

Analisis Kelayakan Pengoperasian Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) CV Proma Tun Probolinggo

Tri Prihatiningsih⁽¹⁾, Haryono⁽²⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga^(1,2)

Jln. Yos Sudarso 107 Pabean Dringu Probolinggo

Email: tri.prihatiningsih@upm.ac.id⁽¹⁾, haryono@upm.ac.id⁽²⁾

Abstrak - Tahu merupakan makanan tradisional Indonesia yang sangat digemari masyarakat. Proses produksi tahu menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah cair tersebut mengandung BOD, COD dan TSS yang sangat tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan, oleh sebab itu perlu adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui studi kelayakan ekonomi dari pengoperasian IPAL tersebut. Penelitian dilakukan di CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo. Untuk mengetahui kelayakan ekonomi dari pengoperasian IPAL menggunakan parameter *Net Present Value (NPV)*, *Payback Period (PP)* dan *Benefit Cost Ratio (B/C R)*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa IPAL yang digunakan adalah dengan sistem Anaerob-Biogas, sistem anaerob tersebut merupakan pengolahan air limbah dengan cara memanfaatkan mikroorganisme yang bekerja tanpa oksigen bebas, dengan tiga tahapan, yaitu : Tahap Hidrolisis, Asidifikasi, dan Tahap Pembentukan Metana. Gas metana (biogas) yang dihasilkan tersebut merupakan campuran dari berbagai macam gas antara lain, CH₄ (54%-70%), CO₂ (27%-45%), O₂ (1%-4%), N₂ (0,5%-3%), CO (1%), dan H₂ yang ditampung di dalam gas holder dan disalurkan kepada masyarakat sebagai bahan bakar alternatif pengganti gas LPG.

Untuk analisis kelayakan ekonomi dengan kriteria NPV menunjukkan bahwa IPAL biogas menguntungkan, karena nilai NPV positif yaitu Rp. 58.249.000. Berdasarkan kriteria PP yaitu 5 tahun 10 bulan 20 hari, yang berarti waktu tersebut cukup singkat dan tidak melampaui umur ekonomis gas holder. Dan nilai *B/C Ratio* adalah 1,4109 yang berarti bahwa IPAL biogas di CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo layak untuk dikembangkan karena nilai *B/C R* > 1.

Kata Kunci : Anaerob-Biogas, NPV, PP, B/C R

Abstract - Tofu is a traditional Indonesian food that is very popular with the community. The tofu production process produces solid and liquid waste. The liquid waste contains very high BOD, COD and TSS which has the potential to pollute the environment, therefore it is necessary to have a Waste Water Treatment Plant (WWTP). This study aims to determine the economic feasibility study of the operation of the WWTP. The research was conducted at CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo. To find out the economic feasibility of the operation of WWTPs using the parameters of the Net Present Value (NPV), Payback Period (PP) and Benefit Cost Ratio (B / C R)

The results showed that the WWTP used was the Anaerob-Biogas system, the anaerobic system is wastewater treatment by utilizing microorganisms that work without oxygen free, with three stages, namely: Hydrolysis, Acidification, and Methane Formation Stage. The resulting

methane gas (biogas) is a mixture of various types of gases, including CH₄ (54% -70%), CO₂ (27% -45%), O₂ (1% -4%), N₂ (0.5% -3%), CO (1%), and H₂ which are stored in the gas holder and distributed to the community as an alternative fuel to replace LPG gas.

For an analysis of economic feasibility with NPV criteria shows that the biogas WWTP is profitable, because the NPV value is positive at Rp. 58,249,000. Based on the criteria of PP, which is 5 years 10 months 20 days, which means that the time is quite short and does not exceed the age of the economical gas holder. And the value of B / C Ratio is 1.4109 which means that the WWTP biogas in the CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo deserves to be developed because of the value of B / C R > 1.

Keywords: Anaerob-Biogas, NPV, PP, B / C R

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya Proses produksi tahu di daerah kabupaten Probolinggo masih menggunakan cara yang tradisional, sehingga tingkat penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah, sehingga tingkat limbah yang dihasilkan relatif tinggi.

Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tahu mengandung rata-rata zat pencemar yang akan berdampak buruk bagi lingkungan, sehingga perusahaan melakukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada dengan membangun IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah), dimana IPAL tersebut menerapkan sistem anaerob di dalam digester yang menghasilkan gas *methane* (biogas)[1]. Biogas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti gas LPG. Keberadaan IPAL biogas ini memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya, karena ada peran aktif pelaku industri, nilai tambah, dan pengurangan resiko pencemaran lingkungan, sehingga perlu dilakukan kajian ekonomi mengenai kelayakan dari IPAL biogas tersebut[2].

Dari latar belakang diatas, tujuan dilakukannya penelitian ini, adalah :

Untuk menganalisis kelayakan ekonomi pengembangan IPAL biogas.

Penelitian ini hanya dilakukan pada bagian pengolahan limbah cair yang dihasilkan dalam produksi tahu dari aspek ekonomi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sumber Limbah Industri Tahu

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu[3]. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan. Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan/pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan[4].

Pengolahan Limbah Cair Tahu Sistem Anaerob-Biogas

Secara umum proses anaerobik (tanpa ada oksigen bebas) akan menghasilkan gas *Methane* (biogas) dari pembusukan bahan-bahan organik oleh bakteri. Biogas tersebut merupakan campuran dari berbagai macam gas antara lain : CH₄ (54%-70%), CO₂ (27%-45%), O₂ (1%-4%), N₂ (0,5%-3%), CO (1%), dan H₂ Dengan sistem anaerobik-biogas, gas yang dihasilkan tergantung pada kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang terkandung dalam limbah, lamanya waktu pembusukan minimal 30 hari karena semakin lama pembusukan semakin sempurna prosesnya, suhu di dalam digester yaitu 15⁰C-35⁰C, kapasitas kedelai minimal untuk dapat menghasilkan biogas adalah ± 400 kg, untuk produksi tahu dengan kapasitas kedelai 700 kg/hari dihasilkan tidak kurang dari 10.500 liter gas bio per hari, kebutuhan satu rumah tangga dengan 4-5 orang anggota ± 1.200 – 2.000 liter gas bio per hari.

Adapun sistem pengolahan biogas meliputi inlet (masuknya air limbah), bak equalisasi, bak pengendapan, bak *Anaerobik Filter*, bak peluapan, bak pengurasan, dan *outlet* (keluarnya air limbah yang telah diolah) Sifat penting dari gas *methane* ini adalah tidak berbau, tidak berwarna, beracun dan mudah terbakar. Karena sifat gas tersebut, maka

gas *methane* ini termasuk membahayakan bagi keselamatan manusia[5].

Penggunaan biogas ini merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan, karena dengan fermentasi bakteri anaerob (bakteri *methane*) maka tingkat pengurangan pencemaran lingkungan dengan parameter BOD, COD akan berkurang sampai 90%. Sistem ini banyak dipakai dengan pertimbangan ada manfaat yang bisa diambil yaitu pemanfaatan biogas yang sangat memungkinkan digunakan sebagai bahan sumber energi karena gas *methane* sama dengan gas elpiji (liquid petroleum gas/LPG), perbedaannya adalah gas *methane* mempunyai satu atom C, sedangkan elpiji lebih banyak. Contoh pemanfaatan biogas misalnya untuk memasak, lampu penerangan, listrik generator, dan dapat menggantikan bahan bakar yang lain, dan sebagainya.

Nilai Tambah (*Value Added*)

Nilai tambah merupakan selisih dari nilai output dengan biaya bahan dan pengolahan input Hidayat (2012). Secara ekonomis, peningkatan nilai tambah suatu barang dapat dilakukan melalui perubahan bentuk (*form utility*), perubahan tempat (*place utility*), perubahan waktu (*time utility*), dan perubahan kepemilikan (*potition utility*).

Studi Kelayakan

Studi kelayakan bisnis merupakan bahan pertimbangan dalam mengambil suatu keputusan, apakah menerima atau menolak dari suatu gagasan usaha atau proyek yang direncanakan (Emawati.2007).

Untuk mengetahui apakah pelaksanaan proyek tersebut menguntungkan atau tidak, dilakukan evaluasi proyek dengan cara menghitung manfaat dan biaya yang diperlukan sepanjang umur proyek. Adapun komponen yang diperlukan untuk analisis kelayakan finansial adalah sebagai berikut :

a. *Cash Flow*

Aliran kas disusun untuk menunjukkan perubahan kas selama periode tertentu serta memberikan alasan mengenai perubahan kas tersebut dengan menunjukkan dari mana sumber-sumber kas dan penggunaan-penggunaannya (Emawati, 2007). Berdasarkan jenis transaksinya, kas dalam *cash flow* dibagi menjadi dua macam, yaitu :

- Arus kas masuk (*cash inflow*), yaitu arus kas menurut jenis transaksinya yang mengakibatkan terjadinya arus penerimaan kas. Misal : penerimaan penjualan, manfaat tambahan, dan nilai sisa.
- Arus kas keluar (*cash outflow*), yaitu arus kas menurut jenis transaksinya yang mengakibatkan terjadinya pengeluaran dana kas. Misal : pengeluaran biaya investasi, dan pengeluaran biaya operasional.

b. Kriteria Kelayakan Investasi

Untuk menilai atau menganalisa *feasible* tidaknya suatu usulan investasi maka ada beberapa kriteria penilaian yang digunakan, metode yang digunakan dalam penilaian investasi adalah sebagai berikut :

1. *Net Present Value (NPV)* atau nilai bersih sekarang yaitu selisih antara *present value* dari investrasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih di masa yang akan datang.

Untuk menghitung nilai sekarang perlu ditentukan tingkat bunga yang relevan. Rumus yang digunakan dalam perhitungan NPV adalah sebagai berikut :

$$NPV = \sum PV_t - A_0$$

$$NPV = (PV_1 + PV_2 + PV_3,.....) - A_0 \dots\dots\dots(1)$$

PV = (arus kas x *discount factor*)

Discount factor (diskonto) adalah bilangan kurang dari 1 (satu) yang dipakai untuk mengalikan suatu jumlah nilai dimasa yang akan datang (*future value*) supaya menjadi nilai sekarang (*present value*).

$$Discount Factor = \frac{1}{(1+r)^t} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

PV_t = Present Value Periode t

A₀ = Nilai investasi

r = Suku bunga (*discount rate*)

t = Periode waktu proyek

Penilaian kelayakan ekonomi berdasarkan NPV yaitu :

- Jika NPV > 0, maka proyek layak / menguntungkan
- Jika NPV < 0, maka proyek tidak layak / rugi
- Jika NPV=0, maka proyek tidak untung ataupun tidak rugi

2. *Payback Period (PP)*

Adalah suatu periode yang menunjukkan berapa lama modal yang ditanamkan dalam proyek tersebut dapat kembali. Metode ini hanya mengukur kecepatan pengembalian dana, bukan mengukur profitabilitas.

Rumus yang digunakan dalam *payback period* adalah sbb :

Jika arus kas pertahun jumlahnya sama :

$$PP = \frac{Investasi\ Awal}{Arus\ Kas} \times 1\ tahun \dots\dots\dots(3)$$

Jika arus kas pertahun jumlahnya berbeda :

$$PP = n + \frac{a - b}{c - b} \times 1\ tahun \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

n = Tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula-mula

a = Jumlah investasi mula-mula

b = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke - n

c = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n + 1

3. *Benefit Cost Ratio (B/C R)*

Ukuran ini menggambarkan besarnya resiko proyek. *Benefit Cost Ratio* adalah perbandingan jumlah nilai

sekarang dari pendapatan (*benefit*) dan pengeluaran (*cost*) proyek selama umur ekonomisnya[6].

Adapun rumus yang digunakan :

$$BCR = \frac{nilai\ sekarang\ Benefit}{nilai\ sekarang\ Biaya}$$

$$= \frac{(PV)B}{(PV)C} \dots\dots\dots(5)$$

Biaya (C) pada persamaan 1 dapat dianggap sebagai biaya pertama (*Cf*) sehingga persamaannya menjadi :

$$BCR = \frac{(PV)B}{Cf} \dots\dots\dots(6)$$

dimana :

BCR = Perbandingan manfaat terhadap biaya (*benefit-cost ratio*)

(PV) B = Nilai sekarang *benefit*

(PV) C = Nilai sekarang *cost*

Adapun pedoman keputusan untuk B/C R adalah :

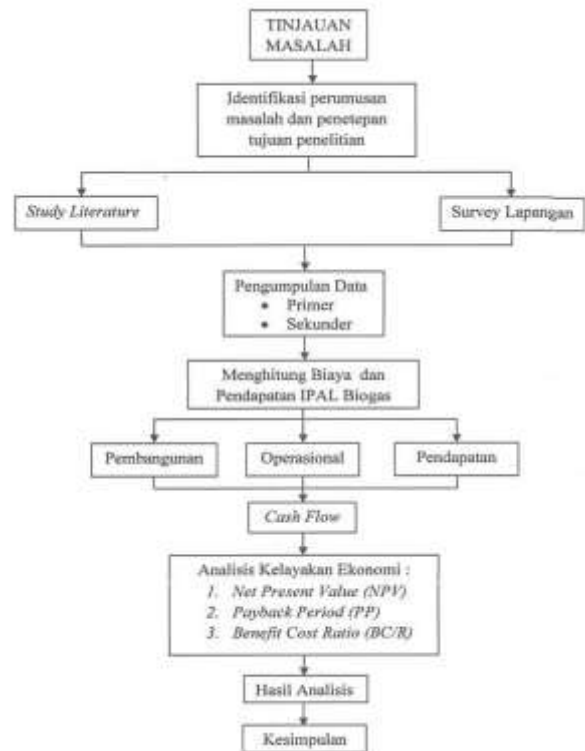
B/C ≥ 1, Alternatif investasi atau proyek layak (*feasible*),maka proyek diterima.

B/C ≤ 1, Alternatif investasi atau proyek tidak layak (*not feasible*), maka proyek ditolak.

B/C = 1, Alternatif investasi atau proyek impas (tidak untung/rugi), proyek dilaksanakan atau tidak dilaksanakan tidak berpengaruh[7].

III. METODE PENELITIAN

Flow Chart Metodologi Penelitian



Gambar 1. Flow chart Metode Penelitian

Tahap Identifikasi

Tahap awal yang dilakukan peneliti setelah mendapatkan topik untuk diteliti adalah mengidentifikasi obyek penelitian. Identifikasi ini bertujuan agar peneliti mengenal secara umum obyek penelitian mengenai kondisi perusahaan dan permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan. Obyek penelitian dalam hal ini adalah Analisis kelayakan dari aspek ekonomi IPAL Biogas pada Prima Tun Saroyyan, Probolinggo.

Study Literature dan Survey Lapangan

Study Literature dilakukan peneliti sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Sumber referensi bisa di dapat dari buku, internet, jurnal, artikel, dan beberapa laporan penelitian terdahulu. *Study literature* dapat membantu dalam pemecahan masalah dalam penelitian serta dapat dijadikan acuan dalam proses pengolahan data. Beberapa teori dalam *study literature* ini adalah mengenai *green manufacturing* dan *benefit cost ratio*.

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini tahap pengumpulan data ada dua, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer, merupakan data yang diperoleh peneliti secara langsung di tempat penelitian dengan cara wawancara.
2. Data Sekunder, Merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung, atau data yang diperoleh dari pihak-pihak lain diluar tempat penelitian namun masih berkaitan dengan obyek penelitian.

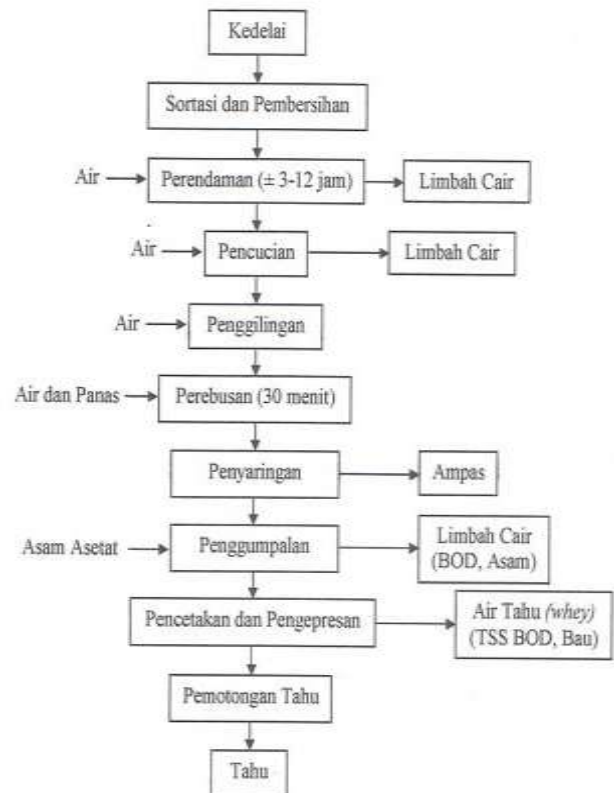
Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Pengolahan data kualitatif dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem IPAL biogas di CV. Prima Tun Saroyyan Probolinggo yang disajikan dalam bentuk uraian deskriptif, tabel, bagan, atau gambar untuk mempermudah pemahaman. Sedangkan pengolahan data kuantitatif dilakukan untuk mengetahui keadaan IPAL biogas dari aspek ekonomi dengan menghitung biaya-biaya dan pendapatan IPAL Biogas.

Dari hasil pengolahan data kuantitatif tersebut selanjutnya akan disusun aliran kas (*cash flow*), dimana data *cash flow* tersebut sebagai landasan untuk analisis kelayakan investasi yang menggunakan beberapa metode, yaitu : *Net Present Value (NPV)*, *Payback Period (PP)* dan *Benefit Cost Ratio (B/C R)*, dimana nilai akhir dari ketiga metode tersebut sebagai bahan pertimbangan apakah IPAL biogas tersebut layak untuk dikembangkan.

IV. PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Tahu



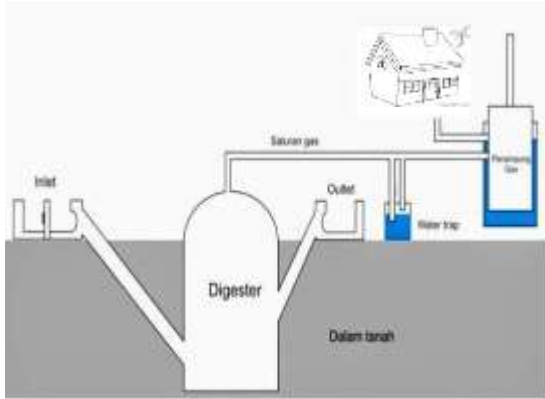
Gambar 2. Proses Produksi Tahu

Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

Industri tahu CV. Prima Tun Saroyyan Probolinggo mempunyai kapasitas produksi 6 kw/hari dengan penggunaan air untuk proses produksi mencapai $\pm 10 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang berasal dari air tanah.

Sebelum dibangun IPAL limbah cair yang dihasilkan dialirkan ke sungai yang terletak dibelakang pabrik. Hal ini menyusul langkah Pemerintah Kota Probolinggo melalui Badan Lingkungan Hidup (BLH) yang berimplementasi kerjasama dengan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). IPAL yang digunakan adalah dengan sistem Anaerob-Biogas. Biogas di industri tahu ini dimanfaatkan oleh penduduk setempat sebagai bahan bakar untuk memasak[8].

Berikut adalah *flow* diagram transformasi limbah cair tahu menjadi biogas di CV. Prima Tun Saroyyan Probolinggo :



Gambar 3. Gambar Transformasi Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas

Air limbah sisa proses produksi mengalir melalui parit atau selokan yang dibuat didalam pabrik menuju ke bak penampungan (*inlet*), disini air limbah melalui penyaringan terlebih dahulu untuk memisahkan kotoran-kotoran yang terikut, sehingga tidak mengganggu proses selanjutnya. Dengan adanya jeda waktu produksi tiap harinya bak ini secara teknis dapat menjadi tempat berlangsungnya proses asidifikasi. Air limbah selanjutnya memasuki digester. Di dalam digester ini terjadi penguraian materi organik (fermentasi) serta tempat berlangsungnya proses anaerob dan pengambilan biogas. Dari proses transformasi limbah cair tahu menjadi biogas di dalam digester terdapat lumpur dari endapan air limbah, dan lumpur tersebut di buang melalui bak outlet untuk proses pengolahan lanjut dan kemudian dialirkan ke badan sungai.

Digester yang dibangun berupa tangki berbentuk lingkaran dengan diameter 350 cm dan tinggi 410 cm berbahan *fiberglass* dengan tebal 7 mm yang dikubur di dalam tanah dan mempunyai volume 40 m³ sehingga waktu tinggal air limbah tahu mencapai 7 hari dan dapat menghasilkan gas *methane* lebih optimal.

Langkah selanjutnya adalah memasukkan potongan bambu dan jaring ke dalam digester, dimana bambu tersebut digunakan sebagai media biofilter. Bambu yang dibutuhkan sekitar 20 m² dan di potong-potong sepanjang 10 cm kemudian ditempatkan di dalam jaring-jaring, lalu disusul dengan persiapan *start up* yang menggunakan kotoran sapi dengan kapasitas total 15 m³. Kotoran sapi tersebut dimasukkan secara periodik.

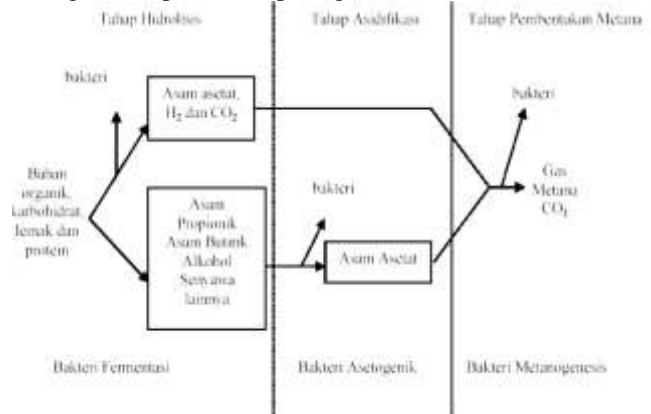
Proses anaerobik pada hakikatnya adalah aktivitas mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen bebas untuk memecah bahan buangan organik. Secara umum, tahapan untuk terbentuknya biogas dari proses fermentasi anaerobik dapat dipisahkan menjadi tiga, yaitu : tahap hidrolisis, tahap pengasaman dan tahap pembentukan gas metana (CH₄).

Tahap Hidrolisis, bahan-bahan biomassa yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan bahan ekstraktif

seperti protein, karbohidrat dan lipida akan diurai menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek.

Tahap Pengasaman (Asidifikasi), bakteri akan menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat, H₂ dan CO₂. bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, CO₂, H₂S dan sedikit gas CH₄.

Tahap Pembentukan Gas CH₄, bakteri yang berperan adalah bakteri metanogenesis. Bakteri ini akan membentuk gas CH₄ dan CO₂ dari gas H₂, CO₂ dan asam asetat yang dihasilkan pada tahap pengasaman. Ketiga proses dalam biodigester dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. Proses dalam Biodigester

Proses produksi biogas dimulai dalam waktu 3-5 hari. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap produksi biogas adalah kondisi anaerob atau kepad udara, Bahan baku isian, Imbangan C/N, Derajat keasaman (pH), Temperatur, Starter.

Interaksi sinergis antara bermacam-macam kelompok bakteri di dalam digester tersebut produknya berupa gas *methane*. Gas *methane* yang dihasilkan dari proses pencernaan bakteri metanogen di dalam digester kemudian dialirkan dan ditampung pada gas holder. Gas *methane* yang ditampung dalam gas holder tersebut merupakan campuran dari berbagai macam gas antara lain, CH₄ (54%-70%), CO₂ (27%-45%), O₂ (1%-4%), N₂ (0,5%-3%), CO (1%), dan H₂.

Gas holder yang dibangun memiliki kapasitas 25 m³ dan dibangun dengan sistem terapung (*floating*). Dan untuk kelancaran penyaluran gas dipasang *water trap* yang di pasang di beberapa titik yang berfungsi sebagai penangkap air sehingga tidak menyumbat saluran.

Untuk memanfaatkan biogas tersebut pada bagian digester diberi saluran menggunakan pipa PVC kemudian gas akan keluar melalui saluran tersebut. Pipa PVC yang digunakan berdiameter 2 inch dan ½ inch. Pipa tersebut dikubur sedalam 15 cm di dalam tanah agar tidak

terpengaruh oleh getaran dan tekanan sehingga pipa tidak mudah pecah. Pipa ini diberi kran sehingga bila dibutuhkan bisa dibuka. Sedangkan bila tidak dipakai bisa ditutup kembali sehingga gas tetap berada dalam penampungan (digester). Dari saluran pipa tadi dihubungkan dengan selang plastik yang lebih kecil, selang ini dihubungkan pada kompor gas.

Biaya Pembangunan IPAL Biogas CV. Proma Tun Saroyyan

Tabel 1. Rincian Biaya Pembangunan IPAL

No	Jenis Pekerjaan	Biaya (Rp)
1	Pembelian <i>Fiberglass</i> , Konstruksi Biodigester dan Gas Holder	113.805.808,8
2	Konstruksi Perpipaan	3.337.609,63
3	Analisa Laboratorium	11.728.400
JUMLAH		128.871.818,40
PPN 10%		12.887.181,82
TOTAL		141.759.000,20
DIBULATKAN		141.759.000,00

Tabel 1. Rincian Biaya Pembangunan IPAL

Biaya Operasional IPAL Biogas CV. Proma Tun Saroyyan

Umur ekonomis IPAL biogas diasumsikan selama 10 tahun. Selain biaya pembangunan, unit IPAL biogas perlu juga biaya operasional. Biaya operasional terdiri dari upah tenaga kerja IPAL sebagai operator, biaya pengecatan gas holder setiap tahun, dan biaya perawatan atau pemeliharaan. Biaya operasional tersebut ditanggung oleh penerima manfaat pertama (pemilik pabrik tahu). Berikut data mengenai biaya-biaya operasional pengolahan limbah cair tahu dengan IPAL sistem anaerobik-biogas di CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo :

Tabel 2. Rincian Biaya Operasional IPAL

No	Jenis Biaya	Jml	Biaya
1	Upah Operator IPAL Biogas	1	Rp. 200.000 perbulan
2	Pengecatan Gas Holder	-	Rp. 100.000 pertahun
3	Perawatan Gas Holder	-	Rp. 2.276.116 per 5tahun

a. Upah Operator IPAL Biogas

Upah operator IPAL biogas adalah Rp. 200.000/bulan dan manajemen perusahaan akan menaikkan upah tersebut sebanyak 10% pertahun.

b. Biaya Pengecatan Gas Holder

Biaya pengecatan gas holder diasumsikan sebesar Rp.100.000 pertahun, dan akan mengalami kenaikan sebesar 10% setiap tahunnya.

c. Biaya Perawatan Gas Holder

Berdasarkan informasi dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) kota Probolinggo, mengasumsikan bahwa kondisi gas holder pada tahun ke-5 akan mengalami korosif yang disebabkan oleh tekanan gas, sehingga biaya perawatan gas holder dilakukan setiap lima tahun sekali, biaya tersebut diasumsikan sebesar 2% dari total pembelian *fiberglass* dan konstruksi biodigester serta gas holder, sehingga biaya perawatan gas holder tersebut adalah Rp. 2.276.116.

Total dari rincian biaya-biaya operasional tersebut bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Rincian Total Biaya Operasional IPAL

Th.	Upah Operator	Pengecatan	Perawatan	TOTAL
I	Rp. 2.400.000	Rp. 100.000	-	Rp. 2.500.000
II	Rp. 2.640.000	Rp. 110.000	-	Rp. 2.750.000
III	Rp. 2.904.000	Rp. 121.000	-	Rp. 3.025.000
IV	Rp. 3.194.400	Rp. 133.100	-	Rp. 3.327.500
V	Rp. 3.513.840	Rp. 146.410	Rp. 2.276.116	Rp. 5.936.366
VI	Rp. 3.865.224	Rp. 161.051	-	Rp. 4.026.275
VII	Rp. 4.251.746	Rp. 177.256	-	Rp. 4.429.002
VIII	Rp. 4.676.921	Rp. 194.981	-	Rp. 4.871.902
IX	Rp. 5.144.613	Rp. 214.479	-	Rp. 5.359.092

d. Pendapatan IPAL Biogas CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo

Gas *methane* (biogas) yang dihasilkan dari proses pencernaan bakteri metanogen di dalam digester dapat digunakan untuk memasak sebagai pengganti gas LPG. 1 m³ biogas dapat digunakan untuk memasak 3 jenis santapan untuk keluarga beranggota ±4 orang.

Di CV. Proma Tun Saroyyan Probolinggo, biogas ditampung pada gas holder. Kapasitas gas holder adalah 25 m³ sehingga biogas tersebut disalurkan ke 60 KK dengan asumsi tidak semua KK menggunakan biogas

secara bersamaan dalam setiap harinya. Tarif untuk penyaluran biogas tersebut diasumsikan mengalami kenaikan sebesar 10% stiap tahunnya. Rincian tarif dan pendapatan IPAL biogas tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Rincian Tarif dan Pendapatan IPAL Biogas

Th.	Konsumen (1)	Tarif/KK (2)	Pendapatan/ Bulan (3) = (2) x (1)	Pendapatan /Tahun (4) = (3) x 12
I	60	Rp.30.000	Rp. 1.800.000	Rp. 21.600.000
II	60	Rp.33.000	Rp. 1.980.000	Rp. 23.760.000
III	60	Rp.36.300	Rp. 2.178.000	Rp. 26.136.000
IV	60	Rp.39.930	Rp. 2.395.800	Rp. 28.749.600
V	60	Rp.43.923	Rp. 2.635.380	Rp. 31.624.560
VI	60	Rp. 48.315,3	Rp. 2.898.918	Rp. 34.787.016
VII	60	Rp. 53.146,8	Rp. 3.188.808	Rp. 38.265.696
VIII	60	Rp. 58.461,5	Rp. 3.507.690	Rp. 42.092.280
IX	60	Rp. 64.307,7	Rp. 3.858.462	Rp. 46.301.544
X	60	Rp. 70.738,5	Rp. 4.244.310	Rp. 50.931.720
TOTAL				Rp. 344.248.416

$$= \frac{1}{(1+0,07)^2}$$

$$= 0,8734.....\text{dan seterusnya sampai tahun ke-10}$$

Berikut tabel *Present Value of Net Cash Flow* IPAL Biogas.

Tabel 5. *Present Value of Net Cash Flow* IPAL Biogas

Th.	Net Cash Flow	DF (7%)	PV of Net Cash Flow
I	Rp. 19.100.000	0.9346	Rp. 17.850.860
II	Rp. 21.010.000	0.8734	Rp. 18.350.134
III	Rp. 23.111.000	0.8163	Rp. 18.865.509,3
IV	Rp. 25.422.100	0.7629	Rp. 19.394.520,09
V	Rp. 25.688.194	0.7130	Rp. 18.315.682,32
VI	Rp. 30.760.741	0.6663	Rp. 20.495.881,73
VII	Rp. 33.836.694	0.6227	Rp. 21.070.109,35
VIII	Rp. 37.220.378	0.5820	Rp. 21.662.260
IX	Rp. 40.942.452	0.5439	Rp. 22.268.599,64
X	Rp. 42.760.603	0.5083	Rp. 21.735.214,5
TOTAL			Rp. 200.008.770,9
DIBULATKAN			Rp. 200.008.000

e. Aliran Kas (Cash Flow)

Cash Flow dapat memberikan informasi mengenai jumlah kas yang disusun untuk menunjukkan perubahan kas selama periode tertentu serta memberikan alasan mengenai perubahan kas tersebut dengan menunjukkan dari mana sumber-sumber kas dan penggunaan-penggunaannya[9].

Berdasarkan *Net cash flow* yang dihasilkan dari perhitungan sebelumnya, seluruh analisa diekuivalenkan kedalam nilai sekarang (*present value*) tahun 2016 dengan *discount factor* sebesar 7%, dan 10 tahun umur ekonomis gas holder.

Discount factor (diskonto) adalah bilangan kurang dari 1 (satu) yang dipakai untuk mengalikan suatu jumlah nilai dimasa yang akan datang (*future value*) supaya menjadi nilai sekarang (*present value*)[10]. Dimana rumus yang digunakan untuk menghitung *discount factor* adalah sebagai berikut :

$$DF = \frac{1}{(1+r)^t}$$

$$= \frac{1}{(1+0,07)^1}$$

$$= 0,9346$$

Selanjutnya adalah menganalisis data tersebut dengan metode *Net Present Value (NPV)*, *Payback Period (PP)*, dan *Benefit Cost Ratio (B/C R)*.

1. Perhitungan Net Present Value (NPV)

NPV merupakan simbol netto proyek pada dewasa ini, yaitu pada tahun pembangunan proyek. NPV diperoleh dengan mendiskontokan selisih antara jumlah kas yang masuk dengan jumlah kas yang keluar tiap-tiap tahun dengan tingkat bunga yang telah ditentukan sebelumnya[11][12], yaitu 7%.

Rumus :

$$NPV = \sum PV_t - A_0$$

$$NPV = 200.008.000 - 141.759.000$$

$$= 58.249.000$$

Berdasarkan hasil analisis kelayakan ekonomi dengan metode *Net Present Value (NPV)* sebesar Rp. 58.249.000 yang berarti bahwa IPAL biogas tersebut akan memberikan keuntungan sebesar Rp. 58.249.000 selama 10 tahun menurut nilai waktu uang sekarang.

2. Payback Period (PP)

Payback period (PP) merupakan analisa yang diperlukan untuk menghitung periode (tahun) yang diperlukan untuk menutupi biaya awal[13]. Analisa *payback period* menghitung aliran kas bersih (*net cash flow*) umur ekonomis gas holder. Pada tahun ke-5 *Net Cash Flow* Kumulatif belum bisa menutupi investasi mula-mula sebesar Rp. 141.759.000, sehingga perhitungan *payback period* adalah sebagai berikut :

$$PP = n + \frac{a - b}{c - b} \times 1 \text{ th}$$

$$PP = 5 + \frac{141.759.000 - 114.331.294}{145.092.035 - 114.331.294} \times 1 \text{ th}$$

$$= 5 + \frac{27.427.706}{30.760.741} \times 1 \text{ th}$$

$$= 5 + (0,8916 \times 12)$$

$$= 5 \text{ tahun } 10 \text{ bulan } + (0,6992 \times 30 \text{ hari})$$

$$= 5 \text{ tahun } 10 \text{ bulan } 20 \text{ hari}$$

Dari hasil analisa *payback period*, waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi IPAL biogas adalah 5 tahun 10 bulan 20 hari.

3. Benefit Cost Ratio (B/C R)

Benefit Cost Ratio (B/C R) merupakan suatu rasio yang membandingkan antara *benefit* atau penerimaan dari suatu usaha dengan biaya (*cost*) yang dikeluarkan[6].

Rumus B/C R adalah :

$$B/C R = \frac{(PV)B}{Cf}$$

$$= \frac{200.008.000}{141.759.000} = 1,4109$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan tersebut nilai B/C R adalah 1,4109

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

1. Dari hasil analisis kelayakan investasi dari aspek ekonomi, dimana nilai NPV positif, yaitu sebesar Rp. 58.249.000 yang berarti bahwa IPAL biogas tersebut akan memberikan keuntungan sebesar Rp. 58.249.000 selama 10 tahun umur ekonomis gas holder menurut nilai waktu uang sekarang.
2. Dari perhitungan *Payback Period (PP)*, waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian investasi IPAL biogas adalah 5 tahun 10 bulan 20 hari, waktu yang dibutuhkan tersebut cukup singkat karena tidak mendekati ataupun melampaui umur ekonomis gas holder yaitu 10 tahun. Sementara menurut parameter *Benefit Cost Ratio (B/C R)* adalah 1,4109 yang berarti IPAL biogas di CV. Prama

Tun Saroyyan Probolinggo layak untuk dikembangkan karena nilai B/C R >1.

Saran

1. Direncanakan kedepannya IPAL biogas ini dapat disalurkan kepada lebih banyak lagi warga di sekitar perusahaan,
2. Memberikan penyuluhan terpadu bagi masyarakat dan pengusaha tahu mengenai dampak negatif limbah cair tahu agar meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang kelestarian lingkungan.
3. Melakukan sosialisasi perencanaan teknologi IPAL dengan sistem anaerob-biogas limbah cair tahu ini kepada IKM tahu se-kota Probolinggo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Industri, K. Halus, J. Arief, R. Hakim, S. Indonesia, and A. Perhitungan, "Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah," *J. Tek. ITS Vol. 6, No. 1, ISSN 2337-3539 (2301-9271 Print)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–4, 2017.
- [2] Sumada and Ketut, "Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Elektroplating Yang Efisien," *J. Tek. Kim.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [3] A. Herlambang, "Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu," *Jai*, vol. 2, no. 1, pp. 16–29, 2002.
- [4] J. Adack, "Dampak pencemaran limbah pabrik tahu terhadap lingkungan hidup," *Lex Adm.*, vol. 1, no. 3, pp. 78–87, 2013.
- [5] F. Kaswinarni, "Kajian Teknis Pengolahan Limbah padat dan Cair Industri Tahu," *magister ilmu lingkungan*. pp. 1–106, 2007.
- [6] "Benefit-Cost Ratio," in *Handbook of Disease Burdens and Quality of Life Measures*, 2009, pp. 4154–4154.
- [7] M. I. KAMIEN, "The Economics of Technical Advance," *Science (80-)*, vol. 203, no. 4384, pp. 997–998, 2006.
- [8] P. Prasetyadi, L. A. Wardani, and H. Kusnoputranto, "Evaluasi Kinerja Operasi Sistem Anaerobik Tipe Fixed Bed untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu menjadi Biogas di Kota Probolinggo," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 19, no. 1, p. 61, 2018.
- [9] D. Rosdini, "Pengaruh Free Cash Flow terhadap Dividend Policy," *J. Akuntansi dan Manaj.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–17, 2009.

- [10] E. M. Hanesti, “Bagaimana Keuangan Islam Menggunakan Faktor Diskonto Dalam Capital Budgeting Decision?,” *El Dinar*, vol. 6, no. 2, p. 83, 2018.
- [11] S. Bragg, “Net present value analysis — AccountingTools,” *Account. Tools*, pp. 55–70, 2017.
- [12] S. Harding, T. Long, S. Harding, and T. Long, “Net present value (NPV),” in *MBA Management Models*, 2018, pp. 37–40.
- [13] “Payback Period,” in *QFINANCE Calculation Toolkit*, 2015.