

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini mengalami peningkatan yang sangat tinggi. Peningkatan ini juga melibatkan industri kimia yang juga merupakan industri vital dan strategis. Oleh karena itu, berbagai negara didunia termasuk Indonesia sangat memperhatikan perkembangan industri kimia. Sebab industri kimia mempunyai banyak keterkaitan dengan industri lainnya dan dapat mempengaruhi kegiatan ekonomi.

Perkembangan industri memerlukan perkembangan infrastruktur sebagai faktor penunjang. Infrastruktur ini antara lain adalah sektor kelistrikan dan penyediaan bahan bakar. Seperti yang kita ketahui dewasa ini, kebutuhan akan bahan bakar semakin tinggi, sementara itu ketersediaan bahan bakar semakin menipis. Berdasarkan hal tersebut, perancangan ini ditujukan untuk menyeimbangkan antara perkembangan infrastruktur dengan perkembangan industri melalui pabrik yang mampu menghasilkan bahan bakar alternatif. Salah satu konsep yang berdasarkan hal tersebut adalah *liquefaksi* batubara menjadi *syncrude n-pentane*.

Kegunaan *syncrude n-pentane*:

- a. Sebagai bahan bakar.

- b. Sebagai *solvent* (pelarut) dalam kegiatan industri maupun dalam laboratorium.
- c. Sebagai bahan pembantu dalam industri gas LPG.

1.2 Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berdasarkan pada beberapa hal sebagai berikut :

1.2.1. Kebutuhan Pasar

Konsumsi n-pentana di Indonesia sendiri ada kecenderungan meningkat. Sebagai gambaran bahwa konsumsi n-pentana meningkat, terlihat dari suplainya yang berasal dari produksi dalam negeri ditambah dengan impor dan dikurangi oleh ekspor. Atas dasar bahwa pada tahun tertentu seluruhnya dikonsumsi pada tahun itu juga, maka diperkirakan laju pertumbuhan konsumsi n-pentana di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya.

Data statistik yang diterbitkan oleh BPS tentang kebutuhan n-pentana di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat seperti terlihat pada tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1. Data kebutuhan n-pentana periode tahun 1998-2003

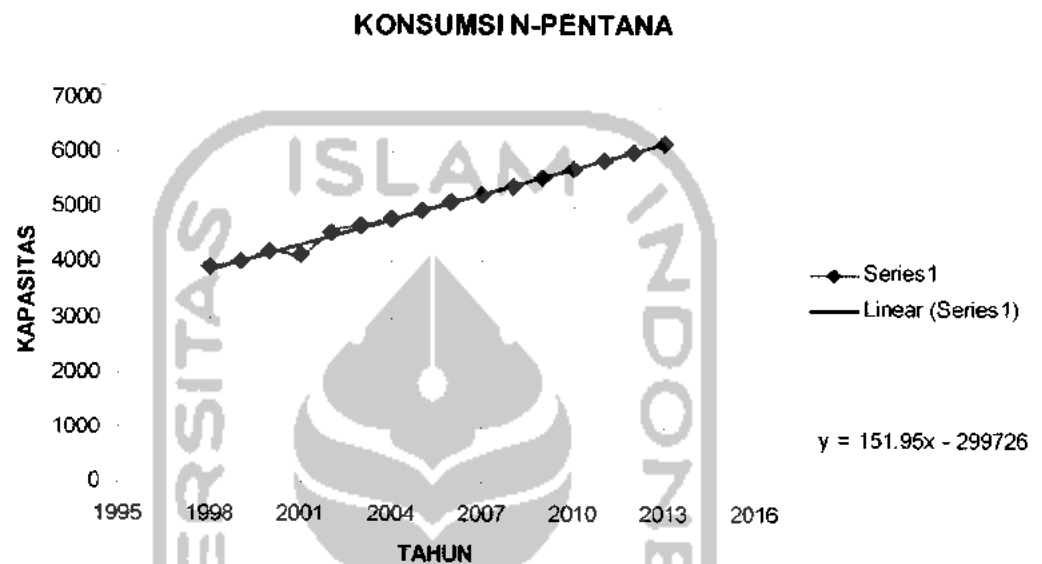
Tahun	Jumlah (ton/tahun)
1998	3914.445
1999	4025.06
2000	4186.646
2001	4151.808
2002	4532.009
2003	4676.599

(BPS 2007)

Dari data diatas dapat diperoleh grafik 1.1 hubungan antara tahun dengan kebutuhan n-pentana dalam negeri. Berdasarkan grafik 1.1 dibawah ini, diperoleh persamaan $y = 151,34 x - 298501$. Sehingga diperkirakan kebutuhan n-pentana pada tahun 2013 adalah sebesar 6146.42 ton/tahun. Didasarkan pada kebutuhan pasar dalam negeri ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 10.000 ton/tahun. Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang diperkirakan akan meningkat.
- Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya industri lain yang menggunakan n-pentana.
- Dapat menghemat devisa negara cukup besar karena laju import dapat ditekan seminimal mungkin.
- Dapat mengekspor n-pentana sehingga dapat meningkatkan devisa negara

Grafik 1.1 Hubungan antara Tahun dengan Kebutuhan n-pentana dalam Negeri



1.2.2. Bahan Baku

Pada rancangan ini bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *syncrude n-pentane* adalah batubara. Indonesia merupakan negara yang kaya sumber daya alamnya termasuk batubara. Pada tabel di bawah ini dapat dilihat data statistik produksi dan ekspor batubara di Indonesia:

Tabel 1.2 Statistik produksi batubara (ton)

Perusahaan	2001	2002	2003
Bukit Asam	10.212.000	9.482.000	10.027.000
Adaro Indonesia	17.708.000	20.819.000	22.523.000
Kaltim Prima Coal	15.528.000	17.577.000	16.203.000
Kideco	10.381.000	11.500.000	14.056.000
Arutmin	9.532.000	10.577.000	13.615.000
Berau Coal	6.750.000	7.123.000	7.360.000
Indominco Coal	4.435.000	5.335.000	6.327.000
Kontrak kerja	12.195.000	14.168.000	16.217.000
Perusahaan lokal	5.806.000	6.811.000	8.282.000
Total	92.546.000	103.372.000	114.610.000

(Sumber : Perusahaan batubara)

Tabel 1.3 Statistik ekspor batubara (ton)

Perusahaan	2001	2002	2003
Bukit Asam	1.895.000	1.855.000	2.239.000
Katim Prima Coal	15.079.000	16.629.000	16.034.000
Adaro Indonesia	11.446.000	12.688.000	15.187.000
Arutmin	9.247.000	9.858.000	13.772.000
Kideco	7.321.000	6.750.000	8.942.000
Berau Coal	4.371.000	5.334.000	4.887.000
Indominco Coal	4.415.000	5.072.000	5.349.000
Kontrak kerja	8.770.000	9.954.000	12.216.000
Perusahaan lokal	3.971.000	4.314.000	7.055.000
Total	66.517.000	72.454.000	85.681.000

(Sumber : Perusahaan Batubara)

1.3 Tinjauan Pustaka

Batubara adalah termasuk salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Batubara terdiri atas beberapa jenis, yaitu antrasit atau batubara keras, batubara bituminous, batubara subbituminus, batubara lignit dan batubara gambut. Analisa unsur memberikan rumus formula empiris seperti : $C_{137}H_{97}O_9NS$ untuk bituminus dan $C_{240}H_{90}O_4NS$

untuk antrasit. Rata-rata batubara di Indonesia mengandung 2-6 Sulfur. Dan berbentuk batubara lignit (coklat).

Sebagai pemilik cadangan batubara yang besar, Indonesia punya peluang mengembangkan proses likuifikasi untuk diversifikasi BBM serta peningkatan pengetahuan tentang masalah pemanfaatan batubara. Indonesia adalah salah satu negara produsen batubara terbesar di dunia. Sementara itu penggunaan batu bara di Indonesia sangat tidak maksimal, padahal harga batubara di Indonesia sangat murah di bandingkan dengan negara produsen lainnya. Hal ini juga menjadi salah satu alasan pendirian pabrik ini. Kandungan utama batubara adalah karbon. Semakin tinggi kandungan karbon didalam batubara semakin tinggi pula kualitas batubara tersebut dan semakin tinggi pula harganya.

Konversi batubara menjadi menjadi migas sintetis, atau bahan petrokimia lain yang bernilai ekonomi tinggi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu likuifikasi (pencairan) dan gasifikasi (penyubliman). Bagi Indonesia, teknik konversi pencairan atau likuifikasi batubara dinilai lebih menguntungkan untuk saat ini. Selain lebih sederhana prosesnya, likuifikasi relatif lebih murah dan lebih bersih dibanding teknik gasifikasi.

Pada prinsipnya likuifikasi adalah pengubah batubara padat menjadi bahan bakar cair. Adalah bergius, 1913, yang pertama kali mengembangkan teknologi ini. Sejak disempurnakan Mathias Pier, 1920, hingga kini, para peneliti dari berbagai negara telah melanjutkannya dengan aneka penyempurnaan dan pengembangan.

Sebagian riset likuifikasi batubara baru memasuki skala pilot plant. Sementara, sebagian lain sebetulnya sempat masuk skala komersial. Tetapi, karena harga batubara yang kian meningkat, minyak dan gas sintetis hasil likuifikasi yang sempat berdiri di beberapa negara kini nyaris ditutup kembali hanya karena alasan ekonomis.

Normal pentana yang sehari-hari dikenal dengan sebutan n-pentana merupakan senyawa yang mengandung gugus hidrokarbon dengan rumus molekul (C_5H_{12}). Memiliki spesifikasi yaitu berat molekul (BM) 72,15278 g/mol, fase cair, tak berwarna, berat jenis (*liquid*) 0.626 g/cm^3 , titik lebur $-129.8 \text{ }^\circ\text{C}$ (143 K), titik didih $36.1 \text{ }^\circ\text{C}$ (308 K), kelarutan dalam air 0.01 g/100 ml ($20 \text{ }^\circ\text{C}$), viskositas cair 0.240 cP at $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pembuatan *syncrude n-pentane* dengan cara likuifaksi batubara pada prinsipnya ada empat jenis, yaitu:

- 1.3.1. SRC-I, menggunakan pelarut Refined Coal,
- 1.3.2. CSF (Consol Synthetic Fuels), dikembangkan oleh Consol
- 1.3.3. EDS, dikembangkan oleh Exxon Donos, dan
- 1.3.4. H-Coal, dikembangkan oleh Hydrocarbon Research Inc.

Secara umum, bahan bakar cair dapat diwakili oleh rumus molekul CH_2 sehingga jika batubara memiliki rumus molekul $CH_{0.8}$ maka proses likuifaksi yang terjadi adalah :



Tabel 1.4. Perbandingan Berbagai Teknologi Utama Proses Likuiifikasi

Teknologi	SRC-1	SRC-2	EDS	H-Coal
Kondisi operasi :				
Tekanan, psia	1.500	1.950	2.000	2.200
Temperatur, °F	850	850	850	850
Waktu tinggal, menit	40	60	40	30-70
Perolehan cairan, % berat maf coal	76	70	50*	74
Konversi batubara, % berat maf coal	95	95	70	94
Konsumsi H ₂ , % berat maf coal	2,4	4,7	4,3	3,8 - 5,3
Sistem recycle	Pelarut proses	Bubur dalam reaktor	Pelarut terhidrogenasi	Distilat berat
Reaktor	Kolom aliran ke atas	Kolom aliran ke atas	Reaktor plugflow, upflow	Fixed bed, ebullated catalytic reactor
Katalis		Bahan mineral	Ni-Mo untuk hidrogenasi pelarut	Co-MO atau Ni-Mo

Sumber : *Coal Processing and Pollution Control*, Thomas F Edgar, 1983

Dari empat teknologi diatas, proses hidrogenasi yang dinilai lebih praktis, murah dan sudah diuji coba oleh Hasnedy dkk di Coal & Carbon Laboratory Metals Research Institute, Universitas Hokkaido, dan Lab LSDE Puspipstek Serpong. Sehingga teknologi H-Coal yang dipilih dalam perancangan pabrik *syncrude n-pentane* ini.

Proses H-Coal atau proses hidrogenasi Bergius, pada prinsipnya dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan gugus hidrogen. Menurut cara ini, batubara mula-mula dihidrogenasi ke bentuk *synthetic crude* atau

syncruder, selanjutnya susunan batubara dibongkar atau diputuskan. Atom-atom yang berbeda diputuskan dan diganti hidrogen. Dengan cara hydrocracking dan hydrofining pemisahan dan penyulingan dengan pelarut air, sehingga diperoleh syncrude. Syncrude dapat diproses untuk menghasilkan produk akhir seperti bensin, distilat hidrokarbon menengah, furnace oil dan bahan kimia lain. Pada proses ini nafta sebenarnya diubah menjadi bahan-bahan kimia aromatis. Sedang gas hidrogen sederhana (C1-C4) diolah menjadi bahan baku olefin dan/atau bensin jenis premium.

Secara umum reaksi hidrogenasi bergius yang terjadi adalah :



Pada H-Coal, diperlukan penambahan katalis untuk menaikkan nilai konversi batubara menjadi cairan dan untuk reaksi hidrogenasi. Penambahan katalis dapat meningkatkan fraksi cair pada proses pencairan dari 1 menjadi 1,5. Pada perancangan ini, katalis yang digunakan adalah katalis Co-Mo.

Dalam proses hidrogenasi, ada beberapa sifat dan kondisi batubara penting diperhatikan. Yatu, kadar abu, karbon tinggi, dan sulfur yang rendah. Kadar karbon 78-84% dan rasio CH 13-15 merupakan kadar yang paling ideal.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1. Bahan Baku

2.1.1.1. Batu bara

Komposisi % berat

Ash : 9,00

Karbon : 62,73

Hydrogen : 4,77

Oksigen : 8,91

Sulfur : 3,51

Nitrogen : 1,08

Kadar air : 10,00

Calori Value : 4000 kkal

Particle size : 0,07 dP (100 mesh)

2.1.1.2. Oksigen

Rumus molekul : O₂

Berat molekul : 32,042 g/mol

Titik beku : 54,4 (K), (-218,75 °C)

Titik didih : 90,2 (K), (-180,95 °C)

Suhu kritis : 154,6 (K), (-118,55 °C)

Tekanan kritis : 49,8 (bar), (49,1488 atm)

Volume kritis : 73,4 (cm³ / mol)

Densitas kritis	: 1,149 (g / cm ³)
Zc	: 0,288
Omega	: 0,021

2.1.1.3. Carbon

Rumus molekul	: C
Berat molekul	: 12,0107 g/mol
Fase	: padat
Warna	: hitam (grafit)
Berat Jenis (suhu kamar)	: 2,267 g/cm ³
Titik lebur	: 4300-4700 K, (4025,85-4426,85 °C)
Titik didih	: 4000 K, (3726,85 °C)
Kalor peleburan	: 100 kJ/mol
Kalor penguapan	: 355,8 kJ/mol
Kapasitas kalor (25 °C)	: 8,517 J/(mol·K)
Tekanan uap (2839 K)	: 10 Pa

2.1.1.4. Hidrogen

Rumus molekul	: H
Berat molekul	: 1,00794 g/mol
Fase	: gas
Warna	: tak berwarna
Berat Jenis (0 °C)	: 0,08988 g/l. (101,325 kPa)
Titik lebur	: 14,01 K(-259,14 °C, -434,45 °F)
Titik didih	: 20,28 K(-252,87 °C, -423,17 °F)

Suhu kritis	: 32,19 K, (-240,96 °C)
Kalor peleburan (H ₂)	: 0,117 kJ/mol
Kalor penguapan (H ₂)	: 0,904 kJ/mol
Kapasitas kalor (25 °C) (H ₂)	: 28,836 J/(mol·K)
Tekanan kritis	: 1,315 MPa, (12,978 atm)
Densitas kritis	: 30,12 g/L
Tekanan uap (15 K)	: 10 kPa

2.1.1.5. Sulfur

Rumus molekul	: S
Berat molekul	: 32,065 g/mol
Fase	: padat
Warna	: kuning lemon
Berat Jenis (± suhu kamar)	: (alpha)2,07g/cm ³ ,(beta)1,96g/cm ³ , (gamma)1,92g/cm ³
Berat Jenis	: 1,819 g/cm ³ (cair pada titik lebur)
Titik lebur	: 388,36 K (115,21 °C, 239,38 °F)
Titik didih	: 717,8 K (444,6 °C, 832,3 °F)
Suhu kritis	: 1314 K, (1040,85 °C)
Kalor peleburan	: 1,727 kJ/mol
Kalor penguapan	: 45 kJ/mol
Kapasitas kalor (25 °C)	: 22,75 J/(mol·K)
Tekanan kritis	: 20,7 MPa, (204,293 atm)
Tekanan uap (408 K)	: 10 Pa

2.1.1.6. Nitrogen

Rumus molekul	: N
Berat molekul	: 14.007 g/mol
Fase	: gas
Warna	: tak berwarna
Berat Jenis (0 °C)	: 1.251 g/L (101.325 kPa)
Titik lebur	: 63.15 K (-210.00 °C, -346.00 °F)
Titik didih	: 77.36 K (-195.79 °C, -320.42 °F)
Suhu kritis	: 126.21 K (-146.94 °C)
Kalor peleburan (N ₂)	: 0.360 kJ/mol
Kalor penguapan (N ₂)	: 5.56 kJ/mol
Kapasitas kalor (25 °C) (N ₂)	: 29.124 J/(mol·K)
Tekanan kritis	: 3.39 MPa, (33,4567 atm)
Tekanan uap (41 K)	: 10 kPa

2.1.2. Produk samping

2.1.2.1. Air

Rumus Kimia	: H ₂ O
Berat Molekul	: 18.0153
Berat Jenis	: 0,998 g/ml
Titik Didih	: 100 °C
Titik Beku	: 0 °C
Panas Jenis (20 °C)	: 4.17856 J/g.K

Viskositas : 0,8949 cP

2.1.2.2. Karbonmoksida

Rumus molekul : CO

Berat molekul : 28.011 g/mol

Fase : gas

Warna : tak berwarna

Titik beku : -205 °C (68 K)

Titik didih : -192 °C (81 K)

Kelarutan : 0.0026 g/100 mL (20 °C)

Berat Jenis : 1.145 g/ml (25 °C)

Tekanan Kritis : 3,496 Mpa. (34,5028 atm)

Densitas Kritis : 0,301 g/L

Viskositas : 29,1 cP

2.1.2.3. Karbondioksida

Rumus Molekul : CO₂

Berat Molekul : 44,014 g/mol

Fase : Gas

Warna : tak berwarna

Suhu Kritis : 31,1 °C

Tekanan Kritis : 7,383 bar (7,28645 atm)

Titik Beku : -57 °C (216 K)

Titik didih : -78 °C (195 K)

Kelarutan : 1,45 g/L

Gas Density	: 1,976 g/L
Liquid Density	: 0,712 g/L
Viskositas	: 0,015 cP

2.1.2.4. Hidrogen sulfida

Rumus Molekul	: H_2S
Berat Molekul	: 34,82 g/mol
Fase	: Gas
Densitas (gas)	: 1,363 g/L
Penampilan	: Gas tak berwarna
Kelarutan	: 0,25 g/100 ml (40 °C)
Boiling Point	: -60,28 °C
Melting Point	: -82,30 °C

2.1.2.5. Amonia

Rumus Molekul	: NH_3
Berat Molekul	: 17,03056 g/mol
Fase	: Gas
Densitas	: 0,6942 g/L
Penampilan	: Gas tak berwarna berbau tajam
Kelarutan dalam air	: 89,9 g/100 ml pada 0 °C
Boiling Point	: 195,4 K (-77,7 °C)
Melting Point	: 239,7 K (-33,45 °C)
Suhu Kritis	: 405,6 K (132,45 °C)
Liquid Density (273 K)	: 0,639 g/cm ³

2.1.2.6. Metana

Rumus molekul	: CH ₄
Berat molekul	: 16,04326 g/mol
Fase	: gas
Berat Jenis (gas)	: 0.717 kg/m ³
Penampilan	: Gas tak berwarna
Titik lebur	: -182.5 °C, (91 K, -297 °F)
Titik didih	: -161.6 °C, (112 K, -259 °F)
Kelarutan dalam air	: 3.5 mg/100 mL (17 °C)

2.1.2.7. Etana

Rumus molekul	: C ₂ H ₆
Berat molekul	: 30,07064 g/mol
Fase	: gas
Penampilan	: Gas tak berwarna
Berat Jenis (gas)	: 1,212 kg/m ³
Titik lebur	: -182.76 °C (90.34 K)
Titik didih	: -88.6 °C (184.5 K)
Kelarutan dalam air	: 4.7 g/100 ml

2.1.2.8. Propana

Rumus molekul	: C ₃ H ₈
Berat molekul	: 44.09802 g/mol
Fase	: gas
Penampilan	: Gas tak berwarna

Berat Jenis (273 K)	: 1.83 kg/m ³ (gas), 0.5077 kg/L (liquid)
Titik lebur	: -187.6 °C (85.5 K)
Titik didih	: -42.09 °C (231.1 K)
Kelarutan dalam air	: 0.1 g/cm ³ (37.8 °C)

2.1.2.9. Butana

Rumus molekul	: C ₄ H ₁₀
Berat molekul	: 58,1254 g/mol
Fase	: gas
Penampilan	: Gas tak berwarna
Berat Jenis (15 °C, 1 atm)	: 2.48 g/l (gas)
Titik lebur	: -138.4 °C (135.4 K)
Titik didih	: -0.5 °C (272.6 K)
Kelarutan dalam air	: 6.1 mg/100 ml (20 °C)

2.1.3. Produk utama

2.1.3.1. Pentana

Rumus molekul	: C ₅ H ₁₂
Berat molekul	: 72,15278 g/mol
Fase	: cair
Penampilan	: cairan tak berwarna
Berat Jenis (liquid)	: 0.626 g/cm ³
Titik lebur	: -129.8 °C (143 K)
Titik didih	: 36.1 °C (308 K)
Kelarutan dalam air	: 0.01 g/100 ml (20 °C)

Viskositas cair : 0.240 cP at 20 °C

2.1.4. Spesifikasi katalis

2.1.4.1. CoMo/Al₂O₃

Rumus molekul	: CoMo/Al ₂ O ₃
Berat molekul	: 101.961278 g/mol
Diameter partikel	: 26 μm
Densitas partikel	: 2,77 (g /cm ³)
Luas Permukaan	: 185,66 m ² /g
Volum pori-pori	: 0,312 cm ³ /g
Jari pori-pori	: 38,4 Å

2.2. Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau disett baik itu *flow meter* bahan baku atau produk, *level controler*, maupun

temperature controler, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

➤ ***Level Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, level yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh level yang diinginkan.

➤ ***Flow Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

➤ ***Temperature Controler***

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Temperatur yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh temperatur yang diinginkan.

➤ ***Pressure Controller***

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses untuk mengendalikan tekanan di dalam alat sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.2.1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *syncrude* ini meliputi:

a. **Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah

sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan *syncrude* di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- ◆ Co-Mo/ Al_2O_3 , sebagai katalisator
- ◆ *Industrial diesel oil* (IDO), sebagai bahan bakar diesel (genzet).

c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian / pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian tersebut meliputi jumlah batubara-kadar air, kadar N_2 , kadar S, kadar abu, kadar *vol char* dan perbandingan C/H.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *syncrude*.

e. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemandahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama *synerude* pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.4.2 Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

2.4.3 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Terutama pada reaktor dimana reaktor mempunyai waktu tinggal 7.038968121 detik. Untuk mencapai hasil yang maksimal maka waktu tersebut harus dikendalikan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

3.1.1. Persiapan *Slurry*

Mula-mula bahan baku batubara yang disimpan di *Silo-1* (*Silo-1*) diumpankan ke *ball mill* (*BM*) untuk mengecilkan ukurannya menjadi ukuran 100 mesh (0,178mm) dengan menggunakan *screw conveyor-1* (*SC-1*). Selanjutnya batubara diumpankan ke *hopper-1* (*HP-1*) dengan menggunakan *screw conveyor-2* (*SC-2*) dan *bucket elevator-1* (*BE-1*), kemudian batubara dari *hopper-1* (*HP-1*) diumpankan ke *dryer* (*DR*) untuk dikeringkan sehingga kandungan airnya tinggal 0,1%. Batubara kering yang keluar dari *dryer* (*DR*) diangkut menggunakan *screw conveyor-3* (*SC-3*) dan *bucket elevator-2* (*BE-2*) menuju *hopper-2* (*HP-2*), untuk selanjutnya disimpan dalam *Silo-2* (*Silo-2*). Batubara kemudian diumpankan menuju *hopper-3* (*HP-3*) dengan menggunakan *screw conveyor-4* (*SC-2*) dan *bucket elevator-3* (*BE-3*), selanjutnya batubara dari *hopper-3* (*HP-3*) diumpankan ke *mixer-1* (*M-1*) untuk dilarutkan dengan solvent (C_5H_{12}), sehingga dihasilkan *coal slurry*.

3.1.2. Reaksi Hidrogenasi Batubara

Coal slurry kemudian dialirkan dengan pompa-1 (P-1) menuju *preheater* (PH) untuk diuapkan dan dipanaskan sampai 244 °C bersama H₂ yang dialirkan oleh kompressor-1 (K-1). Campuran gas dari *preheater* dialirkan dan dinaikkan tekanannya sampai 184 atm dengan menggunakan kompressor-2 (K-2), kompressor-3 (K-3), kompressor-4 (K-4), dan kompressor-5 (K-5) menuju reaktor *fix bed* (RFB) untuk direaksikan secara hidrogenasi menggunakan katalis Co-Mo/Al₂O₃. Dari reaksi hidrogenasi dihasilkan *hydrogenation coal product* (HCP) yang diantaranya adalah *syncrude* C₅H₁₂. Katalis Co-Mo/Al₂O₃ dapat dipakai selama 3 bulan atau selama masih layak pakai. Katalis diganti karena rusak selama pemakaian (habis masa pakai) atau mengalami keracunan terutama oleh gas CO.

3.1.3. Pemisahan

Campuran gas yang keluar dari reaktor *fix bed* (RFB) diturunkan tekanannya sampai 0,9 atm menggunakan *expansion valve* (EV). Selanjutnya suhu campuran gas dari *expansion valve* (EV) diturunkan sampai 35,447 °C dan diembunkan sebagian dengan menggunakan *condensor-1* (CD-1). Kemudian dipakai *separator-1* (S-1) untuk memisahkan campuran gas dan cairan yang keluar dari *condensor-1* (CD-1).

3.1.4. Pemurnian Produk

Hasil atas (gas) dari *separator-1* (S-1) selanjutnya diumpankan menuju unit pengolahan limbah (UPL) untuk diolah sehingga tidak menjadi limbah berbahaya atau beracun. Hasil bawah (cairan) dari *separator-1* (S-1) diumpankan menuju menara distilasi-1 (MD-1) oleh pompa-2 (P-2) agar diperoleh *syncrude* C_5H_{12} dengan kadar 99,99%. Hasil atas menara distilasi-1 (MD-1) yang berupa *syncrude* C_5H_{12} dengan kadar 99,99% dengan suhu 36,375 diembunkan seluruhnya menggunakan *condensor-2* (CD-2), kemudian ditampung dalam *accumulator-1* (AC-1). Dari *accumulator-1* (AC-1), *syncrude* C_5H_{12} dialirkan oleh pompa-3 (P-3) menuju tangki produk (T-1), *cooler-1* (CO-1) dan sebagian *directcycle* menuju menara distilasi-1 (MD-1). *Syncrude* C_5H_{12} sebagai produk yang disimpan dalam tangki produk (T-1) adalah sebesar 1262,6263 kg/jam. *Syncrude* C_5H_{12} yang *directcycle* sebagai *solvent*/pelarut sebesar 2359,7977 kg/jam diturunkan suhunya menjadi 30 °C menggunakan *cooler-1* (CO-1), kemudian dinaikkan tekanannya menjadi 1 atm oleh pompa-5 (P-5) dan dialirkan menuju *mixer-1* untuk digunakan sebagai pelarut. Hasil bawah menara distilasi-1 (MD-1) yang berupa campuran air dan *syncrude* C_5H_{12} dialirkan keluar dan sebagian dialirkan menuju *reboiler-1* (RB-1) untuk diuapkan dan selanjutnya *directcycle* menuju menara distilasi-1 (MD-1).

3.2. Neraca Massa

Kapasitas produk	: 10.000 ton/tahun
Diambil dalam 1 tahun	: 330 hari kerja

1 hari kerja : 24 jam

Basis perhitungan : 1 jam

$$= \left[\frac{10.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 1262,6262 \text{ kg/jam}$$

3.2.1. Neraca Massa Overall

Tabel 3.1. Neraca Massa Overall

KOMPONEN	IN		OUT	
COAL	2106.4836	kg/jam		kg/jam
H2O	234.0537	kg/jam	317.4475	kg/jam
H2	190.0369	kg/jam		kg/jam
ASH		kg/jam	210.6484	kg/jam
CO		kg/jam	72.1515	kg/jam
CO2		kg/jam	113.3633	kg/jam
H2S		kg/jam	83.4709	kg/jam
NH3		kg/jam	29.1367	kg/jam
CH4		kg/jam	45.4197	kg/jam
C2H6		kg/jam	48.7956	kg/jam
C3H8		kg/jam	56.7747	kg/jam
C4H10		kg/jam	51.8644	kg/jam
C5H12		kg/jam	1402.9181	kg/jam
COAL CHAR		kg/jam	98.5834	kg/jam
TOTAL	2530.5742	kg/jam	2530.5742	kg/jam

3.2.2. Neraca Massa Tiap Alat

Neraca massa tiap alat terdiri atas neraca massa reaktor, *dryer*, *preheater*, *separator*, dan menara distilasi.

3.2.2.1. Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.2. Neraca Massa Reaktor

NAMA ALAT	REAKTOR			
	IN		OUT	
molekul	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
COAL		1797.2518		
H ₂	94.2699	190.0369		
CO			2.5758	72.1515
CO ₂			2.5758	113.3633
H ₂ O			4.6291	83.3938
NH ₃			1.7108	29.1367
H ₂ S			2.7730	83.4709
CH ₄			2.8311	45.4197
C ₂ H ₆			1.6227	48.7956
C ₃ H ₈			1.28747	56.7747
C ₄ H ₁₀			0.8923	51.8644
C ₅ H ₁₂			19.4437	1402.918
SOLVENT	32.70557	2359.7977	32.70557	2359.798
total	126.9755	4347.0864	73.0474	4347.0864

3.2.2.2. Neraca Massa Dryer

Tabel 3.3. Neraca Dryer

NAMA ALAT	DRYER			
	IN		OUT	
molekul	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
COAL	232.0508	2340.5373	208.8457	2106.4836
H ₂ O			12.9920	234.0537
total	232.0508	2340.53732	221.8377	2340.5373

3.2.2.3. Neraca Massa Preheater

Tabel 3.4. Neraca Preheater

NAMA ALAT	PRE-HEATER			
	IN		OUT	
molekul	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
COAL	208.8457	2106.4836	178.1872	1797.2518
H ₂	94.2699	190.0369	94.2699	190.0369
abu			20.88457	210.6484
COAL CHAR			9.77398	98.5834
SOLVENT	32.70557	2359.7977	32.70557	2359.7977
total	335.8212	4656.3182	335.8212	4656.3182

3.2.2.4. Neraca Massa Separator

Tabel 3.5. Neraca Massa Separator

NAMA ALAT	SEPARATOR			
	IN		OUT	
molekul	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CO	2.5758	72.1515	2.5758	72.1515
CO ₂	2.5758	113.3633	2.5758	113.3633
H ₂ O	4.6291	83.3938	4.6291	83.3938
NH ₃	1.711	29.1367	1.7108	29.1367
H ₂ S	2.7730	83.4709	2.7730	83.4709
CH ₄	2.8311	45.4197	2.8311	45.4197
C ₂ H ₆	1.6227	48.7956	1.6227	48.7956
C ₃ H ₈	1.2875	56.7747	1.2875	56.7747
C ₄ H ₁₀	0.8923	51.8644	0.8923	51.8644
C ₅ H ₁₂	19.4437	1402.9181	19.4437	1402.9181
SOLVENT	32.70557	2359.7977	32.70557	2359.7977
total	73.0474	4347.0864	73.0474	4347.0864

3.2.2.5. Neraca Massa MD-1

Tabel 3.6. Neraca Massa MD-1

NAMA ALAT	MD			
	IN		OUT	
molekul	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂ O	4.62906	83.3938	4.6291	83.3938
C ₅ H ₁₂	19.44371	1402.91807	19.44371	1402.91807
SOLVENT	32.70557	2359.7977	32.70557	2359.7977
total	56.7783	3846.1096	56.7783	3846.1096

3.3. Neraca Panas

Basis : 1 jam

Satuan : kj/jam

Suhu Referensi : 25 °C (fase cair)

3.3.1. Neraca Panas Overall

Tabel 3.7. Neraca Panas Overall

KOMPONEN	IN		OUT	
	m (kg/jam)	Q (kj/jam)	m (kg/jam)	Q (kj/jam)
COAL	2106.4836	7000.5161		
H2O	234.05373	4908.6269	317.44754	70543.8032
H2	190.0369	13568.654		
ASH			210.64836	211365.736
CO			72.1515	792.326493
CO2			113.36334	777.931577
H2S			83.470934	971.65407
NH3			29.136681	593.953037
CH4			45.419702	998.369409
C2H6			48.795604	507.076834
C3H8			56.774678	438.752056
C4H10			51.864385	279.74986
C5H12			1402.9181	47596.4357
COAL CHAR			98.583432	98919.1643
Beban Panas		408307.16		
TOTAL	2530.5742	433784.95	2530.5742	433784.952

3.3.2. Neraca Panas Tiap Alat

3.3.2.1.Dryer

T masuk	30	C	303	K
T keluar	100	C	373	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.8. Neraca Panas Dryer

Komponen	masuk	keluar
Q	166728	175064.4
Beban Panas	16672.8	
Q lost		8336.4001
total	183400.8	183400.8

3.3.2.2.Preheater

T masuk	30	C	303	K
T keluar	450	C	723	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.9. Neraca Panas Preheater

Komponen	masuk	keluar
Q	25327.416	5552279.5
Beban Panas	5526952.1	
total	5552279.5	5552279.5

3.3.2.3.Reaktor Fix Bed

T masuk	450	C	723	K
T keluar	450	C	723	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.10. Neraca Panas Reaktor Fix Bed

Komponen	masuk	keluar
Q	5506781.4	4502075.3
Beban Panas	86500.129	230472.45
Q reaksi	2.73E+07	
Q lost		2.81E+07
total	32874118	32874118

3.3.2.4. Condensor-1

T masuk	446	C	719	K
T keluar	35.4457	C	308.4457	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.11. Neraca Panas Condensor-1

Komponen	masuk	keluar
Q	5677863.2	134839.52
Beban Panas		7049809.2
Q laten	1506785.5	
total	7184648.7	7184648.7

3.3.2.5. Menara Destilasi-1

T masuk	35.4457	C	308.4457	K
T keluar atas	36.375	C	309.375	K
T keluar bawah	74.676	C	347.676	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.12. Neraca Panas Menara Destilasi-1

Komponen	masuk	keluar
Q	459475.42	131233.68
Q reboiler	6544317	
Q Condensor		6872558.8
total	7003792.5	7003792.5

3.3.2.6. Condensor-2

T masuk	36.375	C	309.375	K
T keluar	35.4457	C	308.4457	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.13. Neraca Panas Condensor-2

Komponen	masuk	keluar
Q	72168.425	66130.512
Beban Panas		1311657.9
Q laten	1305620	
total	1377788.4	1377788.4

3.3.2.7. Reboiler-1

T masuk	74.676	C	347.676	K
T keluar	74.676	C	347.676	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.14. Neraca Panas Reboiler-1

Komponen	masuk	keluar
Q	6544317	6544317
total	6544317	6544317

3.3.2.8. Menara Cooler-1

T masuk	35.447	C	308.447	K
T keluar	30	C	303	K
T ref	25	C	298	K

Tabel 3.15. Neraca Panas Cooler-1

Komponen	masuk	keluar
Q	10094.991	610.4127
Beban Panas		9484.5783
total	10094.991	10094.991

3.4. Spesifikasi Alat

3.4.1. Spesifikasi Alat Proses

3.4.1.1.SILO-1

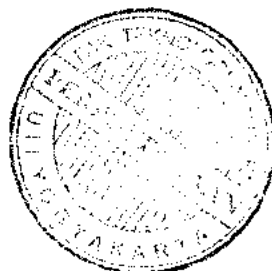
Kode	:	SL-1
Fungsi	:	Menampung bahan baku Batubara dengan umpan sebesar 2340.5373 kg/jam dengan waktu tinggal 30 hari.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom</i>
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	9.1440 m
• Tinggi	:	18.288 m
• Tebal shell	:	3/8 in
• Tebal head	:	5/16 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 264.827,3747
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

3.4.1.2.SCREW CONVEYOR-1

Kode	:	SC-1
Fungsi	:	Mengangkut batubara dari Silo-1 ke <i>Ball Mill</i> .
Jenis	:	Helical Flight Srew Conveyor
Kapasitas <i>conveyor</i>	:	1.5645 m ³ /jam
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi <i>conveyor</i>	:	
• Diameter	:	4 in
• Elevasi	:	2 ft
• Panjang	:	10 ft
Jumlah	:	1 buah
Power motor	:	0.1250 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 2.248.3980
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>

3.4.1.3.BALL MILL

Kode	:	BM
Fungsi	:	Mengecilkan ukuran batubara keluar dari Screw Conveyor-I (SC-I) hingga ukuran menjadi 100 mesh (0.178mm)



Jenis	:	Cylindrical Ballmill
Kapasitas <i>ball mill</i>	:	2574.5911 kg/jam
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi <i>ball mill</i>	:	
• Diameter	:	0.9057 m
• Panjang	:	1.8114 m
Jumlah	:	1 buah
Power motor	:	5 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 87.585,5138
Bahan konstruksi	:	Carbon steel

3.4.1.4.SCREW CONVEYOR-2

Kode	:	SC-2
Fungsi	:	Mengangkut batubara dari Ball Mill ke bucket elevator 1
Jenis	:	Helical Flight Srew Conveyor
Kapasitas <i>conveyor</i>	:	1.5645 m ³ /jam
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi <i>conveyor</i>	:	

- Diameter : 4 in
- Elevasi : 2 ft
- Panjang : 10 ft

Jumlah : 1 buah
 Power motor : 0.1250 Hp (standar NEMA)
 Harga : \$ 2.248.3980
 Bahan konstruksi : *Carbon stell SA 283 Grade C*

3.4.1.5. BUCKET ELEVATOR-1

Kode : BE-1
 Fungsi : Mengangkut Batubara dari Screw
 Conveyor 2 ke Hopper-1
 Kondisi operasi :
 • Suhu : 30 °C
 • Tekanan : 1 atm

Dimensi *elevator* :
 • Ukuran : 6 x 4 x 4 1/2 in

bucket

- Tinggi elevasi : 1.7303 m

Jumlah : 1 buah
 Power motor : 0.05 Hp (standar NEMA)
 Harga : \$ 1.635,2513
 Bahan konstruksi : *Carbon stell SA 283 Grade C*

3.4.1.6.HOPPER-1

Kode	:	HP-1
Fungsi	:	Menampung Batubara dari Bucket elevator 1 untuk masuk ke Dryer
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan
Kondisi operasi	:	<i>conical bottom</i>
• Suhu	:	30°C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi	:	
• Diameter	:	0.5954 m
• Tinggi	:	1.2800 m
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 800,7128
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>

3.4.1.7.DRYER

Kode	:	DR
Fungsi	:	Mengeringkan Batubara sampai dengan kadar air 0.1 % dengan udara yang dipanaskan steam.
Jenis	:	<i>Counter Current Direct Heat Rotary Dryer</i>
Kondisi operasi	:	
• Suhu masuk	:	30 °C

- Suhu keluar : 100 °C
- Tekanan : 1 atm

Kecepatan aliran : 1.3838 m³/jam

Diameter *dryer* : 0.12034 m

Panjang *dryer* : 1.2727 m

Kecepatan putaran : 16.1055 rpm

Power : 3 Hp

Waktu tinggal : 0.03445 jam

Harga : \$ 15.575,5544

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

3.4.1.8.SCREW CONVEYOR-3

Kode : SC-3

Fungsi : Mengangkut batubara dari Dryer ke
Bucket elevator 2

Jenis : Helical Flight Srew Conveyor

Kapasitas *conveyor* : 1.3579 m³/jam

Kondisi operasi :

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi *conveyor* :

- Diameter : 4 in
- Elevasi : 2 ft

• Panjang	:	10 ft
Jumlah	:	1 buah
Power motor	:	0.0833 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 2.248,3980
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>

3.4.1.9. BUCKET ELEVATOR-2

Kode	:	BE-2
Fungsi	:	Mengangkut Batubara dari Screw Conveyor 3 ke Hopper-2
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi <i>elevator</i>	:	
• Ukuran	:	6 x 4 x 4 1/2 in
• Tinggi	:	
• elevasi	:	10.2187 m
Jumlah	:	1 buah
Power motor	:	0.25 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 4.746,2283
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>

3.4.1.10. HOPPER-2

Kode	:	HP-2
Fungsi	:	menampung Batubara dari Bucket elevator 2 untuk masuk ke silo-2
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan
Kondisi operasi	:	<i>conical bottom</i>
• Suhu	:	30°C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi	:	
• Diameter	:	0.4999 m
• Tinggi	:	1.0747 m
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 584.5445
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>

3.4.1.11. SILO-2

Kode	:	SL-2
Fungsi	:	Menampung bahan baku Batubara dari Hopper-2 sebesar 2106.4836 kg/jam dengan waktu tinggal 30 hari.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom</i>
Kondisi operasi	:	

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi tangki :

- Diameter : 9.1440 m
 - Tinggi : 18.288 m
 - Tebal shell : 3/8 in
 - Tebal head : 5/16 in
- Jumlah : 1 buah
- Harga : \$ 264.827,3747
- Bahan konstruksi : *Carbon steel*

3.4.1.12. SCREW CONVEYOR-4

- Kode : SC-4
- Fungsi : Mengangkut batubara dari Silo-2 ke
Bucket elevator 3

Jenis : Helical Flight Srew Conveyor

Kapasitas *conveyor* : 1.3579 m³/jam

Kondisi operasi :

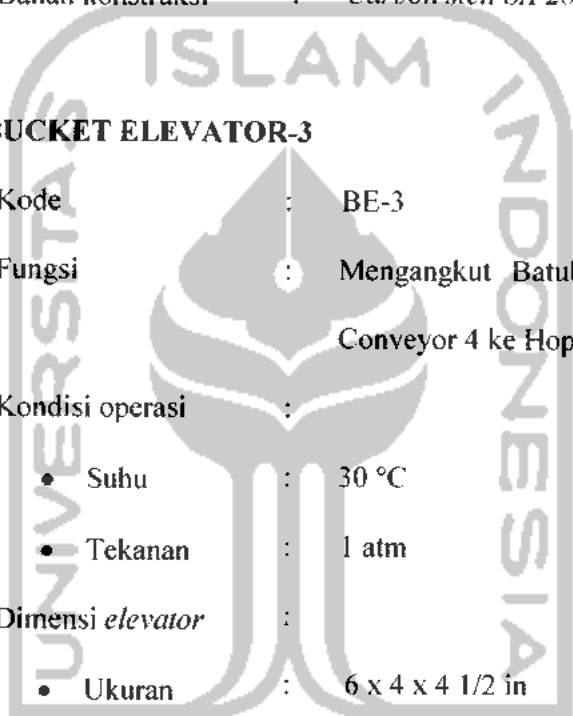
- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi *conveyor* :

- Diameter : 4 in
- Elevasi : 2 ft

- Panjang : 10 ft
- Jumlah : 1 buah
- Power motor : 0.0833 Hp (standar NEMA)
- Harga : \$ 2.248,3980
- Bahan konstruksi : *Carbon stell SA 283 Grade C*

3.4.1.13. BUCKET ELEVATOR-3



Kode : BE-3

Fungsi : Mengangkut Batubara dari Screw Conveyor 4 ke Hopper 3

Kondisi operasi :

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi *elevator* :

- Ukuran : 6 x 4 x 4 1/2 in

bucket

- Tinggi elevasi : 7.1352 m

- Jumlah : 1 buah
- Power motor : 0.1250 Hp (standar NEMA)
- Harga : \$ 3.826,0748
- Bahan konstruksi : *Carbon stell SA 283 Grade C*

3.4.1.14. HOPPER-3

Kode	:	IIP-3
Fungsi	:	menampung Batubara dari Bucket elevator 3 untuk masuk ke Mixer-1
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom</i>
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30°C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi	:	
• Diameter	:	0.5177 m
• Tinggi	:	1.1131 m
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 622,6902
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>

3.4.1.15. MIXER 1

Kode	:	M-1
Fungsi	:	Melarutkan batubara dari Hopper 3 dengan solvent dari pompa 4 agar menjadi slurry
Tipe	:	Tangki silinder tegak berpengaduk
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 1 atm

	: - Suhu	: 30°C
Diameter	:	3.3662 m
Tinggi	:	6.7324 m
Volume cairan	:	66.3784 m ³
Tebal shell	:	3/8 in
Tebal head	:	5/8 in
Jenis pengaduk	:	<i>Flat blade turbine impellers dengan 6 blade dan jumlah baffle 4 buah.</i>
Diameter impeller	:	1,3145 m
Tinggi impeller	:	0,2629 m
Lebar impeller	:	0,3286 m
Lebar baffle	:	0,6704 m
Power motor	:	0.7500 Hp (standar NEMA)
Jumlah	:	2 buah
Harga	:	\$ 262.105,8368
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA-283 grade C</i>

3.4.1.16. POMPA - 1

Kode	:	P-1
Fungsi	:	mengalirkan coal slurry dari Mixer-1 ke pre-heater
Tipe	:	<i>Multi stage centrifugal pump</i>
Impeller	:	<i>Radial flow</i>

Jumlah	:	1 buah
Kapasitas	:	15.1975 gpm
Power pompa	:	1.549 Hp
Power motor	:	1.844 Hp
Efisiensi pompa	:	70 %
Efisiensi motor	:	84 %
ns	:	433,4772 rpm
Harga	:	\$ 78,4650
Bahan konstruksi	:	stainless steel
Pipa : Nominal	:	4 in
SN	:	40
ID pipa	:	4.026 in
OD pipa	:	4.5 in
A pipe	:	12.7 in ²

3.4.1.17. KOMPRESOR – 1

Kode	:	K-1
Fungsi	:	Untuk menaikkan tekanan H ₂ dan mengalirkannya menuju <i>Pre-Heater</i>
Tipe	:	Kompresor sentrifugal multi stage
Jumlah	:	1 buah

Kondisi Operasi

Suhu masuk	:	30 C
------------	---	------

Tekanan masuk : 1 atm
 Suhu keluar : 224 °C
 Tekanan keluar : 9 atm
 Power : 15 Hp
 Harga : \$ 16.576,3682
 Bahan konstruksi : *stainless steel*

3.4.1.18. PRE HEATER

Kode : PH
 Fungsi : Untuk pemanasan awal dan menaikkan suhu slurry dan H₂ keluar dari pompa-I dan Kompresor-I dari suhu 303 K menjadi 497 K
 Jenis : *Shell & tube exchanger*
 Kondisi operasi :

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 224 °C
- Tekanan : 9 atm

Tube side : Nt : 81 tube
 : OD, BWG : 0,75 in, 16
 : Pitch : 1 in (square)
 : Pass : 2
 : Pressure drop : 0.0161 psia

Shell side : L : 16 ft
 : ID : 12 in
 : Pass : 1
 : Pressure drop : 0.1022 psia
 Harga : \$ 471.706.7167
 Bahan konstruksi : *Stainless steel*

3.4.1.19. KOMPRESOR – 2

Kode : K-2
 Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas yang keluar
 dari Pre-Heater
 Tipe : Kompresor sentrifugal single stage
 Jumlah : 1 buah
Kondisi Operasi
 Suhu masuk : 224 °C
 Tekanan masuk : 9 atm
 Suhu keluar : 297 °C
 Tekanan keluar : 27 atm
 Power : 125 Hp
 Harga : \$ 90.319,9551
 Bahan konstruksi : *stainless steel*

3.4.1.20. KOMPRESOR - 3

Kode : K-3
 Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas yang keluar dari kompresor-2

Tipe : Kompresor sentrifugal single stage

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Suhu masuk : 297 °C

Tekanan masuk : 27 atm

Suhu keluar : 380 °C

Tekanan keluar : 81 atm

Power : 200 Hp

Harga : \$ 131.442.0994

Bahan konstruksi : *stainless steel*

3.4.1.21. KOMPRESOR - 4

Kode : K-4

Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas yang keluar dari kompresor-3

Tipe : Kompresor sentrifugal single stage

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Suhu masuk : 380 °C

Tekanan masuk : 81 atm
 Suhu keluar : 438,7 °C
 Tekanan keluar : 162 atm
 Power : 125 Hp
 Harga : \$ 90.319,9551
 Bahan konstruksi : *stainless steel*

3.4.1.22. KOMPRESOR - 5

Kode : K-5
 Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas yang keluar dari kompresor-2
 Tipe : Kompresor sentrifugal single stage
 Jumlah : 1 buah
Kondisi Operasi :
 Suhu masuk : 438,7 °C
 Tekanan masuk : 162 atm
 Suhu keluar : 450 °C
 Tekanan keluar : 184 atm
 Power : 30 Hp
 Harga : \$ 28.796,1269
 Bahan konstruksi : *stainless steel*

3.4.1.23. REAKTOR (R)

Fungsi : tempat berlangsungnya reaksi hidrogenasi antara batubara dengan hidrogen membentuk hydrogenation coal produk (HCP) dengan katalis

CoMo/Al₂O₃

Jenis : Fixed Bed Multitube

Kondisi Operasi : - Non Adiabatic

- Tekanan : 184 atm

- Temperatur : 450 celcius

Bahan Konstruksi : Low – alloy steel SA – 285 grade C

Volume : 25.69 liter

Tinggi : 5.44 meter

Tebal : 1.5875 centimeter

Jumlah Tube : 46 tube

Panjang Tube : 5.4 meter

Diameter Tube : 4.9250 centimeter

Diameter Shell : 3.064 in

Jenis Katalis : CoMo/Al₂O₃

Volume Katalis : 28.86651525 cc

Massa Katalis : 0.0799 kilogram

Waktu tinggal Reaktor : 7.0389 second

Harga : \$ 128.049,5764

3.4.1.24. Expansion Valve

Fungsi	: Menurunkan tekanan gas yang keluar dari reaktor dari 184 atm menjadi 0.9 atm.
Jenis	: Pipa standart dengan spesifikasi,
Di	: 9.85 in
Nps	: 30
Sch N	: 20
OD	: 30 in
A't	: 527 in ²
Panjang Elbow	: 57 ft
Jumlah Valve	: 7 buah
Le	: 738.11 m
Suhu masuk	: 450 C
Suhu keluar	: 446.308 C
Tekanan masuk	: 184 atm
Tekanan keluar	: 0.9 atm.
Harga	: \$ 528.016,4039

3.4.1.25. CONDENSOR-1

Kode	:	CD-1
Fungsi	:	Untuk mendinginkan dan mengembunkan sebagian gas yang keluar dari expansion valve
Jenis	:	Shell & tube exchanger
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 446 °C • Suhu keluar : 35.4457 °C • Tekanan : 0.9 atm
Tube side	:	Nt : 291 tube
	:	OD. BWG : 1 in, 16
	:	Pitch : 1,25 in (square)
	:	Pass : 2
	:	Pressure drop : 0.1295 psia
Shell side	:	L : 7 ft
	:	ID : 27 in
	:	Pass : 1
	:	Pressure drop : 7.4843E-08 psia
Harga	:	\$ 10.768,3006
Bahan konstruksi	:	Stainless steel

3.4.1.26. SEPARATOR-1

Kode	: S-1
Fungsi	: Memisahkan campuran uap dan cairan dari condensor-1 (CD-1)
Tipe	: Horizontal separator single stage
Jumlah	: 1 buah
<u>Kondisi Operasi</u>	:
Suhu separator	: 35.4457 C
Tekanan	: 0.9 atm
Diameter	: 0.4572 m
Tinggi	: 1.3716 m
Volume	: 0.011457 m ³
Tebal tangki	: 0.47625 cm
Harga	: \$ 7.119,3376
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel</i>

3.4.1.27. POMPA - 2

Kode	: P-2
Fungsi	: Mengalirkan campuran C5H12 dan air dari separator 1 ke MD-1
Tipe	: <i>Multi stage centrifugal pump</i>
Impeller	: <i>Radial flow</i>
Jumlah	: 1 buah

Kapasitas	:	25.8009	gpm
Power pompa	:	0.2041	Hp
Power motor	:	0.2551	Hp
Efisiensi pompa	:	55 %	
Efisiensi motor	:	80 %	
ns	:	788.5989	rpm
Harga	:	\$ 107,7938	
Bahan konstruksi	:	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	:	2	in
SN	:	40	
ID pipa	:	2.067	in
OD pipa	:	2.38	in
A pipe	:	3.35	in ²

3.4.1.28. MENARA DISTILASI-1

Kode	:	MD-1
Fungsi	:	memisahkan C ₅ H ₁₂ dari campuran C ₅ H ₁₂ dan H ₂ O, sehingga didapat C ₅ H ₁₂ dengan kemurnian 99.99 %
Tipe	:	<i>Sieve plate distillation.</i>
Kondisi operasi	:	
• Umpan	:	P = 0.9 atm, T = 35.4457 °C
• Distilat	:	P = 1 atm, T = 36.375 °C

- Bottom : P = 1.2 atm, T = 74.676 °C
- Dimensi menara :
- Diameter atas : 0.9177 m
 - Diameter bawah : 0.7298 m
 - Jumlah tray : 7
 - Tray spacing : 0.45 m
 - Tinggi menara : 4.5610 m
 - Tebal shell : 1/4 in
 - Tebal head : 3/8 in
- Harga : \$ 2.824,6474
- Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 178 grade C*

3.4.1.29. CONDENSOR-2

- Kode : CD-2
- Fungsi : mendinginkan dan mengembunkan semua uap yang keluar dari puncak menara distilasi (MD-1)
- Jenis : *Shell & tube exchanger*
- Kondisi operasi :
- Suhu masuk : 36.375 °C
 - Suhu keluar : 35.4457 °C
 - Tekanan : 1 atm
- : Nt : 288 tube

Tube side : OD. BWG : 1 in, 16
 Pitch : 1,25 in (square)
 : Pass : 2
 : Pressure drop : 0.1858 psia
 : L : 26 ft

Shell side : ID : 27 in
 : Pass : 1
 : Pressure drop : 1.3142E-07 psia
 : \$ 23.401.0415

Harga : *Stainless steel*

Bahan konstruksi

3.4.1.30. ACCUMULATOR-1

Kode : AC-1

Fungsi : sebagai penampung arus keluaran
 kondensor pada menara distilasi
 untuk menjaga kontinuitas dan
 kestabilan aliran keluar

Jenis : Tangki silinder *Horizontal*

Kondisi operasi

- Suhu : 35.4457°C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi tangki :

- Diameter : 0.4882 m

- Panjang : 3.2036 m
 - Tebal shell : 3/16 in
 - Tebal head : 3/16 in
- Jumlah : 1 buah
- Harga : \$ 2.469,8589
- Bahan konstruksi : *Carbon steel*

3.4.1.31. POMPA - 3

- Kode : P-3
- Fungsi : mengalirkan hasil atas MD dari accumulator untuk direcycle
- Tipe : *Multi stage centrifugal pump*
- Impeller : *Radial flow*
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 31.3015 gpm
- Power pompa : 0.3730 Hp
- Power motor : 0.4663 Hp
- Efisiensi pompa : 65 %
- Efisiensi motor : 80 %
- ns : 534.4195 rpm
- Harga : \$ 121,0464
- Bahan konstruksi : *stainless steel*
- Pipa : Nominal : 2 in

SN	:	40	
ID pipa	:	2.067	in
OD pipa	:	2.38	in
A pipe	:	3.35	in ²

3.4.1.32. TANGKI PRODUK

Kode	:	T-1
Fungsi	:	Menyimpan produk berupa C ₅ H ₁₂ (Syncrude) 99.99 %
Jenis	:	Silinder tegak (<i>conical roof & flat bottom</i>)
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	35.4457 °C
• Tekanan	:	0.9 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	18.2880 m
• Tinggi	:	5.4864 m
• Tebal shell	:	5/16 in
• Tebal head	:	5/16 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 338.307,8640
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

3.4.1.33. POMPA - 4

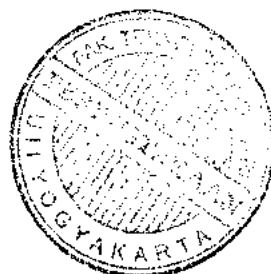
Kode	:	P-4
Fungsi	:	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi ke reboiler
Tipe	:	<i>Multi stage centrifugal pump</i>
Impeller	:	<i>Radial flow</i>
Jumlah	:	1 buah
Kapasitas	:	0.9287 gpm
Power pompa	:	0.0109 Hp
Power motor	:	0.0127 Hp
Efisiensi pompa	:	62 %
Efisiensi motor	:	86 %
ns	:	403.6478 rpm
Harga	:	\$ 14,6673
Bahan konstruksi	:	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	:	0.5 in
SN	:	"40
ID pipa	:	0.622 in
OD pipa	:	0.84 in
A pipe	:	0.304 in ²

3.4.1.34. REBOILER-1

Kode	:	RB-1
Fungsi	:	Menguapkan sebagian hasil bawah MD-1
Jenis	:	<i>Shell & tube exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 74.6760 °C • Suhu keluar : 74.6760 °C • Tekanan : 1.2 atm
<i>Tube side</i>	:	Nt : 124 tube
	:	OD, BWG : 0,75 in, 16
	:	Pitch : 0,9375 in (triangular)
	:	Pass : 2
	:	Pressure drop : 1.3224 psia
<i>Shell side</i>	:	I. : 14 ft
	:	ID : 37 in
	:	Pass : 1
Harga	:	\$ 5.327.6581
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

3.4.1.35. COOLER-1

Kode	:	CO-1
Fungsi	:	menurunkan suhu C ₅ H ₁₂ (Solvent) yang keluar dari pompa-4
Jenis	:	<i>double pipe</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 35.447 °C • Suhu keluar : 30 °C • Tekanan : 1 atm
<i>Tube besar</i>	:	IPS : 2 in
	:	OD, SC : 2.38 in, 40
	:	ID : 2.067 in
	:	a't, Ao : 3.35 in ² , 0.622 ft ² /ft
<i>Tube kecil</i>	:	IPS : 1 1/4 in
	:	OD, SC : 1.66 in, 40
	:	ID : 1.38 in
	:	a't, Ao : 1.5 in ² , 0.435 ft ² /ft
Panjang <i>tube</i>	:	20 ft
Harga	:	\$ 356.4795
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>



3.4.1.36. POMPA - 5

Kode	:	P-5
Fungsi	:	Mengalirkan C ₅ H ₁₂ (Solvent) dari hasil bawah menara distilasi ke Mixer
Tipe	:	<i>Multi stage centrifugal pump</i>
Impeller	:	<i>Radial flow</i>
Jumlah	:	1 buah
Kapasitas	:	17.0112 gpm
Power pompa	:	0.1511 Hp
Power motor	:	0.1757 Hp
Efisiensi pompa	:	62 %
Efisiensi motor	:	86 %
ns	:	508.4522 rpm
Harga	:	\$ 83,9565
Bahan konstruksi	:	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	:	1.5 in
SN	:	"40
ID pipa	:	1.61 in
OD pipa	:	1.9 in
A pipe	:	2.01 in ²

3.5. Perencanaan Produksi

3.5.1. Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

3.5.1.1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussines*.

3.5.1.2. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

- Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu diperlukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

- Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin. Jam efektif mesin adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.