

SKRIPSI TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK NANO KITOSAN DARI
CANGKANG KERANG HIJAU DENGAN KAPASITAS
32.000 TON/TAHUN**



RETNO HARDILLAH

1610017411010

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS BUNG HATTA
FEBRUARI 2021**

UNIVERSITAS BUNG HATTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena telah memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat menuntut ilmu di muka bumi ini, sehingga pada kesempatan ini berkat keridha'an dan bantuan-Nya penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Nano Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau dengan Kapasitas 32.000 Ton/Tahun.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, ST.,MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Bapak Dr. Firdaus, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.
3. Ibu Ellyta Sari ST, MT, selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Pasyimi, ST., MT., selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberi dukungan moral dan material, serta selalu membimbing penulis baik secara lisan

maupun tindakan. Yang selalu menasihati penulis tetap semangat untuk menyelesaikan tugas akhir, yang perhatian jika penulis pulang terlambat bawel jika penulis telat makan, perhatian banget jika penulis udah sakit, love my family.

6. Kepada Nila Lovenia Putri, S.T selaku *partner* Tugas Akhir, berkat bantuan dan kerja kerasnya sehingga T.A ini dapat diselesaikan, ngak bergadang lagi kita ya dek, ngak dikejar satpol PP lagi, ngak huru hara lagi ke pantai kalo stressnya.
7. Kepada Lolla Fachmiriati, S.T selaku amak dadakan yang selalu memberi support, tempat curhat dari A sampai Z apalagi percintaan.
8. Kepada Abdul Hadi, S.T selaku kawan cakak, kawan galak, kawan galau, kawan curhat, kawan disetiap keadaan, terimakasih telah menemani walau pertemuan yang singkat dan keadaan yang selalu menghantui kita.
9. Kepada tim-nas voli, olah raga yang paling ditunggu tunggu saat lelah fisik lelah otak melanda.
10. Rekan-rekan di Teknik Kimia 16 sekalian yang telah mendukung dan menyemangati penulis hingga saat ini, serta telah memberikan motivasi dan pengalaman – pengalaman menarik yang akan selalu penulis kenang dilaptop dari semester I hingga semester VIII dalam bentuk foto, serta satu semester tambahan ini yang greget.
11. Rekan-rekan di Fakultas Teknologi Industri sekalian yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat atau hanya sekedar membagi canda dan tawa.
12. Kepada Bpak Satpam yang baik banget, ramah, mudah senyum, yang candain mulu kalo udah lewat pos, memberikan fasilitas saat kami tidak tau lagi mau buat TA dimana, terimakasih pak.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Padang, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBARAN PENGESAHAN | |
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Kapasitas Rancangan | 3 |
| 1.2.1 Prediksi Kebutuhan Nano Kitosan | 3 |
| 1.2.2 Ketersediaan bahan baku..... | 4 |
| 1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik | 5 |
| 1.3.1 Alternatif Lokasi I Kabupaten Cirebon | 5 |
| 1.3.2 Alternatif Lokasi II (Cilincing, Jakarta Utara)..... | 6 |
| 1.3.3 Alternatif Lokasi III Kabupaten Karawang..... | 7 |
| 1.3.4 Alternatif Lokasi IV (Kota Banten) | 8 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 11 |
| 2.1 Tinjauan Umum | 11 |
| 2.1.1 Kitosan..... | 11 |
| 2.1.2 Nanopartikel Kitosan..... | 13 |
| 2.1.3 Kitin..... | 13 |
| 2.1.4 Cangkang Kerang Hijau (Perna Viridis) | 14 |
| 2.2 Tinjauan Proses | 15 |
| 2.2.1 Pembuatan Nano Kitosan dengan Proses Gelasi Ionik..... | 15 |
| 2.2.2 Pembuatan Nano Kitosan dengan Proses Sonokimia | 18 |
| 2.2.3 Pembuatan Nano Kitosan dengan Proses Kompleks Polielektrolit | 19 |
| 2.3 Pemilihan Proses..... | 20 |
| 2.4 Sifat Fisika dan Kimia | 21 |
| 2.4.1 Cangkang Kerang Hijau | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.2 Asam Klorida..... | 21 |
| 2.4.3 Asam Asetat..... | 22 |
| 2.4.4 Air (H ₂ O) | 23 |
| 2.4.5 Natrium Hidroksida (NaOH) | 23 |
| 2.4.6 Natrium Tripolyphospate (NaTPP)..... | 24 |
| 2.4.7 Nano Kitosan | 25 |
| 2.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk | 27 |
| 2.5.1 Spesifikasi Bahan Baku Cangkang Kerang Hijau | 27 |
| 2.5.2 Spesisifikasi Produk Utama (Nano Kitosan) | 27 |
| 2.5.3 Spesifikasi Bahan Penunjang..... | 27 |
| BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES | 30 |
| 3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram | 30 |
| 3.1.1 Tahapan Proses | 30 |
| 3.1.2 Blok Diagram..... | 30 |
| 3.2 Deskripsi Proses dan FlowSheet | 32 |
| 3.2.1 Deskripsi Proses..... | 32 |
| 3.2.2 <i>Flow Sheet</i> | 34 |
| BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI | 36 |
| 4.1 Neraca Massa | 36 |
| 4.1.1 Pencucian (BC-121)..... | 36 |
| 4.1.2 <i>Grinding Hammer Mill</i> (GHM-151)..... | 37 |
| 4.1.3 <i>Tumbling Mill</i> (TM-161)..... | 38 |
| 4.1.4 Reaktor Demineralisasi (R-1101) | 38 |
| 4.1.5 <i>Rotary Vacuum Drum Filter</i> (RVDF-1111)..... | 39 |
| 4.1.6 Reaktor Deproteinasi (R-2102)..... | 40 |
| 4.1.7 <i>Rotary Vacuum Drum Filter</i> (RVDF-1112)..... | 41 |
| 4.1.8 Reaktor Deasetilasi (R-3103)..... | 42 |
| 4.1.9 <i>Rotary Vacuum Drum Filter</i> (RVDF-1113)..... | 43 |
| 4.1.10 Tangki Pelarutan dengan CH ₃ COOH (MT-3121)..... | 43 |
| 4.1.11 Tangki Pelarutan dengan NaTPP (MT-3122) | 44 |
| 4.1.12 Evaporator (EV-3131)..... | 45 |
| 4.1.13 Spray Dryer (SD-3141)..... | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Neraca Energi | 44 |
| 4.2.1 <i>Heater</i> (H-332) | 46 |
| 4.2.2 Reaktor Demineralisasi (R-1101) | 48 |
| 4.2.3 <i>Rotary Vacum Drum Filter</i> (RVDF-1111) | 49 |
| 4.2.4 Reaktor Deproteinasi (R-2102)..... | 50 |
| 4.2.5 <i>Rotary Vacum Drum Filter</i> (RVDF-1112) | 51 |
| 4.2.6 Reaktor Deasetilasi (R-3103) | 51 |
| 4.2.7 <i>Rotary Vacum Drum Filter</i> (RVDF-1113) | 52 |
| 4.2.8 Mixing Tank | 53 |
| 4.2.9 Evaporator (EV-3131) | 53 |
| 4.2.10 Spray Dryer (SD-3141)..... | 54 |
| 4.2.11 Condensor | 54 |
| BAB V UTILITAS | 56 |
| 5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>) . | 56 |
| 5.1.1 Unit Penyediaan Air | 56 |
| 5.1.2 Unit Pengolah Air | 60 |
| 5.1.3 Unit Pembangkit <i>Steam</i> | 64 |
| 5.1.4 Unit Penyediaan Listrik | 65 |
| 5.2 Unit Pengolahan Limbah | 66 |
| BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN | 68 |
| 6.1 Spesifikasi Peralatan Utama | 68 |
| 6.1.1 Gudang Penyimpanan Bahan Baku | 68 |
| 6.1.2 <i>Belt Conveyor</i> | 68 |
| 6.1.3 <i>Bucket conveyor</i> | 69 |
| 6.1.4 <i>Grinding Hammer Mill</i> | 69 |
| 6.1.5 <i>Tumbling Mill</i> | 70 |
| 6.1.6 Reaktor Demineralisasi..... | 71 |
| 6.1.7 Pompa Demineralisasi | 72 |
| 6.1.8 Tangki Penyimpanan CKH..... | 72 |
| 6.1.9 Reaktor Deproteinasi | 73 |
| 6.1.10 Pompa Deproteinasi..... | 73 |
| 6.1.11 Reaktor Deasetilasi | 74 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.1.12 | Pompa Deasetilasi..... | 75 |
| 6.1.13 | Tangki Pelarutan Kitosan | 76 |
| 6.1.14 | Tangki Nano Kitosan..... | 77 |
| 6.1.15 | Evaporator | 78 |
| 6.1.16 | Spray Dryer..... | 78 |
| 6.1.17 | Tangki Penyimpanan NaOH..... | 79 |
| 6.1.18 | Tangki Pelarutan NaOH 40% | 80 |
| 6.1.19 | Pneumatic Conveyor..... | 81 |
| 6.2 | Spesifikasi Peralatan Utilitas | 81 |
| 6.2.1 | Pompa Air Sungai..... | 81 |
| 6.2.2 | Bak Penampung Air Sungai | 82 |
| 6.2.3 | Pompa Ke Unit <i>Raw Water</i> | 83 |
| 6.2.4 | Tangki Pelarutan PAC | 83 |
| 6.2.5 | Pompa Larutan PAC | 84 |
| 6.2.6 | Tangki Pelarutan Kapur Tohor | 84 |
| 6.2.7 | Pompa Larutan Kapur Tohor | 85 |
| 6.2.8 | Tangki Pelarutan Kaporit..... | 86 |
| 6.2.9 | Pompa Larutan Kaporit | 87 |
| 6.2.10 | Tangki Koagulasi..... | 87 |
| 6.2.11 | Pompa dari Koagulasi ke Flokuasi | 88 |
| 6.2.12 | Tangki Flokulasi | 89 |
| 6.2.13 | Pompa dari Flokuasi ke Sediment Tank | 90 |
| 6.2.14 | Tangki Sedimentasi | 90 |
| 6.2.15 | Pompa ke <i>Sand Filter</i> | 91 |
| 6.2.16 | <i>Sand Filter</i> | 92 |
| 6.2.17 | Pompa ke <i>Sand Filter</i> | 92 |
| 6.2.18 | <i>Carbon Filter</i> | 93 |
| 6.2.19 | Pompa dari Carbon Filter ke Storage Tank | 94 |
| 6.2.20 | Bak Penampungan Air Bersih | 94 |
| 6.2.21 | Pompa dari <i>storage</i> ke <i>mixing</i> bad air proses | 95 |
| 6.2.22 | <i>Softener Tank</i> | 96 |
| 6.2.23 | Pompa ke Tangki Air Demin..... | 96 |

| | | |
|---|--|------------|
| 6.2.24 | Tangki Air Demin..... | 97 |
| 6.2.25 | Pompa Masuk Cooling Tower..... | 97 |
| 6.2.26 | Cooling Tower..... | 98 |
| 6.2.27 | Pompa Dearator..... | 99 |
| 6.2.28 | Deaerator..... | 99 |
| 6.2.29 | Pompa masuk Boiler..... | 100 |
| 6.2.30 | Boiler..... | 101 |
| 6.2.31 | Pompa bahan bakar masuk boiler..... | 101 |
| BAB VII TATA KETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, | | |
| KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP . | | 102 |
| 7.1 | Tata Letak Pabrik..... | 102 |
| 7.2 | Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup..... | 105 |
| 7.2.1 | Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan..... | 106 |
| 7.2.2 | Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja..... | 106 |
| 7.2.3 | Alat Pelindung Diri (APD)..... | 107 |
| 7.2.4 | Macam-macam Alat Pelindung Diri..... | 108 |
| BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN | | 100 |
| 8.1 | Struktur Organisasi..... | 113 |
| 8.1.1 | Bentuk Organisasi..... | 113 |
| 8.1.2 | Tugas dan Wewenang..... | 114 |
| 8.1.3 | Jumlah Karyawan..... | 119 |
| 8.1.4 | Sistem Kerja..... | 121 |
| 8.2 | Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji..... | 121 |
| BAB IX ANALISA EKONOMI | | 126 |
| 9.1 | <i>Total Capital Investment (TCI)</i> | 126 |
| 9.2 | Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>)..... | 127 |
| 9.3 | Harga Jual (<i>Total Sales</i>)..... | 127 |
| 9.4 | Tinjauan Kelayakan Pabrik..... | 128 |
| 9.4.1 | Laba Kotor dan Laba Bersih..... | 128 |
| 9.4.2 | Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return</i>)..... | 128 |
| 9.4.3 | Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>)..... | 128 |
| 9.4.4 | Titik Impas (<i>Break Even Point</i>)..... | 128 |

| | |
|---|------------|
| BAB X Tugas KHUSUS..... | 130 |
| 10.1 Pendahuluan | 130 |
| 10.2 Ruang Lingkup Rancangan | 131 |
| 10.3 Rancangan | 131 |
| BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN..... | 168 |
| 11.1 Kesimpulan | 168 |
| 11.2 Saran..... | 169 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1.1 Penentuan Kapasitas | 4 |
| Gambar 1.2 Data Ketersediaan Bahan Baku | 4 |
| Gambar 1.3 Lokasi Pabrik di Kabupaten Cirebon | 5 |
| Gambar 1.4 Lokasi Pabrik di Cilincing, Jakarta..... | 6 |
| Gambar 1.5 Lokasi Pabrik di Kabupaten Karawang | 7 |
| Gambar 1.6 Lokasi Pabrik di Kota Banten..... | 8 |
| Gambar 2.1 Struktur Molekul Kitosan | 11 |
| Gambar 2.2 Kitosan..... | 12 |
| Gambar 2.3 Nano Kitosan | 13 |
| Gambar 2.4 Kitin | 14 |
| Gambar 2.5 Cangkang Kerang Hijau | 15 |
| Gambar 2.6 Kitosan Nano Partikel dengan Gelasi Ionik | 16 |
| Gambar 2.7 Pembuatan Nano Kitosan dengan Proses Gelasi Ionik..... | 18 |
| Gambar 2.8 Blok Diagram Pembuatan Nano Kitosan dengan Proses Sonokimia | 18 |
| Gambar 2.9 Blok Diagram Pembuatan Nano Kitosan dengan Proses Polielektrolit..... | 19 |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Nano Kitosan..... | 31 |
| Gambar 3.2 Flowsheet Pra Rancangan Pabrik Nano Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau dengan Kapasitas 32.000 Ton/Tahun | 35 |
| Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi | 59 |
| Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik Nano Kitosan | 104 |
| Gambar 7.2 Safety Helmet | 108 |
| Gambar 7.3 Safety Belt | 109 |
| Gambar 7.4 Boot | 109 |
| Gambar 7.5 Safety Shoes | 110 |
| Gambar 7.6 Safety Gloves..... | 110 |
| Gambar 7.7 Ear Plug | 111 |
| Gambar 7.8 Safety Glasses | 111 |
| Gambar 7.9 Respirator..... | 111 |

| | |
|--|------------|
| Gambar 7.10 Face Shield..... | 112 |
| Gambar 7.11 Rain Coat | 112 |
| Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan | 115 |
| Gambar 9.1 Kurva <i>Break Event Point</i> (BEP) | 129 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1.1 Daftar Negara Produksi Nano-Kitosan di Dunia..... | 3 |
| Tabel 1.2 Penentuan Lokasi Pabrik Berdasarkan Metode Kuantitatif | 9 |
| Tabel 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik Berdasarkan Metode Kualitatif | 10 |
| Tabel 2.1 Perbandingan Proses Pembuatan Nano Kitosan..... | 19 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Cangkang Kerang | 27 |
| Tabel 2.3 Spesifikasi Nano Kitosan | 27 |
| Tabel 2.4 Spesifikasi Air..... | 27 |
| Tabel 2.5 Spesifikasi asam asetat..... | 27 |
| Tabel 2.6 spesifikasi asam klorida | 28 |
| Tabel 2.7 Spesifikasi Natrium Hidroksida (NaOH) | 28 |
| Tabel 2.8 Spesifikasi Natrium Tripolyphosphate (NaTPP)..... | 28 |
| Tabel 2.9 Spesifikasi Calcium Chloride..... | 28 |
| Tabel 4.1 Neraca Massa Belt Conveyor (BC-121)..... | 37 |
| Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Grinding Hammer Mill</i> (GHM-151)..... | 37 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Tumbling Mill</i> (TM-161) | 38 |
| Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor Demineralisasi (R-1101)..... | 39 |
| Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Drum Filter</i> (RVDF-1111) | 39 |
| Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor Deproteinasi (R-2102)..... | 41 |
| Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Drum Filter</i> (RVDF-2112) | 42 |
| Tabel 4.8 Neraca Massa Reaktor Deasetilasi (R-3103)..... | 42 |
| Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Drum Filter</i> (RVDF-3113) | 43 |
| Tabel 4.10 Neraca Massa Tangki Mixing CH ₃ COOH (MT-3121)..... | 44 |
| Tabel 4.11 Neraca Massa Tangki Mixing NaTPP (MT-3122)..... | 44 |
| Tabel 4.12 Neraca Massa Evaporator (EV-3131) | 45 |
| Tabel 4.13 Neraca Massa Spray Dryer (SD-3141)..... | 46 |
| Tabel 4.14 Nilai Kapasitas Panas Komponen Padat | 47 |
| Tabel 4.15 Nilai Panas Pembentukan Komponen | 47 |
| Tabel 4.16 Neraca Energi <i>Heater</i> (H-1051) | 48 |
| Tabel 4.17 Neraca Energi Demineralisasi (R-1101) | 49 |
| Tabel 4.18 Neraca Energi Rotary Vacuum Drum Filter (RVDF-1111)..... | 49 |
| Tabel 4.19 Neraca Energi Reaktor Deproteinasi (R-2102) | 50 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.20 Neraca Energi Rotary Vacum Drum Filter 2 (RVDF-2112)..... | 51 |
| Tabel 4.21 Neraca Energi Reaktor Deasetilasi (R-3103) | 52 |
| Tabel 4.22 Neraca Energi Rotary Vacum Drum Filter 3 (RVDF-3113)..... | 52 |
| Tabel 4.23 Neraca Energi Evaporator (EV-3131)..... | 53 |
| Tabel 4.24 Neraca Energi Spray Dryer (SD-3141) | 54 |
| Tabel 4.25 Neraca Energi Condensor..... | 55 |
| Tabel 5.1 kebutuhan Air Pendingin..... | 57 |
| Tabel 5.2 Kebutuhan Air Proses..... | 59 |
| Tabel 5.3 Kebutuhan Listrik..... | 60 |
| Tabel 6.1.1 Spesifikasi Gudang Penyimpanan Produk | 68 |
| Tabel 6.1.2 Spesifikasi Belt Conveyor | 68 |
| Tabel 6.1.3 Spesifikasi Bucket Elevator..... | 69 |
| Tabel 6.1.4 Spesifikasi <i>Grinding Hammer Mill</i> | 69 |
| Tabel 6.1.5 Spesifikasi <i>Tumbling Mill</i> | 70 |
| Tabel 6.1.6 Spesifikasi Reaktor Demineralisasi..... | 71 |
| Tabel 6.1.7 Spesifikasi Pompa Demineralisasi | 72 |
| Tabel 6.1.8 Spesifikasi Tangki Penyimpanan CKH | 72 |
| Tabel 6.1.9 Spesifikasi Reaktor Deproteinasi | 73 |
| Tabel 6.1.10 Spesifikasi Pompa Deproteinasi..... | 74 |
| Tabel 6.1.11 Spesifikasi Reaktor Deasetilasi | 74 |
| Tabel 6.1.12 Spesifikasi Pompa Deasetilasi..... | 75 |
| Tabel 6.1.13 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kitosan..... | 76 |
| Tabel 6.1.14 Spesifikasi Tangki Nano Kitosan | 77 |
| Tabel 6.1.15 Spesifikasi Evaporator..... | 78 |
| Tabel 6.1.16 Spesifikasi Spray Dryer..... | 78 |
| Tabel 6.1.17 Spesifikasi Tangki Penyimpanan NaOH..... | 79 |
| Tabel 6.1.18 Spesifikasi Tangki Pelarutan NaOH 40% | 80 |
| Tabel 6.1.19 Spesifikasi Pneumatic Conveyor..... | 81 |
| Tabel 6.2.1 Spesifikasi Pompa Air Sungai..... | 81 |
| Tabel 6.2.2 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai..... | 82 |
| Tabel 6.2.3 Spesifikasi Pompa Bak Penampung | 83 |
| Tabel 6.2.4 Spesifikasi Tangki Pelarutan PAC | 83 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 6.2.5 Spesifikasi Pompa Larutan PAC | 84 |
| Tabel 6.2.6 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor | 84 |
| Tabel 6.2.7 Spesifikasi Pompa Larutan Kapur Tohor | 85 |
| Tabel 6.2.8 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit..... | 86 |
| Tabel 6.2.9 Spesifikasi Pompa Larutan Kaporit..... | 87 |
| Tabel 6.2.10 Spesifikasi Tangki Koagulasi | 87 |
| Tabel 6.2.11 Spesifikasi pompa dari flokulasi ke sedimen tank | 88 |
| Tabel 6.2.12 Spesifikasi Tangki Flokulasi | 89 |
| Tabel 6.2.13 Spesifikasi Pompa dari Flokulasi ke Sedimentasi | 90 |
| Tabel 6.2.14 Spesifikasi Tangki Sedimentasi..... | 90 |
| Tabel 6.2.15 Spesifikasi Pompa dari Tangki Sedimentasi ke Sand Filer | 92 |
| Tabel 6.2.16 Spesifikasi Sand Filter..... | 92 |
| Tabel 6.2.17 Spesifikasi Pompa dari Sand Filter ke Carbon Filter | 92 |
| Tabel 6.2.18 Spesifikasi Carbon Filter | 93 |
| Tabel 6.2.19 Spesifikasi Pompa dari Carbon Filter ke Storage Tank | 94 |
| Tabel 6.2.20 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih | 94 |
| Tabel 6.2.21 Pompa dari Storage ke Mixing Bad Air Proses..... | 96 |
| Tabel 6.2.22 Spesifikasi <i>Softener Tank</i> | 96 |
| Tabel 6.2.23 Spesifikasi pompa dari Softener Tank ke Tangki Air Demin | 96 |
| Tabel 6.2.24 Spesifikasi Tangki Air Demin | 97 |
| Tabel 6.2.25 Spesifikasi pompa Masuk Cooling Tower | 98 |
| Tabel 6.2.26 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> | 98 |
| Tabel 6.2.27 Spesifikasi Pompa Deaerator..... | 99 |
| Tabel 6.2.28 Spesifikasi Deaerator..... | 99 |
| Tabel 6.2.29 Spesifikasi Pompa dari Deaerator | 100 |
| Tabel 6.2.30 Spesifikasi Boiler | 100 |
| Tabel 6.2.31 Spesifikasi Pompa Bahan Bakar Masuk Boiler..... | 101 |
| Tabel 8.1 Karyawan Non Shift..... | 119 |
| Tabel 8.2 Karyawan Shift..... | 119 |
| Tabel 8.3 Waktu Kerja Karyawan Non Shift | 121 |
| Tabel 8.9 Gaji Karyawan..... | 122 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|------|
| LAMPIRAN A Neraca Massa | LA-1 |
| LAMPIRAN B Neraca Energi | LB-1 |
| LAMPIRAN C Spesifikasi Peralatan | LC-1 |
| LAMPIRAN D Perhitungan Analisa Ekonomi..... | LD-1 |