



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB I PENGANTAR.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tinjauan Pustaka .....	3
1.2.1. Bahan Baku dan Produk.....	3
1.2.2. Pemilihan Proses .....	3
1.3. Analisis Pasar .....	9
1.4. Pemilihan Lokasi Pabrik .....	11
BAB II URAIAN PROSES.....	14
BAB III SPESIFIKASI BAHAN DAN PRODUK.....	17
3.1. Bahan Baku .....	17
3.2. Bahan Pendukung .....	18
3.3. Produk .....	19
BAB IV DIAGRAM BLOK DAN PEFD.....	20
BAB V NERACA MASSA .....	24
5.1. Neraca Massa Total.....	24
5.2. Neraca Massa tiap Alat .....	25
BAB VI NERACA PANAS.....	32
6.1. Neraca Panas Total.....	32
6.2. Neraca Panas tiap Alat .....	33
BAB VII SPESIFIKASI ALAT .....	37
1. Tangki Penyimpanan Natrium Hidroksida 50% (T-101).....	37
2. Tangki Penyimpanan Asam Klorida 37% (T-102) .....	37



3.	Gudang Penyimpanan Limbah Silika Geothermal (G-101).....	38
4.	Silo Penyimpanan Nano Silika (S-101) .....	39
5.	Bin Limbah Silika Geothermal (B-101).....	39
6.	Bin Silika (B-102) .....	40
7.	<i>Mixer</i> 1 (M-101).....	40
8.	<i>Mixer</i> 2 (M-102).....	41
9.	<i>Mixer</i> 3 (M-103).....	42
10.	Reaktor 1 (R-101) .....	42
11.	Reaktor 2 (R-102) .....	43
12.	<i>Dryer</i> (D-101) .....	44
13.	<i>Filter</i> 1 (F-101) .....	45
14.	<i>Filter</i> 2 (F-102) .....	45
15.	<i>Filter</i> 3 (F-103) .....	46
16.	<i>Belt Conveyor</i> 1 (BC-101) .....	47
17.	<i>Belt Conveyor</i> 2 (BC-102) .....	47
18.	Pompa 1 (P-101) .....	48
19.	Pompa 2 (P-102) .....	48
20.	Pompa 3 (P-103) .....	49
21.	Pompa 4 (P-104) .....	50
22.	Pompa 5 (P-105) .....	50
23.	Pompa 6 (P-106) .....	51
24.	Pompa 7 (P-107) .....	51
25.	Pompa 8 (P-108) .....	52
26.	Pompa 9 (P-109) .....	52
27.	Pompa 10 (P-110) .....	53
28.	Pompa 11 (P-111) .....	54
BAB VIII UTILITAS.....		55
8.1.	Unit Penyedia Pengolahan Air.....	55
	<i>Screener</i> (SC-201).....	62
	Kolam Ekualisasi (K-201).....	62
	Kolam Sedimentasi (K-202) .....	63
	<i>Mixer</i> 1 (M-201).....	63



<i>Carbon Filter</i> (F-201) .....	64
<i>Mixer</i> 2 (M-202).....	64
Tangki <i>Sodium Hypochlorite</i> (TK-201).....	64
Tangki $\text{NaHSO}_3$ (TK-202) .....	65
Tangki Sanitasi 1 (TK-203) .....	65
Tangki Sanitasi 2 (TK-204) .....	66
<i>Cold Basin</i> (B-201) .....	66
<i>Hot Basin</i> (B-201).....	66
<i>Anion Exchanger</i> (X-202).....	67
Tangki Penyimpanan $\text{NaOH}$ (TK-206).....	68
Bak Penyimpanan Air Demineralisasi (TK-207).....	69
<i>Deaerator</i> (DA-201) .....	69
Tangki Penyimpanan <i>Hydrazine</i> (TK-208).....	70
Tangki Penyimpanan Air Umpan <i>Boiler</i> (TK-210) .....	70
Tangki Penyimpanan Air Proses (TK-212).....	70
Tangki Penyimpanan Kondensat <i>Steam</i> (TK-211) .....	71
8.2. Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....	71
8.3. Unit Penyedia Udara .....	74
8.4. Unit Pengelolaan Limbah.....	77
8.5. Unit Penyedia Listrik .....	80
8.6. Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> .....	82
<b>BAB IX TATA LETAK PABRIK</b> .....	83
9.1. Layout Pabrik Keseluruhan.....	83
9.2. Layout Alat Proses .....	84
<b>BAB X PERTIMBANGAN ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA DAN LINGKUNGAN</b> .....	85
10.1. <i>Process Safety Management</i> (PSM).....	86
10.2. <i>Environmental Management System</i> .....	91
10.3. Struktur Organisasi Manajemen SHE .....	94
10.4. Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan Kimia .....	96
10.5. Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah .....	104
10.6. Identifikasi <i>Hazard</i> Proses .....	109
10.7. <i>Hazard and Operability Study</i> (HAZOP) .....	122



BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN .....	134
11.1. Bentuk Perusahaan .....	134
11.2. Struktur Organisasi .....	135
11.3. Tugas dan Wewenang .....	138
11.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	144
11.5. Penggolongan Jabatan .....	145
11.6. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator .....	146
11.7. Sistem Penggajian Karyawan .....	146
11.8. Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	148
11.9. Manajemen Produksi .....	150
BAB XII EVALUASI EKONOMI .....	153
12.1. Perhitungan Indeks Harga .....	153
12.2. Perhitungan Harga Alat Proses dan Utilitas .....	155
12.3. Perhitungan Biaya <i>Raw Materials</i> , <i>Sales</i> , dan Bahan Utilitas .....	162
12.4. Perhitungan Biaya Pekerja Pembangunan Pabrik .....	164
12.5. Perhitungan Penggajian Karyawan Operator .....	165
12.6. Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan .....	165
12.7. Perhitungan <i>Fixed Capital</i> .....	165
12.8. Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i> .....	169
12.9. Perhitungan <i>Working Capital</i> .....	171
12.10. Perhitungan <i>General Expenses</i> .....	172
12.11. Perhitungan <i>Profit</i> .....	172
12.12. Analisis Kelayakan <i>Profitability</i> .....	173
12.13. <i>Sensitivity Analysis</i> .....	178
BAB XIII KESIMPULAN .....	181
DAFTAR PUSTAKA .....	182
LAMPIRAN .....	191



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Nano Silika Tipe-P dan Tipe-S .....	3
Tabel 2. Perbandingan Proses Produksi Nano Silika .....	7
Tabel 3. Data Pabrik Nano Silika di Dunia.....	10
Tabel 4. Komposisi Limbah Sludge Geothermal.....	17
Tabel 5. Neraca Massa Total.....	24
Tabel 6. Neraca Massa <i>Mixer</i> 1.....	25
Tabel 7. Neraca Massa <i>Plate and Frame Filter Press</i> 1 .....	26
Tabel 8. Neraca Massa <i>Mixer</i> 2.....	26
Tabel 9. Neraca Massa Reaktor <i>Batch</i> 1 .....	27
Tabel 10. Neraca Massa <i>Plate and Frame Filter Press</i> 2 .....	28
Tabel 11. Neraca Massa <i>Mixer</i> 3.....	28
Tabel 12. Neraca Massa Reaktor <i>Batch</i> 2 .....	29
Tabel 13. Neraca Massa <i>Tray Filter</i> Tertutup.....	30
Tabel 14. Neraca Massa <i>Tray Filter</i> Terbuka .....	31
Tabel 15. Neraca Massa <i>Tray Filter</i> Terbuka .....	31
Tabel 16. Neraca Panas Total.....	32
Tabel 17. Neraca Panas <i>Mixer</i> 1 .....	33
Tabel 18. Neraca Panas <i>Plate and Frame Filter Press</i> 1 .....	33
Tabel 19. Neraca Panas <i>Mixer</i> 2 .....	33
Tabel 20. Neraca Panas Reaktor <i>Batch</i> 1 .....	34
Tabel 21. Neraca Panas <i>Plate and Frame Filter Press</i> 2 .....	34
Tabel 22. Neraca Panas <i>Mixer</i> 3 .....	34
Tabel 23. Neraca Panas Reaktor <i>Batch</i> 2 .....	35
Tabel 24. Neraca Panas <i>Tray Filter</i> Tertutup.....	35
Tabel 25. Neraca Panas <i>Tray Filter</i> Terbuka .....	36
Tabel 26. Neraca Panas <i>Tray Dryer</i> 1 .....	36
Tabel 27. Batas Parameter untuk <i>Steam</i> .....	73
Tabel 28. Reaksi di <i>Burner</i> .....	74
Tabel 29. Bejana Pengering .....	76



Tabel 30. Baku Mutu Udara Ambien.....	78
Tabel 31. Baku Mutu Air Limbah.....	79
Tabel 32. Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan Kimia .....	96
Tabel 33. Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia.....	102
Tabel 34. Identifikasi <i>Hazard</i> Emisi Gas .....	104
Tabel 35. Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Cair .....	106
Tabel 36. Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Padat .....	108
Tabel 37. Identifikasi <i>Hazard</i> Kondisi Peralatan Proses .....	109
Tabel 38. Identifikasi <i>Hazard</i> Kondisi Peralatan Utilitas .....	113
Tabel 39. Identifikasi <i>Hazard Plant Layout</i> .....	118
Tabel 40. Identifikasi <i>Hazard Plant Layout</i> Lokasi Proses .....	120
Tabel 41. Lembar HAZOP Boiler BO-201 .....	123
Tabel 42. Pembagian <i>Shift</i> Karyawan .....	145
Tabel 43. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator .....	146
Tabel 44. Perincian Jumlah dan Gaji Karyawan.....	148
Tabel 45. Data <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 1963-2019.....	154
Tabel 46. Hasil Perhitungan Ekstrapolasi <i>CEP cost Index</i> .....	155
Tabel 47. Tabel Perhitungan Harga Alat Proses .....	157
Tabel 48. Tabel Perhitungan Harga Alat Utilitas.....	159
Tabel 49. Perhitungan <i>Fixed Capital</i> .....	166
Tabel 50. Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i> .....	169
Tabel 51. Perhitungan <i>Working Capital</i> .....	171
Tabel 52. Perhitungan <i>General Expenses</i> .....	172
Tabel 53. Perhitungan <i>Profit</i> .....	173
Tabel 54. Hasil Studi Kelayakan Ekonomi Pabrik.....	181



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Prediksi <i>Energy Mix</i> Indonesia pada Tahun 2025.....	1
Gambar 2. Prediksi Produksi Global Nano Silika tahun 2014-2025 (Kilo Ton) .....	2
Gambar 3. Prediksi Laju Pertumbuhan Pasar Nano Silika pada 2020-2025.....	9
Gambar 4. Persentase Aplikasi Nano Silika di Dunia tahun 2019.....	10
Gambar 5. Diagram Kualitatif Pabrik Nano Silika .....	20
Gambar 6. Diagram Kuantitatif Pabrik Nano Silika .....	21
Gambar 7. PEFD Pabrik Nano Silika.....	22
Gambar 8. <i>Gantt Chart</i> Pabrik Nanosilika dari Silika Geothermal .....	23
Gambar 9. Diagram Proses Pengolahan Air Pabrik Nano Silika.....	60
Gambar 10. Diagram Alir Penyediaan Udara .....	77
Gambar 11. Layout Pabrik Keseluruhan.....	83
Gambar 12. Layout Alat Proses .....	84
Gambar 13. Struktur Organisasi Manajemen SHE .....	95
Gambar 14. <i>Study Nodes</i> Boiler BO-201 .....	122
Gambar 15. <i>Safety Guard</i> Boiler BO-201.....	133
Gambar 16. Diagram Organisasi Pabrik Nano Silika .....	137
Gambar 17. Hubungan Tahun terhadap <i>CEP Cost Index</i> .....	154
Gambar 18. Hubungan <i>Cost</i> dengan Kapasitas Produksi.....	178
Gambar 19. Hubungan Perubahan Variabel terhadap Perubahan DCFRR.....	179