



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pemerintah saat ini memberikan perhatian lebih terhadap perkembangan dan perluasan industri logam agar dapat memenuhi kebutuhan logam dalam negeri maupun luar negeri. Perkembangan industri logam di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Jenis logam yang sering digunakan oleh masyarakat dan industri adalah aluminium. Kementerian Perindustrian Indonesia sendiri terus mendorong peningkatan produksi aluminium secara nasional dengan menargetkan sebanyak 1,5 - 2 juta ton pada tahun 2025.

Aluminium disingkat Al merupakan salah satu logam yang paling melimpah keberadaannya di Bumi. Secara kuantitas, Aluminium menduduki urutan ketiga elemen terbanyak, di bawah Oksigen dan Silika. Aluminium menempati kurang lebih delapan persen kerak Bumi. Namun, pengelolaan industri logam di Indonesia belum maksimal yang salah satunya adalah industri aluminium. Alumina sebagai bahan baku aluminium memiliki titik lebur yang tinggi yaitu sekitar 2.050°C sehingga membutuhkan energi dan biaya yang besar pada proses peleburannya. Oleh karena itu, dibutuhkan senyawa yang dapat membantu menurunkan titik lebur alumina menjadi kurang dari 1.000°C yaitu dengan menambahkan senyawa aluminium fluorida. Penambahan senyawa aluminium fluorida pada proses peleburan aluminium dapat mengurangi energi yang dibutuhkan dan menekan biaya produksi sehingga proses produksi berjalan lebih efisien.

Aluminium fluorida (AlF_3) merupakan senyawa kimia dengan wujud padat dan tidak berwarna. Aluminium fluorida memiliki harga jual tinggi hingga \$2.220/ton yang dipasarkan dalam fase padat dengan kemurnian 99% jika dibandingkan dengan harga bahan baku aluminium hidroksida seharga \$250/ton dan asam fluorosilikat seharga \$250/ton (Alibaba, 2024). Berdasarkan data tersebut, dapat dihitung potensi ekonomi akan meningkat dari harga bahan baku. Banyaknya kegunaan dari aluminium fluorida dan potensi nilai jual dalam dunia industri yang cukup menjanjikan dan mempunyai prospek bagus di masa



mendatang yang dapat menjadi pertimbangan utama pendirian pabrik aluminium fluorida. Hingga saat ini, di Indonesia hanya terdapat satu pabrik yang memproduksi aluminium fluorida, yaitu PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas 12.600 ton/tahun. Dengan berdirinya pabrik baru aluminium fluorida diharapkan dapat memenuhi kebutuhan aluminium fluorida di dalam negeri sehingga mampu meningkatkan perekonomian negara Indonesia.

I.2 Kegunaan Produk

Aluminium fluorida merupakan senyawa anorganik dengan rumus molekul AlF_3 yang berwujud padatan tak berwarna dan memiliki peran penting di berbagai sektor industri. Dalam industri aluminium, senyawa ini berperan dalam menurunkan titik lebur alumina dari 2.050 °C menjadi di bawah 1.000 °C, sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi konsumsi energi selama proses produksi. Dalam industri kaca, aluminium fluorida digunakan sebagai fluks untuk mendukung proses pelelehan serta meningkatkan ketahanan produk dalam pembuatan kaca serat optik fluoride. Senyawa ini juga digunakan dalam pembuatan komposit serat aluminium-silika. Di industri keramik, senyawa ini dapat meningkatkan stabilitas termal dan kekuatan mekanik material, serta berfungsi sebagai resistor listrik. Di bidang biokimia, aluminium fluoride berfungsi sebagai komponen katalis untuk inhibitor proses fermentasi. Sementara itu, senyawa ini memiliki aplikasi lain sebagai fluks dalam pengecoran, pengelasan, dan penyolderan, serta digunakan dalam pembuatan gelas dan enamel bertitik leleh rendah (Kirk-Othmer, 1995).

I.3 Aspek Ekonomi

Alumunium Fluoride memiliki aplikasi ke berbagai industri, namun masih belum banyak pabrik di Indonesia yang memproduksinya. Selama ini kebutuhan Alumunium Fluoride di Indonesia dipenuhi oleh PT. Petrokimia Gresik dan beberapa negara pengimport. Data Impor dan Ekspor Alumunium Fluoride dari tahun 2020-2024 dapat dilihat di Tabel I.1



Tabel I. 1 Data Ekspor dan Impor Aluminium Fluorida

No	Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
1	2020	1860,077	1.609,528
2	2021	1.557,99	1.024,850
3	2022	2.960,117	5.061,029
4	2023	2.616,148	4.740,272
5	2024	2.301,622	2.619,010

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Dari Tabel I.1 kebutuhan aluminium fluorida di pasar dunia terus mengalami peningkatan. Dari tahun 2020 hingga 2024, kegiatan ekspor aluminium fluorida di Indonesia dengan tujuan pasar terbesar di Asia Selatan, terus mengalami peningkatan. Dengan berdirinya pabrik baru aluminium fluorida diharapkan dapat memenuhi kebutuhan aluminium fluorida di dalam negeri sehingga mengurangi tingkat impor, serta meningkatkan kegiatan ekspor aluminium fluorida di pasar dunia. Berikut ini adalah tabel yang memuat harga bahan baku dan produk aluminium fluorida yang dihasilkan sebagai data pendukung.

Tabel I. 2 Harga Bahan Baku dan Produk

No	Bahan	Harga (per Kg)
1.	Aluminium Hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$)	Rp. 4.000,00
2.	Asam Fluorosilikat (H_2SiF_6)	Rp. 4.100,00
3.	Aluminium Fluorida (AlF_3)	Rp. 36.000,00
4.	Silika Dioksida (SiO_2)	Rp. 20.000,00

I.4 Penentuan Kapasitas Produksi

I.4.1 Data Kebutuhan AlF_3 di Indonesia

Aluminium Fluorida di Indonesia dikonsumsi setiap tahun secara signifikan, terutama digunakan dalam industri peleburan biji aluminium untuk menurunkan titik lebur alumina serta sebagai bahan tambahan dalam industri keramik. Kebutuhan aluminium fluorida di Indonesia dapat dipenuhi oleh PT. Petrokimia Gresik. Saat ini, produsen aluminium terbesar di Indonesia adalah PT



Inalum yang berlokasi di Sumatera Utara, dengan kapasitas produksi mencapai 260.000 ton per tahun. Kapasitas produksi memiliki peran penting dalam perancangan pabrik, diantaranya penentuan kapasitas dapat berdampak pada perhitungan teknis dan ekonomis yang dilakukan selama perancangan pendirian pabrik. Penentuan kapasitas ini harus diatas atau paling tidak sama dengan kapasitas minimum pabrik yang sudah beroperasi dengan baik dan menguntungkan. Dasar pertimbangan pengambilan kapasitas produksi ditunjukkan pada tabel dibawah ini

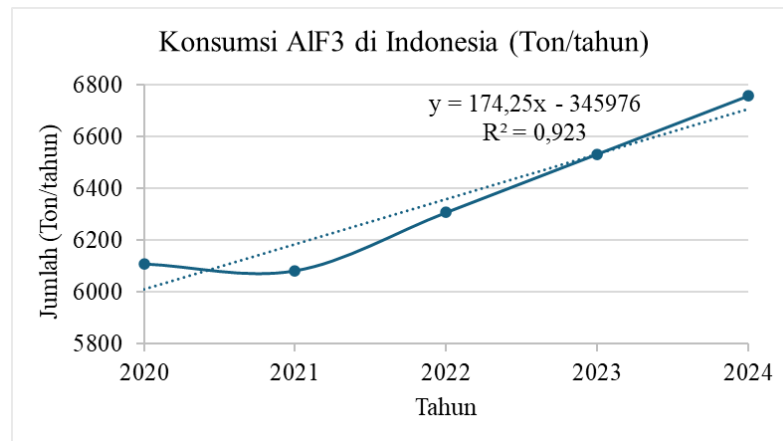
Penentuan kapasitas produksi dapat dilihat berdasarkan data kebutuhan aluminium flourida di Indonesia. Menurut data BPS (2024), kebutuhan aluminium flourida di Indonesia rata-rata terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel I. 3 Kebutuhan AlF_3 di Indonesia

Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
2020	6110
2021	6082,97
2022	6307,54
2023	6532,11
2024	6756,68

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data pada Tabel 1.3, kebutuhan aluminium fluorida (AlF_3) di Indonesia menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya. Seiring dengan peningkatan kebutuhan tersebut, kebutuhan akan kapasitas pabrik aluminium fluorida juga perlu ditingkatkan untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat. Data kebutuhan aluminium fluorida jika diproyeksikan dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar I. 1 Konsumsi AlF₃ di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1, konsumsi AlF₃ selama lima tahun terakhir menunjukkan tren peningkatan, yaitu dari 6.110 ton per tahun pada tahun 2020 menjadi 6.756,68 ton per tahun pada tahun 2024. Data ini menunjukkan potensi peningkatan kebutuhan AlF₃ yang signifikan di masa mendatang. Pendirian pabrik AlF₃ memiliki potensi yang besar untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan relevan dengan kebutuhan di masa mendatang. Oleh karena itu, pendirian pabrik AlF₃ menjadi langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan domestik sekaligus mengurangi ketergantungan pada impor. Selain dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, pendirian pabrik tersebut juga membuka peluang ekspor ke pasar internasional, sehingga mendukung pengembangan industri dan ekonomi nasional.

I.4.2 Data Impor dan Ekspor

Tabel I. 4 Data Impor dan Ekspor Aluminium Fluorida di Indonesia

Tahun	Import (ton/tahun)	Laju Pertumbuhan (% P)	Eksport (ton/tahun)	Laju Pertumbuhan (% P)
2020	1860,077	-	1.609,528	-
2021	1.557,99	-0,1624	1024,850	-0,3633
2022	2.960,117	0,9000	5.061,029	3,9383
2023	2.616,148	-0,1162	4.740,272	-0,0634
2024	2.301,622	-0,1202	2.619,01	-0,4475
Total	11295,954	0,5011	15054,689	3,0642
Rata-rata	2259,1908	0,1253	3010,9378	0,7660



Berdasarkan data impor dan ekspor diatas dengan metode *discounted method*, maka kebutuhan produksi AlF_3 yang direncanakan akan didirikan pada tahun 2029 dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$F = P(1 + i)^n \quad (1.1)$$

Keterangan :

F : Nilai kebutuhan pada tahun ke-n

P : Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)

i : Rata-rata pertumbuhan

N : Selisih tahun

Selanjutnya, penentuan kapasitas produksi dilakukan dengan metode *discount method*, yang dapat dihitung menggunakan persamaan (Sinnott, 2005) :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1.2)$$

$$m = P(1 + i)^n \quad (1.3)$$

Keterangan :

m_1 : Nilai impor pada tahun 2029

m_2 : Produksi pabrik dalam negeri

m_3 : Kapasitas pabrik yang akan didirikan

m_4 : Nilai ekspor tahun pabrik didirikan

m_5 : Nilai konsumsi dalam negeri tahun berdiri pabrik

Pabrik AlF_3 ini direncanakan mulai beroperasi dalam lima tahun mendatang, sehingga proyeksi kebutuhan volume produksi AlF_3 pada tahun tersebut dapat dihitung dengan menetapkan nilai n sebagai selisih waktu lima tahun ke depan. Sehingga perkiraan nilai impor aluminium fluoride pada tahun 2029 (m_1) adalah :

$$m_1 = P(1 + i)^n$$

$$m_1 = 2301,622(1 + 0,1253)^{(2029-2024)}$$

$$m_1 = 3.690,4490 \text{ ton/tahun}$$



Sedangkan untuk kebutuhan ekspor aluminium fluoride dapat dihitung menggunakan rumus yang sama menggunakan data ekspor di atas. Nilai ekspor aluminium fluoride dihitung menggunakan persamaan :

$$m_4 = P(1 + i)^n$$

$$m_4 = 2619,01(1 + 0,766)^{(2029-2024)}$$

$$m_4 = 44.992,9682 \text{ ton/tahun}$$

I.4.2 Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik aluminium fluorida dapat ditentukan menggunakan persamaan 1.2. dari data yang telah dihitung sebelumnya yaitu data impor dan ekspor. Dari data yang telah diperoleh dapat dihitung m_3 (kapasitas pabrik) yang akan didirikan pada tahun 2029 menggunakan persamaan berikut :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (44.992,9682 + 6.756,68) - (3.690,449 + 12600)$$

$$m_3 = 35.459 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan AlF_3 pada tahun 2029 diperkirakan akan mencapai 35.459 ton per tahun. Saat ini, produsen AlF_3 di Indonesia adalah PT Petrokimia Gresik. Dengan demikian, diputuskan untuk menetapkan kapasitas pabrik sebesar 30.000 ton per tahun. Kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi sekitar 80% dari total kebutuhan produksi AlF_3 di Indonesia pada tahun tersebut.



Tabel I. 5 Data Pabrik Penghasil Aluminium Fluorida di dunia

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)	Lokasi
1	PT. Petrokimia Gresik	12.600	Indonesia
2	Aohan Yinyi Mininh co.Ltd.	30.000	China
3	AlufLOUR	23.000	Sweden
4	Noralf	41.000	Tunisia
5	Boliden Odda	40.000	Norway
6	Floursid	80.000	Italia
7	Gulf Flour	60.000	UEA
8	MexiChem Flour	60.000	Meksiko
9	Rio Tinto Alcan	60.000	Canada

Sumber : www.aluminiumtoday.com dan Dreveton, Alain. (2012)

Kebutuhan aluminium fluoride di pasar global terus menunjukkan peningkatan. Data impor pada Tabel 1.4 dapat digunakan untuk menganalisis kebutuhan aluminium fluoride di dalam negeri. Permintaan aluminium fluoride domestik saat ini belum sepenuhnya terpenuhi, sehingga impor dari luar negeri terus meningkat setiap tahunnya. Di sisi lain, ekspor aluminium fluoride dari Indonesia yang sebagian besar ditujukan ke pasar Asia Selatan, cenderung mengalami penurunan setiap tahunnya. Dengan demikian, pendirian pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan aluminium fluoride baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri.

Penentuan kapasitas pabrik harus berada di atas kapasitas minimum atau setidaknya setara dengan kapasitas pabrik yang telah beroperasi. Berdasarkan data pada Tabel 1.5, kapasitas produksi minimum adalah 12.600 ton per tahun, sedangkan kapasitas maksimum mencapai 80.000 ton per tahun. Oleh karena itu, kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat ditentukan dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumsi dalam negeri, kapasitas pabrik yang telah beroperasi, serta keinginan jumlah yang diekspor. Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut, kapasitas pabrik yang direncanakan adalah sebesar 30.000 ton per tahun.



I.5 Sifat- Sifat Bahan

I.5.1. Bahan Baku

I.5.1.1 Asam Fluosilikat

- a. Rumus molekul : H_2SiF_6
- b. Berat molekul : 144,106 gram/mol
- c. Bentuk : Cairan tidak berwarna
- d. Bau : Asam dan Pedas
- e. Densitas : $1,32 \text{ g/cm}^3$
- f. Titik didih : $108,5^\circ\text{C}$
- g. Bahaya : beracun dan korosif
- h. Kelarutan : Larut dalam air
- i. Kadar H_2SiF_6 : 20% (%w)
- j. Kadar H_2O : 80% (%w)

(PT. Petro Jordan Abadi, 2024)

I.5.1.2 Aluminium Hidroksida

- a. Rumus molekul : $\text{Al}(\text{OH})_3$
- b. Berat molekul : 78 gram/mol
- c. Bentuk : Serbuk putih
- d. Specific Gravity : 2,42
- e. Densitas Bulk : 1.150 kg/m^3
- f. Titik didih : 2980°C
- g. Bahaya : Iritasi
- h. Kelarutan : Larut dalam asam
- i. Kadar $\text{Al}(\text{OH})_3$: 99,90% (%w)
- j. Kadar H_2O : 0,10% (%w)

(PT. Indonesia Chemical Alumina, 2024)



I.5.2 Produk

1.5.2.1 Aluminium Fluorida

- a. Rumus Molekul : AlF_3
- b. Berat Molekul : 83,98 gram/mol
- c. Wujud : Serbuk, berwarna putih
- d. Titik Lebur : 1.290°C
- e. Densitas bulk : 770 kg/m³
- f. Kadar AlF_3 (%) : 97% min.
- g. Kadar SiO_2 : 0.20% maks.
- h. Kadar H_2O : 2,80% maks

(SNI 06-2603-1992)

1.5.2.2 Silika Dioksida

- a. Rumus molekul : SiO_2
- b. Berat molekul : 60,090 gram/mol
- c. Bentuk : Serbuk padat putih
- d. Specific gravity : 2
- e. Densitas bulk : 1.600 kg/m³
- f. Titik lebur : 1.610°C
- g. Bahaya : Sesak pernafasan jika terhirup
- h. Kelarutan : Larut dalam basa
- i. Keterangan : Produk samping

(SNI 15-2049-2004)

I.6 Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pendirian suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan keberlanjutan operasi produksi. Pemilihan lokasi yang strategis tidak hanya berdampak pada kelancaran operasional suatu pabrik tetapi juga pada efisiensi perusahaan dari segi ekonomi. Beberapa faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik meliputi ketersediaan bahan baku, akses pemasaran, utilitas, sistem transportasi, pengelolaan limbah, ketersediaan sumber daya manusia, regulasi perundang-undangan, karakteristik geografis, serta aspek keselamatan seperti keberadaan pemadam kebakaran. Selain itu, stabilitas lingkungan terhadap potensi bencana alam seperti banjir dan gempa bumi juga menjadi faktor krusial dalam pemilihan lokasi industri.



Gambar I. 2 Rencana Lokasi Pabrik Aluminium Fluorida

Lokasi pendirian pabrik berada di Kawasan Industri JIPE (Java Integrated Industrial and Port Estate), yang terletak di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Kawasan ini dipilih sebagai lokasi pembangunan pabrik AlF_3 (Aluminium Fluoride) berdasarkan berbagai pertimbangan strategis.

Beberapa faktor utama yang mendukung pemilihan lokasi ini antara lain:

A. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi aluminium fluorida (AlF_3) adalah asam heksafluorosilikat (H_2SiF_6), yang diperoleh dari PT Petro Jordan Abadi Gresik. Kedekatan lokasi ini memungkinkan proses



pengangkutan bahan baku menjadi lebih efisien dan tidak memerlukan waktu yang lama. Selain itu, bahan baku berupa aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$) diperoleh dari PT Indonesia Chemical Alumina yang berlokasi di Sanggau, Kalimantan Barat. Oleh karena itu, lokasi pabrik sebaiknya berdekatan dengan sumber bahan baku dan pasar produk untuk mengoptimalkan biaya transportasi. Selain itu, keberadaan pabrik di dekat pelabuhan akan mempermudah proses penerimaan bahan baku.

B. Pemasaran Produk

Keberhasilan suatu industri sangat dipengaruhi oleh strategi pemasaran yang efektif. Pemasaran berkaitan erat dengan pemilihan lokasi yang strategis serta target pasar yang jelas. Aluminium fluorida merupakan bahan pendukung yang sangat dibutuhkan oleh berbagai industri, sehingga pendirian pabrik sebaiknya dilakukan di kawasan industri. Meskipun permintaan dalam negeri tidak terlalu besar, kebutuhan dari pasar luar negeri cukup tinggi, terutama di kawasan Asia Selatan, sehingga ekspor menjadi salah satu strategi utama dalam pemasaran produk AlF_3 .

C. Sarana Transportasi

Ketersediaan sarana transportasi yang memadai sangat penting untuk mendukung distribusi bahan baku dan produk, baik melalui jalur laut maupun darat. Oleh karena itu, lokasi pabrik harus memiliki akses transportasi yang baik agar biaya logistik dapat ditekan serendah mungkin. Di Jawa Timur, fasilitas transportasi sangat mendukung, antara lain Jalan Pantura, Jalan Tol Gresik-Surabaya, serta pelabuhan-pelabuhan utama seperti Pelabuhan JIPE Gresik, Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, dan Pelabuhan Ketapang Banyuwangi. Letak lokasi pabrik yang strategis akan mempermudah akses transportasi laut untuk pengiriman antar pulau maupun ekspor, sehingga pabrik AlF_3 akan didirikan di dekat pelabuhan guna meningkatkan efisiensi distribusi.

D. Utilitas

Ketersediaan air untuk operasional pabrik di wilayah Gresik cukup melimpah karena daerah ini berdekatan dengan aliran sungai. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi oleh PLN melalui jaringan transmisi Jawa-Bali, sementara untuk



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Aluminium Fluoride Dari Aluminium Hidroksida dan Asam Fluorosilikat Dengan Wet Process Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”

kebutuhan air, pasokannya dikelola oleh pengelola kawasan industri Gresik, yang sebagian besar berasal dari air laut melalui proses desalinasi reverse osmosis (RO). Sarana pendukung lainnya, seperti penyediaan air dan listrik, akan disediakan oleh unit utilitas yang akan dibangun bersamaan dengan pendirian pabrik AlF_3 .

E. Tenaga Kerja

Sebagai industri kimia, pabrik AlF_3 memerlukan tenaga kerja yang memiliki keahlian sesuai dengan bidangnya. Ketersediaan tenaga kerja di Indonesia, khususnya di Jawa Timur, cukup melimpah dengan berbagai tingkat keterampilan, mulai dari lulusan perguruan tinggi, tenaga kerja menengah, hingga pekerja kasar dan tenaga terampil. Jawa Timur merupakan wilayah industri dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan memiliki banyak perguruan tinggi ternama. Oleh karena itu, kebutuhan tenaga kerja yang berpendidikan tinggi maupun tenaga terampil dapat terpenuhi untuk mendukung operasional serta pengembangan pabrik.

F. Kondisi Tanah dan Daerah

Lahan di daerah Gresik relatif luas dan memiliki topografi yang datar, serta didukung oleh kondisi iklim yang stabil sepanjang tahun, sehingga sangat mendukung pembangunan pabrik. Selain itu, sebagai salah satu kawasan industri utama di Indonesia, Gresik memiliki sistem pengelolaan dan mitigasi dampak lingkungan yang baik. Lokasi pabrik juga perlu mempertimbangkan kemungkinan ekspansi di masa mendatang agar pengembangan fasilitas dapat dilakukan dengan lebih mudah.

G. Regulasi dan perijinan

Kabupaten Gresik merupakan daerah prioritas dalam pembangunan industri di Jawa Timur sesuai dengan Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Status ini mendorong pertumbuhan ekonomi yang pesat. Stabilitas ekonomi yang baik juga berdampak positif pada aspek sosial dan keamanan. Sistem keamanan yang baik turut menekan angka kriminalitas, menjadikan Gresik sebagai wilayah dengan tingkat kejahatan yang rendah. Dari sisi regulasi, pembangunan Kawasan Industri JIPE telah sesuai dengan



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Aluminium Fluoride Dari Aluminium Hidroksida dan Asam
Fluorosilikat Dengan Wet Process Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”

Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014, yang mewajibkan seluruh kegiatan industri berada dalam kawasan industri. Ke depan, pengembangan kawasan industri di Indonesia akan lebih terintegrasi guna meningkatkan efisiensi produksi, distribusi, dan daya saing industri nasional di pasar global.