

---

**ABSTRAK**

Seng borat merupakan sebuah senyawa inorganik yang sering digunakan sebagai *flame retardant* atau senyawa penahan api, sehingga mencegah terjadinya kebakaran. Aplikasi penggunaan seng borat biasanya digunakan sebagai *coating* untuk berbagai plastik, tekstil, dan berbagai jenis polimer termoplastik. Seng borat dengan merek dagang Firebrake ZB merupakan seng borat dengan rumus kimia  $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ . Sementara itu, terdapat banyak jenis seng borat dengan rumus kimia lainnya, seperti  $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 1,12\text{H}_2\text{O}$ ;  $6\text{ZnO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ;  $3\text{ZnO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ . Berbagai jenis seng borat tersebut sekarang sebagian besar diproduksi oleh perusahaan dari Turki dan Tiongkok, seperti Akdeniz Chemson dan Shandong Chenxu New Materials.

Produksi seng borat ( $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ ) dibagi menjadi 2 tahap utama, yaitu proses reaksi dan pengeringan. Pada proses reaksi, seng oksida (ZnO) direaksikan dengan asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) dalam reaktor batch (R-210) pada suhu  $85^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Produk hasil tahap ini kemudian dimasukkan ke dalam *rotary vacuum filter*. Pada *rotary vacuum filter* (H-310), kandungan air berlebih yang terdapat pada larutan asam borat akan sebagian besar dikeluarkan dan dialirkan menuju Tangki (F-140). Keluaran produk seng borat dari *rotary vacuum filter* akan dikeringkan di *rotary dryer* (E-320). Proses lanjutan dari *drying* adalah *milling* pada *ball mill* (C-340) untuk mengecilkan ukuran produk dan mencegah agregasi. Proses ini dilanjutkan oleh *screening* untuk menghomogenkan ukuran partikel agar masuk dalam *range* untuk produk seng borat (tidak lebih besar dari 30 micron). Setelah itu, produk disimpan pada silo produk. Data-data pabrik seng borat ( $2 \text{ ZnO} \cdot 3 \text{ B}_2\text{O}_3 \cdot 3,5 \text{ H}_2\text{O}$ ) adalah sebagai berikut:

- a) Sistem operasi : kontinyu
- b) Waktu operasi : 330 hari/tahun

- 
- : 24 jam/hari
- c) Kapasitas produksi produk utama : 6.000 ton seng borat/tahun
- d) Kemurnian produk utama : 98,12 % (b/b)
- e) Produk samping :  $\text{H}_3\text{BO}_3$  aq 6%
- f) Kebutuhan bahan baku utama :
- Asam Borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) : 6.460.137 kg per tahun
  - Seng oksida ( $\text{ZnO}$ ) : 2.438.837 kg per tahun
- g) Utilitas
- Air Proses : 18.661.295,664 kg/tahun
  - Air Sanitasi : 1.504.800 kg/tahun
  - Air Pendingin : 4.361.995,44 kg/tahun
  - *Steam* : 5.429.666,55 kg/tahun
  - Tawas : 172,181 kg/tahun
  - PAA (Poli Akrilamida) : 61,59 kg/tahun
  - Resin Kation : 712,667 L/tahun
  - Resin Anion : 1.904,84 L/tahun
  - LNG : 320.040,66 kg/tahun
- h) Lokasi pabrik : Rembang, Jawa Tengah
- i) Luas pabrik : 3.175 m<sup>2</sup>
- j) Jumlah tenaga kerja : 62 orang
- k) Pembiayaan :
- FCI : Rp. 283.829.426.896
  - WC : Rp. 50.087.545.922
  - TCI : Rp. 333.916.972.819
  - TPC : Rp. 189.236.797.004
  - Penjualan/tahun : Rp. 1.256.981.940.521
- l) Analisa Ekonomi :
- RoE : 52,08%
  - IRR : 45,367%

- POT : 0,82 tahun sejak *startup*
- BEP : 3,77% kapasitas maksimum per tahun

Berdasarkan uraian di atas baik dari segi teknis, ekonomis, legalitas, dan hubungan masyarakat, serta lingkungan, desain proyek pabrik seng borat dengan bahan baku asam borat ( $H_3BO_3$ ) dan seng oksida ( $ZnO$ ) menggunakan reaksi heterogen layak didirikan dan dapat dilanjutkan ke tahap perencanaan.

**Kata kunci:** Seng borat, reaksi heterogen, asam borat, *flame retardant*, industri kimia.

---

**ABSTRACT**

Zinc borate is an inorganic compound that is widely used as a flame retardant, or fire-resistant compound, thereby preventing the occurrence of fires. The application of zinc borate is usually as a coating for various plastics, textiles, and different types of thermoplastic polymers. Zinc borate with the trade name Firebrake ZB is a zinc borate with the chemical formula  $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ . Meanwhile, there are many types of zinc borate with other chemical formulas, such as  $4\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 1.12\text{H}_2\text{O}$ ;  $6\text{ZnO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; and  $3\text{ZnO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ . These various types of zinc borate are now mostly produced by companies from Turkey and China, such as Akdeniz Chemson and Shandong Chenxu New Materials.

The production of zinc borate ( $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ ) is divided into two main stages, namely the reaction process and drying. In the reaction process, zinc oxide (ZnO) is reacted with boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) in a CSTR reactor (R-210) at a temperature of  $85^\circ\text{C}$  and a pressure of 1 atm. The product from this stage is then fed into a rotary vacuum filter. In the rotary vacuum filter (H-310), most of the excess water contained in the boric acid solution is removed and directed to a Tank (F-140). The zinc borate product exiting the rotary vacuum filter is then dried in a rotary dryer (E-320). The subsequent process after drying is milling in a ball mill (C-340) to reduce the product size and prevent aggregation. This process is followed by screening to homogenize the particle size so that it falls within the required range for zinc borate products (not larger than 30 micrometers). After that, the product is stored in a product silo. The data for the zinc borate ( $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ ) plant are as follows::

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| a) Operation system                 | : Continuous                     |
| b) Operating time                   | : 330 days/years, 24 hours/day   |
| c) Production capacity main product | : 6,000 tons Zinc Borate of/year |
| d) Main product purity              | : 98,12% (w/w)                   |
| e) Side product                     | : $\text{H}_3\text{BO}_3$ aq 6%  |
| f) Raw material requirement         | :                                |

- $H_3BO_3$  : 8,422,513.533 kg/year
- ZnO : 2,217,124.863 kg/year

g) Utility

- Process water : 18,661,295.664 kg/year
- Sanitary water : 1,504,800 kg/year
- Cooling water : 4,361,995.44 kg/year
- Steam : 5,429,666.55 kg/year
- Alum (Tawas) : 172,181 kg/year
- PAA : 61,59 kg/year
- Cation resin : 712,667 L/year
- Anion resin : 1.904,84 L/year
- LNG : 320,040.66 kg/year

h) Plant location : Rembang, CentralJava

i) Plant area : 3,175 m<sup>2</sup>

j) workforce : 62 Employee

k) Financial aspects :

- Fixed Capital Investment (FCI) : Rp. 283.829.426.896
- Working Capital (WC) : Rp. 50.087.545.922
- Total Capital Investment (TCI) : Rp. 333.916.972.819
- Total Production Cost (TPC) : Rp. 189.236.797.004

l) Revenue per year : Rp. 1,256,981,940,521

m) Economic Analysis :

- Return on Equity (RoE) : 52,08%
- Internal Rate of Return (IRR) : 45,367%
- Payback Time (POT) : 0,82 years from startup
- Break-Even Point (BEP) : 3,77% of maximum capacity/year

Based on the above technical, economic, legal, community relations, and environmental aspects, the design of the zinc borate ( $2 ZnO \cdot 3 B_2O_3 \cdot 3,5 H_2O$ ) plant using boric acid ( $H_3BO_3$ ) and zinc oxide (ZnO) with heterogeneous reaction method is feasible to establish and proceed to the planning stage.