

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik linear alkylbenzene sulfonate perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

#### **3.1 Uraian Proses**

##### **3.1.1. Penyiapan Bahan Baku**

Bahan baku dari Tangki Penyimpan (T-01 dan T-02) disimpan dalam kondisi suhu operasi 30 °C serta tekanan 1 atm bahan baku kemudian dipompa (P-01 dan P-02) menuju heater (HE-01 dan HE-02) untuk dipanaskan hingga mencapai suhu operasi 55 °C kemudian masuk reaktor dengan perbandingan antara linear alkylbenzene dengan oleum 20 % sebesar 1 : 1,25 [Peters and Timmerhaus,1980].

##### **3.1.2. Proses Pembentukan Produk**

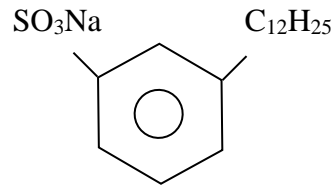
Proses pembentukan produk terjadi didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada kondisi isothermal. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah reaksi eksotermis dan tidak dapat balik sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi dilakukan pendinginan dengan menggunakan jaket pendingin. Dalam reaksi pembentukan asam alkylbenzene sulfonat, produk keluar pada suhu 55 °C, tekanan 1 atm dan dialirkan melalui pompa (P-03) menuju decanter (DC-01).

### 3.1.3. Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk

Hasil keluaran reaktor (R-01) berupa linear alkylbenzene sulfonate dan  $H_2SO_4$  (sebagai produk samping yang dapat di jual), pengambilan produk  $H_2SO_4$  terjadi dalam decanter (DC-01) pemisahan asam linear alkylbenzene sulfonate dengan  $H_2SO_4$  memanfaatkan beda densitas pada masing-masing produk. Produk dengan densitas yang lebih besar akan menjadi fase berat dan produk dengan densitas yang lebih kecil akan menjadi fase ringan.  $H_2SO_4$  dapat terpisah dari produk utama linear alkylbenzene sulfonate, sehingga dihasilkan produk dengan kualitas yang baik dengan kadar asam yang sedikit. Kemudian linear alkylbenzene sulfonate, dengan sedikit alkyl benzene dan  $H_2SO_4$  di umpankan ke dalam Netralisator (N-01) untuk di netralkan dengan NaOH 20% umpan dari mixer (M-01). Selanjutnya hasil keluaran Netralizer (N-01) diumpankan kedalam Evaporator (EV-01) untuk di dipekatan. Produk sebesar 2651,5152 kg/jam, di Evaporator-01 diuapkan air sebesar 1352,9730 kg/jam sehingga didapat hasil utama linear alkylbenzene sulfonate (LABS) sebesar 2651,5152 kg/jam.

## 3.2 Tinjauan Pembuatan Proses

Linear alkylbenzene sulfonate adalah bahan detergen yang mudah larut dalam air, dengan lebih dari 80.000 isomer dari  $C_{10}$  -  $C_{15}$  pada rantai alkil, tetapi pada umumnya yang sering digunakan adalah dodecane . Alkylbenzene sulfonat dapat dibuat melalui reaksi antara alkylbenzene dengan  $H_2SO_4$  100%, oleum 20% atau *anhydrous sulfur trioxide* dengan suhu antara  $37,78 - 60$  °C [Kirk and Othmer,1983] [Peters and Timmerhaus, 1980]



Gambar 3.1 Rumus bangun Linear Alkyl Benzene Sulfonat

Dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk terjadi proses sulfonasi yang berlangsung secara eksotermis. Reaksi sulfonasi ini berjalan cukup cepat dengan konversi 99% dalam waktu kurang dari 5 menit, dengan panas reaksi ( $\Delta H$ ) = -420 kJ/kg [Austin, G.T., 1984].

Pemurnian produk dapat dilakukan dengan cara memisahkan antara asam sulfonat dengan sisa asam sulfat menggunakan beda densitas sehingga diperoleh hasil/produk dengan kadar sulfat rendah. Asam sulfonat yang ada dinetralkan dengan larutan NaOH 20 – 50% pada suhu 50 – 55 °C [Kirk and Othmer, 1983] [Peters and Timmerhaus, 1980]. Netralisasi hasil sulfonasi bersifat eksotermis dengan panas reaksi 6 – 8 kali panas reaksi sulfonasi [Austin, 1984]

### 3.3 Metode Penentuan Perancangan

Pra rancangan pendirian pabrik linear alkylbenzene sulfonate dari bahan baku linear alkylbenzene dan oleum 20% dengan kapasitas 21.000 ton/tahun meliputi : Neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

### 3.3.1 Penentuan Neraca Massa

Setting neraca massa pendirian pabrik linear alkylbenzene sulfonate dari bahan baku alkylbenzene dan oleum 20% dengan kapasitas 21.000 ton/tahun meliputi :

- a) Neraca massa total
- b) Neraca massa reaktor
- c) Neraca massa decanter
- d) Neraca massa mixer
- e) Neraca massa netralisator
- f) Neraca massa evaporator

Neraca massa total dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Neraca massa total

| KOMPONEN                      | MASUK            | KELUAR           |
|-------------------------------|------------------|------------------|
|                               | ARUS 1           | ARUS 2           |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}$         | 1912,5989        | 38,2520          |
| OLEUM 20%                     | 2390,7486        | 558,1725         |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}.SO_3.Na$ |                  | 2651,5152        |
| NaOH                          | 314,0709         |                  |
| $Na_2SO_4$                    |                  | 16,5057          |
| $H_2O$                        |                  | 1352,9730        |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>4617,4184</b> | <b>4617,4184</b> |

Neraca massa reaktor dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.2 Neraca massa reaktor

| KOMPONEN                   | MASUK            |           | KE<br>LUAR       |
|----------------------------|------------------|-----------|------------------|
|                            | ARUS 1           | ARUS 2    | ARUS 3           |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}$      | 1912,5989        |           | 38,2520          |
| OLEUM 20%                  |                  | 2390,7486 | 1781,2049        |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}.SO_3$ |                  |           | 2483,8906        |
| <b>TOTAL</b>               | <b>4303,3475</b> |           | <b>4303,3475</b> |

Neraca massa decanter dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.3 Neraca massa decanter

| KOMPONEN                       | MASUK            | KELUAR           |           |
|--------------------------------|------------------|------------------|-----------|
|                                | ARUS 1           | ARUS 2           | ARUS 3    |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}$          | 38,2520          |                  | 38,2520   |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}.SO_3$     | 2483,8906        |                  | 2483,8906 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 569,5638         | 558,1725         | 11,3913   |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>3091,7064</b> | <b>3091,7064</b> |           |

Neraca massa mixer dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.4 Neraca massa mixer

| KOMPONEN         | MASUK            | masuk     | keluar           |
|------------------|------------------|-----------|------------------|
|                  | ARUS 1           | ARUS 2    | arus 3           |
| NaOH             | 314,0709         |           |                  |
| H <sub>2</sub> O |                  | 471,10629 |                  |
| NaOH 40%         |                  |           | 785,17714        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>785,17714</b> |           | <b>785,17714</b> |

Neraca massa netralisator dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.5 Neraca massa netralisator

| KOMPONEN                        | MASUK          |        | KELUAR         |
|---------------------------------|----------------|--------|----------------|
|                                 | ARUS 1         | ARUS 2 | ARUS 3         |
| NaOH                            |                | 9,2990 |                |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 11,3913        |        |                |
| H <sub>2</sub> O                |                |        | 4,1846         |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |                |        | 16,5057        |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>20,6903</b> |        | <b>20,6903</b> |

Lanjutan Tabel 3.5 Neraca massa netralisator

| KOMPONEN                      | MASUK            |          | KELUAR           |
|-------------------------------|------------------|----------|------------------|
|                               | ARUS 1           | ARUS 2   | ARUS 3           |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}.SO_3$    | 2483,8906        |          |                  |
| NaOH                          |                  | 304,7719 |                  |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}.SO_3.Na$ |                  |          | 2651,5152        |
| $H_2O$                        |                  |          | 137,1473         |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>2788,6625</b> |          | <b>2788,6625</b> |

Neraca massa evaporator dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.6 Neraca massa evaporator

| KOMPONEN                      | MASUK            | KELUAR           |           |
|-------------------------------|------------------|------------------|-----------|
|                               | ARUS 1           | ARUS 2           | ARUS 3    |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}$         | 38,2520          |                  | 38,2520   |
| $C_6H_5.C_{12}H_{25}.SO_3.Na$ | 2651,5152        |                  | 2651,5152 |
| $Na_2SO_4$                    | 16,5057          |                  | 16,5057   |
| $H_2O$                        | 141,3319         | 134,2653         | 7,0666    |
| <b>Total</b>                  | <b>2847,6047</b> | <b>2847,6047</b> |           |

Keterangan :

AB = Alkylbenzene

ABS = Asam alkylbenzene sulfonate

LABS = Linear alkylbenzene sulfonate

### 3.3.2 Penentuan Neraca Panas

Setting neraca panas pendirian pabrik linear alkylbenzene sulfonate dari bahan baku Alkyl Benzene dan Oleum 20% dengan kapasitas 14.000 ton/tahun meliputi :

- a) Neraca panas reaktor
- b) Neraca panas decanter
- c) Neraca panas netralisator
- d) Neraca panas evaporator

Basis : 1 jam

Satuan : kkal/jam

Suhu referensi : 25°C

Neraca panas reaktor dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.7 Neraca panas reaktor

| Masuk             | Kkal/jam  | Keluar       | Kkal/jam  |
|-------------------|-----------|--------------|-----------|
| $\Delta H_1$      | 4633,7192 | $\Delta H_2$ | 3842,9612 |
| $\Delta H_{298K}$ | -971,8721 | <b>Q</b>     | -181,1141 |
|                   |           |              |           |
| <b>Total</b>      | 3661,8471 | <b>Total</b> | 3661,8471 |



Neraca panas decanter dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.8 Neraca panas decanter

| <b>Masuk</b>      | <b>Kkal/jam</b> | <b>Keluar</b> | <b>Kkal/jam</b> |
|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| $\Delta H_1$      | 1831,6821       | $\Delta H_2$  | 1831,6821       |
| $\Delta H_{298K}$ | 30,2258         | <b>Q</b>      | 30,2258         |
|                   |                 |               |                 |
| <b>Total</b>      | 1861,9079       | <b>Total</b>  | 1861,9079       |

Neraca panas mixer dapat ditabulasikan pada table berikut ini:

Tabel 3.9 Neraca Panas Mixer

| <b>Masuk</b>      | <b>Kkal/jam</b> | <b>Keluar</b> | <b>Kkal/jam</b> |
|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| $\Delta H_1$      | 715,9107        | $\Delta H_2$  | 715,9107        |
| $\Delta H_{298K}$ | -1034,1483      | <b>Q</b>      | -1034,1483      |
|                   |                 |               |                 |
| <b>Total</b>      | -318,2376       | <b>Total</b>  | -318,2376       |

Neraca panas netralisator dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.10 Neraca panas netralisator

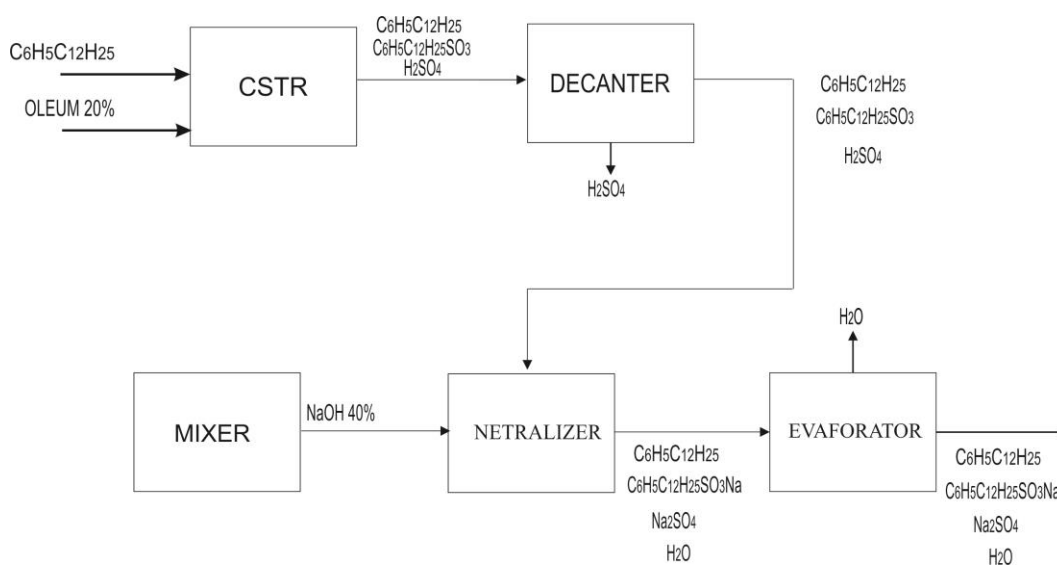
| <b>Masuk</b>      | <b>Kkal/jam</b> | <b>Keluar</b> | <b>Kkal/jam</b> |
|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| $\Delta H_1$      | 6599,5881       | $\Delta H_2$  | 11110,5749      |
| $\Delta H_{298K}$ | -2473,0463      | <b>Q</b>      | -6984,0331      |
|                   |                 |               |                 |
| <b>Total</b>      | 4126,5418       | <b>Total</b>  | 4126,5418       |

Neraca panas evaporator dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

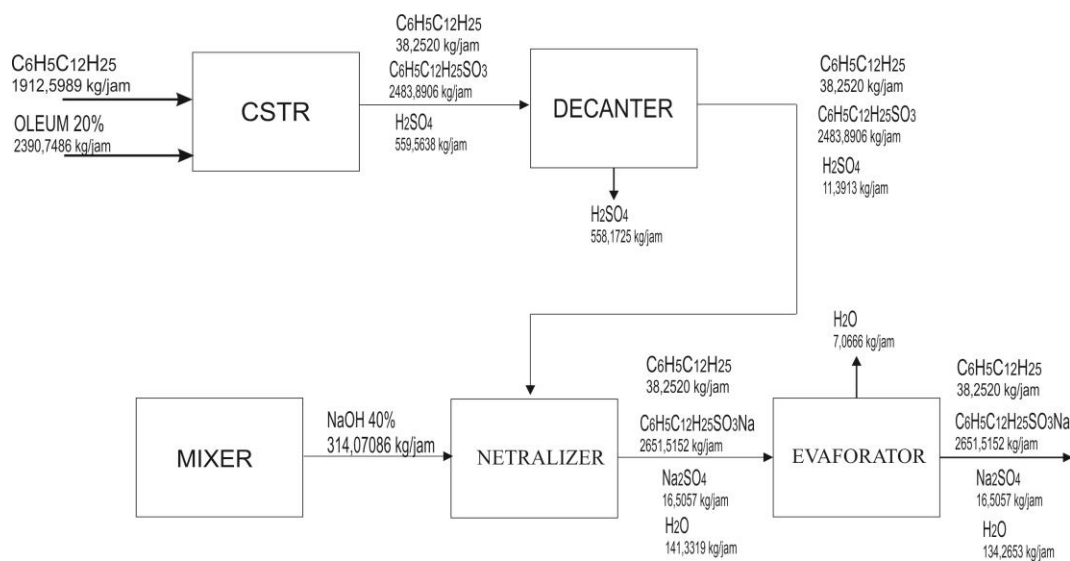
Tabel 3.11 Neraca panas evaporator

| Masuk             | Kkal/jam   | Keluar       | Kkal/jam   |
|-------------------|------------|--------------|------------|
| $\Delta H_1$      | 10559,3055 | $\Delta H_2$ | 10502,8343 |
| $\Delta H_{298K}$ | 584,8615   | <b>Q</b>     | 641,3327   |
| <b>Total</b>      | 11144,1670 | <b>Total</b> | 11144,1670 |

Berikut flow diagram proses pembuatan linear alkylbenzene sulfonat dari alkylbenzene dan Oleum 20% dengan kapasitas 21.000 ton/tahun baik secara kualitatif maupun kuantitatif.



Gambar 3.2 Diagram alir kualitatif pabrik Linear Alkilbenzene Sulfonat



Gambar 3.3 Diagram alir kuantitatif pabrik linear alkylbenzene sulfonate

### 3.3.3 Spesifikasi alat proses

#### 1) Tangki Penyimpan Bahan Baku (T-01)

|                 |                                                                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | : Menyimpan bahan baku alkylbenzene sebanyak<br>1912,5988 kg/jam selama 14 hari |
| Jenis           | : Tangki silinder tegak                                                         |
| Kondisi Operasi | : Tekanan : 1 atm<br>Temperatur : 30 °C                                         |
| Volume          | : 172652,2395 gal                                                               |
| Bahan           | : Carbon steel SA 285 Grade C                                                   |
| Diameter        | : 10,37 m                                                                       |
| Tinggi          | : 7,76 m                                                                        |
| Jumlah          | : 1 buah                                                                        |
| Harga           | : US\$ 141500                                                                   |

**2) Tangki Penyimpan Bahan Baku (T-02)**

|                 |                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | : Menyimpan bahan baku oleum 20% sebanyak<br>2380,749 kg/jam selama 14 hari |
| Jenis           | : Tangki silinder tegak                                                     |
| Kondisi Operasi | : Tekanan : 1 atm<br>Temperatur : 30 °C                                     |
| Volume          | : 132789,7955 gal                                                           |
| Bahan           | : Stainless steel SA 304 Grade C                                            |
| Diameter        | : 9,49 m                                                                    |
| Tinggi          | : 7,12 m                                                                    |
| Jumlah          | : 1 buah                                                                    |
| Harga           | : US\$ 123000                                                               |

**3) Tangki Penyimpan Produk (T-03)**

|                 |                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | : Menyimpan $H_2SO_4$ 98% sebanyak 558,172<br>kg/jam selama 14 hari |
| Jenis           | : Tangki silinder tegak                                             |
| Kondisi Operasi | : Tekanan : 1 atm<br>Temperatur : 30 °C                             |
| Volume          | : 36476,3337 gal                                                    |
| Bahan           | : Stainless steel SA 304 Grade C                                    |
| Diameter        | : 6.17 m                                                            |
| Tinggi          | : 4,62 m                                                            |

Jumlah : 1 buah  
Harga : US\$ 64000

#### 4) Tangki Penyimpan Produk (T-04)

Fungsi : Menyimpan hasil evaporator sebanyak 2651,515 kg/jam selama 14 hari  
Jenis : Tangki silinder tegak  
Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm  
Temperatur : 30 °C  
Volume : 274425,6 gal  
Bahan : Stainless steel SA 304 Grade C  
Diameter : 12,08 m  
Tinggi : 9,06 m  
Jumlah : 1 buah  
Harga : US\$ 55600

#### 5) Reaktor

Fungsi : Mereaksikan alkylbenzene sebanyak 1912,5988 kg/jam dengan oleum 20% sebanyak 2380,749 kg/jam menghasilkan asam alkylbenzene sulfonate sebanyak 2483,8906 kg/jam.  
Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)  
Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Temperatur : 55 °C

|          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| Volume   | : 4,1721 m <sup>3</sup>          |
| Bahan    | : Stainless steel SA 304 Grade C |
| Diameter | : 1,4525 m                       |
| Tinggi   | : 2,1787 m                       |
| Tebal    | : 3/16 in (= 0.0048 m)           |

### **Pengaduk**

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Jenis             | : Six flat blades    |
| Diameter Impeller | : 0,5048 m           |
| Lebar Impeller    | : 0,1262 m           |
| Jumlah baffle     | : 4 buah             |
| Lebar baffle      | : 0,08582 m          |
| Power pengaduk    | : 9,4 Hp             |
| Power Motor       | : 10 Hp Standar NEMA |
| Harga             | : US\$ 39300         |

### **6) Decanter (DC-01)**

|                 |                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | : Memisahkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98% dari campuran yang selanjutnya diambil sebagai hasil samping. |
| Jenis           | : Tangki silinder tegak                                                                                       |
| Kondisi Operasi | : Tekanan : 1 atm<br>Temperatur : 55 °C                                                                       |
| Volume          | : 5,4113 m <sup>3</sup>                                                                                       |

|          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| Bahan    | : Stainless steel SA 304 Grade C |
| Diameter | : 1,5770 m                       |
| Tinggi   | : 2,6933 m                       |
| Tebal    | : 3/16 in (= 0.1875 m)           |
| Harga    | : US\$ 79800                     |

#### 7) Mixer (M-01)

|                 |                                         |
|-----------------|-----------------------------------------|
| Fungsi          | : Mencampur NaOH padat dengan air       |
| Jenis           | : Tangki silinder tegak berpengaduk     |
| Kondisi Operasi | : Tekanan : 1 atm<br>Temperatur : 55 °C |
| Volume          | : 0,0719 m <sup>3</sup>                 |
| Bahan           | : Stainless steel SA 304 Grade C        |
| Diameter        | : 0,36 m                                |
| Tinggi          | : 0,72 m                                |
| Harga           | : US\$ 87200                            |

#### 8) Netralisator (N-01)

|        |                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi | : Mereaksikan asam alkylbenzene sulfonate sebanyak 2483,8906 kg/jam dengan NaOH 40% sebanyak 314,0706 kg/jam menghasilkan linear alkylbenzene sulfonate sebanyak 2652,5152 kg/jam. |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                 |                                          |
|-----------------|------------------------------------------|
| Jenis           | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) |
| Kondisi Operasi | : Tekanan : 1 atm<br>Temperatur : 55 °C  |
| Volume          | : 3,2205 m <sup>3</sup>                  |
| Bahan           | : Stainless steel SA 304 Grade C         |
| Diameter        | : 1,601 m                                |
| Tinggi          | : 1,601 m                                |
| Tebal           | : 3/16 in (= 0.0048 m)                   |

#### **Pengaduk**

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| Jenis             | : Six flat blades       |
| Diameter Impeller | : 0,534 m               |
| Lebar Impeller    | : 0,133 m               |
| Jumlah baffle     | : 4 buah                |
| Lebar baffle      | : 0,133 m               |
| Power pengaduk    | : 0,107 Hp              |
| Power Motor       | : 0,500 Hp Standar NEMA |
| Jumlah            | : 1 buah                |
| Harga             | : US\$ 34500            |

#### **9) Evaporator (EV-01)**

|        |                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi | : Untuk memekatkan produk yang keluar dari netralisator dengan kapasitas umpan sebesar 2652,5152 kg/jam. |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                     |                                            |
|---------------------|--------------------------------------------|
| Tipe                | : <i>Standart Vertical Tube Evaporator</i> |
| Diameter            | : 22,5742 m                                |
| Tinggi              | : 33,86135 m                               |
| Tebal shell         | : 3/16 in                                  |
| Bentuk head         | : Thorispherical Dished Head               |
| Tebal dinding head  | : 3/16 in                                  |
| Panjang pipa        | : 12 ft                                    |
| Luas transfer panas | : 657,2169 ft <sup>2</sup>                 |
| Jumlah              | : 1 buah                                   |
| Harga               | : US\$ 230900                              |

#### 10) Cooler (CL-01)

|                     |                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi              | : Untuk mendinginkan hasil decanter H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari suhu 55 °C menjadi suhu 30 °C. |
| Jenis               | : double pipe heat exchanger                                                                           |
| Dimensi             | :                                                                                                      |
| Annulus             | : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (hot fluid)                                                           |
| Diameter            | : ID = 3,068 in<br>OD = 3,5 in                                                                         |
| Inner pipe          | : water (cold fluid)                                                                                   |
| Diameter            | : ID = 2,067 in<br>OD = 2,38 in                                                                        |
| Luas Transfer Panas | : 30,6663 ft <sup>2</sup>                                                                              |

Jumlah hairpin: 2 buah

Uc : 60,2181 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.F

Ud : 49,3028 Btu/lb.ft<sup>2</sup>.F

Rd : 0,0037

Pressure Drop : Annulus = 0,1305 psi  
Inner Pipe = 0,0082 psi

Harga : US\$ 135100

### 11) Cooler (CL-02)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil evaporator sebanyak  
dari suhu 105 °C menjadi suhu 30 °C.

Jenis : double pipe heat exchanger

Dimensi :

Annulus : produk hasil evaporator (hot fluid)

Diameter : ID = 3,068 in  
OD = 3,5 in

Inner pipe : water (hot fluid)

Diameter : ID = 2,067 in  
OD = 2,38 in

Luas Transfer Panas : 184,762 ft<sup>2</sup>

Jumlah hairpin : 10 buah

Uc : 2893,7977 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.F

Ud : 297,045 Btu/lb.ft<sup>2</sup>.F

|               |                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------|
| Rd            | : 0,003                                           |
| Pressure Drop | : Annulus = 14,666 psi<br>Inner Pipe = 0,2919 psi |
| Harga         | : US\$ 84200                                      |

## 12) Heater (HE-01)

|                     |                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fungsi              | : Untuk memanaskan umpan masuk Reaktor (R-01)<br>Alkyl benzene |
| Jenis               | : Double pipe heat exchanger.                                  |
| Dimensi             | :                                                              |
| Annulus             | : steam (hot fluid)                                            |
| Diameter            | : ID = 1,25 in<br>OD = 2 in                                    |
| Inner pipe          | : Alkyl benzene (cold fluid)                                   |
| Diameter            | : 1,25 in                                                      |
| Luas Transfer Panas | : 6,024 ft <sup>2</sup>                                        |
| Uc                  | : 170,4374 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F                           |
| Ud                  | : 20,0407 Btu/lb.ft <sup>2</sup> .F                            |
| Rd                  | : 0,004                                                        |
| Pressure Drop       | : Annulus = 2,9472 psi<br>Inner Pipe = 0,0682 psi              |
| Harga               | : US\$ 44200                                                   |

**13) Heater (HE-02)**

|                     |                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------|
| Fungsi              | : Untuk memanaskan umpan masuk reactor (R-01)<br>Oleum 20% |
| Jenis               | : Double pipe heat exchanger.                              |
| Dimensi             | :                                                          |
| Annulus             | : steam (hot fluid)                                        |
| Diameter            | : ID = 1,25 in<br>OD = 2 in                                |
| Inner pipe          | : Oleum 20% (cold fluid)                                   |
| Diameter            | : 1,25 in                                                  |
| Luas Transfer Panas | : 5,647 ft <sup>2</sup>                                    |
| Uc                  | : 196,1973 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F                       |
| Ud                  | : 17.4547 Btu/lb.ft <sup>2</sup> .F                        |
| Rd                  | : 0,005                                                    |
| Pressure Drop       | : Annulus = 2,2406 psi<br>Inner Pipe = 0,0388 psi          |
| Harga               | : US\$ 1700                                                |

**14) Heater (HE-03)**

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| Fungsi  | : Untuk memanaskan umpan masuk neutralizer<br>NaOH 40% |
| Jenis   | : Double pipe heat exchanger.                          |
| Dimensi | :                                                      |

|                     |                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------|
| Annulus             | : steam (hot fluid)                              |
| Diameter            | : ID = 1,25 in<br>OD = 2 in                      |
| Inner pipe          | : NaOH 40% (cold fluid)                          |
| Diameter            | : 1,25 in                                        |
| Luas Transfer Panas | : 1,9649 ft <sup>2</sup>                         |
| Uc                  | : 178,6788 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F             |
| Ud                  | : 6,5352 Btu/lb.ft <sup>2</sup> .F               |
| Rd                  | : 0,004                                          |
| Pressure Drop       | : Annulus = 0,3205 psi<br>Inner Pipe = 0,0455psi |
| Harga               | : US\$ 23400                                     |

#### 15) Heater (HE-04)

|            |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|
| Fungsi     | : Untuk memanaskan umpan masuk Evaporator (EV-01). |
| Jenis      | : Double pipe heat exchanger.                      |
| Dimensi    | :                                                  |
| Annulus    | : steam (hot fluid)                                |
| Diameter   | : ID = 1,25 in<br>OD = 2 in                        |
| Inner pipe | : umpan masuk evaporator (cold fluid)              |
| Diameter   | : 1,25 in                                          |

|                     |                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| Luas Transfer Panas | : 23,2373 ft <sup>2</sup>                              |
| Uc                  | : 1287,6753 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F                  |
| Ud                  | : 110,4310 Btu/lb.ft <sup>2</sup> .F                   |
| Rd                  | : 0,004                                                |
| Pressure Drop       | : Annulus = 1986,84073 psi<br>Inner Pipe = 10,6001 psi |
| Harga               | : US\$ 84800                                           |

#### 16) Pompa (P-01)

|              |                                                                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi       | : Untuk mengalirkan linear alkylbenzene dari tangki (T-01) menuju Reaktor (R-01) sebanyak. |
| Jenis        | : Centrifugal pump single stage                                                            |
| Kapasitas    | : 13,2736 gpm                                                                              |
| Spesifikasi  | : Ukuran pipa                                                                              |
|              | D nominal : 1,25 in                                                                        |
|              | Sch No : 40                                                                                |
|              | Flow area perpipe : 1,5 in <sup>2</sup>                                                    |
|              | OD : 1,66 in                                                                               |
|              | ID : 1,38 in                                                                               |
| Head pompa   | : 6,4663 m                                                                                 |
| Tenaga pompa | : 0,06024 Hp                                                                               |
| Tenaga motor | : 0,083 Hp Standar NEMA                                                                    |
| Jumlah       | : 2 buah                                                                                   |

Harga : US\$ 2400

### 17) Pompa (P-02)

Fungsi : Untuk mengalirkan Oleum 20% dari tangki (T-02) menuju Reaktor (R-01) sebanyak 1627,0373 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Kapasitas : 7,6276 gpm

Spesifikasi : Ukuran pipa

D nominal : 1 in

Sch No : 40

Flow area perpipe : 0,435 in

OD : 1,32 in

ID : 1,049 in

Head pompa : 3,8703 m

Tenaga pompa : 0,04507 Hp

Tenaga motor : 0,083 Hp Standar NEMA

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 4300

**18) Pompa (P-03)**

Fungsi : Untuk memompa hasil reaksi dari Reaktor (R-01) menuju Dekanter (D-01) sebanyak 2928,6671 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Kapasitas : 11,6983 gpm

Spesifikasi : Ukuran pipa

D nominal : 1,5 in

Sch No : 40

Flow Area perpipe : 2,04 in<sup>2</sup>

OD : 1,9 in

ID : 1,61 in

Head pompa : 4,2828 m

Tenaga pompa : 0,08977 Hp

Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 2400

**19) Pompa (P-04)**

Fungsi : Mengalirkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 558,1728 kg/jam dari *Decanter* (D-01) ke Tangki (T-03)

Jenis : Centrifugal pump single stage

Kapasitas : 1,3001 gpm



|              |                                           |
|--------------|-------------------------------------------|
| Spesifikasi  | : Ukuran pipa                             |
|              | D nominal : 0,5 in                        |
|              | Sch No : 40                               |
|              | Flow Area perpipe : 0,304 in <sup>2</sup> |
|              | OD : 0,84 in                              |
|              | ID : 0,622 in                             |
| Head pompa   | : 5,1323 m                                |
| Tenaga pompa | : 0,01395 Hp                              |
| Tenaga motor | : 0,05 Hp Standar NEMA                    |
| Jumlah       | : 2 buah                                  |
| Harga        | : US\$ 4300                               |

## 20) Pompa (P-05)

|             |                                                                                           |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi      | : Mengalirkan hasil Dekanter (D-01) menuju<br>Netralizer (N-01) sebanyak 1731,8181 kg/jam |
| Jenis       | : Centrifugal pump single stage                                                           |
| Kapasitas   | : 4,8774 gpm                                                                              |
| Spesifikasi | : Ukuran pipa                                                                             |
|             | D nominal : 1 in                                                                          |
|             | Sch No : 40                                                                               |
|             | Flow Area perpipe : 1,5 in <sup>2</sup>                                                   |
|             | OD : 1,32 in                                                                              |
|             | ID : 1,049 in                                                                             |

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| Head pompa   | : 3,7219 m              |
| Tenaga pompa | : 0,04593 Hp            |
| Tenaga motor | : 0,083 Hp Standar NEMA |
| Jumlah       | : 2 buah                |
| Harga        | : US\$ 1900             |

### 21) Pompa (P-06)

|              |                                                                                           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi       | : Mengalirkan NaOH 40% dari Mixer (M-01) ke<br>Netralizer (N-01) sebanyak 314,0708 kg/jam |
| Jenis        | : Centrifugal pump single stage                                                           |
| Kapasitas    | : 0,837 gpm                                                                               |
| Spesifikasi  | : Ukuran pipa                                                                             |
|              | D nominal : 0,25 in                                                                       |
|              | Sch No : 40                                                                               |
|              | Flow Area perpipe : 0,104 in <sup>2</sup>                                                 |
|              | OD : 0,54 in                                                                              |
|              | ID : 0,364 in                                                                             |
| Head pompa   | : 5,8619 m                                                                                |
| Tenaga pompa | : 0,00897 Hp                                                                              |
| Tenaga motor | : 0,125 Hp Standar NEMA                                                                   |
| Jumlah       | : 2 buah                                                                                  |
| Harga        | : US\$ 1900                                                                               |

**22) Pompa (P-07)**

Fungsi : Untuk memompa hasil reaksi Netralizer (N-01) menuju Evaporator (Ev-01) sebanyak 1859,1083 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Kapasitas : 5,9442 gpm

Spesifikasi : Ukuran pipa

D nominal : 1,25 in

Sch No : 40

Flow Area perpipe : 1,5 in<sup>2</sup>

OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Head pompa : 3,8924 m

Tenaga pompa : 0,05332 Hp

Tenaga motor : 0,083 Hp Standar NEMA

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 4300

**23) Pompa (P-08)**

Fungsi : Untuk mengalirkan hasil Evaporator (Ev-01) menuju tangki penyimpanan produk (T-05) sebanyak 2651,5152 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

|              |   |                                         |
|--------------|---|-----------------------------------------|
| Kapasitas    | : | 11,5866 gpm                             |
| Spesifikasi  | : | Ukuran pipa                             |
|              |   | D nominal : 1,25 in                     |
|              |   | Sch No : 40                             |
|              |   | Flow Area perpipe : 1,5 in <sup>2</sup> |
|              |   | OD : 1,66 in                            |
|              |   | ID : 1,38 in                            |
| Head pompa   | : | 4,6318                                  |
| Tenaga pompa | : | 0,05982 Hp                              |
| Tenaga motor | : | 0,083 Hp Standar NEMA                   |
| Jumlah       | : | 2 buah                                  |
| Harga        | : | US\$ 4300                               |