7** Data Tabel Distribusi Ekspor Formaldehid

| No    | Negara   | Kebutuhan (Ton/Tahun) |
|-------|----------|-----------------------|
| 1     | Filipina | 19.826,15             |
| 2     | Myanmar  | 37.242,78             |
| 3     | Vietnam  | 20.931,07             |
| Total |          | 78.000                |

### 1.6.5 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan formaldehid, yaitu metanol yang diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri dengan kapasitas 660.000 ton/tahun, memiliki konsentrasi 99% dan oksigen diperoleh dari PT. Pakita Jaya dengan kapasitas 330.000 ton/tahun dengan konsentrasi 99,1 % dalam fase cair. Mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kebutuhan akan formaldehid yang sangat besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut.

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi formaldehid, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan bakunya. Beberapa hal yang mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah:

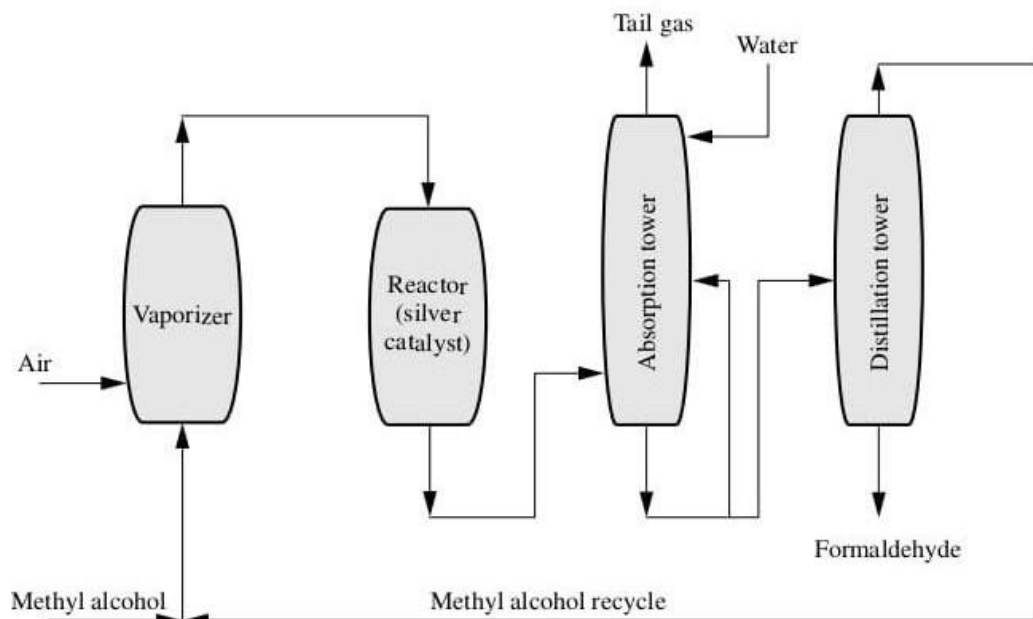
1. Bahan baku yang mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia.
2. Bahan baku tersedia cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

### 1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Pada dasarnya proses pembuatan formaldehid yang beragam memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Adapun beberapa proses pembuatan formaldehid sebagai berikut.

#### 1.7.1 Proses *Silver Catalyst*

Proses ini menggunakan katalis perak. Katalis ini mempunyai umur 3-8 bulan. Reaksi terjadi pada tekanan 2 atm dan suhu yang tinggi yaitu 600-650° C. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



**Gambar 1.2** Alur Proses *Silver Catalyst*

**Sumber :** (Othmer, 1965)

Pada proses ini udara yang di murnikan direaksikan dengan metanol dalam reaktor katalitik. Produk didinginkan dengan cepat selanjutnya dialirkan ke menara



absorber dimana metanol, air dan formaldehid terkondensasi di dasar menara. Untuk memurnikan produk sesuai dengan keinginan dilakukan pemurnian dengan proses distilasi. Konversi yang diperoleh dapat mencapai 65,1% dengan kemurnian keseluruhan mencapai 89,1% (MC. Ketta, 1977). Adapun analisa ekonomi awal proses silver catalyst dapat dilihat pada Tabel 1.8.

**Tabel 1.8** Analisa Ekonomi Awal Proses *Silver Catalyst*

| Parameter            | Bahan baku                                                                                                        |                                                        |                                                                                                               | Produk                                                  |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                      | Metanol                                                                                                           | Oksigen                                                | Katalis (Ag)                                                                                                  | Formaldehid                                             |
| Berat Molekul        | 32,04 gr/mol                                                                                                      | 32 gr/mol                                              | 108 gr/mol                                                                                                    | 30,0258 gr/mol                                          |
| Harga Per Kg         | Rp. 20.000                                                                                                        | Rp. 17.017                                             | Rp. 16.071.570                                                                                                | Rp. 42.000                                              |
| Kebutuhan            | 1 mol x 32,04 gr/mol<br>= 32,0419 gr<br>= 0,03204 kg                                                              | $\frac{1}{2}$ mol x 32 gr/mol<br>= 16 gr<br>= 0,016 kg | 3% x BM Katalis<br>= 0,03 x 108 gr/mol<br>= 3,24 gr/mol<br>= 1 mol x 3,24 gr/mol<br>= 3,24 gr<br>= 0,00324 kg | 1 mol x 30,0258 gr/mol<br>= 30,0258 gr<br>= 0,030025 kg |
| Harga Total          | 0,03204 kg x Rp. 20.000<br>= Rp.640.600,00                                                                        | 0,016 kg x Rp. 17.017<br>= Rp. 272,272                 | 0,00324 kg x Rp. 16.144.462<br>= Rp. 52.308,56                                                                | 0,030025 x Rp. 42.000<br>= Rp. 1.261.050,00             |
| Analisa Ekonomi Awal | Keuntungan = Harga Produk- Harga Bahan baku<br>= Rp. 1.261.050,00– (Rp. 667.672,27+Rp.52.308,56)<br>= Rp. 295.870 |                                                        |                                                                                                               |                                                         |

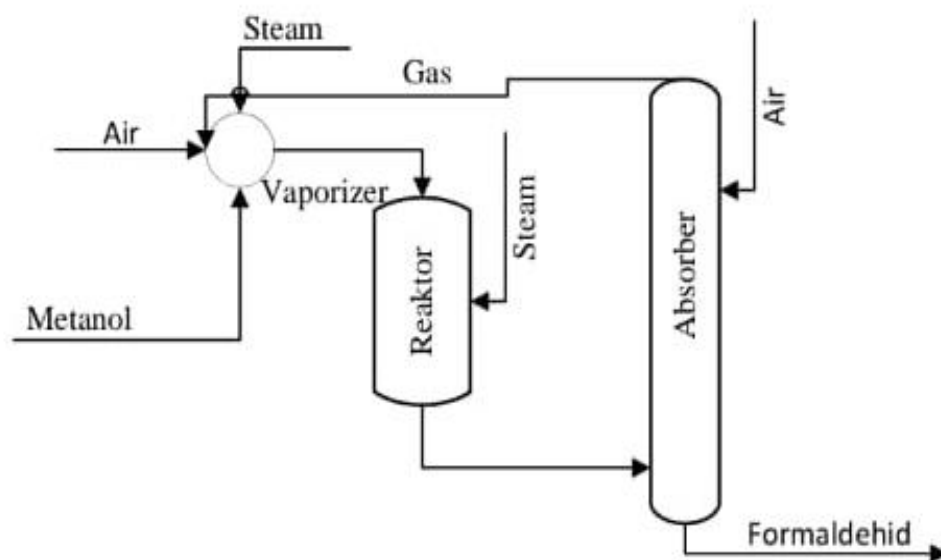
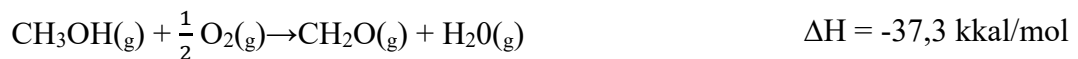
( Chemanalyst, 2025)

Dari perhitungan analisa ekonomi awal pada Tabel 1.8, terlihat bahwa harga beli bahan baku lebih murah dibandingkan harga jual produk. Namun harga katalis yang digunakan pada proses *silver catalyst* lebih mahal dibandingkan harga katalis pada proses *dual catalyst*.

### 1.7.2 Proses *Dual Catalyst*

Proses pembuatan formaldehid menggunakan metanol dan katalis *molybdenum oxide* dan *vanadium oxide*. Katalis ini mempunyai umur sekitar 2-5 tahun. Proses ini beroperasi pada suhu 300-400 °C, tekanannya 1-1,5 atm, reaksi nya bersifat eksotermis dan *irreversible*.

Reaksi yang terjadi :



**Gambar 1.4** Alur Proses *Dual Catalyst*

Sumber : (Othmer, Vol 12)

Umpan metanol di masukkan ke vaporizer pemanas steam bersama dengan campuran udara dan *off gas recycle* dari kolom absorpsi setelah dipanaskan terlebih dahulu. Selanjutnya dilewatkan pipa-pipa berisi katalis dalam *heat-exchanging reactor*. Proses oksidasi menggunakan oksigen dan temperatur dijaga sekitar 340°C dengan menggunakan minyak bertitik didih tinggi yang disirkulasikan di luar pipa untuk menyerap panas yang ditimbulkan selama reaksi.

Umpan metanol oksigen adalah campuran yang mudah terbakar, tetapi kandungan oksigen dapat dikurangi sampai sekitar > 10 % mol dengan cara

mengganti udara dengan gas buang dari menara absorpsi. Setelah meninggalkan reaktor, gas-gas didinginkan sampai 110°C dan selanjutnya diumpankan ke bagian bawah kolom absorpsi untuk menyerap formaldehid dengan menggunakan pelarut air. Hasil akhir mengandung formaldehid sampai 55 % berat dan 0,5-1,5% berat metanol. Konversi metanol sekitar 95-99% mol, dan kemurnian pabrik overall 88-91% mol (Ullman's, 1988). Adapun analisa ekonomi awal proses dual catalyst dapat dilihat pada Tabel 1.9.

**Tabel 1.9** Analisa Ekonomi Awal Proses *dual Catalyst*

| Parameter            | Bahan Baku                                                                                                                     |                                      |                                                                                                                           |                                                                                                                | Produk                                            |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                      | Metanol                                                                                                                        | Oksigen                              | Katalis<br>(V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )                                                                               | Katalis<br>MoO <sub>3</sub>                                                                                    | Formaldehid                                       |
| Berat Molekul        | 32,04 gr/mol                                                                                                                   | 32 gr/mol                            | 181,9 gr/mol                                                                                                              | 95,95 gr/mol                                                                                                   | 30,0258 gr/mol                                    |
| Harga Per Kg         | Rp. 20.000                                                                                                                     | Rp. 17.017                           | Rp. 873.400                                                                                                               | Rp.921.540                                                                                                     | Rp. 42.000                                        |
| Kebutuhan            | 1 mol x 32,04 gr/mol = 32,0419 gr = 0,03204 kg                                                                                 | ½ mol x 32 gr/mol = 16 gr = 0,016 kg | 3% x BM V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03 x 181,9 gr/mol = 5,457 gr/mol = 1 mol x 5,457 gr/mol = 5,457 gr = 0,00546 kg | 3% x BM MoO <sub>3</sub> = 0,03 x 95,95 gr/mol = 2,878 gr/mol = 1 mol x 2,878 gr/mol = 2,878 gr = 0,0028785 kg | 1 mol x 30,0258 gr/mol = 30,0258 gr = 0,030025 kg |
| Harga Total          | 0,03204 kg x Rp. 20.000 = Rp.640.600,00                                                                                        | 0,016 kg x Rp. 1.017 = Rp. 272,272   | 0,00546 kg x Rp. 873.400 = Rp. 4.768,76                                                                                   | 0,0028785 kg x Rp.921.540 = 2.652.65                                                                           | 0,030025 x Rp. 42.000 = Rp. 1.261.050,00          |
| Analisa Ekonomi Awal | Keuntungan = Harga Produk- Harga Bahan baku<br>= Rp. 1.261.050,00– (Rp. 912.872 + Rp. 4.768,76 + 2.652,65)<br>= Rp. 355.599,41 |                                      |                                                                                                                           |                                                                                                                |                                                   |

( Chemanalyst, 2025)

Dari Tabel 1.8 diatas dapat kita lihat bahwa perhitungan analisa ekonomi awal pada proses *dual catalyst* didapatkan keuntungan. Hasil analisa didapatkan

keuntungan 89 % dari harga bahan baku, maka perancangan pabrik formaldehid digunakan proses dual catalyst dengan katalis *molybdenum oxide* ( $\text{MoO}_3$ ) dan *vanadium oxide* ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ).

### 1.7.3 Perbandingan proses pembuatan formaldehid

Berdasarkan kedua proses diatas yaitu Proses *Silver Catalyst* dan *Dual Catalyst*. Kedua proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter yang ada sebagaimana dilihat pada Tabel 1.10

**Tabel 1.10** Perbandingan Proses Pembuatan Formaldehid

| Parameter            | <i>Silver Catalyst</i>                                                                                                                                                                                           | <i>Dual catalyst</i>                                                                                                                         |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konversi             | 65,1%                                                                                                                                                                                                            | 95-99%                                                                                                                                       |
| Suhu                 | 600°C –650°C                                                                                                                                                                                                     | 300°C –400°C                                                                                                                                 |
| Tekanan              | 2 atm                                                                                                                                                                                                            | 1-1,5 atm                                                                                                                                    |
| Reaksi               | $\text{CH}_3\text{OH} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ | $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ |
| Katalis/Umur Katalis | Ag/3-8 bulan                                                                                                                                                                                                     | <i>molybdenum oxide</i> ( $\text{MoO}_3$ ) dan <i>vanadium oxide</i> ( $\text{V}_2\text{O}_5$ )/2-5 tahun                                    |
| Kemurnian            | 89,1%                                                                                                                                                                                                            | 88-91%                                                                                                                                       |
| $\Delta H$           | -37,28 kkal/mol 20,31 kkal/mol                                                                                                                                                                                   | -37,3 kkal/mol                                                                                                                               |
| Keuntungan           | Rp. 295.870,76                                                                                                                                                                                                   | Rp 355.599,41                                                                                                                                |

( Mc.Ketta, 1984)

Berdasarkan Tabel 1.9 dapat dipilih yaitu proses pembuatan formaldehid dengan proses *Dual Catalyst* dengan pertimbangan sebagai berikut :

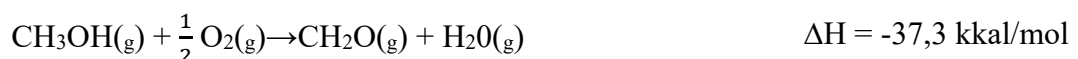
1. Proses berlangsung dengan suhu operasi yang rendah berkisar 300-400°C dibandingkan dengan proses lainnya.
2. Proses Dual Catalyst dapat dilakukan pada tekanan 1-1,5 atm sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi yang dipakai.
3. Konversi produk tertinggi sebesar 95% - 99% dibandingkan dengan proses lainnya.
4. Menggunakan katalis *molybdenum oxide* (MoO<sub>3</sub>) dan *vanadium oxide* (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). dalam proses *Dual Catalyst* dengan tujuan mempercepat reaksi dan meningkatkan konversi produk.
6. Keuntungan yang di dapat dalam proses *Dual Catalyst* lebih besar dari pada proses lainnya

### 1.8 Uraian Proses

Bahan baku oksigen pada suhu -182°C dan tekanan 22 psi kemudian di alirkan menuju *heater* (H-102) untuk dinaikkan suhu nya menjadi 300°C. Tujuan untuk disesuaikan dengan suhu operasi pada reaktor.

Bahan baku metanol cair disimpan di dalam tangki penyimpanan metanol (T-101) pada suhu lingkungan 30°C dan tekanan 1 atm untuk menjaga agar fase metanol tetap pada fase cair. Kemudian bahan baku metanol cair dipompa (P-101) pada tekanan 1 atm dan dialirkan menuju *vaporizer* (VP-101). Metanol di dalam *vaporizer* diubah dari fase cair menjadi gas, media yang digunakan untuk memanaskan adalah *saturated steam*. Uap metanol yang keluar dari (VP-101) dialirkan ke *Heater* (H-101) dengan suhu 300°C, selanjutnya dialirkan ke reaktor.

Campuran metanol, dan oksigen pada suhu 300°C dan tekanan 1 atm diumpankan pada reaktor PVR (R-201), dengan kondisi non *isothermal* dan adiabatik. Di dalam reaktor akan terjadi reaksi oksidasi (reaksi eksotermis dan *irreversible*) sebagai berikut:



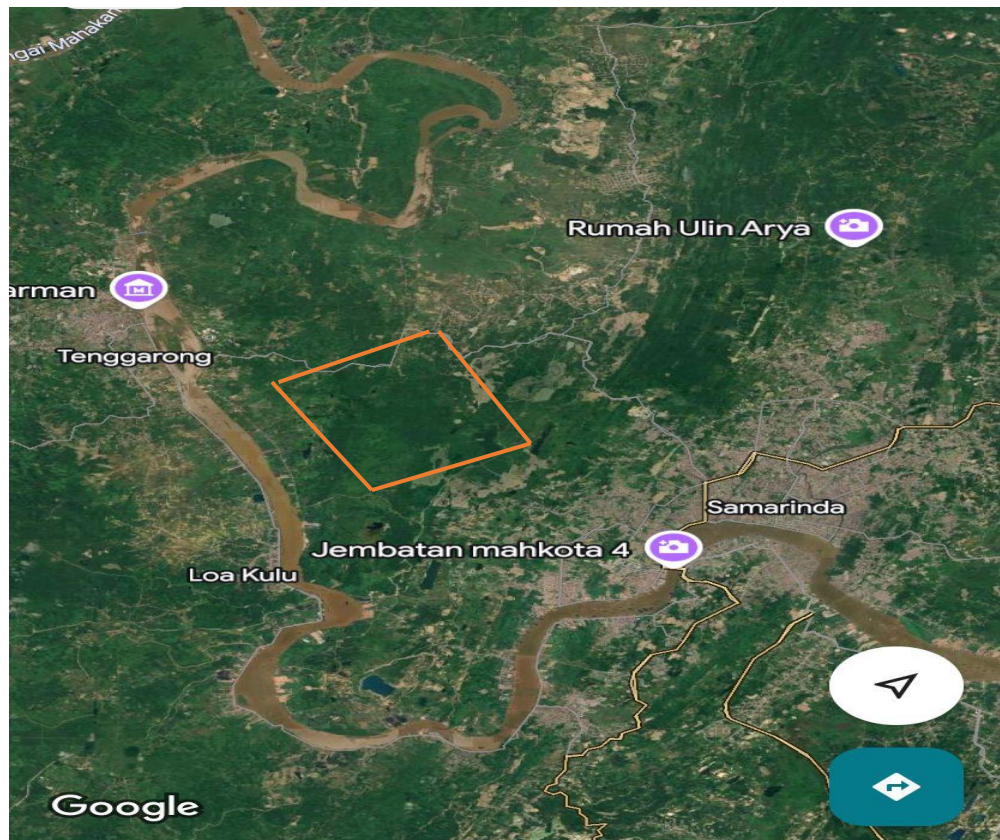
Reaksi terjadi pada fase gas dengan katalis padat  $\text{MoO}_3$  dan  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Pada temperatur  $300\text{--}400^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm metanol teroksidasi membentuk formaldehid, dan besarnya konversi metanol dapat mencapai 99%.

Produk gas keluar reaktor terdiri dari  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{O}_2$  dan  $\text{N}_2$  pada suhu  $300^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Kemudian diumpankan ke Absorber (AB-301) yang berfungsi menyerap gas formaldehid dengan menggunakan media penyerap air. Produk atas absorber berupa gas. Hasil atas dari Absorber (AB-301) dibuang ke udara, sedangkan produk bawah Absorber (AB-301) berupa larutan  $\text{CH}_2\text{O}$  2,1 %,  $\text{CH}_3\text{OH}$  0,02% dan  $\text{H}_2\text{O}$  97,8 % dimana larutan tersebut dipompa menuju *Heater* (H-301) untuk dicampurkan kedua fasa pada larutan tersebut, larutan yang keluar di alirkan menuju *Stripping* (S-401).

Selanjutnya keluaran dari *Heater* (H-301) suhu  $86^\circ\text{C}$  dan tekanan 1,5 atm di alirkan ke *Stripping* (S-401) untuk memisahkan *formaldehyde* dan air. Hasil bawah dari *stripping* berupa  $\text{H}_2\text{O}$  sedangkan produk atas merupakan formaldehid, lalu larutan formaldehid dipompakan ke *cooler* (C-401) dimana larutan untuk mendapatkan hasil yang di inginkan. Sehingga produk yang dihasilkan berupa *formaldehyde* 37% di alirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-03).

## 1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam perancangan pabrik karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan dibangun. Pabrik formaldehid dari metanol dan udara menggunakan proses dual *catalyst* Dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun ini direncanakan akan berdiri di kawasan Kecamatan Sungai Kunjang, Kalimantan Timur. Lokasi ini memiliki nilai tambah bagi produksi Formaldehid karena mendekati sumber bahan baku dan memiliki sarana prasarana yang sangat menunjang dalam proses pembuatan produk. Lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 1.8.



**Gambar 1.4** Lokasi pabrik

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik formaldehid adalah sebagai berikut :

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi formaldehid adalah metanol yang diperoleh dari PT Kaltim Metanol Industri milik Pertamina di pulau Bunyu, Kalimantan Timur. Bahan baku tersebut dikirim melalui jalur darat. Kalaupun bahan baku harus diimpor dari luar negeri, pelabuhan sungai kanjang cukup dekat dengan lokasi pabrik.

Untuk bahan baku oksigen yaitu oksigen diperoleh dengan cara mendatangkan bahan tersebut dari PT. Pakita Jaya yang merupakan produsen oksigen yang dikirim melalui jalur darat dengan kadar minimal 99% sesuai spesifikasi SNI 06-0041-1987.

2. Pemasaran

Produk formaldehid digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dimana industri yang menggunakan formaldehid merupakan bahan baku

penunjang yang digunakan dibidang industri, terutama industri *plywood*, melamin formaldehid, *tryoxane*. Selain itu, produk formaldehid juga akan di ekspor Sebagian besar akan digunakan untuk amino resin (34 %), *phenolic resin* (13%), *polyacetal resins* (9%), dan sebagian kecil digunakan untuk paraformaldehid, *hexamine*, dan *pentaerythritol*. Letak geografis pabrik di kalimantan timur cukup strategis, karena berdekatan dengan kawasan Sumatera dan Jawa yang merupakan pusat pengembangan nasional dan daerah ini merupakan salah satu sektor ekonomi perdagangan, yaitu ekspor impor. Hal ini merupakan peluang untuk memperluas jaringan pemasaran. Pemasaran produk tidak lepas dari sistem transportasi yang tersedia di Provinsi Kalimantan Timur.

### 3. Transportasi

Sistem transportasi di daerah ini, meliputi pelabuhan dan jalan raya, relatif mudah dan sudah tersedia bagi kepentingan umum. Sistem transportasi menunjang dalam mempermudah pengadaan bahan baku dan pemasaran produk, baik melalui darat, laut maupun udara.

### 4. Penyediaan utilitas

Samarinda memiliki sumber daya yang cukup untuk mendukung kebutuhan operasional pabrik. Pasokan air dapat diperoleh dari Sungai Mahakam untuk kebutuhan proses produksi dengan debit air 2.500 m<sup>3</sup>/dt di sekitar wilayah tersebut atau kerja sama penyedia air bersih setempat. Sementara itu, kebutuhan listrik dapat dipenuhi oleh jaringan PLN yang sudah menjangkau kawasan industri di Samarinda, dengan tambahan berupa generator energi alternatif jika diperlukan. Ketersediaan bahan bakar juga relatif mudah karena Samarinda merupakan salah satu pusat distribusi energi di Kalimantan Timur. Dengan semua dukungan ini, pendirian pabrik Formaldehid di Kabupaten Samarinda memiliki potensi besar untuk sukses dan memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi daerah serta memenuhi kebutuhan industri secara berkelanjutan.



5. Tenaga Kerja Melihat keberadaan dan kemampuan tenaga ahli bidang kimia di Indonesia yang begitu banyak, maka akan menjamin terlaksananya pendirian pabrik produksi formaldehida di Indonesia. Ketersedian tenaga kerja yang melimpah di Indonesia membuat produksi formaldehida akan berjalan lancar, serta perekrutan tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan pertimbangan yang penting demi kemajuan suatu pabrik. Tidak kalah juga para tenaga ahli dan pekerja-pekerja yang ada di daerah Samarinda. Dengan pertimbangan demikian rencana pendirian pabrik formaldehid di Kalimantan Timur tersebut akan dapat terlaksana dan terwujud dengan baik.

