

**PRARANCANGAN PABRIK
ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC)
KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN
(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-11))**

(Skripsi)

Oleh :

Debby Indah Permatasari



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK *ORDINARY PORTLAND CEMENT* (OPC) KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN (Perancangan *Rotary Dryer* (RD-11))

Oleh

DEBBY INDAH PERMATASARI

Pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) berbahan baku *Limestone*, *Clay*, *Iron Material* dan *Gypsum*. Direncanakan didirikan di Desa Oyengsi, Kecamatan Nimboran, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. Pendirian pabrik berdasarkan atas pertimbangan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja yang mudah didapatkan dan kondisi lingkungan.

Pabrik direncanakan memproduksi 33.000 ton/tahun *Ordinary Portland Cement* (OPC), dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari /tahun. Bahan baku yang digunakan adalah 6453,426 kg/jam *limestone*, 3665,3 kg/jam *clay*, 204,362 kg/jam *iron material* dan 208,333 kg/jam *gypsum*.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT), menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 138 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh :

<i>Fix Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp. 113,774,856,732
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp. 62,815,194,011.09
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp. 209,383,980,037
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 40,04 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT)b	= 1,58 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT)a	= 1,73 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI)b	= 28,87 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI)a	= 25,99 %
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF)	= 28,39 %

Mempertimbangkan paparan diatas, sudah selayaknya pendirian pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

ABSTRACT

MANUFACTURING OF *ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC)* WITH CAPACITY 33.000 TONS/YEAR (Design of Rotary Dryer (RD-11))

By

DEBBY INDAH PERMATASARI

Ordinary Portland Cement (OPC) with materials limestone, clay, iron material and gypsum is planned to be built in Nimboran, Jayapura. Establishment of this plant is based on some consideration due to the raw material resources, the transportation, the labors availability and also the environmental condition.

This plant is meant to produce 33.000 tons/year Ordinary Portland Cement with operation time 24 hour/day, 330 hour/year. Raw materials used consist of 6453,426 kg/jam *limestone*, 3665,3 kg/jam *clay*, 204,362 kg/jam *iron material* dan 208,333 kg/jam *gypsum*.

The bussines entity form is Limited Liability Company (Ltd) using line and staff organizational structure with 138 labors.

From the economic analysis, it is obtained that:

<i>Fix Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp. 113,774,856,732
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp. 62,815,194,011.09
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp. 209,383,980,037
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 40,04 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT)b	= 1,58 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT)a	= 1,73 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI)b	= 28,87 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI)a	= 25,99 %
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF)	= 28,39 %

Considering the summary above, it is proper to study the establishment of Sodium Hydrogen Carbonate plant further, because the plant is profitable and has good prospects.

**PRARANCANGAN PABRIK
ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC)
KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN
(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-11))**

Oleh :

DEBBY INDAH PERMATASARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

**Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK *ORDINARY*
PORTLAND CEMENT (OPC) KAPASITAS
33.000 TON/TAHUN
(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-11))**

Nama Mahasiswa : **Debby Indah Permatasari**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1215041009

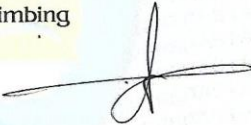
Jurusan : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

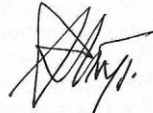
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Panca Nugrahini F, S.T., M.T.
NIP 19730203 200003 2 001


Donny Lesmana, S.T., M.T.
NIP 19841008 200812 1 003

2. Ketua Jurusan Teknik Kimia


Ir. Azhar, M.T.
NIP 19660401 199501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Panca Nugrahini F, S.T., M.T.

Sekretaris : Donny Lesmana, S.T., M.T.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Azhar, M.T.**

Sekretaris : Muhammad Hanif, S.T., M.T.

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Drs. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Januari 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh oranglain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 31 Januari 2019

A green and yellow Indonesian postage stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, a serial number "777925AFF409394567", and the value "6000 ENAM RIBURUPIAH" at the bottom. A signature is written over the stamp.

Deby Indah Permatasari

NPM.1215041009

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 27 Desember 1994, yang merupakan putri kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Suryadi Soeratimin, BE dan Ibu Ilma Melati. Saat ini penulis, telah menjadi istri dari Indra Suryawan, S.I.P.,M.Si. Setelah pernikahannya, penulis telah dikaruniai seorang putra yang diberi nama Ishaq Suryawangsatilaka.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Arjuna Sakti II, Bogor pada tahun 2000. Sekolah Dasar di SDN Cipicung 2 Cileungsi, Bogor pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Sungai Selan, Bangka Belitung pada tahun 2009 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Jonggol pada tahun 2012.

Pada tahun 2012, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Ujian Mandiri yang dilaksanakan pihak Universitas Lampung

Pada tahun 2016, penulis melakukan Kerja Praktik di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. dengan Tugas Khusus “Evaluasi *Rotary Dryer* Unit *Raw Mill* P-4. Selain itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Optimasi Kuat Tekan Mortar Berbasiskan Bahan Pasir Lampung”, di *Quality Assurance and Development* PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.

Selama kuliah penulis aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan diantaranya,
Forum Silaturahmi & Studi Islam (FOSSI) FT Unila pada periode 2012/2013
Sebagai anggota, Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) Unila pada
periode 2013/2014 sebagai Bendahara Divisi Kerohanian.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Allahumma Sholli ala Muhammad wa ali Muhammad

Mama, Papa, dan suamiku..

Terimakasih banyak atas segalanya

Karya ini, tidak sebanding dengan Do'a & Pengorbananmu..

Semoga, bisa memberikan Senyuman & Kebahagiaan untuk-mu

Do'akan aku, menjadi anak dan istri yang Sholehah

Do'akan aku, Bermanfaat bagi Bangsa dan Agama

MOTO

“Cukuplah Allah menjadi Pelindung (bagimu).
Dan Cukuplah Allah menjadi Penolong (bagimu).”

-Q.S. An-Nisa : 45-

“Yakinlah, ada sesuatu yang menanti selepas banyak kesabaran yang dijalani,
hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”

-Ali bin Abi Thalib-

“Setiap orang, harus memiliki Mimpi yang Besar untuk dirinya sendiri,
pekerjaan dan Negara.. Tapi yang lebih penting adalah memiliki Keinginan
yang Besar untuk melakukan hal-hal kecil, setahap demi setahap, untuk
mewujudkan mimpi Besar tersebut”

-Agus Yudhoyono-

“Dengan niat doa dan usaha yang tiada henti semua akan berjalan dengan baik dan
lancar, ingat tujuan awalmu datang untuk menempuh pendidikan, maka fokuslah”

-Debby Indah Permatasari-

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Prarancangan Pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) kapasitas 30.000 ton/tahun ” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Panca Nugrahini F,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna dikemudian hari.
2. Bapak Donny Lesmana, S.T.,M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu bermanfaat yang diberikan dapat berguna dikemudian hari.
3. Bapak Ir.Azhar,M.T. dan Muhammad Hanif,S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran, juga selaku dosen atas semua ilmu yang telah penulis dapatkan.
4. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
5. Mama dan Papa tersayang atas segala dukungan, pengorbanan, doa, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi di setiap langkahku. Semoga Allah SWT memberikan perlindungan dan Karunia-Nya
6. Suami tercinta Indra Suryawan atas segala dukungan, pengorbanan, doa, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi di setiap langkahku. Tetap mengizinkan dan mendukung untuk terus melanjutkan pendidikan, dengan

segala pengorbanan baik materi maupun moral, terus sabar menunggu kepulangan istri tercinta dirumah. Atas do'a, dukungan, bantuan dan kasih sayang. Semoga Allah SWT memberikan perlindungan dan Karunia-Nya

7. Anakku tercinta Ishaq Suryawangsatilaka atas segala motivasi yang terbentuk karenamu nak, akhirnya amah bisa menyelesaikan pendidikan ini.
8. Milian Asha Bio selaku rekan seperjuangan dalam suka dan duka yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
9. Teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia angkatan 2012 Terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka terhadap penulis dan semoga skripsi ini berguna di kemudian hari.

Bandar Lampung, Januari 2019

Penulis,

Debby Indah Permatasari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kegunaan Produk	3
1.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	3
1.4 Analisis Pasar	4
1.5 Lokasi Pabrik	9

BAB II DESKRIPSI PROSES

2.1 Jenis – Jenis Proses	14
2.2 Pemilihan Proses.....	18
2.2.1 Tinjauan Termodinamika	18
2.2.1.1 Proses Semi Kering.....	23

2.2.2 Tinjauan Ekonomi	37
2.3 Uraian Proses	47
2.3.1 Unit Pengembangan dan Penyediaan Bahan Baku	47
2.3.2 Unit Penggilingan (<i>Raw Mill</i>)	50
2.3.3 Unit Pembakaran <i>Raw Meal</i> dan Pendinginan <i>klinker (Unit Kiln)</i>	52
2.3.4 Pengepakan Semen (<i>Unit Packing</i>)	56
 BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK	
3.1 Spesifikasi Bahan Baku	57
3.2 Spesifikasi Produk	62
 BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	
4.1 Neraca Massa	64
4.2 Neraca Panas	81
 BAB V SPESIFIKASI PERALATAN	
5.1 Spesifikasi Alat Utama	82
5.1.1 <i>Vertical Shaft Kiln (VSK-21)</i>	82
5.1.2 <i>Rotary Dryer (RD-11)</i>	83
5.1.3 <i>Raw Grinding Mill (TM-11)</i>	84
5.1.4 <i>Cement Grinding Mill (TM-21)</i>	85
5.1.5 <i>Dust Collector</i>	85
5.1.6 <i>Rotary Packer</i>	86
5.1.7 <i>Pelletizer Disc</i>	86
5.2 Alat Bantu	87
5.2.1 <i>Blower (BL-01)</i>	87
5.2.2 <i>Blower (BL-11)</i>	87

5.2.3 <i>Blower</i> (BL-12)	88
5.2.4 <i>Blower</i> (BL-22)	88
5.2.5 <i>Hammer Crusher</i> (CR-02)	89
5.2.7 <i>Clay Crusher</i> (CR-01).....	90
5.3 <i>Alat Transportasi</i>	90
5.3.1 <i>Belt Conveyor</i> (BC-23)	90
5.3.2 <i>Belt Conveyor</i> (BC-11)	91
5.3.3 <i>Belt Conveyor</i> (BC-02)	91
5.3.4 <i>Belt Conveyor</i> (BC-12)	92
5.3.5 <i>Belt Conveyor</i> (BC-03)	93
5.3.6 <i>Belt Conveyor</i> (BC-04)	93
5.3.7 <i>Belt Conveyor</i> (BC-14)	94
5.3.8 <i>Belt Conveyor</i> (BC-13)	94
5.3.9 <i>Belt Conveyor</i> (BC-15)	95
5.3.10 <i>Belt Conveyor</i> (BC-22)	95
5.3.11 <i>Belt Congnveyor</i> (BC-26)	96
5.3.12 <i>Bucket Elevator</i> (BE-11).....	97
5.3.13 <i>Bucket Elevator</i> (BE-26).....	97
5.3.14 <i>Bucket Elevator</i> (BE-14).....	98
5.3.15 <i>Bucket Elevator</i> (BE-12).....	99
5.3.16 <i>Bucket Elevator</i> (BE-13).....	100
5.3.17 <i>Bucket Elevator</i> (BE-02).....	100
5.3.18 <i>Bucket Elevator</i> (BE-25).....	101
5.3.19 <i>Air Slide</i> (AS-11)	102

5.3.20	<i>Air Slide (AS-22)</i>	103
5.3.21	<i>Air Slide (AS-31)</i>	104
5.3.22	<i>Air Slide (AS-32)</i>	104
5.3.23	<i>Air Slide (AS-21)</i>	105
5.3.24	<i>Apron Conveyor (AC-21)</i>	106
5.3.25	<i>Pneumatic Conveyor (PC-11)</i>	107
5.3.26	<i>Pneumatic Conveyor (PC-21)</i>	107
5.3.27	<i>Pneumatic Conveyor (PC-31)</i>	109
5.4	<i>Penyimpanan dan Cyclone</i>	110
5.4.1	<i>Hopper (HP-11)</i>	110
5.4.2	<i>Hopper (HP-12)</i>	111
5.4.3	<i>Hopper (HP-13)</i>	113
5.4.4	<i>Hopper (HP-21)</i>	115
5.4.5	<i>Hopper (HP-22)</i>	116
5.4.6	<i>Hopper (HP-31/HP-32)</i>	118
5.4.7	<i>Cyclone</i>	120
5.4.8	<i>Raw Meal Silo (RMS-11)</i>	121
5.4.13	<i>Cement Silo (CS-21)</i>	123
5.4.14	<i>Water Tank (WT-21)</i>	125

BAB VI UTILITAS

6.1	Unit Pengadaan Pasokan Kebutuhan Air	128
6.2	Unit Pengadaan Pasokan Listrik	129
6.3	Unit Pengadaan Pasokan Kebutuhan Bahan Bakar.....	130

BAB VII TATA LETAK PABRIK

7.1 Lokasi Pabrik	132
7.2 Tata Letak Pabrik	137

BAB VIII ORGANISASI DAN KEEKONOMIAN

8.1 Organisasi Perusahaan	152
8.1.1 Sistem Keorganisasian	152
8.1.2 Wewenang dan Tanggung Jawab.....	154
8.1.2.1 Pemegang Saham	154
8.1.2.2 Dewan Komisaris	154
8.1.2.3 Fungsi dan Tugas Perusahaan.....	155

BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

9.1 Investasi	169
9.2 Evaluasi Ekonomi	177
9.3 Angsuran Pinjaman	178
9.4 Harga Jual.....	178

BAB X KESIMPULAN DAN SARAN

10.1 Kesimpulan	180
10.2 Saran	181

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Harga Produk di Pasaran.....	4
Tabel 1.2 Data Produksi Semen dari Tahun 2012 - 2017	5
Tabel 1.3 Pabrik semen dengan kapasitasnya pada tahun 2017.....	5
Tabel 1.4 Data beberapa kabupaten di Indonesia bagian Timur beserta harga semen tahun 2017	8
Tabel 1.5 Data Negara dengan Pabrik Semen Skala Kecil di Dunia	9
Tabel 2.1 Nilai Enthalpy Pembentukan Pada Suhu 25 °C (ΔH_f°).....	19
Tabel 2.2 Nilai Energi Bebas Gibbs Pembentukan Pada Suhu 25 °C (ΔG_f°)	20
Tabel 2.3 Elemen Penyusun.....	22
Tabel 2.4 Nilai Cp (J/kmol.K) Masing – Masing Komponen.....	23
Tabel 2.5 Reaksi Proses	36
Tabel 2.6 Stoikiometri Dekomposisi Clay	37
Tabel 2.7 Stoikiometri Reaksi Alumina dan Oksidasi.....	39
Tabel 2.8 Stoikiometri Dekomposisi Calcite	40
Tabel 2.9 Stoikiometri Pembentukan C ₃ A	41
Tabel 2.10 Stoikiometri Pembentukan C ₂ S.....	42
Tabel 2.11 Stoikiometri Pembentukan C ₃ A.....	43
Tabel 2.12 Kebutuhan Pembentukan Senyawa Oenyusunan Klinker.....	44
Tabel 2.13 Persentasi Penyusun Senyawa Klinker	44
Tabel 2.14 Kebutuhan Untuk Membuat 1 kg Klinker	45
Tabel 2.15 Komposisi Tanah Clay dan Batu Kapur	45

Tabel 2.16 Kebutuhan 1 kg Klinker	45
Tabel 2.17 Total Persentase Kebutuhan untuk Membentuk 1 kg Klinker	45
Tabel 3.1 Komposisi Batu Kapur	58
Tabel 3.2 Komposisi <i>Clay</i>	59
Tabel 3.3 Komposisi Pasir Silika	60
Tabel 3.4 Komposisi Pasir Besi	61
Tabel 3.5 Komposisi <i>Gypsum</i>	62
Tabel 3.6 Spesifikasi Produk	63
Tabel 4.1 Neraca Massa <i>Vertical Shaft Kiln</i> (VSK-21)	65
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Dust Collector</i> (DC-21)	65
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Pelletizing</i> (PL-21)	66
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Air Slide</i> (AS-21)	66
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Raw Meal Silo</i> (RMS-11)	66
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Pneumatic Conveyor</i> (PC-11)	67
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Raw Air Slide</i> (AS-11) dan <i>Dust Collector</i> (DC-11)	67
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Cyclone</i> (CYC-11)	67
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Tube Mill</i> (TM-11)	68
Tabel 4.10 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-15)	68
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-15)	68
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Hopper</i> (HP-13)	69
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Hopper</i> (HP-12)	69
Tabel 4.14 Neraca Massa <i>Hopper</i> (HP-11)	69
Tabel 4.15 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-14)	70
Tabel 4.16 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-14)	70

Tabel 4.17 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-04).....	70
Tabel 4.18 Neraca Massa <i>Crusher</i> (CR-02).....	71
Tabel 4.19 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-02).....	71
Tabel 4.20 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-03).....	71
Tabel 4.21 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-13)	72
Tabel 4.22 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-13).....	72
Tabel 4.23 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-11)	72
Tabel 4.24 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-12).....	73
Tabel 4.25 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-02).....	73
Tabel 4.26 Neraca Massa <i>Crusher</i> (CR-01).....	73
Tabel 4.27 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	74
Tabel 4.28 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-11)	74
Tabel 4.29 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-22).....	74
Tabel 4.30 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-23).....	75
Tabel 4.31 Neraca Massa <i>Apron Conveyor</i> (AC-21)	75
Tabel 4.32 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> (BE-26)	75
Tabel 4.33 Neraca Massa <i>Hopper</i> (HP-21).....	76
Tabel 4.34 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> (BC-26).....	76
Tabel 4.35 Neraca Massa <i>Tube Mill</i> (TM-21)	76
Tabel 4.36 Neraca Massa <i>Air Slide</i> (AS-22).....	77
Tabel 4.37 Neraca Massa <i>Dust Collector</i> (DC-22).....	77
Tabel 4.38 Neraca Massa <i>Pneumatic Conveyor</i> (PC-21).....	77
Tabel 4.39 Neraca Massa <i>Cement Silo</i> (CS-21).....	78
Tabel 4.40 Neraca Massa <i>air slide</i> (AS-31) dan <i>dust collector</i> (DC-31).....	78

Tabel 4.41 Neraca Massa <i>Air Slide</i> (AS-07).....	78
Tabel 4.42 Neraca Massa <i>Pneumatic Conveyor</i> (PC-31).....	79
Tabel 4.43 Neraca Massa <i>Air Slide</i> (AS-32).....	79
Tabel 4.43 Neraca Massa <i>Hopper</i> (HP-31/HP-32)	79
Tabel 4.45 Neraca Massa <i>Rotary Packer</i> (RP-31/RP-32).....	80
Tabel 5.7 Total <i>Power</i> Keseluruhan Alat.....	127
Tabel 6.1 Karakteristik Air Bersih	129
Tabel 6.2 Kebutuhan Listrik Keseluruhan	130
Tabel 6.3 Solar Untuk Kendaraan Berat	131
Tabel 7.1 Perincian Luas Area Pabrik OPC.....	138
Tabel 8.1 Jadwal Pembagian Kelompok Shift	152
Tabel 8.2 Daftar dan Gaji Karyawan	155
Tabel 9.1 Tabel Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	170
Tabel 9.2 Tabel Biasa Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>).....	171
Tabel 9.3 <i>Manufacturing Cost</i>	172
Tabel 9.4 <i>General Expenses</i>	174
Tabel 9.5 Gaji Karyawan	174
Tabel 9.6 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	178

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Lokasi Pabrik Semen yang Berada di Indonesia.....	7
Gambar 1.2 Google Maps Lokasi Pabrik Google Maps-2018.....	10
Gambar 1.3 Peta Lokasi Sumber Daya Mineral Kabupaten Jayapura.....	11
Gambar 2.1 <i>Blok Flow Diagram Unit Mining</i>	48
Gambar 2.2 <i>Blok Flow Diagram Unit Raw Mill</i>	50
Gambar 2.3 <i>Blok Flow Diagram Alir Unit Kiln dan Finish Mill</i>	52
Gambar 2.4 <i>Blok Flow Diagram Alir Unit Packing</i>	56
Gambar 5.1 Rumus <i>Desain Cyclone</i>	126
Gambar 7.1 Peta Lokasi Pabrik <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i>	132
Gambar 7.2 Peta Potensi Sumber Daya Mineral Kabupaten Jayapura	135
Gambar 7.3 Peta Ketersediaan Bahan Baku	135
Gambar 7.4 Tata Letak Pabrik	142
Gambar 7.5 Tata Letak Peralatan.....	143
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Persahaan	146

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia yang terus berkembang serta kebutuhan dan permintaan pasar baik dalam negeri maupun luar negeri akan semen terus ada dan jumlahnya terus bertambah tiap tahunnya, dalam 5 tahun terakhir 2012 – 2017 industri semen dalam negeri menunjukkan *trend* peningkatan yang tinggi dengan pertumbuhan konsumsi semen yang terus meningkat tiap tahunnya, hal ini tentunya mendorong produsen semen yang sudah ada berlomba – lomba untuk menambah kapasitas, dan melakukan ekspansi pabrik.

Indonesia merupakan Negara ke 3 di Asia dengan nilai konsumsi semen tertinggi, dengan 69 juta ton/tahun dan Negara ke 4 di Asia dengan nilai produksi semennya, yaitu dengan 74 ton/tahun. Dengan ini seharusnya dapat pendistribusian semen dapat merata ke seluruh Indonesia. Namun terjadi ketidakmerataan harga di bagian Indonesia Timur, dimana satu sak semen yang biasa dijual dengan harga Rp 50.000 – Rp 60.000 per sak menjadi sekitar Rp. 390.000 per sak, bahkan di beberapa

Kabupaten di Provinsi Papua, harga satu sak semen mencapai Rp 500.000,- (Kementrian Perindustrian, 2017). Pendistribusian yang sulit, dan hanya ada satu pabrik semen yang berada di Indonesia timur, yaitu PT. Anhui Cement Conch yang berasal dari China, yang beroperasi di Provinsi Papua Barat mengakibatkan harga semen di wilayah tersebut menjadi mahal. Hal itu disebabkan oleh minimnya kebutuhan konsumsi semen di wilayah Papua yang hanya berkisar 140.000 ton/tahun,

Dalam menentukan kapasitas pabrik *Ordinary Portland cement* yang akan didirikan, penulis mempertimbangkan beberapa hal diantaranya adalah memperkirakan tingkat kebutuhan terhadap produk, ketersediaan bahan baku dan resiko-resiko yang mungkin saja terjadi pada pabrik. Untuk kebutuhan akan produk telah dilakukan pendataan seperti pada pemaparan sebelumnya, sementara bahan baku yang dibutuhkan *Limestone, Clay, Iron sand*. Tersedia dalam jumlah yang cukup. Untuk resiko kemungkinan yang dihadapi seperti tidak laku, kompetitor yang banyak dan pengembalian modal yang lama.

Sedangkan pada saingan perusahaan untuk Indonesia khususnya daerah Papua ada 1 pabrik asal cina yaitu semen conch, karena selama ini pengadaan Semen di Papua masih sangatlah sulit terkait akomodasi. Sehingga peluang pendirian pabrik di Papua berdasarkan analisis pasar cukuplah besar.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka kapasitas pabrik *Ordinary Portland Cement* yang akan didirikan di Desa Oyengsi, Jayapura. sekitar 23,57% dari data konsumsi 2 tahun terakhir yakni 33.000 ton/tahun khusus untuk memenuhi kebutuhan di Papua, hal ini untuk mengurangi harga jual semen yang tidak merata.

Untuk kapasitas 33.000 ton/tahun merupakan skala kecil untuk industri semen, sehingga dapat menggunakan *vertical shaft kiln* (VSK) dengan minimal kapasitas 6000 ton/th – 95.000 ton/th. Karena untuk membuat satu plant semen dengan kapasitas besar dibutuhkan konsumsi sekitar 600.000 ton/tahun agar pabrik tersebut tidak mengalami kerugian.

Oleh karena itu, kami merencanakan membangun pabrik semen dengan skala kecil dengan kapasitas pabrik sebesar 33.000 ton/tahun untuk mengurangi ketidakmerataan harga khusus di wilayah Papua.

1.2 Kegunaan Produk

Manfaat produk yaitu dapat digunakan untuk segala macam konstruksi yang tidak memerlukan sifat khusus, misalnya ketahanan terhadap sulfat, panas hidrasi dan sebagainya. Semen jenis ini biasanya digunakan untuk pembangunan jalan tol, gedung – gedung tinggi, jembatan, rumah pemukiman serta landasan pacu pesawat terbang. Semen jenis ini juga merupakan *ordinary Portland cement* (OPC) yang berarti klinkernya dapat menjadi bahan baku pembuatan jenis semen lain dengan mencampurkan bahan aditif sesuai dengan komposisi masing – masing jenis semen.

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan semen OPC yang terdiri dari batu kapur/gamping dan tanah liat tersedia cukup besar di daerah lokasi berdirinya pabrik. Pengambilan bahan baku ini dilakukan dengan system penambangan secara terbuka, dengan sistem bertangga yaitu penambangan yang dimulai dari puncak bukit sampai kebawah.

Dengan sistem ini diharapkan dapat diperoleh bahan baku dalam jumlah yang besar. Lokasi pabrik direncanakan akan didirikan di Desa Oyengsi, Kecamatan Nimboran, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua.

1.4 Analisis Pasar

1. Harga produk

Berikut ini adalah harga produk dipasaran :

Tabel 1.1 Harga produk dipasaran

No	Material	Massa (kg)	Harga (Rp)
1	<i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC)	50	172.000,- s/d 200.000

2. Analisis peluang pasar

Presiden Republik Indonesia, Joko Widodo telah berkomitmen untuk membangun infrastruktur sarana transportasi, dimana masih banyak daerah pedesaan yang infrastrukturnya kurang memadai sehingga tidak memiliki sarana transportasi dan mengakibatkan biaya distribusi semakin mahal.

Tabel 1.2 Data produksi semen dari tahun 2012-2017

Tahun	Produksi (juta ton)
2012	54,2
2013	55,2
2014	62,2
2015	70
2016	75,5
2017	74

(Sumber : PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, 2017)

Indonesia mempunyai 15 Pabrik semen yang memproduksi, Semen Indonesia merupakan pabrik yang dimiliki oleh pemerintah yang terbagi menjadi beberapa bagianm yaitu Semen Andalas, Semen Padang, Semen Gresik, dan Semen Bosowa. Berikut adalah pabrik semen di Indonesia beserta dengan kapasitasnya di tahun 2017.

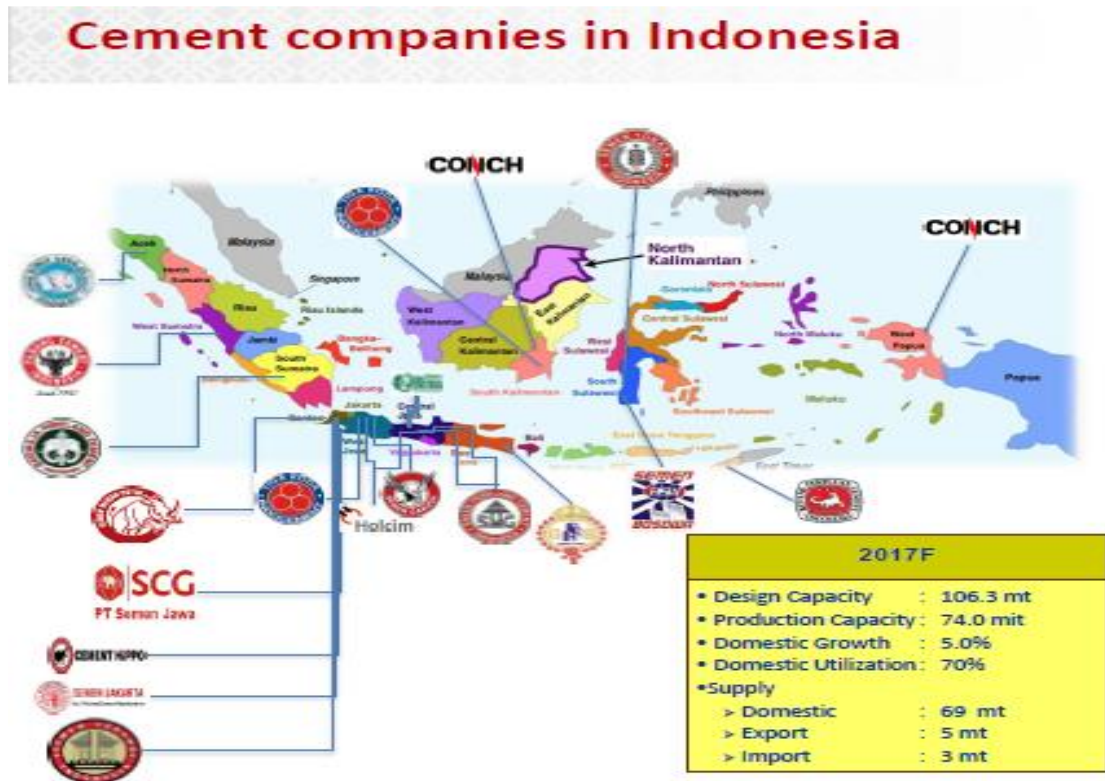
Tabel 1.3 Pabrik semen dengan kapasitasnya pada tahun 2017

No	Nama Pabrik	Kapasitas (juta ton/tahun)
1	Semen Indonesia	35,5
2	Indocement Tunggal Prakarsa	24,9
3	Lafarge Holcim Indonesia	14,5
4	Semen Merah Putih	7,5
5	Semen Bosowa	7,0

6	Semen Anhui Conch	4,5
7	Semen Baturaja	3,8
8	Semen Pan Asia	1,9
9	Siam Semen Group	1,8
10	Semen Jui Shin	1,5
11	Semen Serang (Haohan)	1,2
12	Semen Jakarta	1,0
13	Semen Hippo (Sun Fook)	0,6
14	Semen Kupang	0,3
15	Semen Puger	0,3

(Sumber : PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, 2017)

Namun pembagian wilayah produksi sebagian besar berada di Indonesia bagian Barat, sehingga mengakibatkan ketidak merataan harga pada wilayah Indonesia bagian Timur, berikut gambar lokasi pabrik semen yang berada di Indonesia



Gambar 1.1 Lokasi pabrik semen yang berada di Indonesia

Ketidak merataan tersebut disebabkan oleh konsumsi semen di bagian Indonesia bagian Timur yang sangat sedikit, sehingga hampir tidak mungkin sebuah pabrik dengan kapasitas besar dibangun didaerah tersebut. Akibatnya jika ingin membeli satu sak semen di daerah Indonesia Timur harus mengeluarkan dana yang melebihi dari harga pasaran semen di Indonesia, bahkan dapat melonjak 10 kali lipat dikarenakan biaya distribusi pengiriman semen yang sangat jauh. Berikut beberapa harga pasaran semen didaerah Indonesia bagian Timur:

Tabel 1.4 Data beberapa kabupaten di Indonesia bagian Timur beserta harga semen tahun 2017

Nama Kota/Kabupaten	Harga (per sak semen)
Jayapura	Rp. 200.000,-
Wamena	Rp. 500.000,-
Yahukimo	Rp. 220.000,-
Mappi	Rp. 200.000,-
Puncak Jaya	Rp. 2.300.000,-
Lanny Jaya	Rp. 2.300.000,-
Timika	Rp. 175.000,-
Merauke	Rp. 190.000,-

(sumber: PT. Semen Indonesia , 2018)

Harga yang tertera merupakan harga yang sudah *include* dengan 23% distribusi, artinya untuk di daerah Jayapura dengan harga jual 200.000 maka harga jual dari pabrik sebesar 132.440,- . Oleh karena itu, perlu dibuat pabrik semen skala kecil untuk mengurangi ketidak merataan harga semen dan mendukung pembangunan infrastruktur yang ada di Indonesia wilayah Timur khususnya Papua. Beberapa Negara membangun pabrik semen skala kecil dikarenakan Negara tersebut tidak mempunyai sumber daya bahan baku semen untuk membuat pabrik semen skala besar, dan biaya distribusi yang

sangat mahal jika impor semen ke Negara lainnya. Berikut beberapa Negara dengan pabrik semen skala kecil beserta kapasitas produksinya:

Tabel 1.5 Data Negara dengan Pabrik Semen Skala Kecil di Dunia

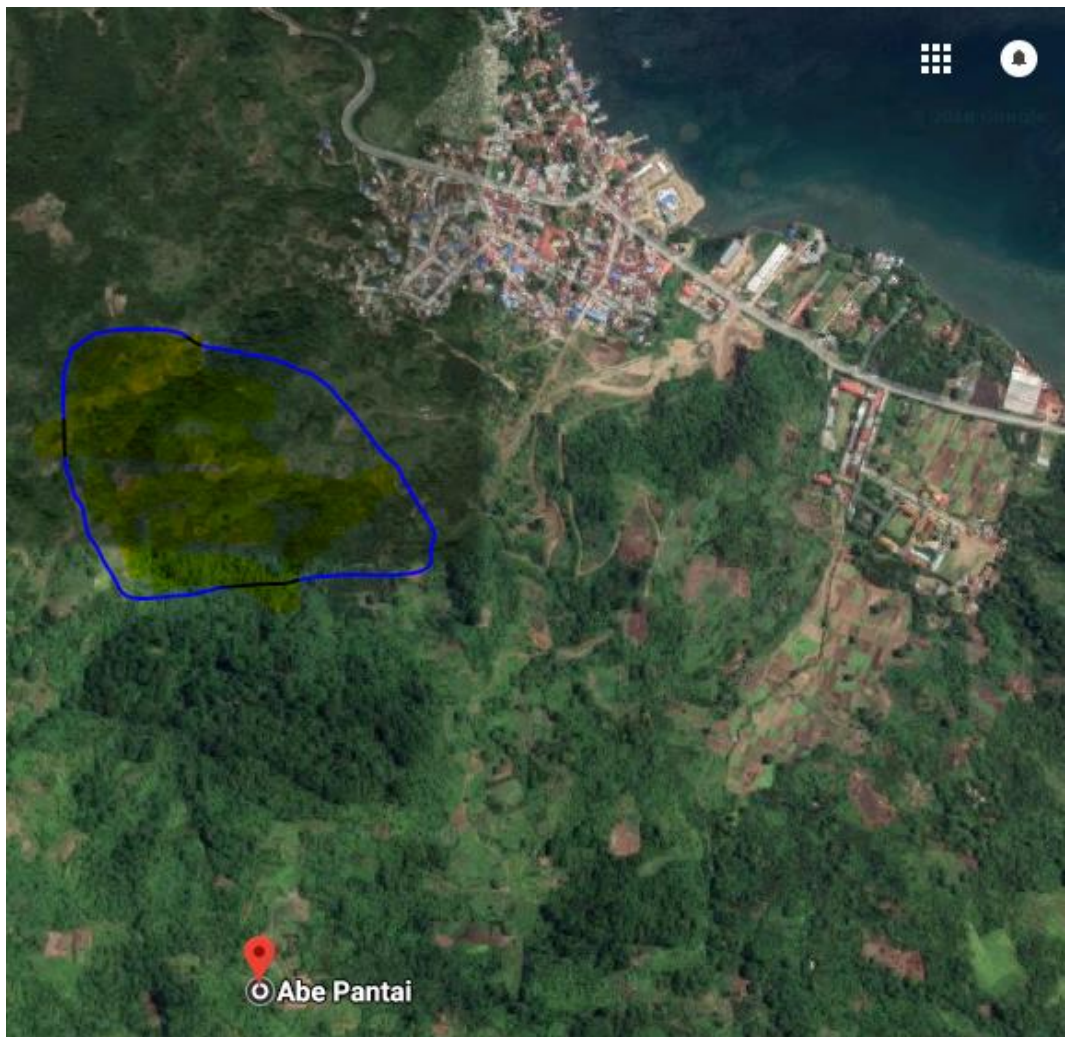
No	Nama Negara	Kapasitas (ribu ton / tahun)
1	Kostarika	575
2	Myanmar	525
3	Mozambik	500
4	Pantai Gading	275
5	Haiti	220
6	Fiji	100
7	Lebanon	100
8	Suriname	55
9	Nigeria	45
10	Madagaskar	40

(sumber: Kementerian ESDM, 2008)

1.5 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu proyek baik dari segi komersil maupun kemungkinan pengembangan yang akan datang. Hal ini berkaitan dengan kegiatan fabrikasi, produksi dan distribusi. Perencanaan penentuan

lokasi pabrik yang baik akan dapat menekan biaya produksi dan distribusi. Secara singkat dapat dikatakan bahwa orientasi dalam menentukan lokasi pabrik yaitu untuk mendapatkan keuntungan seoptimal mungkin.

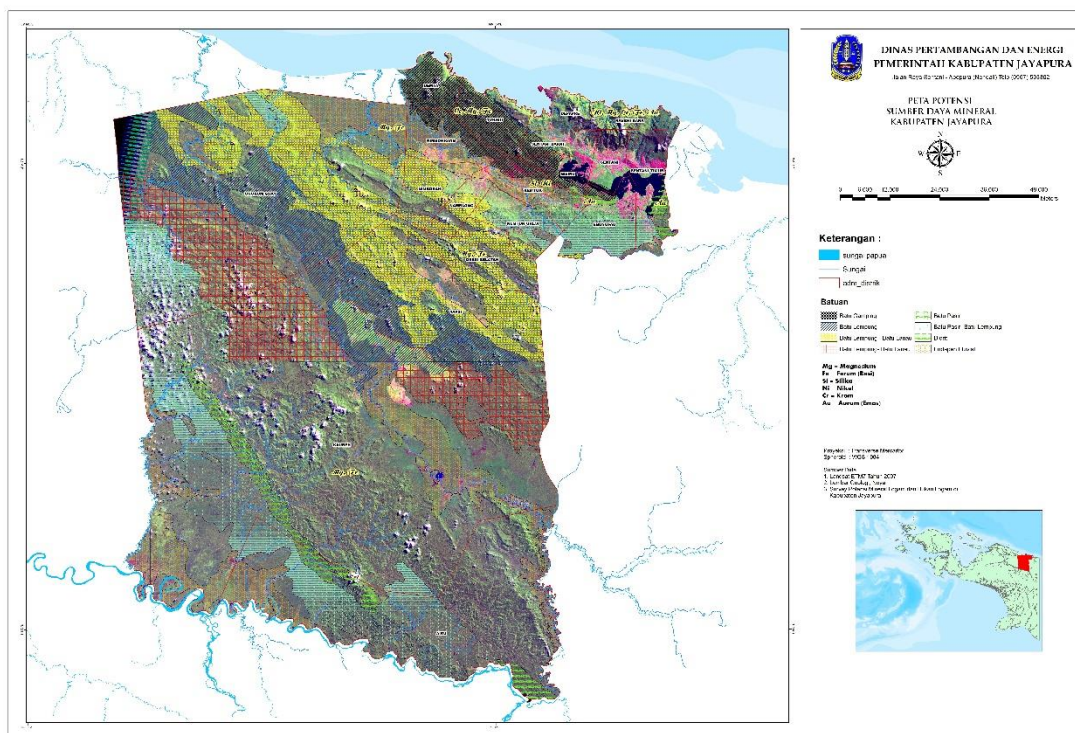


Gambar 1.2 Google Maps Lokasi Pabrik Google Maps -2018

Pabrik semen OPC akan berlokasi di Desa Oyengsi, Kecamatan Nimboran, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. Pemilihan lokasi ini berdasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku, untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku yang digunakan yaitu batu kapur/gamping dan tanah liat. Berikut letak ketersediaan bahan baku :



Gambar 1.3 Peta lokasi sumber daya mineral Kabupaten Jayapura

2. Daerah Pemasaran

Pabrik yang akan dibangun ini memiliki letak yang cukup strategis karena berada dalam lokasi yang paling dekat dengan kabupaten lainnya di Provinsi Papua yang mengalami kenaikan harga semen yang melonjak, seperti kabupaten Tolikara, Tobadi, Jayawijaya, Puncak Jaya dan lain lain, sehingga tidak terjadi kenaikan harga akibat mahalnya harga distribusi ke daerah tersebut. Hal ini tentu menguntungkan untuk peningkatan penjualan karena daerah pasar yang cukup besar.

3. Penyediaan Utilitas

Untuk menjalankan proses produksi, diperlukan sarana pendukung seperti pembangkit tenaga listrik dan penyediaan air. Sumber air diperoleh dari Sungai yang mengalir sepanjang desa Oyengsi, Kecamatan Nimboran, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua.

4. Letak Geografis

Lokasi yang dipilih memiliki kondisi geografis yang cukup baik berupa dataran rendah dan rata. Struktur tanah yang cukup baik sehingga memungkinkan tidak adanya faktor gangguan cuaca maupun bencana alam seperti tanah longsor dan banjir.

5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja termasuk hal yang sangat menunjang dalam operasional pabrik, tenaga kerja untuk pabrik ini dapat direkrut dari :

- Masyarakat sekitar pabrik, yang dapat diberikan pelatihan.
- Tenaga ahli yang berasal dari daerah sekitar pabrik dan luar daerah.

6. Sosial Masyarakat

Pembangunan pabrik ini tidak akan mengganggu kehidupan masyarakat lingkungan sekitar, karena daerah yang dipilih merupakan daerah yang jauh dari warga dan merupakan lahan kosong. Sehingga membuat kondisi sosial masyarakat lebih kondusif.

X. KESIMPULAN DAN SARAN

10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pra-rancangan pabrik *Ordinary Portland Cement* dengan kapasitas produksi 33.000 ton/tahun maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ditinjau dari segi pengadaan bahan baku, transportasi, pemasaran, dan lingkungan, maka pabrik ini direncanakan berdiri di Desa Oyengsi, Kecamatan Nimboran, Kabupaten Jayapura, Papua.
2. Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, maka pabrik ini layak untuk didirikan dengan hasil perhitungan analisis ekonomi sebagai berikut:
 - a. *Percent return on investment* (ROI) sesudah pajak yaitu 25,99%.
 - b. *Pay out time* (POT) sebelum pajak adalah 1,58 tahun dan 1,73 tahun setelah pajak
 - c. *Break even point* (BEP) sebesar 40,04%, dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30 – 60 % .
 - d. *Discounted cash flow rate of return* (DCF) sebesar 28,39%, nilai DCF tersebut lebih besar daripada suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini dibandingkan ke *bank*

Pabrik mengalami keuntungan dengan keuntungan rata – rata per tahun Rp.,409,441,659.70 atau sama dengan Rp. 4,534,120,138.31 perbulan atau Rp 151,137,337.94 Perhari.

10.2. Saran

Pabrik *Ordinary Portland Cement* dengan kapasitas produksi 33.000 ton/tahun per tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya sebelum didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. 2018. Kurs BI. (www.bi.go.id Agustus 2018). Diakses Agustus 2018.

Anonimous. 2018. Peta Potensi Sumber Daya Mineral Kabupaten Jayapura Tahun 2015. (<http://simbangda.jayapurakab.go.id/documents/272>). Diakses pada 3 Maret 2018.

Anonimous. 2018. *Peta Provinsi Jayapura, Papua. Google Maps, 2018. Diakses pada 20 Maret 2018.*

Berita Industri. 2019. *Kemenperin Dorong Pembangunan Industri Semen di Papua.* Diakses pada 3 Januari 2018.

Bertron, A. and Alexander, M.G., 2012, *Performance of Cement-Based Materials in Aggressive Aqueous Environments.* RILEM publisher.

Bes, Agnieszka. 2012. *Dynamic Process Simulation of Limestone Calcination in Normal Shaft Kiln.* Kafr El Sheikh. Egypt.

Brownell, L.E., Young E.H.1959, "*Process Equipment Design*". New Delhi:Wiley Eastren Ltd.

Coulson, Richardson.1983. *Chemical Engineering, Vol. 6th . Pergamon Press : New York*

Dowdeswell, Elizabeth. 1993. *Small Scale Production of Portland Cement*. United Nations Centre for Human Settlements (Habitat).

Duda, W.H, 1985, *Cement Data Book International Process Engineering in the Cement Industry*, 3th edition, Bauverlag GmbH, Weisbaden and Berlin.

Fogler, H. Scott. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering*. Prentice Hall International Inc., United States of America.

Geankoplis, C. J., 1993, " *Transport Process and Unit Operations, 3rd edition* ", University Of Minnesota, USA

Giatman. 2005. *Perusahaan Perseorangan vs Perseroan Terbatas*.

Holman, J.P., 2002, "Heat Transfer, 10th edition", Mc Graw Hill Int. Book Co., New York

Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. 2016. *Quality Assurance Research And Development*. Citereup. Bogor.

Ishlah, Teuku, 2008. *Peluang Pendirian Industri Semen Skala Kecil Di Kepulauan Maluku dan Wilayah Papua. Rekayasa Madya Bidang Program dan Kerja Sama, Pusat Sumber Daya Geologi*

Iwan, Gondhonegoro., Ganjar, Labaik., dan Cory, Karang. 2008. *Inventaris dan penyelidikan mineral non logam di kabupaten biak numfor propinsi papua. Subdit Mineral Non Logam*

Jelani, Y., Hadiyanto, T., Thontowi, D., Suhariyanto., dan Pamungkas, Y. 2010. *Alat Transport Industri Semen*. Cibinong. Jawa Barat.

John, A Dean. 1998. *Lange's Handbook of Chemistry*. , 15th edition., Mc - Graw Hill, New York.

Kementrian ESDM, 2018. *Data Negara dengan Pabrik Semen Skala Kecil di Dunia*.

Kern, D.Q., 1950," *Process Heat Transfer*", Mc Graw Hill Int. Book Co., New York

Kumpulan Diktat Analyst II; Teknologi Semen. 2010. Technical Training Section Corporate Training Departement. Citereup. Jawa Barat.

Magda, Kotb Moursy El-Fakharany. 2012. *Process Simulation of Lime Calcination in Mixed feed Shaft Kiln*. Kafr El Sheikh. Egypt.

Matches. 2018. Product Price. <http://www.matche.com>. Diakses pada 15 Agustus 2018.

Material Data Book, 2003, *Cambridge University*.

Mc Cabe.1985. Unit Operation of Chemical Engineering, Jilid. 2nd, Ed. 4th . Mc Graw Hill Book Company : New York

Mhhe. 2018. Product Price. <http://www.mhhe.com>. Diakses pada 15 Agustus 2018

Moore, Dylan. 2011. *Enthalpy of Formation Data*. Diakses pada 2 Februari 2018.

Moore, Dylan. 2013. *Clinker Thermochemistry*. Diakses pada 2 Februari 2018.

New York

P. C. Okonkwo., S. S Adefila., And A.S Ahmed. 2012. *Development of Process Simulation Model for Lime Production*. Department of Chemical Engineering, Ahmadu Bello University Zaria. Nigeria.

Peray, K. E., 1979,“ *Cement Manufacturer’s Handbook*”, Chemical Publishing Co.,

Permatasari, D. I. (2016). *Laporan Kerja Praktek ; Evaluasi Rotay Dryer Unit Raw Mill P-4*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Perry, R. H. and Green, D. W., 1984, *Perry’s Chemical Engineers Handbook*, 7th ed., McGraw – Hill Book Company, New York.

Perry. K. H and Clinton, C.H.,1989,“*Chemical Engineer’s Handbook 7th edition*”, Mc Graw Hill.Tokyo

Peter, M. S., and Timmerhaus, K.D., 1981,“*Plant Design and Economics For Chemical Engineering, 3rd edition*”,Mc Graw Hill Int. Book Co., New York

Powell, S. T., 1954, “*Water Conditioning For Industry, 1st edition*”, Mc Graw Hill Int. Book Co., New York

Profil Book Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. 2015

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. 2017. *Data Konsumsi Semen di Indonesia dari Tahun 2012 – 2017*. Diakses pada 3 Januari 2018

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. 2017. *Data Produksi Semen di Indonesia dari Tahun 2012 – 2017*. Diakses pada 3 Januari 2018

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. 2017. *Pabrik Semen dengan Kapasitasnya pada Tahun 2017*. Diakses pada 3 Januari 2018

Putriyana, Lia., 2012, "*Operasi Pembakaran*". PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Citeureup

Rosyid, Pardi., 2011, "*Raw Mill Operation*". Training and Development Department PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Citeureup.

SNI 15 – 2049 – 2004. Semen Portland.

SNI 19-6728.1-2002. Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial.

Thuan, T Tran. 2011. *Fluoride Mineralisation of Portland Cement*. University of Arhusiensis. Denmark.

Training Cement Process. PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Citeureup.

Wallas, S.M., 1988, "Chemical Process Equipment", Butterworth Publisher, USA

Yaws, C.L., 1996. *Chemical Properties Handbook*, Mc Graaw Hill Book Co., New York.