

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

1. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa biji sorgum sebanyak 21252,762 kg/jam dimasukan kedalam Hammer Mill H-01) untuk memperkecil ukuran biji sorgum sampai dengan ukuran kurang dari 1 mm. Hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan penyerapan dari bahan. . Lalu tepung biji sorgum dimasukkan kedalam Mixing Tank (MT-01). Air dar tangki penyimpanan (T-01) di umpankan ke dalam heater (HE -01) sampai suhu 60 °C, yang selanjutnya bersama dengan Asam Posfat dari tangka penyimpanan (T-02) diumpankan ke dalam mixing Tank (MT-01). Hal ini bertujuan guna mengatur kadar keasaman larutan pada slurry tepung sorgum, dan mencampurkan atau menghomogenkan tepung sorgum dan air panas. Lalu slurry tepung sorgum tersebut dimasukan kedalam Jet Cooker (JC-01) guna merubah slurry tepung sorgum menjadi *mash* (bubur) sorgum dengan bantuan heater (H-02) sampai suhu 111 °C. Kemudian mash di dinginkan dengan Cooler (CO-01) sampai suhu menjadi 30 °C dan di umpankan ke dalam tangka penyimpana (T-03).

2. Pembentukan Produk

Mash sorgum selanjutnya di masukan kedalam reactor Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS-01) pada kondisi operasi 30 °C dan pH 5 disertai dengan penambahan Jamur *Aspergillus niger* yang berasal dari Screw Conveyer (SC-01) dan *Sacharomises Cerevisae* dari Screw Conveyer (SC-02). Selama 48 jam di dalam reaktor SFS masukan oksigen yang berasal dari kompresor di sertai dengan pengadukan . Hal itu dilakukan untuk memaksimalkan proses hidrolisis yaitu perubahan mesh sorgum menjadi glukosa. Reaksi yang terjadi selam proses hidrolisis sebagai berikut :



Setelah 48 jam, pengadukan dan pemberian oksigen di hentikan agar proses fermentasi yaoyu mengubah glukosa menjadi bioetanol dengan bantuan ragi *Sacharomises Cerevisae* dapat berlangsung optimal. Selama Fermentasi suhu dijaga 30 °C. Reaksi Fermentasi sebagai berikut :

(*sacharomises cerevisae*)



Proses Fermentasi berlangsung sampai jam ke 72, sehingga keseluruhan proses di reactor SFS adalah tiga hari.

3. Pemurnian Produk

Bioetanol yang terbentuk hasil dari fermentasi kemudian dipisahkan dari impurities dan inert dengan menggunakan Filter Press (FP-01) dan Centrifuge (CF-01). Biobioetanol dan air yang tertinggal kemudian diproses Kolom Destilasi (KD-01) pada kondisi operasi 111 °C dengan bantuan Heater (H-02) dan tekanan 1,6 atm. Biobioetanol diambil dari top (KD-01) pada suhu 82 °C dan 1 atm. Kemudian panasnya dimanfaatkan pada *reboiler* (RB-101) sebagai media pemanas untuk menguapkan cairan hasil bawah (MD-101) Selanjutnya gas campuran dikondensasi di kondensor (CD-101) sebelum masuk ke menara distilasi DME (MD-101) hingga suhunya menjadi 30°C.

Campuran produk yang telah dicairkan diumpankan ke (MD-101) DME untuk memisahkan bioetanol sebagai produk utama dari air. Hasil atas menara distilasi (MD-101) ini berupa bioetanol dengan kemurnian 95% kemudian disimpan di tangki penyimpanan DME (T-05) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

3.2 Spesifikasi Alat

1. ACCUMULATOR-01 (ACC-01)

Tabel 3.1 Spesifikasi Accumulator

| IDENTIFIKASI | | |
|---------------------|--|----------------|
| Nama Alat | Accumulator | |
| Alat Kode | ACC-01 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Tempat menampung kondensat yang berasal dari MD-01 | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Silinder horizontal | |
| Temperature design | 81,62 | °C |
| Tekanan design | 1 | atm |
| Kapasitas Volume | 0,3233 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Panjang | 2,194 | m |
| Diameter | 0,508 | m |
| Tebal | 0,00635 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

2. BIN STORAGE-01 (BS-01)

Tabel 3.2 Spesifikasi Bin Storage

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|--|----------------|
| Nama Alat | Bin Storage | |
| Kode Alat | BS-01 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Untuk menampung bahan baku biji sorgum | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Silinder vertical dengan alas kerucut | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1 | atm |
| Kapasitas | 1300,5863 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 11,2402 | m |
| Tinggi vessel | 16,860 | m |
| Tebal dinding vessel | 0,0762 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

3. BIN STORAGE-02 (BS-02)

Tabel 3.3 Spesifikasi Bin Storage

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|---------------------------------------|----------------|
| Nama Alat | Bin Storage | |
| Kode Alat | BS-02 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Untuk menampung yeast | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Silinder vertical dengan alas kerucut | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1 | atm |
| Kapasitas | 69,279 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 3,133 | m |
| Tinggi vessel | 7,127 | m |
| Tebal dinding vessel | 0,025 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

4. BIN STORAGE-03 (BS-03)

Tabel 3.4 Spesifikasi Bin Storage

| | | |
|----------------------|--|--------------------------|
| Nama Alat | Bin Storage | |
| Kode Alat | BS-03 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Untuk menampung <i>Aspergillus Niger</i> | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | | |
| Temperature design | Silinder vertical dengan alas kerucut | |
| Tekanan design | 30 | °C |
| Kapasitas | 1 | atm |
| | DATA MEKANIK | 90,697 m ³ |
| Diameter vessel | | |
| Tinggi vessel | 3,320 | m |
| Tebal dinding vessel | 7,556 | m |
| Bahan konstruksi | 0,025 | m |
| | | |

5. TANGKI (T-01)

Tabel 3.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|------------------------------------|----------------|
| Nama Alat | Tangki penyimpanan air | |
| Kode Alat | T-01 | |
| Jumlah | 2 buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan Air | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | torispherical head and flat bottom | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1,5 | atm |
| Kapasitas | 110,5843 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 5,2032 | m |
| Tinggi vessel | 5,2032 | m |
| Tebal dinding vessel | 0,019 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

6. TANGKI (T-02)

Tabel 3.6 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|---|----------------|
| Nama Alat | Tangki penyimpanan H ₃ PO ₄ | |
| Kode Alat | T-02 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan H ₃ PO ₄ | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Tangki silinder horizontal | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1,34 | atm |
| Kapasitas | 0,0040 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 0,3302 | M |
| Tinggi vessel | 0,2930 | M |
| Tebal dinding vessel | 0,0048 | M |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

7. TANGKI (T-03)

Tabel 3.7 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|---|----------------|
| Nama Alat | Tangki penyimpanan hasil dari JC-01 | |
| Kode Alat | T-03 | |
| Jumlah | 1buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan hasil dari JC-01 | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Tangki torispherical head and flat bottom | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 0,6 | atm |
| Kapasitas | 1003,428 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 11,2031 | M |
| Tinggi vessel | 4,2011 | M |
| Tebal dinding vessel | 0,0822 | M |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

8. TANGKI (T-04)

Tabel 3.8 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|---|----------------|
| Nama Alat | Tangki penyimpanan hasil fermentasi sebelum masuk MD-01 | |
| Kode Alat | T-04 | |
| Jumlah | 1buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan hasil fermentasi sebelum masuk MD-01 | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Tangki torispherical head and flat bottom | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 0,5 | atm |
| Kapasitas | 615,457 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 9,2210 | M |
| Tinggi vessel | 4,6105 | M |
| Tebal dinding vessel | 0,05715 | M |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

9. MIXING TANGKI-01 (MT-01)

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|--|
| Nama alat | Mixing Tank |
| Kode alat | MT-01 |
| Jumlah | 1 buah |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Untuk menghomogenkan slurry sorgum dengan air panas dan H_3PO_4 biji |
| DATA DESAIN | |
| Tipe | Tangki torispherical head and flat bottom dengan berpengaduk |
| Kapasitas | 9,2160 |
| Tutup atas | Torispherical |
| Tutup bawah | flat |
| Temperatur | 30 °C |
| Pengaduk | Tipe flat blade turbin impeller |
| Tinggi | 2,2728 m |
| Tekanan | 1 atm |
| Putaran | |
| Power | 1,468 rps |
| Bahan konstruksi | 10 HP Carbon Steel |

Tabel 3.9 Spesifikasi Mixing Tank

10. Centrifuge-01 (CF-01)

Tabel 3.10 Spesifikasi Centrifuge

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|---|
| Nama alat | Centrifuge |
| Kode alat | CF-01 |
| Jumlah | 1 Buah |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Mengambil sisa bioetanol yang masih terdapat dalam cake (stillage) keluaran FP-01 |
| DATA DESAIN | |
| Tipe | Nozzle Discharge |
| Tekanan | 1 atm |
| Temperatur | 30 °C |
| Kapasitas | 55,03969 gpm |
| Diameter bowl | 0,29972 m |
| Power | 150HP |

11. FILTER PRESS-01 (FP-01)

Tabel 3.11 Spesifikasi Filter Press

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|---|-----------------|
| Nama Alat | Filter Press | |
| Kode Alat | FP – 01 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Untuk memisahkan stillage dari larutan biobioetanol – air sebelum diumpankan ke kolom destilasi (KD-01) | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Plate and Frame | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1 | atm |
| Kapasitas | 8.198,937 | kg/jam |
| DATA MEKANIK | | |
| Area filtrasi | 17,735 | ft ² |
| Jumlah Plate & frame | 6 | buah |
| Waktu filtrasi | 30 | menit |

12. Jet Cooker (JC-01)

Tabel 3.12 Spesifikasi Jet Cooker

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|--|
| Nama alat | Jet Cooker |
| Kode alat | JC-01 |
| Jumlah | 1 buah |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Tempat mengubah slurry biji sorgum menjadi mash dengan pemanasan |
| DATA DESAIN | |
| Tipe | Silinder vertical dengan tutup torispherical pada bagian atas |
| Kapasitas | 6,6952 m ³ |
| Tutup atas | Silinder tegak dengan head atas torispherical, berpengaduk |
| Temperatur | 111 °C |
| Diameter | 2,0431 m |
| Tinggi | 2,0431 m |
| Tebal | 0,4375 m |
| Tekanan | 1 atm |
| Bahan konstruksi | Carbon Steel |

13. HAMMER MILL – 01 (HM – 01)

Tabel 3.13 Spesifikasi Hammer Mill

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|---|
| Nama Alat | Hammer Mill |
| Alat Kode | HM-01 |
| Jumlah | 1 buah |
| Fungsi | Menghancurkan biji sorgum menjadi Chip dengan ukuran yang seragam |
| DATA DESIGN | |
| Tipe | Hammer Crusher |
| Temperature design | 30 °C |
| Tekanan design | 1 atm |
| Kapasitas | 16.797,91 kg/jam |
| DATA MEKANIK | |
| Model | RA-3 |
| Dimensi Rotor | 12 or 18 in |
| Kecepatan maksimum | 6500 rpm |
| Power | 10 – 75 Hp |
| Bahan konstruksi | Carbon steel |

14. SCREEN (SCR-01)**Tabel 3.14** Spesifikasi Screen

| IDENTIFIKASI | |
|-----------------------|--|
| Nama | Screen |
| Kode Alat | SCR-01 |
| Jumlah | 1 |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Menyaring tepung sorgum dengan ukuran kurang dari 1 mm |
| DATA DESAIN | |
| Laju Alir | 16.797,91 kg/jam |
| Ukuran Keluaran | 0,6 mm |
| Jenis | Vibrating screen inclined Leahy, Hum-mer |
| Nominal Wire Diameter | 0,044 mm |
| Model | No.230 |
| Sieve Opening | 0,063 mm |

15. SCREW CONVEYOR (SC-01)

Tabel 3.15 Spesifikasi Screen Conveyer

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|---|
| Nama | Screw Conveyor |
| Kode Alat | SC-01 |
| Jumlah | 1 |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Memasukan Tepung Sorgum ke dalam Mixing Tank (MT-01) |
| DATA DESAIN | |
| Laju Alir | 13.998 kg/jam |
| Kapasitas | 6,68261ft ³ /min |
| Diameter Flight | 10 in |
| Putaran | 55 rpm |
| Diameter Pipa | 2,5 in |
| Panjang | 30 ft |
| Bahan Konstruksi | Carbon Steel |
| Power | 2 Hp |

16. SCREW CONVEYOR (SC-02)

Tabel 3.16 Spesifikasi Screen Conveyer

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|--|
| Nama | Screw Conveyor |
| Kode Alat | SC-02 |
| Jumlah | 1 |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Memasukan aspergillus tepung sorgum reactor SFS (SFS -01) |
| DATA DESAIN | |
| Laju Alir | 1.374,20 kg/jam |
| Kapasitas | 0,741421 ft ³ /min |
| Diameter Flight | 9 in |
| Putaran | 40 rpm |
| Diameter Pipa | 2,5 in |
| Panjang | 30 ft |
| Bahan Konstruksi | Carbon Steel |
| Power | 0,16 |

17. SCREW CONVEYOR (SC-03)

Tabel 3.17 Spesifikasi Screen Conveyer

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|--|
| Nama | Screw Conveyor |
| Kode Alat | SC-03 |
| Jumlah | 1 |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi | Memasukan Ragi <i>S. Cerevisiae</i> kedalam reactor SFS |
| DATA DESAIN | |
| Laju Alir | 1.374 kg/jam |
| Kapasitas | 0,622964 ft ³ /min |
| Diameter Flight | 9 in |
| Putaran | 40 rpm |
| Diameter Pipa | 2,5 in |
| Panjang | 30 ft |
| Bahan Konstruksi | Carbon Steel |
| Power | 0,16 |

18. Heater (HE-01)

Tabel 3.18 Spesifikasi Heater (HE-01)

| | |
|---------------------|---|
| Nama alat | : Heater |
| Kode alat | : HE-01 |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fungsi | Menaikkan temperatur air dari utilitas menuju Mixing Tank (MT-01) dari suhu 30 60 °C ke suhu 60 ° C |
| DATA DESAIN | |
| Jenis alat | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Kapasitas | : 2,301463674 kg/jam |
| Luas transfer panas | : 3,300 ft ² |
| Bahan konstruksi | : Stainless Steel |
| Annulus | |
| Aliran fluida | : <i>Hot fluid/air</i> |
| Jumlah Hairpin | : 1 buah |
| NPS | : 2 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 0,060452 m |
| ID | : 0,0525018 m |
| Panjang | : 2,380 m |
| ΔP_a | : 3,873 psi |

| Tabel 3. 18 Spesifikasi Heater (HE-01) (Lanjutan) | |
|--|-----------------------------------|
| Inner Pipe | |
| Aliran fluida | : <i>Cold fluid/air</i> |
| NPS | : 1,25 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 0,042 m |
| ID | : 0,035 m |
| Panjang | : 2,380 m |
| Uc | : 70,221 btu/jamft ² F |
| Ud | : 7,831 btu/jamft ² F |
| Rd _{calculated} | : 0,1135 |
| Rd _{required} | : 0,002 |
| ΔP_p | : 0,26009 psi |

19. Heater (HE-02)

Tabel 3.19 Spesifikasi Heater (HE-02)

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|---|
| Nama alat | : Heater |
| Kode alat | : HE-02 |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fungsi | : Menaikkan temperatur bahan baku menuju JT-01 dari suhu 30°C menjadi 111 ° C |
| DATA DESAIN | |
| Jenis alat | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Kapasitas | : 8289,0638kg/jam |
| Luas transfer panas | : 5,795 ft ² |
| Bahan konstruksi | Carbon Steel |
| Annulus | |
| Aliran fluida | : <i>Hot fluid/air</i> |
| Jumlah Hairpin | : 1 buah |
| NPS | : 2 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 2,380 in |
| ID | : 2,067 in |
| Panjang | : 12 in |
| ΔP_a | : 0,000343 psi |

| Tabel 3.19 Spesifikasi Heater (HE-02) (Lanjutan) | |
|---|-----------------------------------|
| Inner Pipe | |
| Aliran fluida | : <i>Cold fluid</i> /umpan |
| NPS | : 1,25 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 1,660 in |
| | |
| ID | : 1,380 in |
| Panjang | : 12 ft |
| Uc | : 122,391btu/jamft ² F |
| Ud | : 25,082 btu/jamft ² F |
| R _d calculated | : 0,0317 |
| R _d required | : 0,003 |
| | |
| ΔP_p | : 1,45185psi |

20. Cooler (CO-01)

Tabel 3.20 Spesifikasi Cooler (CO-01)

| | |
|---------------------|---|
| Nama alat | : Cooler |
| Kode alat | : CO -01 |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fungsi | menurunkan temperatur bahan baku sebelum masuk reactor (SFS -01) dari suhu 111°C menjadi 30 ° C |
| DATA DESAIN | |
| Jenis alat | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Kapasitas | : 20863,7038 kg/jam |
| Luas transfer panas | : 32,9934 ft ² |
| Bahan konstruksi | Carbon Steel |
| Annulus | |
| Aliran fluida | : Cold <i>fluid/air</i> |
| Jumlah Hairpin | : 1 buah |
| NPS | : 2 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 2,380 in |
| ID | : 2,067 in |
| Panjang | : 12 in |
| ΔP_a | : 0,079 psi |

| Tabel 3.20 Spesifikasi Cooler (CO-01) (Lanjutan) | |
|---|------------------------------------|
| Inner Pipe | |
| Aliran fluida | : <i>hot fluid</i> /umpan |
| NPS | : 1,25 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 1,660 in |
| ID | : 1,380 in |
| Panjang | : 12 ft |
| Uc | : 727,33 btu/jamft ² F |
| Ud | : 187,163 btu/jamft ² F |
| | |
| R _d ^{calculated} | : 0,004 |
| R _d ^{required} | : 0,003 |
| ΔP _p | : 1,45185psi |

21. Cooler (CO-02)

Tabel 3.21 Spesifikasi Cooler (CO-02)

| | |
|---------------------|--|
| Nama alat | : Cooler |
| Kode alat | : CO -02 |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fungsi | : menurunkan suhu dari Accmulator dari suhu 81,6 °C menjadi 30 ° C |
| Jenis alat | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Kapasitas | : 1262,6263 kg/jam |
| Luas transfer panas | : 0,007ft ² |
| Bahan konstruksi | Carbon Steel |
| Annulus | |
| Aliran fluida | : <i>Cold fluid/air</i> |
| Jumlah Hairpin | : 1 buah |
| NPS | : 2 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 2,380 in |

| | |
|--------------|-----------------|
| ID | : 2,067 in |
| Panjang | : 12 in |
| ΔP_a | : 0,0000111 psi |

| Tabel 3.21 Spesifikasi Heater (CO-02) (Lanjutan) | |
|---|-----------------------------------|
| Inner Pipe | |
| Aliran fluida | : <i>hot fluid</i> /umpan |
| NPS | : 1,25 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 1,660 in |
| ID | : 1,380 in |
| Panjang | : 12 ft |
| U_c | : 25,214 btu/jamft ² F |
| U_d | : 0,186 btu/jamft ² F |
| $R_{d_{calculated}}$ | : 5,32 |
| $R_{d_{required}}$ | : 0,003 |
| ΔP_p | : 0,00029 psi |

22. Reaktor (R-101)

Tabel 3.22 Spesifikasi Reaktor (R-101)

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|------------------------------------|
| Nama alat | : Reaktor |
| Kode alat | : R-101 |
| Jumlah | : 2 buah |
| Fungsi | : Proses Hidrolisis dan fermentasi |
| DATA DESAIN | |

| | |
|----------------|-----------------------------|
| Jenis | : Bacth Reaktor |
| Fase | : cair |
| Tinggi reactor | : 2,7432 m |
| Volume reactor | : 21438,0568 m ³ |

| | |
|-------------------|---|
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless Steel SA-167 grade 11 tipe 316</i> |
| Suhu umpan masuk | : 30 °C |
| Suhu umpan keluar | : 30 °C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Pengaduk | |
| Jenis | : turbine with 6 flat blade |
| Lebar Blade | : 0,2217 m |
| Lebar Baffle | : 0,4523 m |
| Tenga pengadukan | : 3 Hp |
| Head | |

| | |
|------------------------|------------|
| Tebal | : 0,0413 m |
| Tinggi | : 3,3494 m |
| Jaket Pendingin | |
| Diameter Jacket | : 2,7456 m |
| Tebal Jacket | : 0,0012 m |

24 Pompa

Tabel 3.23 Spesifikasi Pompa

| | | | |
|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Kode alat | P-01 | P-02 | P-03 |
| Nama alat | Pompa | Pompa | Pompa |
| Jumlah | 1 buah | 1 buah | 1 buah |
| Fungsi | Mengalirkan air dari utilitas ke HE-01 | Mengalirkan keluaran MT-01 ke JC-01 | Mengalirkan keluaran JC-01 ke CO-01 |
| DATA DESAIN | | | |
| Jenis alat | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> |
| Kapasitas | 0,00377 m ³ /jam | 0,03836144 m ³ /jam | 0,03380085 m ³ /jam |
| N | 3.500 rpm | 3.500 rpm | 3.500 rpm |
| N _s | 109,6422 rpm | 258,8533 rpm | 175,1437 rpm |
| Total Head | 2,0088 m | 3 m | 4,6418 m |
| Efisiensi pompa | 0,140693 kW | 0,8788 kW | 1,0426 kW |

Tabel 3.23 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

| IDENTIFIKASI | | | |
|---------------------|--|--|--|
| Kode alat | P-04 | P-05 | P-06 |
| Nama alat | Pompa | Pompa | Pompa |
| Jumlah | 1 buah | 1 buah | 1 buah |
| Fungsi | Mengalirkan H ₃ PO ₄ dari tangki H ₃ PO ₄ ke MT-01 | Mengalirkan keluaran H ₃ PO ₄ dari tangki H ₃ PO ₄ ke SFS-01 | Mengalirkan keluaran dari T03 ke SFS -01 |
| DATA DESAIN | | | |
| Jenis alat | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> |
| Kapasitas | 1,59E-08 m ³ /jam | 6,08958E-09 m ³ /jam | 0,016723858 m ³ /jam |
| N | 3.500 rpm | 3.500 rpm | 3.500 rpm |
| N _s | 0,1670 rpm | 0,0546 rpm | 185,0527 rpm |
| Total Head | 3 m | 7 m | 2,6983 m |
| Efisiensi pompa | 6,67731E-07kW | 1,0695E-06 kW | 0,920138008 kW |

Tabel 3.23 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

| IDENTIFIKASI | | | |
|---------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| Kode alat | P-07 | P-08 | P-9 |
| Nama alat | Pompa | Pompa | Pompa |
| Jumlah | 1 buah | 1 buah | 1 buah |
| Fungsi | Mengalirkan keluaran SFS-01 ke T-04 | Mengalirkan keluaran T-05 ke CF-01 | Mengalirkan keluaran dari CF01 ke MP-01 |
| DATA DESAIN | | | |
| Jenis alat | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> |
| Kapasitas | 50,1715 m ³ /jam | 0,02864508 m ³ /jam | 0,000934706 m ³ /jam |
| N | 3.500 rpm | 3.500 rpm | 3.500 rpm |
| N _s | 220,7124 rpm | 220,7124 rpm | 32,5599 rpm |
| Total Head | 3,0539 m | 3,0539 m | 4,0007 m |
| Efisiensi pompa | 1,353829 kW | 0,879 kW | 0,051816891kW |

Tabel 3.23 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

| IDENTIFIKASI | | | |
|---------------------|---|---|---|
| Kode alat | P-10 | P-11 | P-12 |
| Nama alat | Pompa | Pompa | Pompa |
| Jumlah | 1 buah | 1 buah | 1 buah |
| Fungsi | Mengalirkan keluaran FP-01 ke MP-01 | Mengalirkan keluaran MP-01 ke HE-02 | Mengalirkan keluaran ACC01 ke CO-02 |
| DATA DESAIN | | | |
| Jenis alat | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> | <i>Centrifugal Pump</i> |
| Kapasitas | 0,0099334m ³ /jam | 0,010688426 m ³ /jam | 0,002989466 m ³ /jam |
| N | 3.500 rpm | 3.500 rpm | 3.500 rpm |
| N _s | 77,5655 rpm | 91,7445 rpm | 72,1328 rpm |
| Total Head | 6,0781 m | 5,1023 m | 3,0071 m |
| Efisiensi pompa | 0,8145075 kW | 0,67267654 kW | 0,123782136 kW |

25. Menara Destilasi -01 (MD-01)

Tabel 3.24 Spesifikasi Menara Destilasi

| | | |
|------------|---|---------------------|
| Nama Alat | Kolom Destilasi | |
| Alat Kode | MD-01 | |
| Jenis | Sieve Tray Column | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Operasi | Kontinyu | |
| Fungsi | Tempat memurnikan kandungan bioetanol pada campuran bioetanol-air dengan memisahkan air dari aliran bioetanol-air | |
| | DATA DESIGN | |
| | Top | Bottom |
| Tekanan | 1 Atm | 1,2 atm |
| Temperatur | 80,2312 oC | 105,3167 oC 0 |
| | KOLOM | |
| | Top | Bottom |
| Diameter | 0,774 m | 1,313 m |

| | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Tray spacing | 0,6090 m | 0,6090 m |
| Jumlah tray | 4 Buah | 19 Buah |
| Tebal | 0,03 m | 0,03 m |
| Material | Carbon steel PLATE | |
| | Top | Bottom |
| Downcomer area | 0,070 m ² | 0,203 m ² |
| Active area | 0,329 m ² | 0,948 m ² |
| Hole Diameter | 5 mm | 5 mm |
| Hole area | 0,02 m ² | 0,0284 m ² |
| Tinggi weir | 50 mm | 50 mm |
| Panjang weir | 0,627 m | 1,064 m |
| Tebal plate | 3 mm | 3 Mm |
| Pressure drop per tray | 160,976 mm liquid | mm 141,032 liquid |
| Tipe aliran cairan | Single pass | Single pass |
| Desain % flooding | 85 % | 85 % |
| Jumlah hole | 10 Buah | 14 Buah |

26. Mixing Point (MP-01)

Tabel 3.25 Spesifikasi Mixing Point

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|---|----------------|
| Nama Alat | Mixing Point | |
| Kode Alat | T-03 | |
| Jumlah | 1buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan hasil CF-0 1 dan FP - 01 | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Tangki torispherical head and flat bottom | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1,4 | atm |
| Kapasitas | 670,194 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 9,4866 | m |
| Tinggi vessel | 9,4866 | m |
| Tebal dinding vessel | 0,0822 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

27. Condensor (CD-01)

Tabel 3.26 Spesifikasi Condensor

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|--|
| Nama alat | : Condensor |
| Kode alat | : CD -01 |
| | |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fungsi | : Mengkondensasikan uap produk keluaran MD-01 |
| DATA DESAIN | |
| Jenis alat | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Kapasitas | : 2039,727 kg/jam |
| Luas transfer panas | : 0,19 ft ² |
| Bahan konstruksi | Carbon Steel |
| Annulus | |
| Aliran fluida | : <i>Cold fluid/air</i> |
| Jumlah Hairpin | : 1 buah |
| | |

| | |
|-----------------|----------------|
| NPS | : 2,5 in |
| Schedule number | : 40 |
| | |
| OD | : 2,880 in |
| ID | : 2,469 in |
| Panjang | : 12 in |
| ΔP_a | : 0,000111 psi |

Tabel 3.26 Spesifikasi Condensotr (CD-01) (Lanjutan)

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Inner Pipe | |
| Aliran fluida | : <i>hot fluid</i> /umpan |
| NPS | : 1,5 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 1,90 in |
| ID | : 1,610 in |
| Panjang | : 12 ft |
| Uc | : 1,5954 btu/jamft ² F |
| Ud | : 1,59 btu/jamft ² F |

| | |
|--------------------------|-------------|
| $R_{d\text{calculated}}$ | :0,0031 |
| $R_{d\text{required}}$ | : 0,002 |
| ΔP_p | : 0,052 psi |

28. Reboiler (RB-01)

Tabel 3.27 Spesifikasi Reboiler (RB-01)

| IDENTIFIKASI | |
|---------------------|---|
| Nama alat | : Reboiler |
| Kode alat | : RB -01 |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fungsi | Menguapkan kembali produk bottom produk pada Menara Destilasi (MD-01) |
| DATA DESAIN | |
| Jenis alat | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Kapasitas | : 24423,0802 kg/jam |
| Luas transfer panas | : 126,4042 ft ² |
| Bahan konstruksi | Carbon Steel |

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Annulus | |
| Aliran fluida | : Cold <i>fluid/air</i> |
| Jumlah Hairpin | : 1 buah |
| NPS | : 2 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 2,380 in |
| ID | : 2,067 in |
| | |
| Panjang | : 12 in |
| ΔP_a | : 0,000111 psi |

| | |
|--|--------------------------|
| Tabel 3. 27 Spesifikasi Reboiler (RB-01) (Lanjutan) | |
| Inner Pipe | |
| Aliran fluida | : <i>hot fluid/umpan</i> |
| NPS | : 1,5 in |
| Schedule number | : 40 |
| OD | : 1,660 in |
| ID | : 1,1380 in |
| | |

| | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Panjang | : 12 ft |
| Uc | : 196,3647 btu/jamft ² F |
| Ud | : 140,99 btu/jamft ² F |
| R _d calculated | :0,0032 |
| R _d required | : 0,002 |
| ΔP_p | : 1,6207 psi |

29. TANGKI (T-06)

Tabel 3.28 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

| | | |
|----------------------|---|----------------|
| Nama Alat | Tangki penyimpanan Biobioetanol | |
| Kode Alat | T-05 | |
| Jumlah | 1buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan Biobioetanol | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Tangki torispherical head and flat bottom | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1,3 | atm |
| Kapasitas | 56,302 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 4,1548 | m |
| Tinggi vessel | 4,1548 | m |
| Tebal dinding vessel | 0,015085865 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

30. Blower

Tabel 3.29 Spesifikasi Blower

| D ATA DESIGN | | |
|---------------------|------------------------------------|--------|
| Tipe | Centrifugal | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1,1 | atm |
| Fungsi | Mengalirkan Oksigen ke Reaktor SFS | |
| Kapasitas | 2607,96 | Kg/jam |
| DATA MEKANIK | | |
| Head | 3,29 | m |
| Efisiensi Motor | 0,083 | HP |

31. Belt Conveyer

Tabel 3.30 Spesifikasi Belt Conveyer

| IDENTIFIKASI | | |
|---------------------|------|--|
| Nama | Belt | Conveyor |
| Kode Alat | BC- | 01 |
| Jumlah | 1 | |
| Operasi | | Kontinyu |
| Fungsi | | Mengalirkan Biji Sorgum dari Bin Storage |
| | (BS- | 01) ke Hammer Mill (HM-01) |
| DATA DESAIN | | |
| Kapasitas | | 1.014,2354 ft ³ /min |
| Lebar Belt | | 14 in |
| Panjang | | 4,2640 ft |
| Power | | 0,083 Hp |

32. TANGKI (T-05)

Tabel 3.31 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

| IDENTIFIKASI | | |
|----------------------|--|----------------|
| Nama Alat | Tangki penyimpanan oksigen | |
| Kode Alat | T-03 | |
| Jumlah | 1 buah | |
| Fungsi | Untuk menyimpan hasil dari gas Oksigen | |
| DATA DESIGN | | |
| Tipe | Tangki Spherical | |
| Temperature design | 30 | °C |
| Tekanan design | 1,2 | atm |
| Kapasitas | 270,5247 | m ³ |
| DATA MEKANIK | | |
| Diameter vessel | 8,03 | m |
| Tinggi vessel | 8,03 | m |
| Tebal dinding vessel | 0,25 | m |
| Bahan konstruksi | Carbon steel | |

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku biji sorgum diperoleh dari pabrik perkebunan sorgum yang berada di Jawa Tengah sebanyak 17.350 Ton/Ha dengan total Perkebunan 50 ha (*Dinas Pertanian*

Tanaman Pangan Propinsi Daerah TK I Jawa Tengah)

Tabel 3.31 Kebutuhan Bahan Baku

| Komponen | Kebutuhan bahan baku (ton/tahun) | Rerata ketersediaan bahan baku (ton/tahun) |
|-------------|-------------------------------------|---|
| Biji Sorgum | 4.463,0801 | 17.350 |

Dari table 3.29 di atas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku mbioetanol dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

3.2 Analisis Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses, umur ekonomis peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.