

**PRA RANCANGAN PABRIK**

**PABRIK METHYL ESTER SULFONATE DARI FATTY ACID METHYL  
ESTER DAN SULFUR TRIOKSIDA DENGAN METODE SULFONASI**



Disusun Oleh :

Clarissa Putri Monica

21031010041

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR**

**2025**

Pra Rancangan Pabrik

"Pabrik Methyl Ester Sulfonate dari Fatty Acid Methyl Ester dan Sulfur

Trioksida dengan Metode Sulfonasi"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

"PABRIK METHYL ESTER SULFONATE DARI FATTY ACID METHYL  
ESTER DAN SULFUR TRIOKSIDA DENGAN METODE SULFONASI"

Disusun Oleh :

CLARISSA PUTRI MONICA

21031010041

Telah dipertahankan dan diterima oleh Tim Dosen Penguji  
Pada tanggal 31 Oktober 2025

Tim Dosen Penguji:

1.

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.  
NIP. 19570314 198603 2 001

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.  
NIP. 19611112 198903 2 001

2.

Ir. Saqi, M.T.  
NIP. 19630412 199103 2 001

3.

Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.  
NIP. 19621120 199103 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

ii



Pra Rancangan Pabrik

"Pabrik Methyl Ester Sulfonate dari Fatty Acid Methyl Ester dan Sulfur Trioksida dengan Metode Sulfonasi"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

"PABRIK METHYL ESTER SULFONATE DARI FATTY ACID METHYL  
ESTER DAN SULFUR TRIOKSIDA DENGAN METODE SULFONASI"

Disusun Oleh

**CLARISSA PUTRI MONICA**

21031010041

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing sebagai persyaratan  
untuk mengikuti ujian lisan

Dosen Pembimbing

  
**Prof. Dr. Ir. Sri Muliati, M.T.**  
NIP. 19611112 198903 2 001

Program Studi Teknik Kimia

Pakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

iii





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294 Telp. (031) 872179 Fax.(031) 872257

**KETERANGAN REVISI**

Mahasiswa di bawah ini :

Nama : Clarissa Putri Monica  
NPM : 21031010041  
Program Studi : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi \*~~ ~~PRA RANCANGAN (DESAIN) / SKRIPSI /~~  
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode Oktober, TA. 2025/2026

Dengan Judul :

**PRA RANCANGAN PABRIK METHYL ESTER SULFONATE DARI FATTY ACID  
METHYL ESTER DAN SULFUR TRIOKSIDA DENGAN METODE SULFONASI**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.

()

2. Ir. Sani, M.T.

()

3. Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.

()

Surabaya, 31 Oktober 2025

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

()

( Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T. )  
NIP. 19611112 198903 2 001

Catatan : \*) coret yang tidak perlu

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Clarissa Putri Monica  
NPM : 21031010041  
Program : Sarjana (S1)  
Program Studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/~~Skripsi/Tesis/Disertasi~~ ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Tugas Akhir/~~Skripsi/Tesis/Desertasi~~ ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 31 Oktober 2025

Yang Membuat Pernyataan



Clarissa Putri Monica

NPM. 21031010041



---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-NYA sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pabrik *Methyl Ester Sulfonate* dari *Fatty Acid Methyl Ester* dan Sulfur Trioksida dengan Metode Sulfonasi”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia (S-1) pada Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusunan dari tugas akhir ini tidak dapat dilakukan tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penyusun ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Ir. Titi Susilowati, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Ir. Nurul Widji Triana, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Prof. Dr. Ir. Srie Redjeki, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
7. Ir. Sani, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir
8. Dr. T. Ir. Susilowati, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
9. Orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan baik secara moral maupun materil.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penyusunan laporan. Akhir kata dari penulis, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Hormat kami,

Penyusun



## DAFTAR ISI

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                              | ii   |
| KATA PENGANTAR.....                                  | iii  |
| DAFTAR ISI.....                                      | v    |
| DAFTAR GAMBAR.....                                   | viii |
| DAFTAR TABEL .....                                   | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                               | I-1  |
| I.1.    Latar Belakang.....                          | I-1  |
| I.2.    Manfaat .....                                | I-5  |
| I.3.    Kegunaan <i>Methyl Ester Sulfonate</i> ..... | I-5  |
| I.4.    Alasan Pendirian Pabrik .....                | I-6  |
| I.5.    Kapasitas Pabrik .....                       | I-7  |
| I.6.    Ketersediaan Bahan Baku .....                | I-10 |
| I.7.    Aspek Pasar .....                            | I-12 |
| I.8.    Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....      | I-13 |
| I.8.1.    Bahan Baku .....                           | I-13 |
| I.8.2.    Produk.....                                | I-15 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....               | II-1 |
| II.1.    Macam-Macam Proses.....                     | II-1 |
| II.1.1.    Reaksi Sulfonasi dengan $H_2SO_4$ .....   | II-1 |
| II.1.2.    Reaksi Sulfonasi dengan Oleum 20% .....   | II-3 |
| II.1.3.    Reaksi Sulfonasi dengan gas $SO_3$ .....  | II-4 |
| II.2.    Pemilihan Proses .....                      | II-5 |
| II.3.    Uraian Proses.....                          | II-6 |



---

|                                                                                                   |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>BAB III NERACA MASSA.....</b>                                                                  | <b>III-1</b>   |
| <b>BAB IV NERACA PANAS.....</b>                                                                   | <b>IV-1</b>    |
| <b>BAB V SPESIFIKASI ALAT .....</b>                                                               | <b>V-1</b>     |
| <b>BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....</b>                                            | <b>VI-1</b>    |
| <b>VI.1.    Instrumentasi.....</b>                                                                | <b>VI-1</b>    |
| <b>VI.1.1.    Pemilihan Instrumentasi .....</b>                                                   | <b>VI-2</b>    |
| <b>VI.1.2.    Jenis-Jenis Instrumentasi .....</b>                                                 | <b>VI-3</b>    |
| <b>VI.2.    Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) .....</b>                                        | <b>VI-5</b>    |
| <b>VI.2.1.    Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pabrik <i>Methyl Ester Sulfonate</i> .....</b> | <b>VI-6</b>    |
| <b>BAB VII UTILITAS .....</b>                                                                     | <b>VII-1</b>   |
| <b>VII.1.    Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....</b>                                               | <b>VII-1</b>   |
| <b>VII.2.    Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....</b>                                         | <b>VII-8</b>   |
| <b>VII.2.1.    Unit Penyediaan Air.....</b>                                                       | <b>VII-10</b>  |
| <b>VII.2.2.    Unit Pengolahan Air .....</b>                                                      | <b>VII-18</b>  |
| <b>VII.3.    Unit Penyediaan Udara .....</b>                                                      | <b>VII-179</b> |
| <b>VII.4.    Unit Pembangkit Tenaga Listrik .....</b>                                             | <b>VII-197</b> |
| <b>VII.5.    Unit Penyediaan Bahan Bakar.....</b>                                                 | <b>VII-204</b> |
| <b>VII.6.    Unit Pengolahan Limbah.....</b>                                                      | <b>VII-206</b> |
| <b>BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....</b>                                                 | <b>VII-1</b>   |
| <b>VIII.1.    Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik.....</b>                                     | <b>VII-1</b>   |
| <b>VIII.1.1.    Pemilihan Lokasi.....</b>                                                         | <b>VII-1</b>   |
| <b>VIII.1.2.    Tata Letak Pabrik.....</b>                                                        | <b>VII-8</b>   |
| <b>VIII.1.3.    Tata Letak Peralatan Pabrik .....</b>                                             | <b>VII-13</b>  |

---





---

|                                                   |             |
|---------------------------------------------------|-------------|
| <b>BAB IX STRUKTUR ORGANISASI .....</b>           | <b>IX-1</b> |
| IX.1. Bentuk Perusahaan .....                     | IX-1        |
| IX.2. Struktur Organisasi .....                   | IX-3        |
| IX.3. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab .....    | IX-4        |
| IX.4. Jam Kerja .....                             | IX-14       |
| IX.5. Kesejahteraan Sosial .....                  | IX-15       |
| IX.6. Status Karyawan dan Sistem Upah .....       | IX-15       |
| <b>BAB X ANALISA EKONOMI .....</b>                | <b>X-1</b>  |
| X.1. Modal (Total Capital Investment) .....       | X-1         |
| X.2. Harga Peralatan .....                        | X-3         |
| X.3. Biaya Produksi (Total Production Cost) ..... | X-4         |
| X.4. Keuntungan (Profitability) .....             | X-6         |
| X.5. Penentuan Total Capital Investment .....     | X-7         |
| X.6. Return on investment (ROI) .....             | X-14        |
| X.7. Pay Back Period ( PBP ) .....                | X-14        |
| X.8. Internal Rate of Return .....                | X-16        |
| <b>BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN .....</b>        | <b>XI-1</b> |
| IX.1. Diskusi .....                               | X-1         |
| IX.2. Kesimpulan .....                            | XI-2        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                       | <b>DP-1</b> |
| <b>APPENDIX A NERACA MASSA .....</b>              | <b>A-1</b>  |
| <b>APPENDIX B NERACA PANAS .....</b>              | <b>B-1</b>  |
| <b>APPENDIX C SPESIFIKASI ALAT .....</b>          | <b>C-1</b>  |
| <b>APPENDIX D ANALISIS EKONOMI .....</b>          | <b>D-1</b>  |

---



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Sulfonasi dengan Asam Sulfat (Brooks, 1962)...                                                                                                      | II-1   |
| Gambar II. 2 Diagram Alir Proses Sulfonasi dengan Oleum 20% (Foster, 1997).....                                                                                                      | II-3   |
| Gambar II. 3 Diagram Alir Proses Sulfonasi dengan gas SO <sub>3</sub> (Hovda, 1996) ...                                                                                              | II-4   |
| Gambar II. 4 Diagram Alir Pengembangan Pra Rancangan Pabrik Metil Ester Sulfonat dari Fatty Acid Methyl Ester dan Belerang dengan Metode Sulfonasi (Jaeger, 1971; Hovda, 1996) ..... | II-9   |
| Gambar VII. 1 Boiler (P-240).....                                                                                                                                                    | VII-3  |
| Gambar VII. 2 Cooling Tower (P-260).....                                                                                                                                             | VII-14 |
| Gambar VII. 3 Diagram Alir Pengolahan Air Pabrik Metil Ester Sulfonat...                                                                                                             | VII-19 |
| Gambar VII. 4 Bak Penampung Air Sungai (F-110) .....                                                                                                                                 | VII-22 |
| Gambar VII. 5 Tangki Koagulasi (M-120) .....                                                                                                                                         | VII-25 |
| Gambar VII. 6 Tangki Flokulasi (M-130) .....                                                                                                                                         | VII-32 |
| Gambar VII. 7 Clarifier (H-140).....                                                                                                                                                 | VII-39 |
| Gambar VII. 8 Bak Penampung Flok (F-150) .....                                                                                                                                       | VII-43 |
| Gambar VII. 9 Bak Penampung Air Sementara 1 (F-160).....                                                                                                                             | VII-45 |
| Gambar VII. 10 <i>Sand Filter</i> (H-170) .....                                                                                                                                      | VII-47 |
| Gambar VII. 11 Bak Penampung Air Sementara 2 (F-180) .....                                                                                                                           | VII-50 |
| Gambar VII. 12 Bak Penampung Sanitasi dan Laboratorium (F-190) .....                                                                                                                 | VII-52 |
| Gambar VII. 13 <i>Cation Exchanger</i> (H-210) .....                                                                                                                                 | VII-54 |
| Gambar VII. 14 Tangki HCl (F-212) .....                                                                                                                                              | VII-59 |
| Gambar VII. 15 <i>Anion Exchanger</i> (H-220).....                                                                                                                                   | VII-62 |
| Gambar VII. 16 Tangki NaOH (F-221) .....                                                                                                                                             | VII-66 |
| Gambar VII. 17 Bak Penampung Air Demineralisasi (F-230) .....                                                                                                                        | VII-69 |
| Gambar VII. 18 Bak Penampung Air Pendingin (F-250) .....                                                                                                                             | VII-71 |



---

|                                                                                                                                                      |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar VII. 19 Aliran Air pada Pipa dari Air Sungai menuju Bak Penampungan Air Sungai (F-110) .....                                                  | VII-73  |
| Gambar VII. 20 Taksiran Panjang Pipa dari Air Sungai menuju Bak Penampungan Air Sungai (F-110) .....                                                 | VII-76  |
| Gambar VII. 21 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Sungai (F-110) menuju Tangki Koagulasi (M-120).....                                     | VII-81  |
| Gambar VII. 22 Taksiran Panjang Pipa dari Bak Penampungan Air Sungai (F-110) menuju Tangki Koagulasi (M-120).....                                    | VII-84  |
| Gambar VII. 23 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Sementara-1 (F-160) menuju <i>Sand Filter</i> (H-127) .....                             | VII-89  |
| Gambar VII. 24 Taksiran Panjang Pipa dari Bak Penampungan Air Sementara 1 (F-160) menuju <i>Sand Filter</i> (H-170A/B).....                          | VII-92  |
| Gambar VII. 25 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Sementara 2 (F-180) menuju Bak Penampungan Air Sanitasi dan Laboratorium (F-190) .....  | VII-97  |
| Gambar VII. 26 Taksiran Panjang Pipa dari Bak Penampungan Air Sementara 1 (F-180) menuju Bak Penampungan Air Sanitasi dan Laboratorium (F-190) ..... | 100     |
| Gambar VII. 27 Aliran Air pada Pipa dari Tangki Penampungan Air Sementara 2 (F-180) menuju <i>Cation Exchanger</i> (H-210) .....                     | VII-105 |
| Gambar VII. 28 Taksiran Panjang Pipa dari Tangki Penyimpanan Sementara 2 (F-180) menuju <i>Cation Exchanger</i> (H-210).....                         | VII-108 |
| Gambar VII. 29 Aliran Air pada Pipa dari <i>Cation Exchanger</i> (H-210) menuju <i>Anion Exchanger</i> (H-220).....                                  | VII-113 |
| Gambar VII. 30 Taksiran Panjang Pipa dari <i>Cation Exchange</i> (H-210) menuju <i>Anion Exchange</i> (H-220) .....                                  | VII-116 |
| Gambar VII. 31 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Demineralisasi (F-230) menuju Boiler (P-240) .....                                      | VII-122 |
| Gambar VII. 32 Taksiran Panjang Pipa dari Bak Penampungan Air Demineralisasi (F-230) menuju Boiler (P-240) .....                                     | VII-125 |
| Gambar VII. 33 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Demineralisasi (F-230) menuju <i>Scrubber</i> (D-410) .....                             | VII-130 |

---





|                                                                                                                                           |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar VII. 34 Taksiran Panjang Pipa dari Tangki Penyimpanan Air Demineralisasi (F-230) menuju Scrubber (D-410) .....                     | VII-133 |
| Gambar VII. 35 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Sementara 2 (F-180) menuju Bak Penampungan Air Pendingin (F-250) .....       | VII-139 |
| Gambar VII. 36 Taksiran Panjang Pipa dari Tangki Penyimpanan Air Sementara 1 (F-730) menuju Bak Penampungan Air Pendingin (F-250).....    | VII-142 |
| Gambar VII. 37 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Pendingin (F-250) menuju <i>Plant</i> .....                                  | VII-147 |
| Gambar VII. 38 Taksiran Panjang Pipa dari Tangki Penyimpanan Air Pendingin (F-250) menuju <i>Plant</i> .....                              | VII-150 |
| Gambar VII. 39 Aliran Air pada Pipa dari <i>Plant</i> menuju Cooling Tower (P-260) .....                                                  | VII-155 |
| Gambar VII. 40 Taksiran Panjang Pipa dari <i>Plant</i> menuju Cooling Tower (P-260) .....                                                 | VII-158 |
| Gambar VII. 41 Aliran Air pada Pipa dari Cooling Tower (P-260) menuju Bak Penampungan Air Pendingin (F-250) .....                         | VII-163 |
| Gambar VII. 42 Taksiran Panjang Pipa dari Cooling Tower (P-260) menuju Tangki Penampungan Air Pendingin (F-250) .....                     | VII-166 |
| Gambar VII. 43 Aliran Air pada Pipa dari Bak Penampungan Air Sanitasi dan Laboratorium (F-190) menuju Laboratorium dan Sanitasi .....     | VII-171 |
| Gambar VII. 44 Taksiran Panjang Pipa dari Tangki Penampungan Air Sanitasi dan Laboratorium (F-190) menuju Laboratorium dan Sanitasi ..... | VII-174 |
| Gambar VII. 45 Diagram Alir Penyediaan Udara.....                                                                                         | VII-180 |
| Gambar VII. 46 <i>Air Dryer dan Air Dryer Generator</i> (D-310A/B).....                                                                   | VII-181 |
| Gambar VII. 47 Blower (G-311).....                                                                                                        | VII-184 |
| Gambar VII. 48 Blower (G-312).....                                                                                                        | VII-187 |
| Gambar VII. 49 Heater (E-313) .....                                                                                                       | VII-190 |
| Gambar VII. 50 Diagram Alir Pengolahan Limbah.....                                                                                        | VII-206 |
| Gambar VII. 51 <i>Scrubber</i> (D-410).....                                                                                               | VII-208 |
| Gambar VII. 52 Neraca Massa <i>Scrubber</i> (D-410) .....                                                                                 | VII-208 |



|                                                                       |         |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar VII. 53 Penentuan Stage Scrubber (D-410) .....                 | VII-220 |
| Gambar VII. 54 <i>Neutralizer</i> (R-420) .....                       | VII-226 |
| Gambar VII. 55 Neraca Massa <i>Neutralizer</i> (R-420).....           | VII-226 |
| Gambar VII. 56 Neraca Panas <i>Neutralizer</i> (R-420).....           | VII-228 |
| Gambar VII. 57 Jaket Pemanas <i>Neutralizer</i> (D-420).....          | VII-240 |
| Gambar VII. 58 Clarifier (H-140).....                                 | VII-248 |
| Gambar VII. 59 Bak Penampung Limbah Padat (F-440) .....               | VII-252 |
| Gambar VII. 60 Heater (E-412) .....                                   | VII-254 |
| Gambar VII. 61 Blower (G-413).....                                    | VII-261 |
| Gambar VII. 62 Heater (E-414) .....                                   | VII-264 |
| Gambar VIII. 1 Kawasan Industri Tanjung Buton (KITB), Riau.....       | VIII-1  |
| Gambar VIII. 2 Rancangan Tata Letak Pabrik Metil Ester Sulfonat ..... | VIII-11 |
| Gambar VIII. 3 Tata Letak Peralatan Pabrik Metil Ester Sulfonat ..... | VIII-14 |
| Gambar IX. 1 Struktur Organisasi dan Perusahaan.....                  | IX-13   |



## DAFTAR TABEL

|                                                                      |        |
|----------------------------------------------------------------------|--------|
| Tabel I. 1 Produsen Utama MES Skala Global.....                      | I-6    |
| Tabel I. 2 Data Impor Methyl Ester Sulfonate.....                    | I-7    |
| Tabel I. 3 Data Ekspor Methyl Ester Sulfonate .....                  | I-8    |
| Tabel I. 4 Data Konsumsi Methyl Ester Sulfonate di Indonesia.....    | I-9    |
| Tabel I. 5 Produsen Fatty Acid Methyl Ester di Indonesia.....        | I-10   |
| Tabel I. 6 Produsen Belerang di Indonesia .....                      | I-11   |
| Tabel I. 7 Industri yang Memanfaatkan MES .....                      | I-12   |
| Tabel II. 1 Seleksi Proses Sulfonasi.....                            | II-5   |
| Tabel II. 2 Time Schedule Pendirian Pabrik Metil Ester Sulfonat..... | II-13  |
| Tabel III. 1 Neraca Massa Sulfur Combution Furnace (Q-130).....      | III-1  |
| Tabel III. 2 Neraca Massa Reactor-1 (R-140).....                     | III-2  |
| Tabel III. 3 Neraca Massa Reactor-1 (R-220).....                     | III-4  |
| Tabel III. 4 Neraca Massa Cyclone 1 (H-221).....                     | III-5  |
| Tabel III. 5 Neraca Massa Reaktor-3 (R-230) .....                    | III-6  |
| Tabel III. 6 Neraca Massa Reactor-4 (R-250).....                     | III-7  |
| Tabel III. 7 Neraca Massa Rotary Dryer (B-260) .....                 | III-9  |
| Tabel III. 8 Neraca Massa Cyclone-2 (H-261).....                     | III-10 |
| Tabel III. 9 Neraca Massa Cooling Conveyor (J-262).....              | III-11 |
| Tabel IV. 1 Neraca Panas Sulfur Melter (M-120).....                  | IV-1   |
| Tabel IV. 2 Neraca Panas Sulfur Combustion Furnace (Q-130) .....     | IV-2   |
| Tabel IV. 3 Neraca Panas Waste Heat Boiler (P-133).....              | IV-3   |
| Tabel IV. 4 Neraca Panas Reactor-1 (R-140) .....                     | IV-4   |
| Tabel IV. 5 Neraca Panas Economizer (E-141).....                     | IV-6   |
| Tabel IV. 6 Neraca Panas Preheater FAME atau Heater (E -212).....    | IV-10  |
| Tabel IV. 7 Neraca Panas Reactor-2 (R-220) .....                     | IV-11  |
| Tabel IV. 8 Neraca Panas Reaktor-3 (R-230) .....                     | IV-12  |
| Tabel IV. 9 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-232) .....                 | IV-13  |
| Tabel IV. 10 Neraca Panas <i>Reactor-4</i> (R-250) .....             | IV-14  |



|                                                                                               |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Tabel IV. 11 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (B-260).....                                    | IV-15  |
| Tabel IV. 12 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> (J-262).....                                | IV-16  |
| Tabel VI. 1 Instrumentasi dan Kontrol pada Pabrik Metyl Ester Sulfonate.....                  | VI-4   |
| Tabel VI. 2 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Kebakaran dan Ledakan<br>.....           | VI-7   |
| Tabel VI. 3 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Mekanik pada<br>Perancangan Bejana ..... | VI-8   |
| Tabel VI. 4 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Mekanik pada Heat<br>Exchanger.....      | VI-9   |
| Tabel VI. 5 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Mekanik pada Perpipa-an<br>.....         | VI-9   |
| Tabel VI. 6 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Mekanik pada Listrik<br>.....            | VI-10  |
| Tabel VI. 7 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Mekanik pada Isolasi<br>.....            | VI-11  |
| Tabel VI. 8 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Mekanik pada Bangunan<br>Pabrik .....    | VI-11  |
| Tabel VI. 9 Analisa K3 pada Pabrik MES Akibat Bahaya Bahan Kimia Berbahaya<br>.....           | VI-12  |
| Tabel VII. 1 Kebutuhan Steam pada Pabrik Metil Ester Sulfonat.....                            | VII-2  |
| Tabel VII. 2 Spesifikasi Boiler (P-240) .....                                                 | VII-7  |
| Tabel VII. 3 Karakteristik Fisika dan Kimia Perairan Sungai Siak.....                         | VII-8  |
| Tabel VII. 4 Baku Mutu Air Sungai.....                                                        | VII-9  |
| Tabel VII. 5 Standar Baku Air Mutu Sanitasi.....                                              | VII-10 |
| Tabel VII. 6 Syarat Air Umpan Boiler.....                                                     | VII-11 |
| Tabel VII. 7 Syarat Air Pendingin .....                                                       | VII-12 |
| Tabel VII. 8 Kebutuhan Air Pendingin pada Pabrik Metil Ester Sulfonat.....                    | VII-12 |
| Tabel VII. 9 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (P-260) .....                                   | VII-17 |
| Tabel VII. 10 Kebutuhan Air Proses pada Pabrik Metil Ester Sulfonat .....                     | VII-17 |
| Tabel VII. 11 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (F-110).....                               | VII-24 |





---

|                                                                                        |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel VII. 12 Spesifikasi Tangki Koagulasi (M-120) .....                               | VII-31  |
| Tabel VII. 13 Spesifikasi Tangki Flokulasi (M-130).....                                | VII-38  |
| Tabel VII. 14 Spesifikasi Clarifier (H-140) .....                                      | VII-42  |
| Tabel VII. 15 Spesifikasi Bak Penampung Flok (F-150).....                              | VII-44  |
| Tabel VII. 16 Spesifikasi Bak Penampung Air Sementara 1 (F-160).....                   | VII-46  |
| Tabel VII. 17 Spesifikasi Sand Filter (H-170) .....                                    | VII-49  |
| Tabel VII. 18 Spesifikasi Bak Penampung Air Sementara 2 (F-180).....                   | VII-51  |
| Tabel VII. 19 Spesifikasi Bak Penampung Air Sanitasi dan Laboratorium (F-190)<br>..... | VII-53  |
| Tabel VII. 20 Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (H-210) .....                        | VII-58  |
| Tabel VII. 21 Spesifikasi Tangki Regenerasi Kation (F-212) .....                       | VII-61  |
| Tabel VII. 22 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (H-220).....                          | VII-65  |
| Tabel VII. 23 Spesifikasi Tangki Regenerasi Anion (F-221) .....                        | VII-68  |
| Tabel VII. 24 Spesifikasi Bak Penampung Air Demineralisasi (F-230).....                | VII-70  |
| Tabel VII. 25 Spesifikasi Bak Penampung Air Pendingin (F-250) .....                    | VII-72  |
| Tabel VII. 26 Spesifikasi Pompa (L-112) .....                                          | VII-88  |
| Tabel VII. 27 Spesifikasi Pompa (L-161) .....                                          | VII-96  |
| Tabel VII. 28 Spesifikasi Pompa (L-181) .....                                          | VII-104 |
| Tabel VII. 29 Spesifikasi Pompa (L-182) .....                                          | VII-112 |
| Tabel VII. 30 Spesifikasi Pompa (L-211) .....                                          | VII-121 |
| Tabel VII. 31 Spesifikasi Pompa (L-231) .....                                          | VII-129 |
| Tabel VII. 32 Spesifikasi Pompa (L-411) .....                                          | VII-138 |
| Tabel VII. 33 Spesifikasi Pompa (L-183) .....                                          | VII-146 |
| Tabel VII. 34 Spesifikasi Pompa (L-251) .....                                          | VII-154 |
| Tabel VII. 35 Spesifikasi Pompa (L-261) .....                                          | VII-162 |
| Tabel VII. 36 Spesifikasi Pompa (L-262) .....                                          | VII-170 |
| Tabel VII. 37 Spesifikasi Pompa (L-191) .....                                          | VII-178 |
| Tabel VII. 38 Kualitas Udara Kering .....                                              | VII-179 |
| Tabel VII. 39 Kebutuhan udara pada pabrik metil ester sulfonat .....                   | VII-181 |

---



---

|                                                                                             |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel VII. 40 Spesifikasi <i>Air Dryer</i> dan <i>Air Dryer Regenerator</i> (D-310A/B)...   | VII-183 |
| Tabel VII. 41 Densitas Campuran Udara .....                                                 | VII-184 |
| Tabel VII. 42 Spesifikasi Blower (G-311).....                                               | VII-186 |
| Tabel VII. 43 Densitas Campuran Udara menuju Plant.....                                     | VII-187 |
| Tabel VII. 44 Spesifikasi Blower (G-312).....                                               | VII-189 |
| Tabel VII. 45 Spesifikasi Heater (E-313) .....                                              | VII-196 |
| Tabel VII. 46 Kebutuhan Listrik pada Unit Proses.....                                       | VII-197 |
| Tabel VII. 47 Kebutuhan Listrik Utilitas .....                                              | VII-198 |
| Tabel VII. 48 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan .....                                      | VII-199 |
| Tabel VII. 49 Spesifikasi <i>Generator Set</i> (A-501A/B) .....                             | VII-203 |
| Tabel VII. 50 Kebutuhan Bahan Bakar.....                                                    | VII-204 |
| Tabel VII. 51 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Bakar (F-601) .....                      | VII-205 |
| Tabel VII. 52 Baku Mutu Air Limbah Hasil Olahan .....                                       | VII-206 |
| Tabel VII. 53 Massa Limbah Gas .....                                                        | VII-207 |
| Tabel VII. 54 Neraca Massa <i>Scrubber</i> (B-410) .....                                    | VII-210 |
| Tabel VII. 55 Densitas Cair .....                                                           | VII-211 |
| Tabel VII. 56 Densitas Gas .....                                                            | VII-211 |
| Tabel VII. 57 Viskositas Cair.....                                                          | VII-212 |
| Tabel VII. 58 Viskositas Gas .....                                                          | VII-212 |
| Tabel VII. 59 Feed Liquid Masuk <i>Scrubber</i> (D-410) .....                               | VII-212 |
| Tabel VII. 60 Densitas dan Viskositas Feed Liquid Masuk <i>Scrubber</i> (D-410)...<br>..... | VII-212 |
| Tabel VII. 61 Produk Liquida Keluar <i>Scrubber</i> (D-410).....                            | VII-213 |
| Tabel VII. 62 Densitas dan Viskositas Produk Liquida <i>Scrubber</i> (D-410)...VII-213      |         |
| Tabel VII. 63 Feed Gas Masuk <i>Scrubber</i> (D-410).....                                   | VII-214 |
| Tabel VII. 64 Densitas dan Viskositas Feed Gas Masuk <i>Scrubber</i> (D-410).VII-215        |         |
| Tabel VII. 65 Produk Gas Keluar <i>Scrubber</i> (D-410).....                                | VII-215 |
| Tabel VII. 66 Densitas dan Viskositas Produk Gas Keluar <i>Scrubber</i> (D-410)...<br>..... | VII-216 |

---



|                                                                                  |         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel VII. 67 Data Kelarutan SO <sub>2</sub> dalam Air .....                     | VII-217 |
| Tabel VII. 68 Kurva Keseimbangan .....                                           | VII-218 |
| Tabel VII. 69 Spesifikasi Scrubber (D-410) .....                                 | VII-225 |
| Tabel VII. 70 Neraca Massa <i>Neutralizer</i> (R-420).....                       | VII-227 |
| Tabel VII. 71 Aliran Panas Masuk <i>Neutralizer</i> (R-420) .....                | VII-228 |
| Tabel VII. 72 Aliran Panas Keluar <i>Neutralizer</i> (R-420).....                | VII-228 |
| Tabel VII. 73 Neraca Panas <i>Neutralizer</i> (R-420).....                       | VII-230 |
| Tabel VII. 74 Komponen Masuk <i>Neutralizer</i> (R-420).....                     | VII-231 |
| Tabel VII. 75 Spesifikasi <i>Neutralizer</i> (R-420).....                        | VII-247 |
| Tabel VII. 76 Spesifikasi Clarifier (H-430) .....                                | VII-251 |
| Tabel VII. 77 Spesifikasi Bak Penampungan Limbah Padat (F-430).....              | VII-253 |
| Tabel VII. 78 Spesifikasi Heater (E-412) .....                                   | VII-260 |
| Tabel VII. 79 Spesifikasi Blower (G-413).....                                    | VII-263 |
| Tabel VII. 80 Spesifikasi Cooler (E-414) .....                                   | VII-270 |
| Tabel VIII. 1 Industri Tujuan Pemasaran Metil Ester Sulfonat.....                | VIII-3  |
| Tabel VIII. 2 Akses Transportasi pada Kawasan Industri Tanjung Buton ....        | VIII-3  |
| Tabel VIII. 3 Akses Darat Menuju Kawasan Industri Tanjung Buton .....            | VIII-4  |
| Tabel VIII. 4 Potensi Bencana Alam di Kawasan Industri Tanjung Buton ....        | VIII-6  |
| Tabel VIII. 5 Data Pendidikan Terakhir Masyarakat di Wilayah Provinsi Riau ..... | VIII-7  |
| Tabel VIII. 6 Upah Minimum Rata-Rata (UMR) Kabupaten Siak.....                   | VIII-7  |
| Tabel VIII. 7 Pembagian Luas Pabrik Metil Ester Sulfonat .....                   | VIII-12 |
| Tabel VIII. 8 Nomenklatur Tata Peralatan Pabrik Metil Ester Sulfonat.....        | VIII-14 |
| Tabel IX. 1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu Pekerja Shift.....                   | IX-14   |
| Tabel IX. 2 Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja dan Gaji .....                      | IX-17   |



## INTISARI

*Methyl Ester Sulfonate* (MES) merupakan surfaktan ramah lingkungan yang memiliki aplikasi luas pada industri detergen dan *enhanced oil recovery* (EOR). Kebutuhan MES di Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang signifikan setiap tahunnya, sedangkan kapasitas produksi dalam negeri masih terbatas. Saat ini, PT Global Eco Chemical menjadi satu-satunya produsen domestik dengan kapasitas 40.000 ton per tahun, sementara kebutuhan nasional diperkirakan mencapai lebih dari 56.000 ton per tahun pada 2029. Oleh karena itu, pendirian pabrik baru dengan kapasitas produksi sebesar 30.000 ton per tahun dirancang untuk mengurangi ketergantungan impor, memperkuat kemandirian industri oleokimia nasional, serta berkontribusi terhadap peningkatan devisa negara dan penyerapan tenaga kerja di sektor industri kimia.

Proses produksi MES pada perancangan ini menggunakan metode sulfonasi dengan gas sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ ) karena memiliki efisiensi konversi tertinggi, yaitu lebih dari 95%, serta tidak menghasilkan produk samping yang merugikan. Tahapan proses meliputi pembentukan gas  $\text{SO}_3$ , reaksi sulfonasi antara *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) dan  $\text{SO}_3$  di dalam *falling film reactor*, proses netralisasi menggunakan natrium karbonat, serta pengeringan dengan *rotary dryer*. Pemilihan natrium karbonat sebagai agen netralisasi didasarkan pada keunggulannya dalam mengurangi pembentukan air berlebih yang dapat menurunkan kualitas produk. Produk akhir yang dihasilkan berupa MES padat dengan kadar air rendah dan pH 7–11 sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 4594:2017/Amd.1:2020), sehingga memenuhi standar kualitas surfaktan ramah lingkungan dan aman digunakan.

Pabrik direncanakan berkapasitas 30.000 ton/tahun yang berlokasi di Kawasan Industri Tanjung Buton (KITB), Kabupaten Siak, Provinsi Riau, karena memiliki kedekatan dengan sumber bahan baku utama seperti PT Permata Hijau Oleo, serta infrastruktur industri dan transportasi yang memadai. Dari aspek ekonomi, total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp 576.761.222.685, dengan komposisi pendanaan 40% modal sendiri dan 60% pinjaman. Hasil evaluasi





## Pra Rancangan Pabrik

### “Pabrik *Methyl Ester Sulfonate* dari *Fatty Acid Methyl Ester* dan Sulfur Trioksida dengan Metode Sulfonasi”

---

kelayakan menunjukkan nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 33,29%, yang berarti pabrik mulai mencapai titik impas pada kapasitas produksi sepertiga dari total kapasitas desain. Dengan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 29,56% per tahun, proyek ini dinyatakan layak secara finansial serta berpotensi mendukung pengembangan industri surfaktan berkelanjutan di Indonesia.