

Potensi Batu Bara sebagai Bahan Baku untuk Pabrik Metanol

Aldy Fernanda Prastianto, Muhammad Alif Aditya Febriyadi, Hikmatun Ni'mah*, dan Mahfud Mahfud

DOI: [10.12962/j2964710X.v4i1.19818](https://doi.org/10.12962/j2964710X.v4i1.19818)

Abstrak— Pabrik ini rencana akan dibangun dan beroperasi pada tahun 2026 di Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Perencanaan operasi pabrik adalah dengan kapasitas produksi sebesar 625.000 ton/tahun yang berlangsung kontinyu selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Pabrik ini diharapkan akan menghasilkan produk metanol untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi impor metanol dari berbagai negara. Bahan baku yang digunakan dalam pabrik pembuatan metanol ini adalah batu bara dengan jenis bituminous dengan nilai kalori cukup besar yakni sekitar 5.100 – 6.100 Kkal/kg ADB. Pabrik metanol dari batu bara dilakukan melalui dua proses utama, yaitu proses produksi synthetic gas (syngas) dari batu bara dan proses sintesis metanol dari syngas. Proses produksi syngas dari batu bara atau bisa disebut gasifikasi batu bara adalah proses konversi batu bara dengan suhu operasi tinggi yaitu dengan temperatur 1.350°C menggunakan alat gasifier bertipe entrained flow. Proses kedua adalah proses pembuatan metanol dari syngas dengan tipe proses ICI dengan tekanan rendah sekitar 50 bar dan suhu mencapai 270°C. Dari perhitungan analisa ekonomi, disimpulkan bahwa belanja modal (CAPEX) dan modal operasional (OPEX) yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik metanol ini adalah sebesar Rp5.305.611.929.285,03 dan Rp4.894.450.337.973,84. Perhitungan modal tersebut berasal dari pertimbangan dari beberapa aspek, misal dari harga pasar bahan baku, klasifikasi harga peralatan, biaya untuk operasi dan utilitas, jumlah gaji karyawan, pengadaan lahan untuk pabrik, dll. Selain itu berdasarkan analisa evaluasi atau penilaian investasi terhadap pabrik ini menunjukkan bahwa laju pengembalian modal (nilai IRR) diperoleh sebesar 34,25% per tahun yang nilainya lebih besar daripada bunga pinjaman modal bank yaitu sebesar 8,184% per tahun. Dalam perhitungan nilai NPV, diperoleh bahwa NPV bernilai positif yaitu sebesar Rp3.186.095.110.591,80. Waktu pengembalian modal minimum (Pay Out Time) untuk pabrik ini adalah selama 3 tahun 5 bulan dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Dalam analisa BEP (Break Even Point), diperoleh nilai BEP adalah sebesar 31,60%. Jadi dari seluruh data analisa ekonomi yang telah ditinjau, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan dan menghasilkan keuntungan.

Kata Kunci— Methanol, Batu Bara, Gasifikasi, Syngas

I. PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia merupakan salah satu negara dengan industri kimia yang mengalami perkembangan sangat pesat. Namun pertumbuhan industri kimia yang pesat tidak sebanding dengan pasokan bahan baku yang diperlukan. Salah satunya adalah metanol atau senyawa yang biasa disebut metil alkohol. Untuk memenuhi kebutuhan Indonesia akan metanol, Indonesia harus mengimpor metanol dari negara lain. Pada umumnya metanol dapat diproduksi dari berbagai macam bahan baku. Bahan baku yang paling umum digunakan untuk pembuatan metanol adalah gas alam. Selain gas alam juga terdapat minyak bumi dan kayu yang juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan metanol. Seiring berkembangnya teknologi, saat ini metanol juga dapat dihasilkan dari batu bara dengan menggunakan metode gasifikasi [1]. Metode gasifikasi adalah suatu proses konversi bahan bakar padat

menjadi *synthetic gas* atau *syngas* (seperti gas CO dan H₂) kemudian melalui proses purifikasi dan akan disintesis menghasilkan beberapa senyawa, salah satunya adalah metanol [2].

Data menunjukkan, batu bara yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan metanol, jumlah cadangannya di Indonesia tercatat sebesar 34,87 miliar ton. Wilayah utama penghasil batu bara di Indonesia berada di daerah Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan. Dari data jumlah cadangannya, Indonesia termasuk negara produsen batu bara terbesar keempat di dunia yang sebagian besar dipasok untuk kebutuhan pasar Asia termasuk China dan India [3, 4].

Metanol merupakan salah satu komoditas global terbanyak yang dibutuhkan di seluruh dunia setiap tahunnya. Industri metanol juga merupakan salah satu sektor prioritas pemerintah Indonesia yang diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan industri serta

Departement of Chemical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111, Indonesia. *E-mail: hikmatun_n@chem-eng.its.ac.id

pertumbuhan ekonomi nasional. Sebagian besar metanol digunakan sebagai produk setengah jadi yang kemudian dapat diolah kembali menjadi produk jadi lainnya. Kebutuhan nasional terhadap metanol akan semakin meningkat setiap tahunnya dengan metanol yang memiliki berbagai kegunaan yang sangat luas, diantaranya adalah sebagai bahan baku pada industri pembuatan formaldehid (bahan baku resin), sebagai bahan baku pembuatan Methyl Tertier Butil Ether (MTBE), bahan pembuat asam asetat sebagai salah satu bahan baku Polyethylene Terephthalate (PET), sebagai bahan pembuat Methyl Methacrylate (MMA) [5].

II. LOKASI PABRIK DAN KAPASITAS PRODUKSI

Lokasi pabrik memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan dan kemajuan suatu pabrik kedepannya. Di dalam perencanaannya, lokasi suatu pabrik haruslah terletak pada lokasi yang tepat, ekonomis, dan memberikan keuntungan jangka panjang baik bagi internal industri maupun bagi kesejahteraan warga sekitar. Secara garis besar, terdapat beberapa faktor utama dalam pemilihan lokasi suatu pabrik di mana lokasi pabrik dipilih dekat dengan sumber bahan baku atau mendekati pasar dari produk yang kita produksi agar menekan biaya produksi dan distribusi. Selain itu terdapat faktor sekunder seperti sumber utilitas (seperti ketersediaan pasokan listrik dan air) juga perlu diperhatikan dan dipastikan pasokannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan utilitas suatu pabrik.

Dengan beberapa pertimbangan tersebut, maka kami memilih dan membandingkan dua daerah yang memiliki potensi untuk didirikan suatu Pabrik Metanol dari batu bara; yaitu di Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur dan Kecamatan Telanaipura, Kota Jambi, Provinsi Jambi.

Dengan mempertimbangkan aspek daya saing dengan kompetitor dan upaya pemerintah dalam mengurangi ketergantungan impor metanol, maka akan didirikan pabrik metanol dengan kapasitas produksi sebesar 625.000 ton per tahun dengan menyerap sekitar 12,99% dari kapasitas produksi nasional. Dengan adanya kebijakan pemerintah mengenai produksi biodiesel B40, maka menunjukkan dibutuhkan tambahan metanol untuk produksi biodiesel tersebut sebesar 5.893.129 kL/tahun sehingga pendirian pabrik metanol memiliki prospek yang bagus.

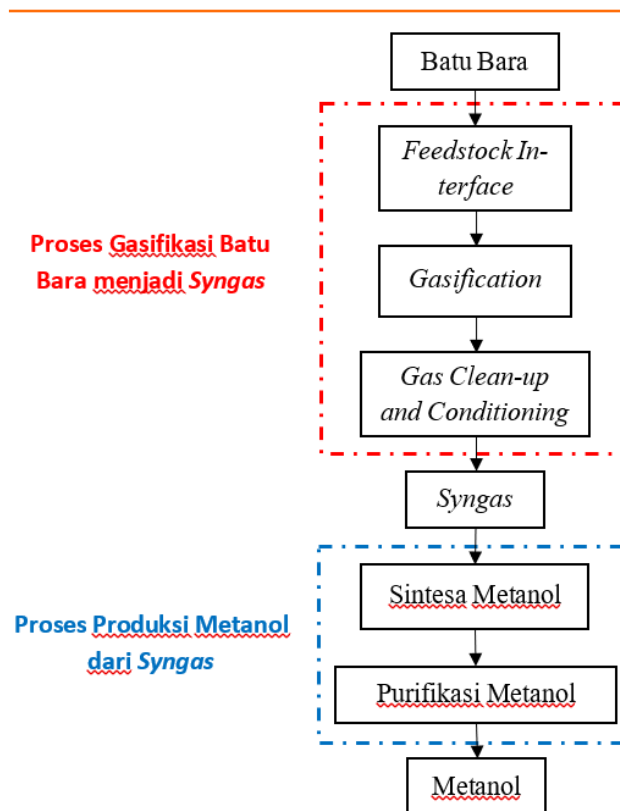
III. URAIAN PROSES DAN SELEKSI PROSES

Pre-Treatment atau *Feedstock Interface*

Proses pertama gasifikasi adalah *pre-treatment* batu bara yang menjadi bahan baku pembuatan metanol. Batu bara diberikan berbagai perlakuan agar sesuai dengan kondisi yang diperlukan oleh *gasifier entrained flow* dengan lisensor E-Gas (Conoco). Batu bara yang ada dalam *coal storage* (F-111) akan dialirkan melalui *belt conveyor* (J-112) untuk dihancurkan pada tahap awal yaitu dari ukuran 50 mm menjadi bentuk kerikil lebih kecil sebesar 20 mm menggunakan *hammer mill* (C-113). Kemudian masuk ke dalam *coal silo* (F-114) untuk

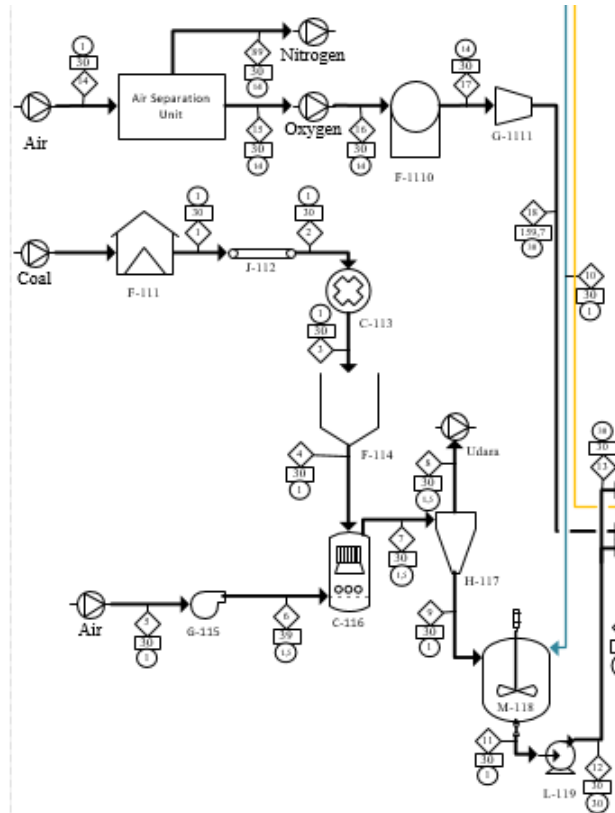
ditampung sementara sebelum masuk ke dalam proses penghancuran batu bara dari ukuran 20 mm menjadi serbuk halus berukuran <0,1 mm atau sekitar 200 mesh dengan alat *pulverizer* (C-116). Hal ini sesuai dengan ukuran standar batu bara yang dibutuhkan oleh *gasifier entrained flow* yang digunakan. Kemudian batu bara yang telah halus akan dipindahkan menuju ke alat selanjutnya dengan bantuan udara dari *primary air fan* (G-115). Batu bara tersebut akan terbawa oleh udara *primary air fan* dan akan melewati *clarifier* untuk proses penyaringan yang terdapat di dalam *pulverizer*. Adapun batu bara yang tidak tersaring akan dikembalikan ulang untuk dihancurkan di dalam *pulverizer*, sehingga batu bara halus akan keluar menuju ke *cyclone* (H-117) untuk memisahkan antara batu bara dengan udara pembawa batu bara tersebut. Udara akan keluar dari bagian atas *cyclone* dan batu bara yang tertangkap akan langsung turun menuju ke dalam *mixer* (M-118).

Setelah itu, batu bara yang masuk ke dalam *mixer* (M-118) akan dicampur dengan air sehingga membentuk *slurry* dengan perbandingan air dan batu bara 3:7. Pencampuran ini bertujuan untuk mempermudah proses devolatilisasi di dalam *gasifier* (R-110) sehingga gas-gas ringan dapat dengan mudah untuk menguap. Pembuatan *slurry* ini telah disesuaikan dengan lisensor *gasifier entrained flow E-Gas*. *Slurry* yang telah terbentuk kemudian dipompa dengan jenis pompa *centrifugal pump* (L-119) dengan menaikkan tekanan sebesar 30 bar sesuai dengan kondisi operasi di *gasifier* yang digunakan [6].



Gambar III.1. Block Diagram Pabrik Metanol dari Batu Bara

Untuk pasokan kebutuhan oksigen diperoleh dari pengambilan secara langsung dari udara bebas yang kemudian akan masuk ke dalam *air separation unit*. Udara yang didapatkan dari *air separation unit* ini akan dipisahkan dari berbagai komponen gas seperti nitrogen dan oksigen. Kemudian oksigen akan masuk ke dalam *oxygen tank* (F-1110) dan akan dinaikkan tekanannya hingga mencapai 30 bar menggunakan *oxygen compressor* (G-1111) untuk masuk ke dalam *gasifier* [6].



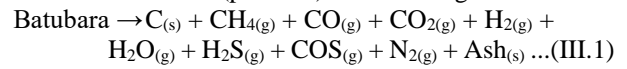
Gambar III.2. Process Flow Diagram Pre-treatment

Gasifikasi

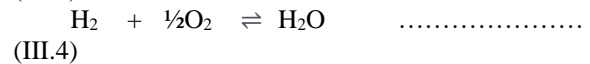
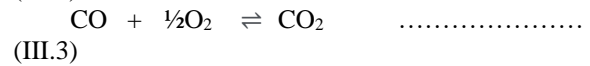
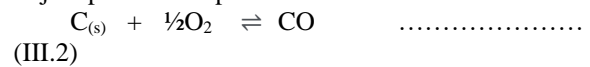
Setelah tahap *pre-treatment*, selanjutnya masuk ke proses gasifikasi dengan menggunakan *gasifier*. *Slurry* akan masuk ke dalam *gasifier* dari bagian bawah. *Gasifier* yang digunakan adalah *gasifier* tipe *entrained flow* yang beroperasi pada temperatur 1.350°C dengan tekanan 30 bar. *Gasifier* ini terbagi menjadi 2 *stage*, pada *stage* pertama *gasifier* (bagian bawah) di mana *slurry* yang masuk adalah sebesar 80% dan sisanya akan masuk *stage* kedua (bagian atas). Tujuan pembagian *feed* adalah untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kebutuhan oksigen pada proses gasifikasi [7].

Di dalam alat *gasifier* berlangsung tiga macam reaksi diantaranya yaitu reaksi devolatilisasi dan reaksi pembakaran yang terjadi pada *stage* pertama dan reaksi gasifikasi yang terjadi pada *stage* kedua. Awalnya batu bara akan mengalami reaksi devolatilisasi dengan dekomposisi batu bara secara kimia dengan bantuan panas

dan oksigen. Hasil yang didapatkan dari tahap devolatilisasi adalah karbon, *ash*, dan gas-gas yang ringan yang berlangsung pada temperatur tinggi (1.350°C). Reaksi devolatilisasi (pirolisis) adalah sebagai berikut.



Oksigen yang diinjeksikan ke dalam *gasifier* akan digunakan dalam zona pembakaran. Panas yang dihasilkan dari reaksi ini akan digunakan untuk menyediakan panas untuk reaksi devolatilisasi. Hasil yang diperoleh sangat tergantung dengan jumlah O_2 yang diinjeksikan ke dalam *gasifier*, jika O_2 yang diinjeksikan berlebih maka akan semakin besar produk CO_2 yang dihasilkan dan sebaliknya jika O_2 yang diinjeksikan berkurang maka produk CO yang akan semakin besar. Berikut adalah reaksi yang terjadi pada reaksi pembakaran.

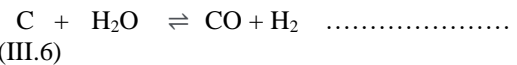


Dan berikut adalah reaksi gasifikasi yang terdiri dari reaksi boudouard, reaksi water gas, reaksi shift conversion, dan reaksi metanasi.

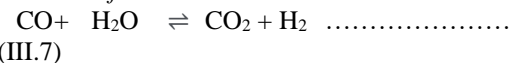
a. Reaksi Boudouard



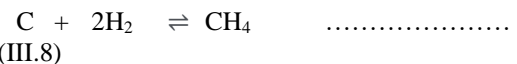
b. Reaksi Water Gas



c. Reaksi Shift Conversion



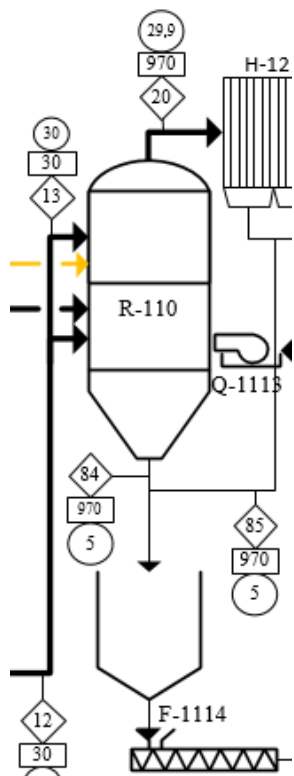
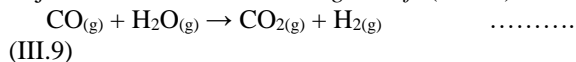
d. Reaksi Metanasi



Reaksi boudouard adalah reaksi antara karbon yang terkandung di dalam batu bara dengan CO_2 yang berasal dari proses gasifikasi dan merupakan reaksi endotermis yang lebih lambat dibandingkan pada reaksi pembakaran pada temperatur yang sama. Reaksi *water gas* adalah reaksi utama yang ada pada proses gasifikasi batu bara di mana pada kondisi ini diperoleh *syngas* H_2 , CO , serta CO_2 sebagai produk samping. Selain reaksi *water-gas* terdapat reaksi *shift conversion* yang menghasilkan gas hidrogen meskipun komposisinya tidak sebanyak yang dihasilkan pada reaksi *water gas*. Serta terdapat reaksi terakhir berupa reaksi metanasi yang menghasilkan gas metana dalam jumlah sedikit dengan abu yang tidak bereaksi pada bagian gasifikasi akan turun sebagai *slag* (*bottom ash*) di bagian bawah *gasifier* dan akan ditampung sementara di dalam *slag silo* (F-1114) yang nantinya akan dibawa melalui *screw conveyor* (J-1115) menuju *ash disposal*. Kemudian *syngas* akan langsung keluar ke atas menuju ke *electrostatic precipitator* (ESP) (H-121) untuk disaring dari *fly ash* yang terkandung di dalam *syngas*. Kemudian *syngas* yang telah bersih akan didinginkan menggunakan *syngas cooler* (E-122) hingga mencapai suhu 354°C,

sementara itu *fly ash* akan turun menuju *slag silo* (F-1114) [7].

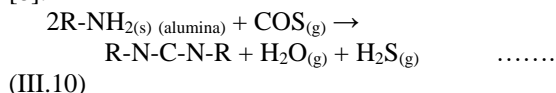
Proses selanjutnya adalah *syngas* masuk ke reaktor *water gas shift* (R-120) untuk mereaksikan CO dengan *saturated steam* sehingga terbentuk hidrogen yang dengan perbandingan $H_2 : CO = 3 : 1$ sesuai dengan spesifikasi lisensor proses sintesa metanol yang digunakan yaitu ICI (*Imperial Chemical Industry*). Berikut adalah reaksi yang terjadi di dalam reaktor *water gas shift* (R-120).



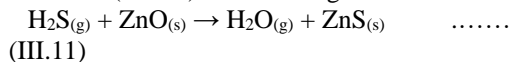
Gambar III.2. Process Flow Diagram Gasifikasi

Pengondisian dan Pembersihan Gas

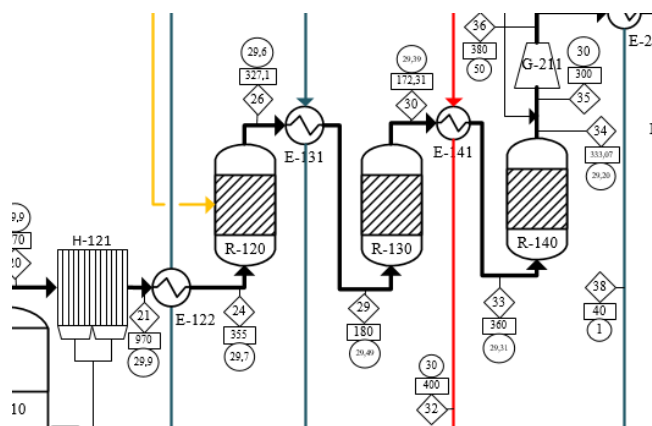
Hasil *syngas* yang telah melalui proses penghilangan abu di *electrostatic precipitator* (ESP) (H-121), masih mengandung asam seperti sulfur, sehingga harus dipisahkan terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam reaktor sintesa metanol agar tidak mengganggu kinerja katalis. Proses pemisahan sulfur dimulai dari perubahan senyawa COS menjadi H_2S dengan menggunakan reaktor COS *Hidrolizer* (R-130) dengan bantuan alumina aktif. Sebelum masuk ke dalam COS *Hidrolizer* (R-130), terlebih dahulu temperature akan diturunkan menggunakan *water gas shift cooler* (E-131) agar sesuai dengan kondisi operasi alat yaitu sebesar $180^\circ C$. Berikut adalah reaksi yang terjadi di dalam reaktor COS *Hidrolizer* [8].



Kemudian sulfur dalam senyawa H_2S dapat dihilangkan kandungan sulfur-nya pada reaktor desulfurisasi (R-140) yang bekerja pada temperatur $391^\circ C$ dengan bantuan absorben ZnO di mana sebelumnya terdapat proses menaikkan temperatur tersebut menggunakan *syngas heater* (E-141) dengan menggunakan *superheated steam* sebagai alat penukar panas. Reaksi proses yang terjadi pada reaktor desulfurisasi (R-140) adalah sebagai berikut.



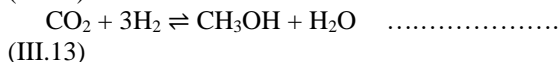
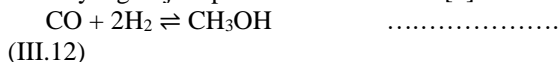
Kemudian dari reaksi di atas diharapkan H_2S yang dihasilkan dari tangki desulfurisasi sudah terbebas dari kandungan sulfur atau memiliki kandungan sulfur $<0,1$ ppm agar nantinya tidak mengganggu kinerja katalis pada reaktor sintesa metanol (R-210). Setelah pemisahan tersebut, *syngas* masuk ke dalam kompresor (G-211) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 50 bar [7].



Gambar III.3. Process Flow Diagram Pengondisian dan Pembersihan Gas

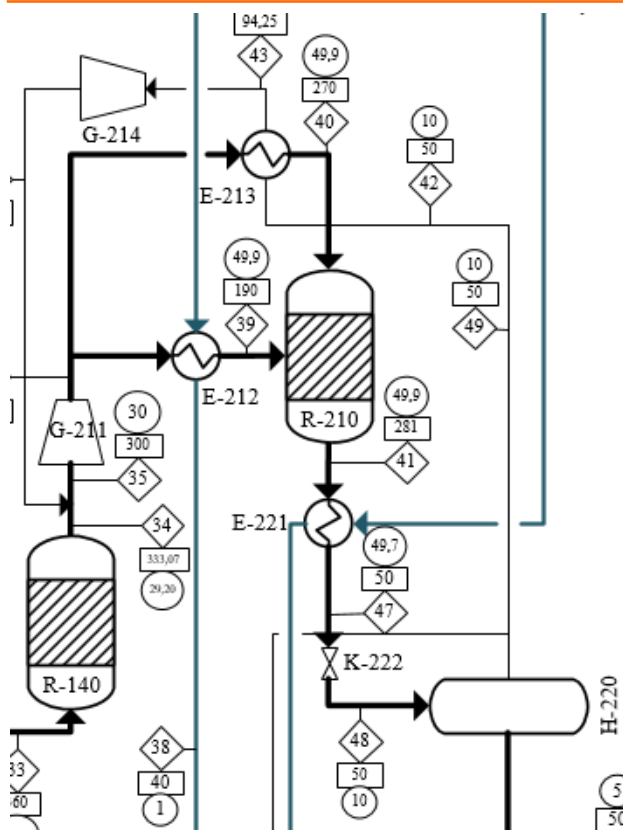
Sintesa Metanol

Setelah diberi tekanan hingga 50 bar, *syngas* kemudian didinginkan pada *economizer* (E-213) hingga mencapai suhu $270^\circ C$ dan pada *syngas cooler* II (E-212) hingga mencapai suhu $190^\circ C$. Lalu *syngas* akan masuk ke dalam reaktor sintesa metanol (R-210) dari dua arah yaitu samping dan atas sesuai dengan lisensor yang digunakan yaitu ICI (*Imperial Chemical Industry*). Reaktor sintesa metanol ini berjenis *fixed bed reactor* dengan menggunakan katalis $CuO/Al_2O_3/ZnO$ dengan komposisi katalis yang digunakan yaitu CuO sebesar 60-70%, ZnO sebesar 20-30%, dan Al_2O_3 sebesar 5-15%. Berikut adalah reaksi yang terjadi pada reaktor metanol [8].



Kemudian produk luaran reaktor metanol akan didinginkan pada *crude methanol cooler* (E-221). Setelah itu akan dialirkan melewati *JT valve I* hingga mencapai tekanan 10 bar (K-222). Hasil ekspansi ini berupa fase campuran liquid dan vapor sehingga perlu dipisahkan

dengan separator metanol (H-220) untuk memisahkan metanol dengan gas-gas inert dan syngas yang belum bereaksi. Kemudian aliran liquid keluaran separator yang kaya akan metanol melewati *JT valve II* (K-231) untuk mengubah tekanan menjadi 5 bar. Kemudian gas-gas inert dan metanol yang ikut terikut ke dalam gas inert akan masuk ke dalam *metanazier* untuk dipisahkan antara metanol dengan gas-gas inert lainnya sehingga gas inert akan langsung di buang ke lingkungan sebagai *purge gas* dan metanol akan masuk untuk mendinginkan *syngas* di dalam *economizer* (E-211) setelah itu masuk ke dalam proses bertekanan 30 bar dengan bantuan *recycle methanol compressor* (G-214). Setelah itu akan di naikan lagi agar sesuai dengan kondisi operasi sebesar 50 bar dengan *syngas compresor* (G-211) [8].



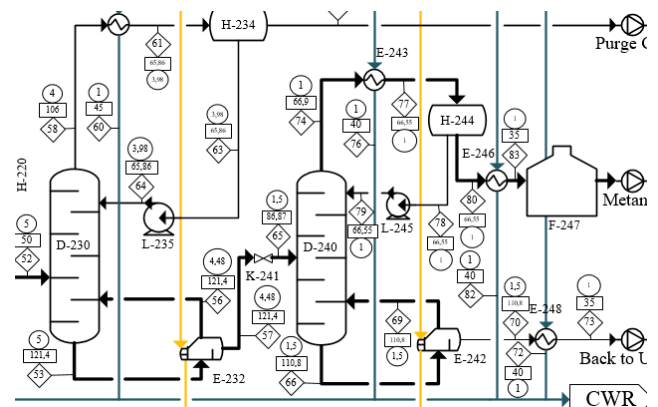
Gambar III.4. Process Flow Diagram Sintesa Metanol

Purifikasi Metanol

Produk *crude methanol* kemudian dimurnikan dengan menggunakan dua kolom distilasi (D-230) dan (D-240). Kolom distilasi pertama bertujuan untuk menghilangkan gas-gas inert yang masih terikut dalam aliran *crude methanol*. *Low boiling by product* seperti metana dan nitrogen dipisahkan dari *raw methanol* pada kolom distilasi I (D-230). Kolom distilasi I (D-230) menggunakan *sieve tray*. Kolom ini bekerja pada tekanan sekitar 5 bar dengan suhu sekitar 87,55°C pada kolom bagian atas dan 130,9°C pada bagian bawah kolom. Hasil atas berupa gas dialirkan menuju *distillation column I reflux drum* (F-234) dan dibuang ke *flare* dan Sebagian dikembalikan ke kolom untuk menampung metanol yang

ikut teruapkan di bagian atas. Hasil bawah berupa metanol yang telah bebas gas-gas ringan dengan kandungan metanol sekitar 70% (sisanya air) diumpungkan ke dalam *reboiler I* (E-232) dan Sebagian akan dikembalikan ke kolom distilasi I dengan menggunakan *distillation column I reflux pump* (L-235) karena ada kandungan gas yang seharusnya menguap menjadi produk atas, sementara itu produk distilasi I (D-230) akan masuk ke dalam kolom distilasi II (D-240). Menara kedua ini juga menggunakan *sieve tray*. Kolom ini bekerja pada tekanan 1,5 bar dengan suhu sekitar 66,55°C pada kolom bagian atas dan 111,3°C pada bagian bawah kolom [9].

Produk dari kolom distilasi II (D-240) adalah metanol yang keluar menjadi produk atas distilasi II (D-240), dikondensasikan dalam kondensor (E-246). Kemudian akan dipisahkan antara metanol dan air di dalam *distillation column II reflux drum* (F-243) sehingga sebagian hasil yang seharusnya menjadi produk bawah akan dikembalikan ke dalam kolom distilasi II melalui *distillation column II reflux pump* (L-244) dan metanol murni akan didinginkan di dalam *methanol cooler* (E-246) sehingga mencapai suhu 35°C kemudian seluruhnya ditampung dalam tangki penyimpanan atau *methanol storage* (F-246). Sementara itu, untuk produk bawah berupa air yang akan dikembalikan sebagai utilitas untuk proses selanjutnya [9].



Gambar III.5. Process Flow Diagram Purifikasi Metanol

IV. NERACA MASSA DAN ENERGI

Berikut adalah hasil perhitungan dari material balance pra desain pabrik methanol dari batubara dengan kapasitas feed batu bara sebanyak 199 ton/jam untuk menghasilkan produk methanol grade AA sebanyak 660.000 ton/tahun dan produk samping berupa karbon dan ash (*solid waste*) sebanyak 79,2575 ton/jam, *waste water* sebanyak 362,604 ton/jam, *purge gas* sebanyak 4,154 ton/jam, kebutuhan steam sebesar 428,299 ton/jam, dan kebutuhan *cooling water* sebesar 20.791 ton/jam.

V. PERALATAN UTAMA

Alat utama yang digunakan pada proses pembuatan methanol dari batu bara, antara lain :

1. Oksigen Kompresor berfungsi sebagai alat untuk mengompres dan menginjeksi oksigen menuju Gasifier
 2. Pulverizer berfungsi menghaluskan batu bara dari 20 mm menjadi 0,74 mm (200 mesh)
 3. Mixer berfungsi untuk mencampur batu bara dengan air agar menjadi *slurry*.
 4. Gasifier berfungsi sebagai alat untuk membuat sintesa gas dari batu bara.
 5. Water Gas Shift Reaktor berfungsi sebagai pengubah CO menjadi H₂ sehingga hasil keluar dari reaktor agar perbandingan CO dengan H₂ sebesar 1:3.
 6. COS Hydrolizer Reaktor berfungsi sebagai pengubah COS menjadi H₂S.
 7. Reaktor Desulfurisasi berfungsi sebagai pembersih *syngas* dari asam (sulfur)
 8. Reaktor Sintesa Metanol berfungsi sebagai reactor pembentuk methanol dari H₂ dan CO
 9. Kolom Distilasi berfungsi sebagai alat pemisah antara CO₂ dengan *methanol water* dan pemisah antara water dengan *methanol*.
- 4) Kebutuhan bahan baku
 - Batu bara : 199.000,00 kg/jam
 - Oksigen : 143.338,42 kg/jam
 - 5) Daya listrik yang dibutuhkan : 61.883 Hp
 - 6) Umur pabrik : 10 tahun
 - 7) Masa konstruksi : 2 tahun
 - 8) Analisis ekonomi
 - *Capital Expenditures* : Rp5.305.611.929.285
 - *Operational Expenditures* : Rp4.894.450.337.973
 - *Net Present Value* : Rp3.186.095.110.591
 - *Internal Rate of Return* : 34,25%
 - *Pay Out Time* : 3 tahun 5 bulan
 - *Break Even Point* : 31,60%
 - 9) Lokasi : Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur

Dari uraian diatas, maka Pabrik Metanol dari Batu Bara ini layak untuk didirikan dan beroperasi pada tahun 2026 dengan memperhatikan faktor teknis, ekonomi, dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aladin, A., dan Mahfud. 2011. *Sumber Daya Alam Batu Bara*. Bandung: Lubuk Agung.
- [2] Rinovianto, G., 2011. *Karakteristik Gasifikasi pada Updraft Double Outlet Gasifier Menggunakan Bahan Bakar Kayu Karet*. Depok: Universitas Indonesia.
- [3] CNN Indonesia, 2022. *7 Negara yang Memiliki Cadangan Terbesar di Dunia*. 4 Agustus.
- [4] CNN Indonesia, 2022. *Fakta Biodiesel B40 yang Mulai Uji Jalan di Indonesia*. 28 Juli.
- [5] Othmer, K., 2012. *Encyclopedia of Chemical Technology, Fifth Edition*. Michigan: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Iswanto T., M. R. Y. R. S., 2015. *Desain Pabrik Synthetic Gas (Syngas) dari Gasifikasi Batu Bara Kualitas Rendah sebagai Pasokan Gas PT. Pupuk Sriwidjaja*. JURNAL TEKNIK ITS, Vol. 4, No. 2.
- [7] Higman, C. & B. M., 2005. *Gasification*. Texas: Gulf Professional Publishing.
- [8] Rachmawati A., M. d. T. F. M., 2021. *Pra Desain Pabrik Metanol dari Batubara Kelas Rendah*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 10, No. 2.
- [9] Moulton, D. S. a. S., 1986. *Costs To Convert Coal To Methanol*. San Antonio: Southwest Research Institute.
- [10] Timmerhaus, K. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

VI. ANALISA EKONOMI

Dari perhitungan analisa ekonomi, disimpulkan bahwa belanja modal (CAPEX) dan modal operasional (OPEX) yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik metanol ini adalah sebesar Rp5.305.611.929.285,03 dan Rp4.894.450.337.973,84. Perhitungan modal tersebut berasal dari pertimbangan dari beberapa aspek, misal dari harga pasar bahan baku, klasifikasi harga peralatan, biaya untuk operasi dan utilitas, jumlah gaji karyawan, pengadaan lahan untuk pabrik, dll. Selain itu berdasarkan analisa evaluasi atau penilaian investasi terhadap pabrik ini menunjukkan bahwa laju pengembalian modal (nilai IRR) diperoleh sebesar 34,25% per tahun yang nilainya lebih besar daripada bunga pinjaman modal bank yaitu sebesar 8,184% per tahun. Dalam perhitungan nilai NPV, diperoleh bahwa NPV bernilai positif yaitu sebesar Rp3.186.095.110.591,80. Waktu pengembalian modal minimum (Pay Out Time) untuk pabrik ini adalah selama 3 tahun 5 bulan dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Dalam analisa BEP (Break Even Point), diperoleh nilai BEP adalah sebesar 31,60%. Jadi dari seluruh data analisa ekonomi yang telah ditinjau, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan dan menghasilkan keuntungan [10].

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kelayakan pabrik yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Perencanaan operasi : kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun
- 2) Kapasitas produksi : 625.000 ton/tahun
- 3) Lisensor proses yang dipilih
 - Gasifikasi batu bara : *Entrained flow*
 - Sintesa metanol : *ICI process*