

ANALISIS KEEKONOMIAN PENGAMBILAN SULFUR SECARA BIOLOGI DENGAN PROSES THIOPAQ DI LAPANGAN GAS ALAM XY

Sarah Dampang¹

¹Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
sarah.dampang@staff.unsika.ac.id

ABSTRAK. Penelitian ini menggunakan pendekatan dari sisi profitabilitas karena menyangkut keuntungan yang langsung dapat diterima secara financial. Dengan menggunakan proses Thiopaq, apabila harga sulfur sebesar 500 USD/ton maka didapatkan IRR sebesar 33%, harga NPV sebesar USD 53.237.964 dan PBP selama 2,35 tahun. Semakin tinggi harga sulfur maka revenue akan semakin meningkat dan mengakibatkan naiknya nilai NPV dan IRR sedangkan nilai PBP semakin rendah yang berarti bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai angka nol (titik balik modal) akan semakin cepat. Dan analisis sensitivitas menunjukkan bahwa harga sulfur yang paling berpengaruh terhadap terjadinya perubahan NPV dan IRR.

Kata kunci: profitabilitas, revenue, sulfur, sensitivitas, thiopaq.

ABSTRACT. This study used the approach in terms of profitability because it involves direct profit acceptable financially. By using technology Thiopaq, when the sulphur price of 500 USD/ton, it will obtain 33% of IRR, the price of NPV USD 53.237.964 and PBP of 2,35 years. The higher price of sulphur will also increase the amount of revenue and lead to the higher NPV and IRR. The lower value of PBP means the required time to reach zero (turning point of the capital) will be faster. And the sensitivity analysis of the increasing of sulfur price will have a significant influence in the NPV and IRR.

Keywords: profitability, revenue, sulfur, sensitivity, thiopaq.

PENDAHULUAN

Gas alam digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan hidup diantaranya sebagai pemanas rumah, memasak, untuk kegiatan bisnis dan bahkan digunakan sebagai bahan bakar beberapa kendaraan. Kegiatan ini telah meningkatkan penggunaan gas alam sampai 35% selama dekade terakhir dan permintaan diperkirakan akan meningkat 53% pada tahun 2020 (B.R. Fidler et al, 2003).

Konsentrasi H₂S pada emisi gas biasanya sangat encer dan teknologi tradisional *physicochemical* seperti pembakaran sampah, adsorpsi atau *scrubbing* bahan kimia cenderung mahal dan berkaitan dengan masalah polusi yang dihasilkan. Sebagai hasil yang didasarkan pada biaya peralatan

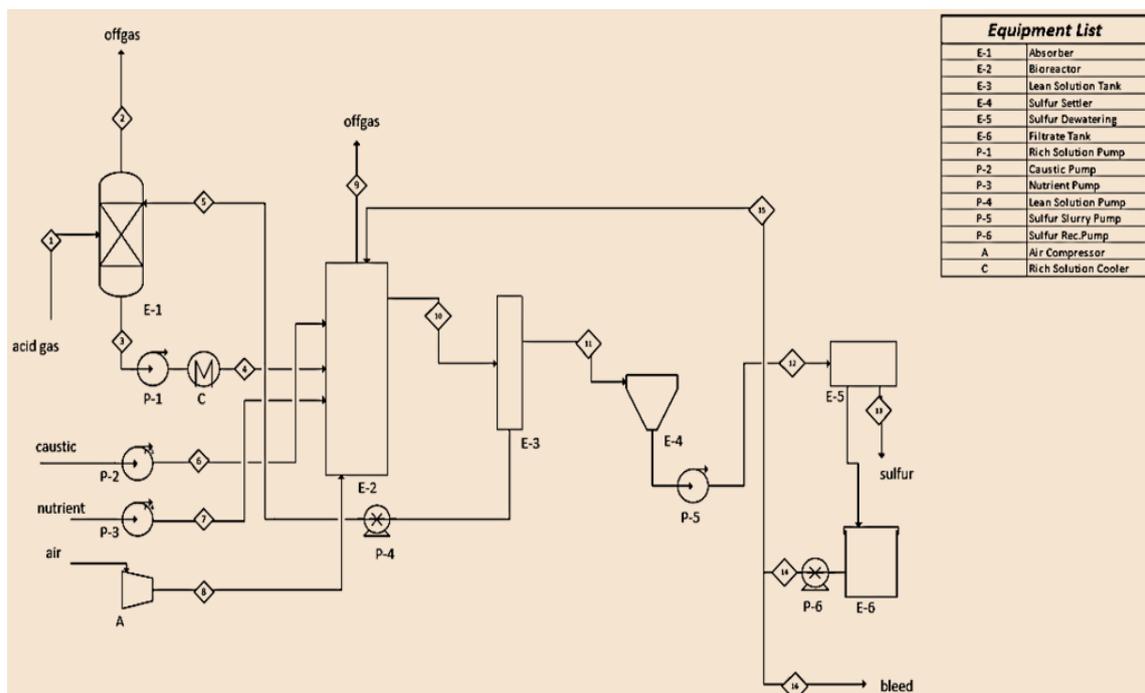
dan operasi, pengolahan secara biologi ini diyakini menjadi pilihan yang paling ekonomis untuk memisahkan H₂S dari gas (Hyo-Jin Son et al, 2005). Pemisahan H₂S secara biologi banyak digunakan karena efisien dan ekonomis. Dalam proses tersebut polutan gas yang dilarutkan ke dalam larutan encer dimana H₂S dioksidasi oleh mikroorganisme menjadi senyawa *non-volatile* seperti elemen sulfur (S) dan sulfat (SO₄²⁻) (Armando Gonzalez et al, 2007). Beberapa bakteri yang dapat digunakan, harus memiliki fitur: kemampuan yang dapat diandalkan untuk mengkonversi H₂S menjadi elemen sulfur, *input* nutrisi minimum dan mudah memisahkan sulfur dari biomassa (Gros Henri et al, 2011).

Proses bioteknologi dapat menjadi pilihan yang menarik untuk mencegah

masalah lingkungan yang disebabkan oleh emisi senyawa S, korosi pada peralatan dan untuk alasan toksisitas. Umumnya bioteknologi tidak memiliki kelemahan seperti proses *physicochemical* (misalnya membutuhkan katalis khusus, suhu atau tekanan tinggi) dan karenanya dapat lebih murah dan lebih aman. Beberapa mikroorganisme telah dipelajari untuk aplikasi dalam proses pemisahan bioteknologi H₂S. Berbagai bakteri yang mampu mengoksidasi H₂S berpotensi untuk bioteknologi seperti bakteri *chemoautotrophic* dari genus *Thiobacillus* (Wilfred et al, 2006). Bakteri *chemolithoautotrophic* dari genus *thiobacillus* dan *acidithiobacillus* menjadi organisme utama dalam oksidasi sulfide. Kelompok ini adalah bakteri *acidophilic* seperti *acidithiobacillus thiooxidans*, bakteri *neutrophilic* seperti *thiobacillus novellus*, *thiobacillus thioparus* dan *thiobacillus denitrificans*. Bakteri lainnya seperti *pseudomonas putida CH11*,

hyphomicrobium s. dan konsorsium *haloalkaliphilic* telah digunakan untuk memisahkan H₂S (Martin et al, 2009).

Proses Thiopaq terdiri dari tiga bagian proses yang terintegrasi yaitu; *absorber*, reaktor biologi aerobik dan pemisahan sulfur. *Treated gas* dan *vent air streams* dikirim ke bagian *incinerator* untuk oksidasi senyawa sulfur dan perusakan hidrokarbon. Aliran proses Thiopaq seperti pada gambar 1 (Pertamina, 2012). Aspek unik dari proses Thiopaq adalah proses ini memanfaatkan biokatalis hidup untuk mengoksidasi H₂S menjadi elemen sulfur. Biokatalis yang bertanggung jawab mengoksidasi H₂S merupakan kelompok organisme alami berwarna yang mengonsumsi sulfur dikenal sebagai *Thiobacilli* (<http://paqell.com>). Proses Thiopaq merupakan teknologi pemrosesan gas yang efisien dan ramah lingkungan (menggunakan bakteri dari alam) yang dapat dikembangkan di lapangan-lapangan gas di Indonesia.



Gambar 1. Diagram aliran proses

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka dari beberapa literatur mengenai proses Thiopaq yang telah sukses beroperasi

di beberapa negara seperti Belanda, Mesir, Amerika, India dan Kanada. Proses Thiopaq belum lazim digunakan oleh industri Migas di Indonesia sehingga informasi dan data-data yang diperlukan dalam mengkaji secara

teknis dan ekonomis masih sangat terbatas.

Teori keekonomian yang digunakan dalam mengevaluasi penelitian ini dengan menggunakan pendekatan dari sisi profitabilitas karena menyangkut keuntungan yang langsung dapat diterima secara financial. Aspek yang digunakan dalam pendekatan keekonomian yaitu: NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) dan Pay Back Period (PBP) (James, 1988).

1. NPV (Net Present Value)

NPV menghitung selisih antara nilai investasi saat ini dengan nilai penerimaan saat ini di masa yang akan datang. Proyek dikatakan layak secara ekonomis jika nilai NPV positif (lebih besar dari nol).

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+i)^t} \quad (1)$$

t = tahun proyek

n = jumlah tahun atau periode proyek

At = aliran kas pada tahun ke-t

i = tingkat bunga atau keuntungan yang ditentukan

2. IRR (Internal Rate of Return)

IRR adalah tingkat suku bunga yang menyebabkan penerimaan ekuivalen suatu cash flow sama dengan pembayaran ekuivalen cash flow tersebut. IRR diperoleh dengan mensimulasikan NPV sebesar 0 dan akan menguntungkan jika bernilai positif.

$$0 = NPV = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+i)^t} \quad (2)$$

t = tahun proyek

n = jumlah tahun atau periode proyek

At = aliran kas pada tahun ke-t

i = IRR

Suatu proyek dapat dikatakan berhasil bila memenuhi 2 (dua) syarat berikut:

- Nilai NPV positif.

- $IRR > \text{Minimum Acceptable Rate of Return (MARR)}$

Nilai MARR pada dasarnya merupakan *Weighted Average Cost of Capital (WACC)*, di mana nilainya bergantung pada seberapa besar nilai yang diberikan terhadap modal sendiri dan pinjaman. WACC dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$WACC = \frac{CdD}{D+E} + \frac{CeE}{D+E} \quad (3)$$

D = Jumlah Modal Pinjaman (Debt)

E = Jumlah Modal Sendiri (Equity)

Cd = Bunga Modal Pinjaman

Ce = Bunga Modal Sendiri

Sedangkan

$$Cd = i \times (1 - T) \quad (4)$$

i = suku bunga pinjaman

T = tarif pajak pendapatan

perusahaan yang besarnya mengacu kepada ketentuan peraturan perundangan di Indonesia

dan

$$Cd = R_f + \beta(BPMEM + ICRP) \quad (5)$$

dimana:

R_f = *Risk Free Rate*, tingkat pengembalian investasi bebas resiko, yaitu tingkat pengembalian surat utang yang dikeluarkan oleh negara Amerika Serikat (*US Treasury Bond*)

β = ukuran fluktuasi portfolio investasi atau individual instrument investasi dibandingkan dengan pasar

BPMEM = *base premium for mature equity market*

ICRP = *Indonesia Country Risk Premium*

3. PBP (Pay Back Period)

Periode pengembalian atau *pay back period* adalah waktu yang dibutuhkan agar jumlah penerimaan sama dengan jumlah investasi/biaya. PBP menunjukkan berapa lama modal investasi dapat kembali, sehingga PBP dapat dijabarkan dengan persamaan:

$$0 = \sum_{t=0}^{PBP} X_t \quad (6)$$

X_t = *cash flow* pada tahun t

PBP = periode pengembalian proyek

t = tahun proyek berjalan

Analisis keekonomian dengan menghitung

a. *Operational expenditure (OPEX)* termasuk didalamnya harga *power utility, chemical* dan bakteri. *Power utility* diperoleh dari jumlah power pompa dan cooler. *Chemical* diperoleh dari jumlah *caustic* yang digunakan sedangkan untuk harga nutrient dan bakteri dipakai asumsi-

asumsi. OPEX yang dimaksudkan adalah biaya-biaya yang dikeluarkan khusus untuk fasilitas.

- b. *Capital expenditure* (CAPEX) dimana data CAPEX diperoleh dari *Autorization For Expenditure* (AFE) K3S tahun 2013. Dimana CAPEX yang dimaksud disini adalah total biaya modal termasuk biaya peralatan yang mencakup biaya pemasangan, desain dan engineering, instrumentasi serta perpipaan utama.
- c. *Revenue* (pendapatan) yang diperoleh dengan menghitung harga sulfur yang dihasilkan yaitu sebesar 13 ton/hari.

Dengan data-data tersebut diatas maka dapat dihitung NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) dan Pay Back Period (PBP) serta analisis sensitivitas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Biaya yang dikeluarkan untuk proses Thiopaq terdiri dari biaya investasi peralatan, pemasangan peralatan dan komponen lain yang termasuk dalam biaya modal (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX). Untuk mengetahui layak atau tidaknya pemanfaatan proses Thiopaq yang akan didirikan, juga perlu secara financial yang mencakup *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *pay back periode* (PBP) sebagai evaluasi biaya mendirikan proses Thiopaq yang terintegrasi dengan proses lainnya yang berada di fasilitas gas alam XY.

Pembahasan

1. Capex

Biaya modal (*capital expenditure*) yaitu pengeluaran yang akan memberikan manfaat pada periode yang akan datang. Total biaya modal merupakan perhitungan biaya peralatan yang mencakup biaya pemasangan, desain dan engineering, instrumentasi serta perpipaan utama pada tabel 1.

2. OPEX

Biaya operasional yang dikeluarkan meliputi biaya penggunaan *power utility*, biaya *chemical* (*caustic dan nutrient*) dan biaya bakteri pada tabel 2.

3. Revenue

Pada perhitungan revenue (pendapatan) diasumsikan sebagai berikut :

- a. Diambil harga sulfur 500 USD/ton dibawah dari referensi harga karena harga sulfur fluktuatif (tidak tetap) sehingga diambil harga yang paling minimum. Referensi harga sulfur \$650 - \$850 /ton untuk solid dan diatas \$1000 /ton untuk liquid (<http://news.alibaba.com>)
- b. USD 1 = Rp.10.000 dan 1 tahun = 350 hari

Nilai *revenue* diperoleh dari harga sulfur per ton dikalikan dengan jumlah sulfur yang dihasilkan sebesar 12,72 ton per hari sehingga didapatkan USD 2.226.420 per tahun.

Berdasarkan perhitungan CAPEX, OPEX dan *revenue* maka diperoleh arus kas masuk dan keluar selama proyek ini beroperasi dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 1. Biaya peralatan

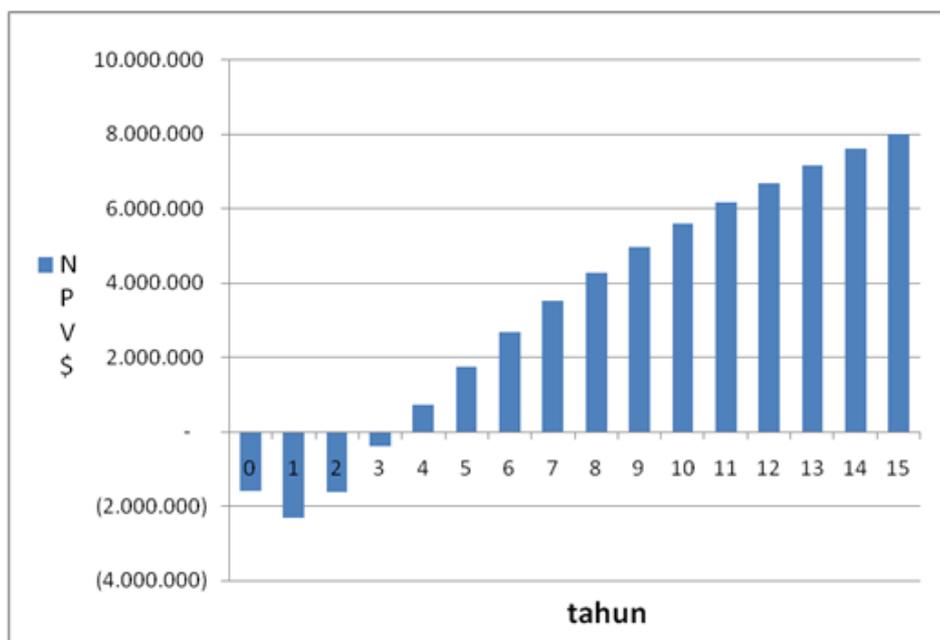
No.	Deskripsi	Jumlah	Harga/unit USD	Harga total USD
1.	H ₂ S Absorber	1	290.146	290.146
2.	Bioreactor	1	455.892	455.892
3.	Lean Solution Tank	1	39.549	39.549
4.	Sulfur Settler	1	4.619	4.619
5.	Sulfur Dewatering Unit	1	250.351	250.351
6.	Filtrate Tank (Incl. Mixer)	1	1.181	1.181
7.	Rich Solution Pump+standby	1	287.819	575.638

8.	Caustic Dosing Pump+standby	2	20.196	40.392
9.	Nutrient Dosing Pump+standby	2	6.005	12.010
10.	Lean Solution Pump+standby	2	196.775	393.550
11.	Sulfur Slurry Pump	1	5.549	5.549
12.	Sulfur Recirculation Pump	1	5.549	5.549
13.	Air Compressor+stanby	2	487.128	974.256
14.	Rich Solution Cooler	1	146.135	146.135
Total				3.194.817

Sumber : Autorization For Expenditure (AFE) K3S tahun 2013

Tabel 2. Biaya OPEX

No.	Deskripsi	Harga USD/year	Keterangan
1.	power utility 310,4 kW	0,1115 \$ /kWh	290.627 Harga listrik tahun 2014 utk golongan industri 1.115 Rp/kWh
2.	caustic 33,1 kmol/h	0,15-35 per pond	215.572 Reff: http://answers.ask.com
3.	nutrient	10.778,6	Asumsi 5% dari harga NaOH
4.	bakteri	10.778,6	Asumsi 5% dari harga NaOH
Total		527.756	



Gambar 2. Arus kas

4. Analisis kelayakan

Analisis kelayakan keekonomian dari investasi proses Thiopaq ditentukan oleh parameter-parameter yang dicari

yaitu *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR) dan *pay back period* (PBP).

Net Present Value (NPV)

Dari perhitungan diperoleh nilai NPV bernilai positif sebesar USD 53.237.964 yang menunjukkan bahwa proyek ini dapat memberikan keuntungan atau layak dioperasikan.

Internal Rate of Return (IRR)

Perhitungan IRR diperlukan untuk melihat apakah proyek ini layak atau tidak untuk dioperasikan. Setelah nilai IRR dihitung, nilai ini dibandingkan dengan MARR untuk memeriksa apakah alternatif dapat diterima. Jika $IRR \geq MARR$, alternatif diterima, sebaliknya tidak. Sedangkan MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*) adalah bunga bank atau suku pengembalian modal. MARR untuk proyek ini ditetapkan sebesar 15,2%. Pada perhitungan yang dilakukan IRR yang didapat lebih besar dari MARR yaitu sebesar 33% sehingga proyek ini layak dioperasikan.

Perhitungan MARR

Modal yang dipakai dalam proyek ini adalah 100% modal sendiri sehingga perhitungan MARR didasarkan pada

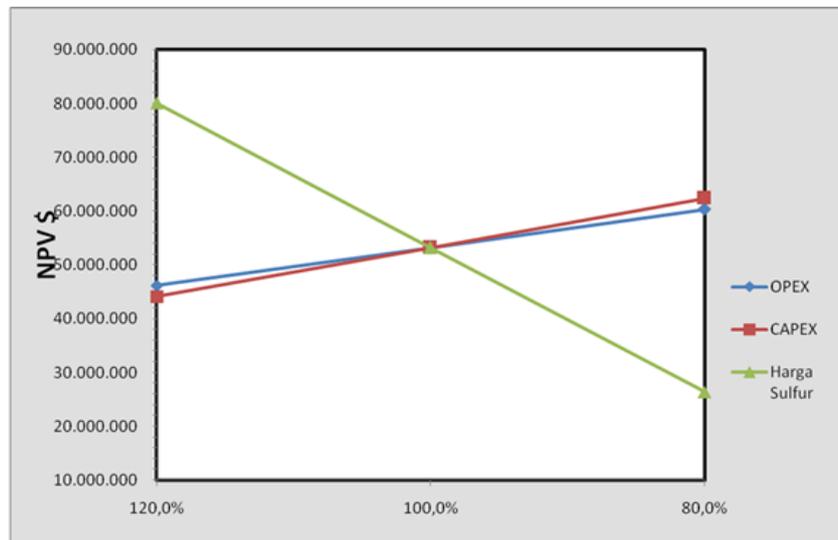
rumus 3, 4 dan 5 sehingga didapatkan nilai $MARR = 15,2\%$ (perhitungan dilampiran)

Pay Back Period (PBP)

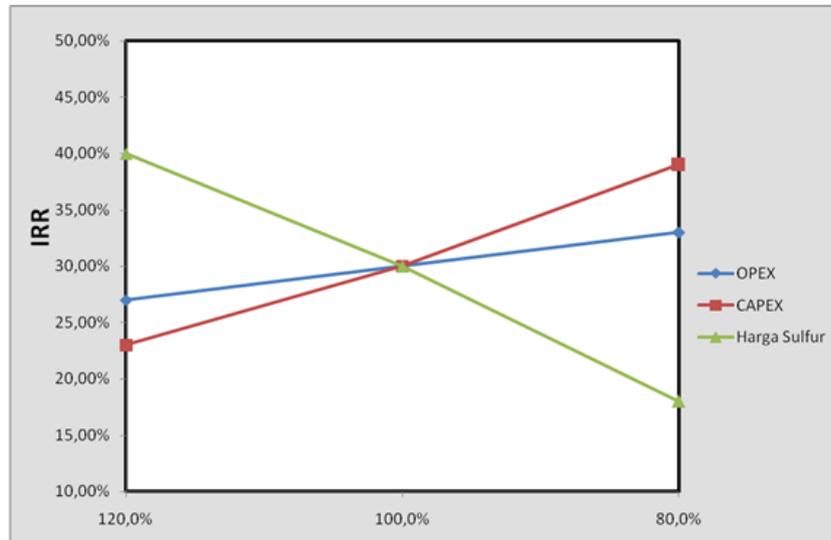
Perhitungan PBP dimaksudkan untuk melihat seberapa lama proyek ini mengembalikan modal yang dikeluarkan. Semakin cepat modal dikembalikan semakin baik pula proyek ini dioperasikan. Apabila PBP melebihi umur proyek (15 tahun) maka proyek ini dinyatakan tidak layak. Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka diperoleh waktu yang diperlukan untuk mengembalikan aliran kas yang keluar dalam investasi selama 2,35 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa proyek ini dapat memberikan keuntungan atau layak dioperasikan.

Analisis sensitivitas

Pada gambar 3 sensitivitas NPV dan pada gambar 4 sensitivitas IRR, keduanya sangat terpengaruh pada harga sulfur.



Gambar 3. Analisa sensitivitas terhadap NPV



Gambar 4. Analisa sensitivitas terhadap IRR

KESIMPULAN

1. Apabila harga sulfur sebesar 500 \$/ton maka didapatkan IRR sebesar 33%, harga NPV sebesar USD 53.237.964 dan PBP selama 2,35 tahun. Semakin tinggi harga sulfur maka *revenue* akan semakin meningkat dan mengakibatkan naiknya nilai NPV dan IRR sedangkan nilai PBP semakin rendah yang berarti bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai angka nol (titik balik modal) akan semakin cepat.
2. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa harga sulfur yang paling berpengaruh terhadap terjadinya perubahan IRR dan NPV.

DAFTAR PUSTAKA

- Armando Gonzalez-Sanchez, Sergio Revah. 2007. *The effect of chemical oxidation on the biological sulfide oxidation by an alkaliphilic sulfoxidizing bacterial consortium*, Enzyme and Microbial Technology 292–298.
- B.R. Fidler, K.L. Sublette, G.E. Jenneman, G.A. Bala. 2003. *A novel approach to hydrogen sulfide removal from natural*

gas, Society of Petroleum Engineers (SPE).

Gros Henri Bernard Gilles, Martin-Salmeron Fernando, Martinez Sanchez Guillermo, Petrucci Stefano, Realini Anna. (2011). *Microbial Technologies for Hydrogen Sulphide Removal from Gas Streams*. Trondheim.

Hyo-Jin Son, Jung-Heon Lee. (2005). *H₂S removal with an immobilized cell hybrid reactor*, Process Biochemistry. 2197–2203.

<http://news.alibaba.com/article/detail/chemical/-china-sulfur-cost-price.html>.

http://answers.ask.com/science/chemistry/how_much_does_sodium_cost.

<http://paqell.com/thiopaq/process-description/>.

Martin Ramirez, Jose Manuel Gomez, German Aroca, Domingo Cantero. (2009). *Removal of hydrogen sulfide by immobilized Thiobacillus thioparus in a biotrickling filter packed with polyurethane foam*, Bioresource Technology. 4989–4995.

James M. Douglas, *Conceptual* (1988).
Design of Chemical Process,
Mc Graw Hill, New York.

Pertamina Donggi. (2012). Basic
Design Package Part 2.
Biological Sulphur Recovery
Unit and Thermal Incinerator.

Wilfred E. Kleinjan, Chris L.M. Marcelis,
Arie de Keizer, Albert J.H.
Janssen, Martien A. (2006).
*Foam formation in a
biotechnological process for
the removal of hydrogen
sulfide from gas streams*,
Cohen Stuart Colloids and
Surfaces A: Physicochem.
Eng. Aspects. 36–44.