



## PRARANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

*(Design Of Silicon Dioxide From Sulfuric Acid And Sodium Silicate With A Capacity Of 30.000 Tons/Year)*

**Muh. Sayidiman Aris\*, Reski Amaliah Asriyaningsih, Syamsuddin Yani, A. Suryanto**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5 Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

### Inti Sari

Pembuatan Silikon Dioksida dilakukan dengan natrium silikat dan asam sulfat pada fasa cair secara kontinyu pada suhu 90 °C dan tekanan 1 atm dalam reaktor dengan konversi reksi 98 %. Kemudian larutan yang keluar dari reaktor dimasukkan ke dalam rotary vacuum filter untuk memisahkan silikon dioksida dari impuritiesnya. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staff, membutuhkan tenaga kerja sebanyak 200 orang. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian pabrik silikon dioksida diatas membutuhkan modal investasi sebesar Rp.769.970.485.398, biaya produksi sebesar Rp.1.278.607.458.953 dan hasil penjualan sebesar Rp. 1.479.300.581.365. Profitabilitas meliputi Rate of Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 28 % dan 18%. Pay Out Time (POT) sebelum dan sesudah pajak 2,64 tahun dan 3,56 tahun dan Break Event Point (BEP) sebesar 49% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 29 %. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini bisa dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

**Kata Kunci:** Silikon Dioksida, Asam Sulfat, Sodium Silikat

**Key Words :** Silicon Dioxide, Sulfuric Acid, Sodium Silicate

### Abstract

Preparation of silicon dioxide is carried out with sodium silicate and sulfuric acid in the liquid phase continuously at a temperature of 90 °C and a pressure of 1 atm in the reactor with a conversion rate of 98 %. Then the solution that comes out of the reactor is fed into a rotary vacuum filter to separate the silicon dioxide from the impurities. Production capacity I designed 30,000 tons / year, requires raw materials sodium silicate 99% and 99% sulfuric acid. The plant is planned in Gresik, East Java with a land area of 16,393.25 m<sup>2</sup>. The form of the company is a limited liability company (PT) with a line and staff system, requiring a workforce of 200 people. Based on the calculation of economic evaluation for the establishment of silicon dioxide plant above requires capital investment of

### Published by

Department of Chemical Engineering  
Faculty of Industrial Technology  
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

### Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)  
Makassar- Sulawesi Selatan

### Email :

[jmpe@umi.ac.id](mailto:jmpe@umi.ac.id)

### \*Corresponding Author

[sayidiman99@gmail.com](mailto:sayidiman99@gmail.com)



### Journal History

Paper received : 10 Agustus 2023

Received in revised : 05 September 2023

Accepted : 28 Oktober 2023

Rp.769,970,485,398, production *costs* of Rp.1,278,607,458,953 and sales of Rp. 1.479.300.581.365. Profitability includes a pre-and post-tax Rate of Investment (ROI) of 28% and 18%. Pay Out Time (POT) before and after tax is 2.64 years and 3.56 years and Break Event Point (BEP) is 49% and Shut Down Point (SDP) is 29 %. These values indicate that the plant can be considered the establishment and can be passed on to the planning stage of the plant. So it can be concluded that this factory is worth to be established.

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri Indonesia menurut tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan akan bahan baku, bahan pembantu, juga energi kerja akan semakin meningkat. Salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia merupakan industri kimia.

Salah satu perkembangan industri kimia dan kesehatan [16] ialah industri pembuatan silikon dioksida, dimana digunakan sebagai bahan baku dalam industri yang menggunakan bahan karet, insektisida, dan bahan penunjang dalam sebuah industri makanan atau minuman, industri keramik dan penyaring air. Silikon dioksida merupakan salah satu bahan kimia yang sering digunakan sebagai bahan baku dalam industri yang menggunakan bahan karet, insektisida, dan bahan penunjang dalam sebuah industri makanan atau minuman, industri keramik dan penyaring air. Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa oksidasi non logam yang berbentuk serbuk padat, berwarna putih, tidak berbau dan tidak larut dalam air. Silikon dioksida mempunyai beberapa struktur kristal, seperti karbon yang berbentuk granit dan intan serta mempunyai komposisi yang sama dengan pasir dan gelas tetapi bentuk molekulnya kubus, sedangkan gelas mempunyai struktur tetrahedral. [1]

Indonesia selama ini belum mampu memenuhi seluruh kebutuhan silikon dioksida dalam negeri sehingga masih impor dari negara lain. Berdasarkan data impor silikon dioksida dalam Badan Pusat Statistik di Indonesia bahwa, kebutuhan impor silikon dioksida dari tahun ke tahun makin meningkat. Sehingga dengan mendirikan pabrik silikon dioksida, maka kebutuhan impor dalam negeri dapat ditekan dan kebutuhan bahan baku untuk industri barang-barang berbahan dasarnya karet dan lain-lain dapat dipenuhi. [2]

Proses pembuatan silikon dioksida ada dua proses yaitu proses basah dan proses kering. Perbandingan dua proses tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan Macam-macam Proses.[3]

Parameter	Proses Basah	Proses Kering
Bahan baku	Asam Sulfat dan Sodium Silikat	Silikon tetraklorida dan Hidrogen
Reaktor	RATB	Gelembung
Temperatur	90 - 100 °C	1800-2000 °C
Tekanan	1 atm	1,5 atm
Konversi	98 %	85 %

Dari kedua uraian proses diatas, maka dipilih proses yang pertama, yaitu proses basah atau proses asidifikasi larutan alkali. Pemilihan proses ini dengan pertimbangan, kondisi operasi dalam proses ini mudah dalam pengontrolan dimana proses dalam fase cair – cair dan pada tekanan operasi 1 atm, dalam langkah proses pembuatannya tidak memerlukan panas yang terlalu tinggi sehingga menghemat tenaga, lebih ekonomis, karena bahan baku alkali silikat dan asam sulfat pada proses basah relatif murah dibandingkan dengan bahan baku silikon tetrafluorida pada proses kering.

Kapasitas produksi pabrik berpengaruh pada perhitungan teknis maupun ekonomis, akan tetapi terdapat faktor yang menentukan produksi seperti data perkembangan impor silikon dioksida. Data perkembangan impor silikon dioksida dapat dilihat pada tabel 2 :

**Tabel 2.** Data Perkembangan Impor Silikon Dioksida di Indonesia

No	Tahun	Impor (kg)
1	2018	51.236,65
2	2019	49.978,85
3	2020	46.104,90
4	2021	58.755,99
5	2022	54.363,52

(Sumber : Badan Pusat Statistika, 2023)

Berdasarkan data tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan Silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2028 saat pabrik didirikan, yaitu dengan perhitungan *discounted methode* menggunakan persamaan  $F_n = P (1+i)^n$

Perkiraan konsumsi Silikon dioksida dalam negeri pada tahun 2028 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F_n &= P (1+i)^n \\ &= 54.363,52 (1+0,02)^6 \\ &= 62.822,03 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui peluang kapasitas produksi pada tahun 2028 yaitu 62.822,03 Ton/Tahun.

Kapasitas produksi silikon dioksida hanya akan mengambil 50 % dari kebutuhan silikon dioksida pada tahun 2028. Hal ini telah diatur dalam peraturan perundang-undangan Republik Indonesia nomor 5 tahun 1999 tentang praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat pada bab III pasal 4 ayat 1 yang menyatakan pelaku usaha atau kelompok pelaku usaha tidak diperbolehkan menguasai lebih dari 75% pasar. Dilihat dari peraturan perundang-undangan maka didapat perkiraan kapasitas pabrik yang akan di didirikan pada tahun 2028 yaitu  $50\% \times 62.822,03 = 31.411,01$  ton/tahun. Dari perkiraan kapasitas tersebut, sehingga ditetapkan kapasitas sebesar 30.000 ton/tahun. [4]

## PROSES PEMBUATAN SILIKON DIOKSIDA

Proses pembuatan Silikon Dioksida menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan Sodium Silikat ( $Na_2SiO_3$ ). Sodium Silkat dengan kemurnian 99,85% dari tangki penyimpanan yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu  $30^\circ C$  diumpankan ke dalam *Mixer-01*. Hasil larutan dari *Mixer-01* lalu diumpankan ke *Heater-01* untuk dinaikkan suhunya hingga  $90^\circ C$ , Dan diumpankan kedalam reaktor. [5]

Bahan baku lainnya berupa Asam Sulfat dengan dari tangki penyimpanan bertekanan 1 atm dan suhu  $30^\circ C$  diumpankan menuju *Heater-02* untuk dinaikkan suhunya hingga  $90^\circ C$ , kemudian diumpankan menuju reaktor. [6]

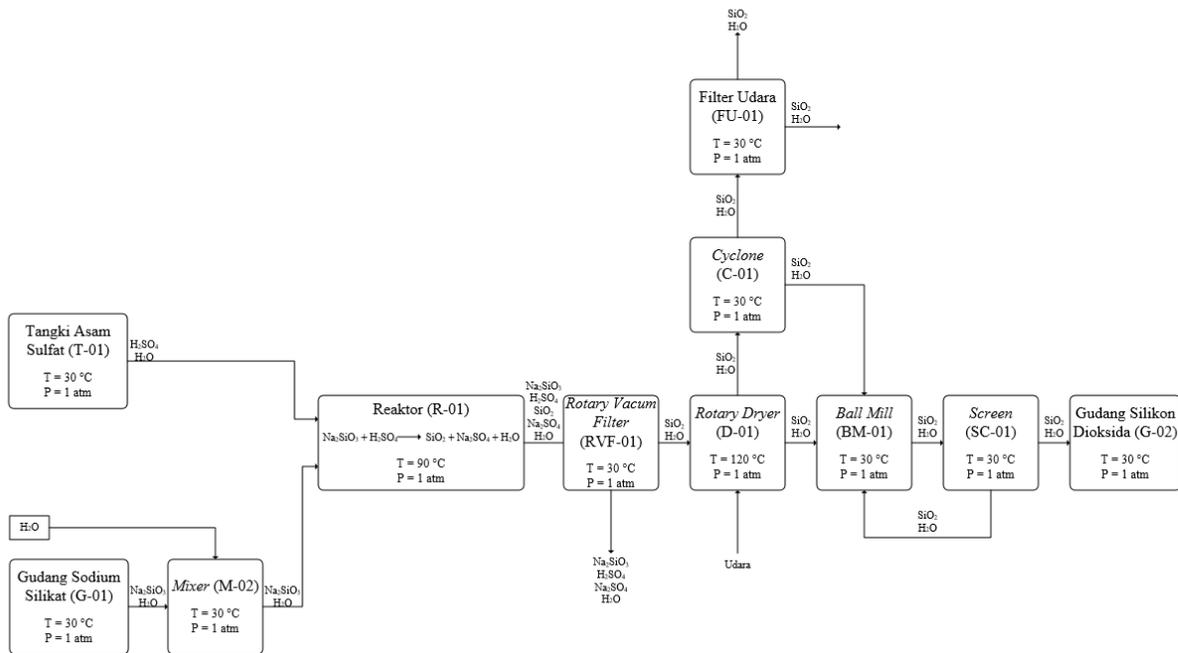
Reaksi pembentukan silikon dioksida dilakukan melalui reaksi fase cair-cair dengan menggunakan bahan baku sodium silikat dan asam sulfat. Reaksi dijalankan dalam reaktor alir tangki berpengaduk pada kondisi suhu operasi  $90^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Reaksi tersebut bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu reaksi digunakan koil pendingin, sehingga diperoleh konversi reaksi sebesar 98% terhadap sodium silikat. Produk keluar dari reaktor pada suhu  $90^\circ C$  dan diumpankan melalui pompa menuju *Rotary Drum Vacum Filter-01* untuk proses pemisahan. [7]

Hasil dari reaktor berupa slurry diumpankan menuju *Rotary Drum Vacum Filter-01* untuk proses penyaringan. Hasil penyaringan ini berupa padatan (cake) dan cairan (filtrate). Produk utama yang diinginkan adalah cake berupa silikon dioksida sedangkan filtrate berupa produk samping dari reaksi kemudian dialirkan menuju unit pengolahan Produk samping. Cake yang masih mengandung air diangkut dengan *Screw Conveyor-01* menuju *Rotary Dryer-01* untuk pengeringan sehingga diperoleh kadar air yang diinginkan. [8]

Pengeringan bertujuan untuk mengeringkan padatan keluaran *Rotary Drum Vacum Filter-01* hingga kadar airnya maksimal 0,05% dengan menggunakan udara pengering yang dihasilkan dari *Heater-03*. Pengeringan terjadi di dalam *Rotary Dryer-01* pada kondisi suhu operasi  $120^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Pada proses pengeringan sebagian bahan akan terbawa oleh udara panas, sehingga digunakan *Cyclon-01* untuk mengambil kembali bahan tersebut. Di

dalam *Cyclon-01* terjadi proses pemisahan antara bahan padat dengan udara panas, bahan padat hasil pemisahan akan diumpungkan masuk kedalam *Ball Mill-01* dan udara panas akan diumpungkan masuk kedalam *Filter Udara-01* untuk disaring sebelum dibuang ke lingkungan. Kristal yang telah kering kemudian diumpungkan masuk kedalam ball mill dengan bantuan *Belt Conveyor-02* dan *Bucket Elevator-02* untuk diseragamkan ukurannya. Setelah dari *Ball Mill-01*, kristal akan masuk akan ke dalam *Screen-01* dengan ukuran under size 200 mesh. Kristal yang over size akan di recycle kembali ke dalam *Ball Mill-01*. sedangkan produk dengan ukuran 200 mesh di masukkan dalam Gudang penyimpanan dan siap dipasarkan. [9]

Diagram alir pembuatan silikon dioksida dengan proses basah atau asidifikasi alkali dapat dilihat pada gambar 1 berikut: [10]



**Gambar 1.** Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Silikon Dioksida

## ANALISA EKONOMI

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan pabrik Silikon Dioksida adalah sebagai berikut :[11]

Faktor-faktor utama yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah :

a. Laju Pengembalian Modal ( *Internal Rate of Return / IRR* )

Hasil perhitungan pada Lampiran Ekonomi, didapatkan harga  $i = 41\%$  yang mana lebih besar dari harga  $i$  untuk bunga pinjaman yaitu  $15\%$  per tahun. Harga  $i = 41\%$  yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman  $7\%$  per tahun.[12]

b. Waktu Pengembalian Modal ( *Pay Out Time / POT* )

Perhitungan yang dilakukan pada Lampiran Ekonomi diperoleh waktupengembalian modal minimum adalah 3,56 tahun. Nilai POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik yaitu 2,64 tahun menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didiirikan. [13]

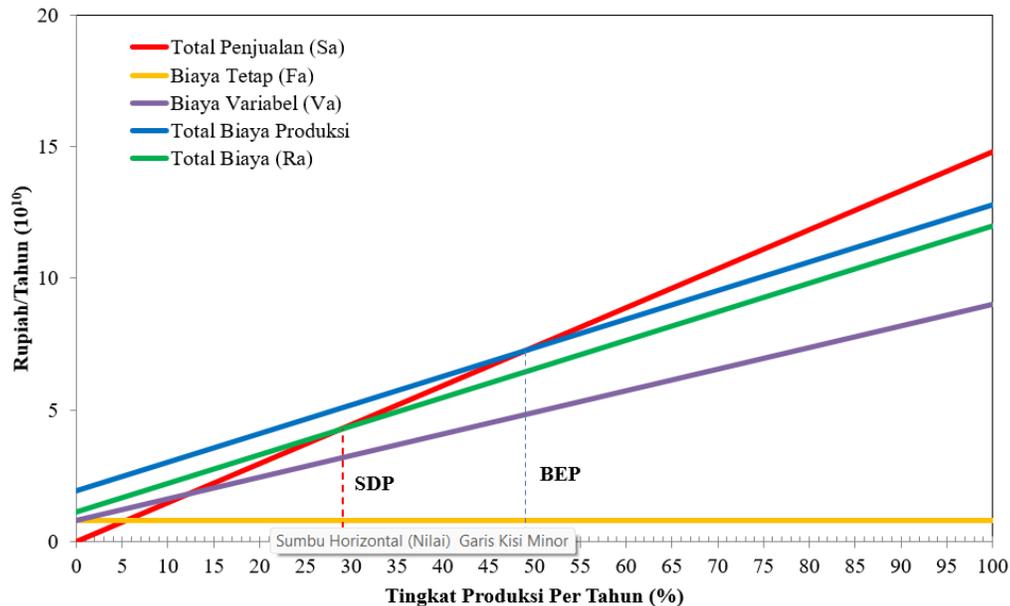
c. Titik Impas ( *Break Even Point / BEP* )

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap ( $F_a$ ), Biaya variabel ( $V_a$ ), *Regulated cost* ( $R_a$ ) dan biaya total tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi ( $S_a$ ). Nilai Titik Impas (BEP) pada Lampiran Ekonomi sebesar 49 %.[14]

d. *Shut Down Point* (SDP)

SDP adalah suatu titik atau saat suatu penentuan aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain variabel cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga keputusan management akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Nilai SDP pada lampiran Ekonomi sebesar 29%. [15]

Grafik penentuan titik BEP dan SDP pabrik silikon dioksida dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik *Break Event Point* (BEP)

## KESIMPULAN

Kapasitas produksi pabrik silikon dioksida yang akan didirikan yaitu 30.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 200 orang dan luas tanah yang dibutuhkan adalah 16.393,25 m<sup>2</sup>. Hasil analisa ekonomi diperoleh total modal investasi sebesar Rp 769.970.485.398, pengeluaran umum sebesar Rp. 1.278.607.458.953, *pay out time* sebesar 3,56 tahun, *return of investment* sebesar 28%, *break even point* sebesar 49 %, *shut down point* sebesar 29 % dan *internal rate of return* sebesar 34,67%. Berdasarkan hasil analisa ekonomi tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pabrik Silikon Dioksida dari Asam Sulfat dan Sodium Silikat layak untuk didirikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana dalam penyusunan prarancangan pabrik kimia. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penyusunan prarancangan pabrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Kirk\_outhmer v1\_ Encyclopedia of Chemicalm Technologi, vol 1.pdf."
- [2] H. Silla, *Separator Design*. 2003. doi: 10.1201/9780203912454.ch6.

- [3] C. Geankoplis, "146254681-Transport-Processes-and-Unit-Operations-Geankoplis-pdf.pdf." p. 938, 1993.
- [4] Badan Pusat Statistik 2023
- [5] A. Gupta, "Physical and Chemical Properties Temperature From Empirical," *Theguardian*, pp. 1–80, 2013.
- [6] "Brown, G.G - Unit Operations.pdf."
- [7] J. B. Joshi and L. K. Doraiswamy, *Chemical reaction engineering*. 2008. doi: 10.1201/9781420087567-13.
- [8] J. J. McKetta and W. A. Cunningham, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. 2021. doi: 10.1201/9781003209812.
- [9] E. B. Nauman, *AND SCALEUP CHEMICAL REACTOR AND SCALEUP*.
- [10] J. R. Backhurst, J. H. (John H. Harker, J. F. (John F. Richardson, and J. M. (John M. Coulson, "Coulson & Richardson's chemical engineering, J.M. Coulson and J.F. Richardson. Solutions to the problem in chemical engineering, volume 1," vol. 1, p. 332, 2001.
- [11] M. T. Ipm and M. T. Ipm, *Dr. Ir. La Ifa, S.T., M.T. IPM, ASEAN Eng. Dr. Ir. Nurdjannah, S.T., M.T. IPM, ASEAN Eng.*
- [12] M. Peters and K. Timmerhaus, *Plant desing and Economics for Chemical Engineers*, vol. 2, no. 4. 1994.
- [13] J. Bralla, "Handbook of manufacturing processes," 2006, [Online]. Available: [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/file\\_ebook/Isi1687720554214.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/file_ebook/Isi1687720554214.pdf)
- [14] N. York, C. Brisbane, T. Singapore, and G. D. Ulrich, "John Wiley & Sons a Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics".
- [15] D. Shallcross, "Process Equipment Design," *Chemical Engineering Explained: Basic Concepts for Novices*. pp. 324–346, 2023. doi: 10.1039/bk9781782628613-00324.
- [16] Mapparessa, S.B., et al. (2023). Pengujian Antimikroba, Kelembaban, Tingkat Iritasi, dan Tinggi Busa pada Hand Soap Berbasis Minyak Jelantah dan Zaitun. *Jurnal KOVALEN*, 9(2). 113-121