

**PRARANCANGAN PABRIK *METHYL ESTER SULFONATE*
DARI *METHYL ESTER* DAN *SULFUR TRIOXIDE (SO₃)*
DENGAN PROSES SULFONASI KAPASITAS 13.000
TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF A METHYL ESTER SULFONATE PLANT FROM
METHYL ESTER AND SULFUR TRIOXIDE (SO₃) WITH SULFONATION
PROCESS FOR CAPACITY 13.000 TONS/YEAR***



DISUSUN OLEH:

HEMA AVRILIA 2010814120007

VANESSA DWI AZ-ZAHRA 2010814120005

DOSEN PEMBIMBING:

Prof. Ir. IRYANTI FATYASARI NATA, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19750113 200003 2 003

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2025

**PRARANCANGAN PABRIK *METHYL ESTER SULFONATE*
DARI *METHYL ESTER* DAN *SULFUR TRIOXIDE* (SO₃)
DENGAN PROSES SULFONASI KAPASITAS 13.000
TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF A METHYL ESTER SULFONATE PLANT FROM
METHYL ESTER AND SULFUR TRIOXIDE (SO₃) WITH SULFONATION
PROCESS FOR CAPACITY 13.000 TONS/YEAR***



DISUSUN OLEH:

HEMA AVRILIA	2010814120007
VANESSA DWI AZ-ZAHRA	2010814120005

DOSEN PEMBIMBING:

Prof. Ir. IRYANTI FATYASARI NATA, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19750113 200003 2 003

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

**PRARANCANGAN PABRIK METHYL ESTER SULFONATE DARI
METHYL ESTER DAN SULFUR TRIOXIDE (SO₃) DENGAN PROSES
SULFONASI KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN**

Oleh:

HEMA AVRILIA (2010814120007)

VANESSA DWI AZ-ZAHRA (2010814120005)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 2 Januari 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T. M.T., Ph.D.

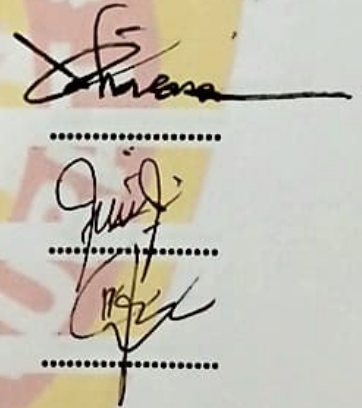
NIP. 197504042000031002

Anggota : Dr. Ir. Lailan Ni'mah, S.T., M.Eng.

NIP. 198401192012122003

Pembimbing : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197501132000032003



Banjarbaru,

diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 197401071998021001

Koordinator Program Studi

S-1 Teknik Kimia

Dr. Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.

NIP. 198101122003121001



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK METHYL ESTER SULFONATE DARI METHYL
ESTER DAN SULFUR TRIOXIDE (SO₃) DENGAN PROSES SULFONASI
KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF A METHYL ESTER SULFONATE PLANT FROM METHYL
ESTER AND SULFUR TRIOXIDE (SO₃) WITH SULFONATION PROCESS FOR
CAPACITY 13.000 TONS/YEAR***

Disusun Oleh:

HEMA AVRILIA

2010814120007

VANESSA DWI AZ-ZAHRA

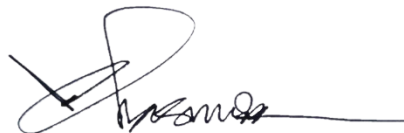
2010814120005

Telah disetujui untuk diseminarkan di Program Studi S-1 Teknik Kimia

Universitas Lambung Mangkurat

Banjarbaru, Januari 2025

Dosen Pembimbing



Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19750404 200003 1 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	NIM
Hema Avrilia	2010814120007
Vanessa Dwi Az-Zahra	2010814120005

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 10 Januari 2025



Hema Avrilia

NIM. 2010814120007

Banjarbaru, 10 Januari 2025



Vanessa Dwi Az-Zahra

NIM. 2010814120005

ABSTRAK

Surfaktan adalah bahan aktif dalam deterjen, produk perawatan pribadi, farmasi, pertambangan dan industri kertas. Surfaktan bersifat mengurangi tegangan permukaan sehingga dapat digunakan sebagai agen flokulasi dan bahan pembasah, perekat, *enhancement oil recovery* (EOR), stabilisasi emulsi, dan produksi busa. Metil ester sulfonat (MES) merupakan salah satu jenis surfaktan yang dibuat dari *fatty acid* methyl ester yang merupakan produk turunan *crude palm oil* (CPO) dengan kelebihan dapat mempertahankan aktivitas enzim yang lebih baik, toleransi yang lebih baik terhadap keberadaan kalsium, dan kandungan garam (*disalt*) lebih rendah. Pabrik Metil Ester Sulfonat ini dirancang pada kapasitas 13.000 ton per tahun dengan pertimbangan impor dilakukan sebanyak 20%, ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik yang sudah berdiri di seluruh dunia. MES diproduksi dengan bahan baku utama metil ester dan gas SO₃ melalui proses sulfonasi menggunakan *Falling Film Reactor* (FFR) yang beroperasi pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu operasi 90°C serta reaksinya bersifat eksotermis. Produk keluaran FFR selanjutnya dialirkan ke digester untuk proses *aging* yang berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 85°C. Produk *methyl ester sulfonic acid* (MESA) dialirkan menuju *bleacher* untuk mengurangi pembentukan *di-salt* yang terjadi selama reaksi sulfonasi dan mengurangi warna gelap produk dengan kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 110°C. Kemudian produk yang bersifat asam ini dinetralkan dengan netralizer pada tekanan 1 atm dan suhu operasi 50°C hingga menghasilkan produk berupa MES dalam bentuk *powder* dengan kemurnian 90%.

Pabrik metil ester sulfonat ini beroperasi selama 330 hari kerja dalam 1 tahun dan dioperasikan mulai tahun 2029. Lokasi yang dipilih adalah di Kawasan JIPE, Manyar Sidorukun, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur seluas 70.653,54 m². Kebutuhan utilitas diambil dari Sungai Brantas sebanyak 671295,5630 kg/jam. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 1670,6414 kW disuplai dari PLN. Untuk mengantisipasi adanya pemadaman maupun saat terjadi perawatan, maka disediakan generator yang berlebih. Bahan bakar untuk generator maupun *boiler* tersebut dipakai solar sebanyak 53,3657 liter/jam.

Nilai *Return on Investment* (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 18%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 3,57 tahun, sedangkan kapasitas *Break Even Point* (BEP) adalah 45% kapasitas dan *Shut Down Point* (SDP) adalah sebesar 25%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Kata kunci : *Methyl Ester Sulfonat, surfactan, CPO*

PRAKATA

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Methyl Ester Sulfonate* dari *Methyl Ester* dan *Sulfur Trioxide* (SO₃) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas perancangan pabrik kimia atau tugas akhir serta sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat. Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, dukungan serta do'a yang tiada henti kepada kami mulai dari awal kuliah hingga kami menyelesaikan perkuliahan
2. Bapak Prof. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan masukan terhadap perkuliahan kami.
3. Ibu Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah membimbing dan memberi saran dan masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D dan Ibu Dr. Ir. Lailan Ni'mah, S.T., M.Eng selaku dosen penguji tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan

bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.

7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2020 yang selalu menemani dan bersama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
8. Bapak Hangga Ruky Warmiaji, ST., dan Kakak Khabib Abdul Aziz, ST., yang telah mau meluangkan waktunya untuk berbagi informasi terkait Prarancangan Pabrik Metil Ester Sulfonat serta memberikan literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada di sekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga selama perkuliahan.
10. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan do'anya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna, kami hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik dan semaksimal mungkin. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini, maka kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal dan terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Januari 2025

Penulis

PRAKATA

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Methyl Ester Sulfonate* dari *Methyl Ester* dan *Sulfur Trioxide* (SO_3) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas perancangan pabrik kimia atau tugas akhir serta sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat. Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

11. Orang tua tercinta, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, dukungan serta do'a yang tiada henti kepada kami mulai dari awal kuliah hingga kami menyelesaikan perkuliahan
12. Bapak Prof. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan masukan terhadap perkuliahan kami.
13. Ibu Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah membimbing dan memberi saran dan masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
14. Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D dan Ibu Dr. Ir. Lailan Ni'mah, S.T., M.Eng selaku dosen penguji tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam tugas akhir ini.
15. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
16. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.
17. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2020 yang selalu menemani dan bersama dari awal perkuliahan

hingga akhir perkuliahan.

18. Bapak Hanga Ruky Warmiaji dan Kakak Khabib Abdul Aziz yang telah mau meluangkan waktunya untuk berbagi informasi terkait Prarancangan Pabrik Metil Ester Sulfonat serta memberikan literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
19. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada di sekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga selama perkuliahan.
20. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan do'anya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna, kami hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik dan semaksimal mungkin. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini, maka kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal dan terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined. v
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	ixii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tinjauan Pustaka.....	I-2
1.2.1 Metil Ester	I-2
1.2.2 Sulfur Trioxide (SO ₃)	I-3
1.2.3 <i>Methyl Ester Sulfonate</i> (MES)	I-3
1.3. Pemilihan Kapasitas Pabrik	I-4
1.4. Spesifikasi Bahan.....	I-8
1.4.1. Sifat Fisika dan Kimia untuk Bahan Baku dan Produk	I-8
BAB II URAIAN PROSES	
2.1 Seleksi Proses.....	II-14
2.2 Uraian Proses	II-18
2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	II-18
2.2.2 Tahap Reaksi Sulfonasi dan <i>Aging</i>	II-18
2.2.3 Tahap Pemurnian.....	II-19
2.3. Tinjauan Termodinamika.....	II-20
2.3.1. Entalpi Pembentukan	II-20
2.3.2. Energi Bebas Gibbs.....	II-23
2.1. Konstanta Keseimbangan.....	II-25
2.4. Tinjauan Kinetika (k).....	II-27

BAB III NERACA MASSA

3.1	<i>Falling Film Reactor</i> (R-210).....	III-32
3.2	<i>Aging Tank</i> (R-220)	III-33
3.3	<i>Bleacher</i> (R-310)	III-34
3.4	<i>Neutralizer</i> (R-320).....	III-35
3.5	Evaporator (V-330).....	III-36
3.6	Menara Distilasi (D-340)	III-37
3.7	<i>Mixing Point</i> Pengenceran Metanol	III-37

BAB IV NERACA PANAS

4.1	<i>Heater-01</i> (E-112).....	IV-40
4.2	<i>Heater-02</i> (E-122).....	IV-41
4.3	<i>Falling Film Reactor</i> (R-210).....	IV-41
4.4	<i>Aging Tank</i> (R-220)	IV-42
4.5	<i>Heater-06</i> (E-222).....	IV-43
4.6	<i>Mixing Point 1</i> (Pengenceran Metanol)	IV-43
4.7	Mixing Point 2	IV-44
4.8	<i>Heater-03</i> (E-132).....	IV-44
4.9	<i>Heater-04</i> (E-142).....	IV-45
4.10	<i>Bleacher</i> (R-310)	IV-46
4.11	<i>Heater-05</i> (E-152).....	IV-47
4.12	<i>Cooler-01</i> (E-312).....	IV-47
4.13	<i>Neutralizer</i> (R-320).....	IV-48
4.14	<i>Evaporator</i> (V-330)	IV-49
4.15	Kristalizer (X-350).....	IV-49
4.16	Menara Distilasi (D-340)	IV-50

BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES

5.1	Tangki Penyimpanan <i>Liquid Sulfur Trioksida</i> (F-110)	V-53
5.2	Pompa Sulfur Trioksida (L-111).....	V-53
5.3	<i>Heater-01</i> (E-112).....	V-54
5.4	Kompresor (G-113)	V-54
5.5	Tangki Penyimpanan Metil Ester (F-120)	V-55
5.6	Pompa Metil Ester (L-121)	V-55

5.7	<i>Heater-02</i> (E-122).....	V-56
5.8	Tangki Metanol (F-130).....	V-57
5.9	Pompa Metanol (L-131).....	V-57
5.10	<i>Heater-03</i> (E-132).....	V-58
5.11	Tangki Hidrogen Peroksida (F-140)	V-58
5.12	Pompa Hidrogen Peroksida (L-141)	V-59
5.13	<i>Heater-04</i> (E-142).....	V-60
5.14	Tangki Natrium Hidroksida (F-150).....	V-60
5.15	Pompa Natrium Hidroksida (R-210).....	V-61
5.16	<i>Heater-05</i> (E-151).....	V-61
5.17	Reaktor <i>Falling Film Reactor</i> (R-210)	V-62
5.18	Pompa Reaktor <i>Falling Film Reactor</i> (L-211)	V-64
5.19	<i>Aging Tank</i> (R-220)	V-64
5.20	Pompa <i>Aging Tank</i> (E-221).....	V-65
5.21	<i>Heater-06</i> (E-222).....	V-66
5.22	<i>Bleacher</i> (R-310)	V-66
5.23	Pompa <i>Bleacher</i> (L-311).....	V-68
5.24	<i>Cooler-01</i> (E-312).....	V-68
5.25	<i>Neutralizer</i> (R-320).....	V-69
5.26	Pompa <i>Neutralizer</i> (L-321).....	V-70
5.27	<i>Evaporator</i> (V-330)	V-71
5.28	Menara Distilasi (D-340)	V-72
5.29	Kondensor (E-341).....	V-72
5.30	Akumulator (F-342)	V-73
5.31	Pompa Akumulator (L-344).....	V-73
5.32	Pompa <i>Reflux</i> (L-343).....	V-74
5.33	Pompa <i>Reboiler</i> (L-345)	V-75
5.34	<i>Reboiler</i> (E-346).....	V-75
5.35	Kristalizer (X-351).....	V-76
5.36	<i>Screw Conveyor</i> (J-351).....	V-76
5.37	<i>Bin MES</i> (F-352).....	V-77
5.38	<i>Packaging Unit</i> (P-353)	V-78

5.39	<i>Belt Conveyor</i> (J-354)	V-78
5.40	Gudang Penyimpanan Produk MES (F-350)	V-79

BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

6.1.	Instrumentasi	VI-81
6.2.	Keselamatan Kerja	VI-88
6.1.1.	Macam-macam Bahaya di Area Pabrik	VI-90
6.1.2.	Alat Pelindung Diri (APD)	VI-96
6.1.3.	Peraturan Keselamatan Kerja di Pabrik	VI-99

BAB VII TATA LETAK PABRIK

7.1.	Lokasi Pabrik	VII-103
7.2.	Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik	VII-107

BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN

8.1.	Organisasi Perusahaan	VIII-117
8.1.1.	Bentuk Perusahaan	VIII-117
8.1.2.	Struktur Organisasi	VIII-119
8.1.3.	Bentuk Organisasi Fungsional dan Staf	VIII-122
8.2.	Manajemen Perusahaan	VIII-124
8.3.	Tugas dan Wewenang	VIII-125
8.4.	Sistem Penggajian	VIII-137
8.5.	BPJS dan Fasilitas Tenaga Kerja	VIII-140

BAB IX UTILITAS

9.1.	Unit Penyediaan Air	IX-144
9.1.1.	Kebutuhan Air	IX-144
9.1.2.	Pengolahan Air	IX-149
9.1.3.	Spesifikasi Peralatan Unit Penyediaan Air	IX-159
9.2.	Unit Penyedia <i>Steam</i>	IX-173
9.3.	Unit Pembangkit Listrik	IX-174
9.4.	Unit Penyedia Bahan Bakar	IX-175

BAB X ANALISA EKONOMI

10.1.	Penaksiran Harga Peralatan	X-181
10.2.	Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	X-182
10.2.1	Investasi Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	X-182

10.2.2	Modal Kerja / <i>Working Capital</i> (WC).....	X-184
10.2.3	<i>Plant Start Up</i>	X-185
10.3.	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC).....	X-185
10.3.1	<i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	X-185
10.3.2	<i>General Expense</i>	X-187
10.4.	Total Penjualan	X-188
10.5.	Perkiraan Laba Usaha	X-188
10.6.	Analisa Kelayakan	X-189
10.6.5.	<i>Percent Profit on Sales</i> (POS).....	X-189
10.6.6.	<i>Percent Return On Investment</i> (ROI)	X-189
10.6.7.	<i>Pay Out Time</i> (POT).....	X-190
10.6.8.	<i>Net Present Value</i> (NPV)	X-190
10.6.9.	<i>Interest Rate of Return</i> (IRR)	X-191
10.6.10.	<i>Break Even Point</i> (BEP).....	X-191
10.6.11.	<i>Shut Down Point</i> (SDP).....	X-192
BAB XI PENUTUP		
11.1.	Kesimpulan	XI-181
11.2.	Saran	XI-182
DAFTAR PUSTAKA		DP-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Kimia ME	I-2
Gambar 1.2 Struktur Kimia SO ₃	I-3
Gambar 1.3 Struktur Kimia MES	I-4
Gambar 2.1 Mekanisme Reaksi Sulfonasi Metil Ester dan Oleum-H ₂ SO ₄	II-14
Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Sulfonasi Meil Ester dan SO ₃ dalam FFR.....	II-15
Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik <i>Methyl Ester Sulfonate</i> dari <i>Methyl Ester</i> dan <i>Sulfur Trioxide</i> (SO ₃) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun	II-27
Gambar 1.1 Struktur Kimia ME	I-2
Gambar 1.2 Struktur Kimia SO ₃	I-3
Gambar 1.3 Struktur Kimia MES	I-4
Gambar 2.1 Mekanisme Reaksi Sulfonasi Metil Ester dan Oleum-H ₂ SO ₄	II-14
Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Sulfonasi Meil Ester dan SO ₃ dalam FFR.....	II-15
Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik <i>Methyl Ester Sulfonate</i> dari <i>Methyl Ester</i> dan <i>Sulfur Trioxide</i> (SO ₃) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun	II-27
Gambar 1.1 Struktur Kimia ME	I-2
Gambar 1.2 Struktur Kimia SO ₃	I-3
Gambar 1.3 Struktur Kimia MES	I-4
Gambar 2.1 Mekanisme Reaksi Sulfonasi Metil Ester dan Oleum-H ₂ SO ₄	II-14
Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Sulfonasi Meil Ester dan SO ₃ dalam FFR.....	II-15
Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik <i>Methyl Ester Sulfonate</i> dari <i>Methyl Ester</i> dan <i>Sulfur Trioxide</i> (SO ₃) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun	II-27

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pabrik Biodiesel di Indonesia.....	I-4
Tabel 1.2 Produsen Metil Ester Sulfonat di Dunia.....	I-5
Tabel 1.3 Kebutuhan Ekspor-Impor MES di Indonesia	I-5
Tabel 2.1 Perbandingan Teknologi Proses Oleum-H ₂ SO ₄ dan Gas SO ₃	II-16
Tabel 2.2 <i>Joback Group Contribution</i>	II-20
Tabel 3.1 Neraca Massa <i>Falling Film Reactor</i> (R-210).....	III-33
Tabel 3.2 Neraca Massa <i>Agink Tank</i> (R-220)	III-33
Tabel 3.3 Neraca Massa <i>Bleacher</i> (R-310)	III-34
Tabel 3.4 Neraca Massa <i>Neutralizer</i> (R-320).....	III-35
Tabel 3.5 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (V-330)	III-36
Tabel 3.6 Neraca Massa Menara Distilasi (D-340).....	III-37
Tabel 3.7 Neraca Massa Pengenceran Metanol.....	III-38
Tabel 4.1 Neraca Panas <i>Heater-01</i> (E-112)	IV-40
Tabel 4.2 Neraca Panas <i>Heater-02</i> (E-122)	IV-40
Tabel 4.3 Neraca Panas <i>Falling Film Reactor</i> (R-210).....	IV-42
Tabel 4.4 Neraca Panas <i>Agink Tank</i> (R-220)	IV-41
Tabel 4.5 Neraca Panas <i>Heater-06</i> (E-222)	IV-42
Tabel 4.6 Neraca Panas <i>Mixing Point 1</i>	IV-43
Tabel 4.7 Neraca Panas <i>Mixing Point 2</i>	IV-44
Tabel 4.8 Neraca Panas <i>Heater-03</i> (E-132)	IV-45
Tabel 4.9 Neraca Panas <i>Heater-04</i> (E-142)	IV-45
Tabel 4.10 Neraca Panas <i>Bleacher</i> (R-310)	IV-46
Tabel 4.11 Neraca Panas <i>Heater-05</i> (E-152)	IV-47
Tabel 4.12 Neraca Panas <i>Cooler-01</i> (E-312)	IV-47
Tabel 4.13 Neraca Panas <i>Neutralizer</i> (R-320)	IV-48
Tabel 4.14 Neraca Panas <i>Evaporator</i> (V-330).....	IV-49
Tabel 4.15 Neraca Panas Kristalizer (X-350).....	IV-50

Tabel 4.16 Neraca Panas Menara Distilasi (R-340)	IV-51
Tabel 6.1 Penggunaan Instrumentasi pada Peralatan Pabrik Metil Ester Sulfonat	VI-84
Tabel 6.2 Lambang Bahaya pada Alat Pabrik	VI-94
Tabel 6.3 Lambang Pemakaian Alat Pelindung Diri pada Area Pabrik	VI-98
Tabel 7.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	VII-111
Tabel 8.1 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	VIII-113
Tabel 8.2 Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya.....	VIII-134
Tabel 8.3 Perincian Gaji Karyawan.....	VIII-44
Tabel 9.1 Kebutuhan Air Pendingin.....	IX-145
Tabel 9.2 Kebutuhan <i>Steam</i>	IX-147
Tabel 9.3 Kebutuhan Air Proses.....	IX-149
Tabel 9.4 Kebutuhan Air Keseluruhan.....	IX-149
Tabel 9.5 Standar Kualitas Air Bersih.....	IX-150
Tabel 9.6 Syarat-Syarat Air Umpan Boiler	IX-158

DAFTAR NOTASI

ΔP	= Pressure drop (psi)
$\sum CF/(1+i)^n$	= Total modal akhir masa konstruksi
A	= Luas area (m ²)
Ca	= Kapasitas alat x
Cb	= Kapasitas alat y
CF	= <i>Cash flow</i> pada tahun ke-n
Ea	= Energi Teraktivasi (J/mol)
Ea	= Harga alat dengan kapasitas diketahui
Eb	= Harga alat dengan kapasitas dicari
Ex	= Harga alat pada tahun referensi
Ey	= Harga alat pada tahun pemesanan
Fa	= <i>Fixed Manufacturing Cost</i>
ID	= Diameter dalam (m)
K	= Konstanta kesetimbangan
k	= Konstanta kinetika reaksi
NPS	= <i>Nominal pipe size</i> (inch)
Nx	= Nilai indeks tahun referensi
Ny	= Nilai indeks tahun pabrik berdiri
OD	= Diameter luar (m)
r	= Laju reaksi
R	= Tetapan gas ideal (0,008314 kJ/mol.K atau 8,314 J/kmol.K)
Ra	= <i>Regulated Cost</i>
Sa	= Penjualan Produk
T	= Suhu (K)
Va	= <i>Variabel Cost</i>
ΔG	= Energi bebas gibbs (kJ/mol)
ΔH_f	= Entalpi pembentukan standar (kJ/mol)
ΔH_R	= Entalpi reaksi (kJ/mol)