

# ANALISIS KELAYAKAN PENGGANTIAN *NOZZLE SOOT BLOWER* PADA PT PJB UP PAITON UNIT 1 DAN 2

Cecilia Intan Wijayanti<sup>\*1)</sup>, Wahyudi Sutopo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Progam Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik

<sup>2)</sup> Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,  
Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57126, Indonesia

---

## Abstract

*High electricity demand requires power companies to maintain the efficiency of every generation process. One factor affecting the efficiency of the production system is the reliability of the machine. Nozzle is a sparepart of the tool used to clean slaging on the wall of the boiler is Soot Blower. Soot Blower's current condition consumes steam nearly 400,000 kg/year from the ideal condition 332,000 kg/year. The high consumption of steam causes the high cost of coal and low efficiency Soot Blower. One alternative that can be offered is to replace the Nozzle with a new type that has a lower pressure that is Nozzle Gemini. The new alternative compared based on operational analysis that see comparison from preference matrix weight and financial analysis that see comparison on 10 year projection by Net Present Value(NPV), IRR and PP analysis. And it is known on both analysis of Gemini Nozzle usage is feasible to be applied.*

**Keywords:** *Nozzle, Soot Blower, Net Present Value(NPV), IRR analysis, PP analysis*

---

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik saat ini tumbuh pesat di dunia (Vika, 2016). Tidak hanya disektor rumah tangga, listrik juga menjadi faktor penting di lingkungan industri, telekomunikasi, pendidikan, bahkan di lingkungan transportasi. Mengingat pentingnya keberadaan sumber listrik, masalah yang timbul seperti terputusnya aliran listrik saat ada gangguan maka akan mengganggu berjalannya sektor lain. Sehingga penting adanya penanganan cepat terhadap gangguan aliran listrik dan antisipasi agar meminimalkan risiko terjadinya gangguan. Salah satu gangguan yang sering terjadi di pusat pembangkit listrik (*Power Plant*) yaitu efisiensi mesin menurun, sehingga pasok energi listrik terganggu.

PT Pembangkit Jawa-Bali (PT. PJB) merupakan pemasok listrik secara kontinyu di kawasan Jawa bagian Timur dan Bali yang memiliki empat peralatan utama pada PLTU yaitu *Water Treatment Plant, Boiler, Turbin* dan *Generator*. Proses produksi listrik terjadi ketika batubara naik melewati *pulvurizer* ke silo, lalu disimpan pada *belt conveyer*. Kemudian batubara digiling dan disemburkan ke *boiler* untuk mengalami proses pembakaran. Pembakaran tersebut bertujuan untuk memanaskan air yang terdapat pada dinding *boiler (wall tube)* hingga menghasilkan uap dengan panas yang sangat tinggi untuk memutar turbin yang selanjutnya akan dikonversi dari energi gerak menjadi energi listrik oleh generator. Penelitian dilakukan pada *boiler* dimana pada dinding *boiler* menempel residu batu bara yang disebut dengan *slaging*. *Slaging* yang menumpuk akan menyebabkan efisiensi dari *boiler* menurun karena mengkonsumsi energi lebih banyak dengan hasil uap yang lebih sedikit. Oleh sebab itu *slaging* secara rutin harus dibersihkan dengan alat yang disebut *Soot Blower*. Cara kerja *Soot Blower* yaitu dengan menyemprotkan *steam* ke *wall tube* hingga *slaging* luruh. Bagian dari *Soot Blower*

---

\* *Correspondance* : ceciliaintan.ci@gmail.com

sendiri terdapat *sparepart* yang disebut dengan *Nozzle* sebagai jalan keluarnya *steam* pada *Soot Blower*.

Sejumlah penelitian terdahulu telah dilakukan mengenai kajian kelayakan investasi oleh Rumiyanto dkk (2015), Febri dkk (2013) dan Ika dkk (2016). Riyanto (2011) dan Fitra (2014) menyatakan bahwa pada umumnya keputusan mengenai investasi penggantian adalah yang paling sederhana, yaitu misalnya suatu aktiva yang sudah aus (*wear-out*) atau usang (*obselete*) yang harus diganti dengan aktiva baru, kalau produksi akan tetap dilanjutkan serta Eleodor (2011) yang telah meneliti mengenai pentingnya melakukan penggantian alat. Beberapa penelitian lainnya yang juga dilakukan pada sistem pembangkitan baik yang berbasis PLTA atau PLTU juga telah dilakukan oleh Vika dkk (2016) dan Karina dkk (2007). Sedangkan secara khusus penelitian mengenai *Soot Blower* telah dilakukan diantaranya mengenai pemilihan material pada *Soot Blower* oleh T.N. Ackerson (2005). Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang membahas mengenai kajian kelayakan investasi pada penggantian *Nozzle Soot Blower* di perusahaan pembangkit listrik berbasis PLTU.

Saat ini, *Nozzle* yang digunakan adalah *Nozzle* MPCs dengan tekanan 275 PSIG. Kondisi tersebut tidak sesuai dengan tekanan ideal *Nozzle* MPCs seharusnya dimana tekanan idealnya berada pada 225 PSIG. Perbedaan tekanan tersebut menyebabkan konsumsi *steam Nozzle* saat ini lebih tinggi dari idealnya dan menimbulkan konsumsi biaya lebih besar. Untuk menjaga agar kinerja *Soot Blower* optimal, dan tidak terjadi pemborosan energi, dengan mempertimbangkan keandalan dan efisiensi maka diperlukan *Nozzle* dengan tipe baru yang mampu bekerja lebih optimal. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengukur kelayakan usulan investasi yang dilakukan baik berdasarkan kajian kelayakan operasional ataupun finansial agar perusahaan dapat menghemat biaya dan meningkatkan keandalan dari *Soot Blower*.

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang bertujuan memberikan gambaran secara sistematis mengenai objek penelitian tertentu. Dalam melakukan penelitian, terdapat empat langkah yang ada yaitu tahap identifikasi awal yang meliputi kegiatan observasi, wawancara, studi literatur, identifikasi masalah, perumusan masalah, penentuan tujuan, manfaat, batasan masalah dan asumsi. Tahap pengumpulan data baik data sekunder maupun primer. Tahap perhitungan data dan tahap analisis, serta tahap kesimpulan.

### Data-Data yang Dibutuhkan

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dari data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari hasil wawancara dan observasi langsung yang dilakukan pada PT PJB UP Paiton sejak tanggal 2-24 Februari 2017. Sedangkan data sekunder didapatkan dari studi literatur data perusahaan dan *booklet Nozzle Gemini* yang diterbitkan oleh *Diamond Power Speciality Company BABCOCK & WILCOX*.

### Perhitungan dan Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini mempertimbangkan kajian kelayakan investasi secara operasional dan finansial. Kajian kelayakan oprasional ditentukan berdasarkan perhitungan *preference matriks*. Menurut Saaty (1983) dalam Sarifah, dkk (2015), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Skala tersebut disebut skor pada penelitian ini yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *preference matriks* sebagai berikut

$$\text{Nilai preference matriks} = \frac{\text{Bobot}}{100} \times \text{skor} \quad (1)$$

Setelah melakukan kajian kelayakan operasional, selanjutnya dihitung kajian kelayakan finansial. Untung menghitung besarnya *cash flow* yang terjadi, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *losses*. Menurut Benson M. Situmorang (2011) rugi-rugi atau *losses* adalah hilangnya sejumlah energy, yang dibangkitkan sehingga mengurangi jumlah energy yang dapat dijual kepada sehingga berpengaruh pada tingkat profitabilitas konsumen perusahaan yang bersangkutan. Perhitungan *losses* terdiri dari perhitungan besarnya konsumsi steam, Perhitungan besarnya *energy losses*, Perhitungan besarnya konsumsi batubara, dan Perhitungan besarnya biaya *losses*. Berikut rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung *losses*.

Rumus perhitungan besarnya konsumsi *steam*

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi steam Nozzle Gemini} \\ = \frac{\text{Tekanan Nozzle Gemini}}{\text{Tekanan Nozzle lama}} \times \text{Konsumsi steam Nozzle lama} \end{aligned} \quad (2)$$

Perhitungan besarnya *energy losses*

$$\text{Energy Losses} = \text{Entalphi} \times \text{massa steam} \quad (3)$$

Perhitungan besarnya konsumsi batubara

$$\text{Losses (Coal)} = \frac{\text{Losses Energy}}{(40\% \text{ HHV Low Rank} + 60\% \text{ HHV High Rank})} \quad (4)$$

Perhitungan besarnya biaya *losses*

$$\text{Losses (Rp)} = \frac{\text{Losses Coal}}{(40\% \text{ Harga BB Low Rank} + 60\% \text{ Harga BB High Rank})} \quad (5)$$

*Net Present Value* (NPV) merupakan selisih antara *Present Value* dari *benefit* dan *Present Value* dari biaya (Sullivan dkk, 2015). Dengan melihat semua uang yang sudah dimasukkan ke dalam investasi, maka dapat memutuskan apakah proyek tersebut bermanfaat atau tidak (Arshad, 2012).

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah sebagai berikut :

- Investasi dinilai layak, apabila *Net Present Value*(NPV) bernilai positif ( $>0$ ).
- Investasi dinilai tidak layak, apabila *Net Present Value* (NPV) bernilai negatif ( $<0$ ).

Berikut merupakan rumus perhitungan NPV

$$\text{NPV}(i\%) = \sum_{k=0}^N F_k(1+i)^{-k} \quad (6)$$

Dimana  $i$  adalah tingkat bunga,  $k$  adalah indeks periode ke –  $k$  ( $0 \leq k \leq N$ ),  $F_k$  adalah arus kas pada akhir periode  $k$  dan  $N$  adalah jumlah periode pada horizon perencanaan.

IRR adalah metode peningkatan usulan investasi dengan berpatokan pada IRR aktiva bersangkutan, dimana IRR dihitung dengan menyamakan nilai sekarang dari arus kas masuk masa mendatang dengan nilai sekarang dari biaya investasi (Rumiyanto,2015). Rumus IRR dapat diperoleh sebagai berikut:

$$\text{IRR} = i_1 \frac{\text{NPV}_1}{(\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2)} (i_2 - i_1) \quad (7)$$

Dimana  $i_1$  adalah tingkat suku bunga yang menghasilkan positif,  $i_2$  adalah tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV negatif,  $\text{NPV}_1$  adalah nilai NPV positif, dan  $\text{NPV}_2$

merupakan nilai NPV negatif. Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah sebagai berikut :

- a. Investasi dinilai layak, apabila  $IRR >$  tingkat bunga yang berlaku.
- b. Investasi dinilai tidak layak, apabila  $IRR <$  tingkat bunga yang berlaku.

*Payback period* merupakan teknik penilaian terhadap jangka waktu (periode) pengembalian investasi suatu proyek atau usaha (Rachadian dkk, 2013). Rumus yang digunakan untuk menghitung *payback period* adalah sebagai berikut.

$$PP = \frac{\text{Nilai Investasi}}{\text{Kas masuk bersih (Net Benefit)}} \times 1 \text{ tahun} \quad (8)$$

Menurut Subagyo (2007:211), proyek diterima jika masa pemulihan modal investasi lebih pendek dari usia ekonomis dan proyek ditolak jika masa pemulihan modal investasi lebih lama dibandingkan usia ekonomisnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Rencana Investasi Penggantian *Nozzle*

Investasi akan dilakukan pada *Nozzle* yang merupakan bagian dari *Soot Blower* dan berfungsi untuk jalan keluar *steam*. Alternatif yang diteliti yaitu dengan membandingkan kondisi *Nozzle* yang digunakan saat ini dengan *Nozzle Gemini*. *Nozzle Gemini* merupakan *Nozzle* dengan desain terbaru keluaran *Diamond Power Speciality Company*. *Nozzle* ini menghasilkan tekanan lebih rendah sehingga menurunkan konsumsi energi yang berarti mampu menekan biaya operasi dari *Nozzle*. Sedangkan *Nozzle* MPCS telah digunakan oleh PT PJB UP PAITON sejak tahun 1999. Tabel berikut menyajikan informasi perbandingan spesifikasi *Nozzle*

**Tabel 1** Perbandingan Spesifikasi *Nozzle* Lama (MPCS) dengan *Nozzle Gemini*

Merk pabrikan	<i>Diamond Power Speciality Company</i> <i>BABCOCK &amp; WILCOX</i>	<i>Diamond Power Speciality Company</i> <i>BABCOCK &amp; WILCOX</i>
Harga beli	Rp 20.000.000/unit	Rp 45.000.000/unit
Model	MPCS	<i>Gemini</i>
HP	1/6	1/6
Frekuensi	50 hz	50 hz
Rpm	1400 rpm	1400 rpm
Voltase	380 v	380 v
Tekanan rata-rata	275 PSIG	190 PSIG
Ampere	41	41
Time Rating	30 min	30 min
Amb Temperature	65 <sup>0</sup> C	65 <sup>0</sup> C

Keunggulan lainnya dari *Nozzle Gemini* berdasarkan hasil uji produk yang telah dibuat oleh *Diamond Company* (2017) yaitu :

1. Mampu meningkatkan efektivitas dalam membersihkan *slaging* hingga 29% karena inovasi desain pada dua jalur jet aliran uap *nozzle*.
2. Mengurangi potensi erosi pada tabung *boiler* sebesar 60% saat *Soot Blower* menginduksi.
3. Membersihkan *slaging* lebih bersih dengan konsumsi energi yang lebih rendah



**Gambar 1** Penampang *Nozzle MPCS* (kiri) dan Penampang *Nozzle Gemini* (kanan)

### b. Perbandingan Alternatif 1 dan Alternatif 2

Sebelum melakukan analisa kelayakan investasi, penting untuk diketahui karakteristik dari masing-masing alternatif yang diberikan. Setelah didapatkan karakteristik dari masing-masing alternatif, kemudian karakter tersebut dibandingkan dan disesuaikan dengan tujuan awal investasi. Berikut ini dua alternatif, yaitu:

**Alternatif 1 :** Pengadaan *spare part Nozzle Gemini* baru

- a. Keuntungan : Efisiensi meningkat dengan konsumsi energi yang lebih sedikit, mampu membersihkan *slaging* lebih banyak
- b. Kekurangan : Membutuhkan biaya cukup besar

**Alternatif 2 :** *Do nothing*

- a. Keuntungan : Tidak mengeluarkan biaya
- b. Kekurangan : Efisiensi dari *Soot Blower* menurun, dan terjadi pemborosan biaya

Kedua perbandingan tersebut menunjukkan hipotesis sementara mengenai manfaat dilakukannya investasi dengan mengganti *Nozzle* yaitu konsumsi energi lebih sedikit sehingga mengurangi biaya bahan bakar yaitu batubara.

### Kajian Kelayakan Operasional

Analisa investasi secara operasional didasarkan pada pelaksanaan sistem pembangkitan tenaga listrik di PT PJB UP PAITON dan semua komponen yang terlibat didalamnya baik material, mesin, dan pekerja yang menjalankan sistem operasi tersebut. Kajian kelayakan operasional dilakukan menggunakan *Preference* matriks dengan output nilai dari masing-masing aspek yang dipilih.

#### a. *Preference* Matriks dalam Penilaian Kelayakan Operasional

*Preference* matriks dari dua alternatif yang dipilih terdiri dari lima aspek yaitu aspek probabilitas kegagalan, faktor keselamatan, pengalaman pekerjaan, tingkat kesulitan, dan durasi pekerjaan. Probabilitas kegagalan menjelaskan mengenai kemungkinan terjadinya kegagalan. *Safety Factor* menjelaskan nilai keselamatan dan keamanan dalam menggunakan alternatif tersebut. Pengalaman pekerjaan merupakan penilaian terhadap alternatif yang memiliki keandalan. Tingkat kesulitan menunjukkan kemampuan dari kedua jenis *Nozzle* dalam membersihkan *slaging* pada dinding *boiler*. Durasi pekerjaan menunjukkan lamanya waktu beroperasi *Nozzle* dalam membersihkan seluruh *slaging*.

**Tabel 2** *Preference* Matriks dalam Kajian Operasional

No.	Aspek	Bobot (%)	Alternatif 1: Pengadaan Nozzle Gemini			Alternatif 2: Do Nothing		
			Uraian	Skor	Nilai	Uraian	Skor	Nilai
1	Probabilitas Kegagalan	40%	Rendah	8	0,032	Tinggi	5	0,02
2	<i>Safety Factor</i>	25%	Tinggi	8	0,02	sedang	6	0,015
3	Pengalaman Pekerjaan	15%	Tinggi	8	0,012	Sedang	7	0,0105
4	Tingkat Kesulitan	10%	Rendah	9	0,009	Tinggi	5	0,005
5	Durasi Pekerjaan	10%	Tinggi	8	0,008	Rendah	5	0,005
		<b>100</b>	<b>0,081</b>			<b>0,0555</b>		

Selanjutnya nilai dari setiap aspek ditentukan dengan mengalikan skor dengan bobot pada aspek tersebut. Kemudian seluruh penilaian di jumlah. Nilai akhir yang lebih tinggi menunjukkan alternatif yang lebih baik dan lebih layak dipilih berdasarkan aspek-aspek yang menjadi indikator pada matriks tersebut. Sehingga dapat ditentukan kajian kelayakan operasional berdasarkan *preference* matriks, alternatif 1 lebih layak dibandingkan alternatif 2.

#### b. Jadwal Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan proyek dapat dilakukan setelah prosedur pengadaan barang dilewati dengan waktu selama 12 bulan prosedur pengadaan barang mulai dari analisa kelayakan investasi oleh tim *engineering* pada bulan pertama. Bulan kedua menentukan Harga Perkiraan Sementara (HPS) oleh divisi *inventory* untuk selanjutnya dilakukan pelelangan pada bulan kedua dan ketiga oleh divisi pengadaan. Setelah proses pelelangan mencapai kesepakatan maka ditentukan waktu pengiriman barang. Pengiriman barang yang normal memerlukan waktu kurang lebih selama enam bulan. sehingga waktu pengiriman barang diberi *allowance* hingga bulan kesepuluh. Pada bulan kesepuluh setelah barang datang, dilakukan pengecekan kualitas barang oleh divisi gudang bersama tim *engineering*. Pada bulan kesebelas dilakukan instalasi alat dan bulan terakhir dilakukan *training* untuk operator yang melakukan kontrol *Soot Blower*. Prosedur pengadaan barang tersebut mengacu pada SK Direksi PT PJB Nomor 087.K/010/DIR/2012. Berikut tabel yang menunjukkan timeline Pengadaan *Nozzle Gemini*.

**Tabel 3** Timeline Pengadaan *Nozzle Gemini*

KEGIATAN	BULAN KE												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Analisa kelayakan investasi													
Penentuan HPS													
Proses Lelang													
Pengiriman barang													
Pemeriksaan di gudang													
Instalasi alat													
<i>Training Tools</i>													

#### Perhitungan dan Analisis Kelayakan Finansial

Kajian kelayakan finansial mempertimbangkan komponen biaya investasi, biaya operasi, biaya perawatan, dan biaya disposal untuk kemudian dilakukan pengolahan data dalam menghitung besarnya penghematan yang didapatkan (*saving cost*) yang selanjutnya menjadi sumber data sekunder dalam perhitungan *Net Present Value (NPV)*.

##### a. Perhitungan Besarnya *Saving*

Perhitungan *saving* dilakukan dengan membandingkan besarnya konsumsi batu bara pada *Nozzle* lama (MPCS) dan konsumsi batubara pada *Nozzle Gemini* dalam menghasilkan sejumlah energi. Input data yang digunakan dalam perhitungan yaitu tekanan rata-rata dan konsumsi steam pada masing-masing *Nozzle*. Tekanan rata-rata tersebut berfungsi untuk menentukan besarnya entalpi pada masing-masing *Nozzle*.

**Tabel 4** Tekanan dan Konsumsi *Steam* pada *Nozzle Gemini* dan *Nozzle Lama* (MPCS)

Perbandingan <i>Nozzle</i>	Gemini	Lama
Tekanan	190	225
Konsumsi steam	332094,67	393270

Berdasarkan grafik tekanan masing-masing jenis *Nozzle* pada *peak impact pressure* 80 in Hg, menunjukkan bahwa tekanan pada *Nozzle Gemini* yaitu 190 PSIG dan tekanan pada *Nozzle lama*

(MPCS) yaitu 225 PSIG. Berdasarkan data perusahaan diperoleh informasi konsumsi steam pada *Nozzle* lama sebesar 393.270 kg. Setelah menghitung besarnya konsumsi steam pada masing-masing *Nozzle*, selanjutnya menghitung besarnya *Losses* sesuai dengan informasi pada tabel.

**Tabel 5** Konsumsi Batubara dan Energi Panas pada sistem *Soot Blower*

Perhitungan Losses/benefit (Nozzle Gemini)		Perhitungan Losses/benefit (Nozzle Lama)	
Losses	90705016,31 kCal	Losses	107594739,3 kCal
Massa Coal	199 ton/h	Massa Coal	199 ton/h
HHV Low	4820 kCal/kg	HHV Low	4820 kCal/kg
HHV High	5050 kCal/kg	HHV High	5050 kCal/kg
Q <sub>in</sub>	986642000,0 kCal	Q <sub>in</sub>	986642000,0 kCal
Q <sub>use</sub>	810404127,3 kCal	Q <sub>use</sub>	810404127,3 kCal
Boiler Efisiensi	82,14%	Boiler Efisiensi	82,14%

Tabel tersebut berisi informasi mengenai jumlah batubara yang dikonsumsi untuk menjalankan sistem *Soot Blower* IK tempat terpasangnya *Nozzle* sebesar 199 ton per jam. Batubara tersebut merupakan campuran dari jenis batubara *low rank* (kualitas rendah) dan batubara *high rank* (kualitas bagus) dengan perbandingan komposisi 2:3. Nilai HHV menunjukkan besarnya energi yang dihasilkan per kilogram batubara yaitu 4820 kcal/kg untuk batubara *low rank*, dan 5050 kcal/kg untuk batubara jenis *high rank*. Besarnya *energy losses* ditunjukkan pada tabel berikut

**Tabel 6** *Energy Losses* pada Nozle Gemini dan Nozle Lama (MPCS)

Perhitungan Energy Losses (Nozzle Gemini)		Perhitungan Energy Losses (Nozzle Lama)	
Massa Steam/Water	332094,6667 kg	Massa Steam/Water	393270 kg
Enthalphy	273,13 kcal/kg	Enthalphy	273,59 kcal/kg
Energy Losses	90705016,31 kcal	Energy Losses	107594739,3 kcal
Jumlah Unit	54	Jumlah Unit	54
Total	4898070881 kcal	Total	5810115922 kcal

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan besarnya *Energy Losses* pada *Nozzle Gemini* yaitu 90.705.016,31 kcal. Sedangkan pada *Nozzle* MPCS sebagai *Nozzle* lama sebesar 107.594.739,3 kcal. Sistem *Soot Blower* IK sendiri pada PT PJB UP PAITON terdiri dari 54 unit, sehingga besarnya total *energy losses* untuk keseluruhan *Nozzle* pada suatu sistem *Soot Blower* IK sebesar 4.898.070.881 kcal untuk *Nozzle Gemini*, dan 5.810.115.922 untuk *Nozzle* MPCS.

Setelah besarnya *energy losses* dihitung, langkah selanjutnya yaitu menentukan besarnya konsumsi batubara dalam menghasilkan energi tersebut sehingga dapat dihitung besarnya kerugian. Dalam menghitung konsumsi batubara, perlu diperhatikan bahwa komposisi batubara yang digunakan setiap kali pembakaran yaitu 40% batubara *low rank* (kualitas rendah) dan 60% batubara *high rank* (kualitas bagus).

**Tabel 7** Total *Losses* pada *Nozzle Gemini* dan *Nozzle* Lama

Perhitungan Saving (Nozzle Gemini)		Perhitungan Saving (Nozzle Lama)	
Losses (Coal Energy)	110430556,42 kCal	Losses (Coal Energy)	130993272,6 kCal
Losses (Coal)	22273,20622 kg	Losses (Coal)	26420,58746 kg
Harga Low (Coal)	525 Rp/kg	Harga Low (Coal)	525 Rp/kg
Harga High	720 Rp/kg	Harga High	720 Rp/kg
Losses (Rp)	Rp14.299.398	Losses (Rp)	Rp16.962.017 Rp/h
Operation	0,25 per day	Operation	0,25 per day
Total Losses	Rp1.304.820.103 per year	Total Losses	Rp1.547.784.065 per year

Dapat dilihat pada tabel bahwa besarnya konsumsi batubara pada *Nozzle gemini* sebesar 22.273 kg sedangkan pada *Nozzle* lama sebesar 26.420,59 kg. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya kerugian pada *Nozzle Gemini* yaitu Rp14.299.398,00 sedangkan

pada *Nozzle* MPCs sebesar Rp16.962.017,00. Lama waktu operasi sistem *Soot Blower* IK yaitu selama 6 jam per hari (0,25 hari). Sehingga dalam satu tahun total kerugian akibat penggunaan *Nozzle Gemini* sebesar Rp1.304.820.103,00 dan kerugian pada *Nozzle* lama sebesar Rp1.547.784.065,00. Selisih kerugian dari penggunaan dua jenis *Nozzle* yang berbeda menunjukkan adanya *saving* (penghematan). Besarnya *saving* yang didapatkan perusahaan per tahun senilai Rp 242.963.962,00.

**Tabel 8** Besarnya *Saving* yang Diperoleh

SAVING	
Before	Rp1.547.784.065 per year
After	Rp1.304.820.103 per year
Saving	Rp242.963.962 per year

### b. Perhitungan NPV, IRR, dan PP

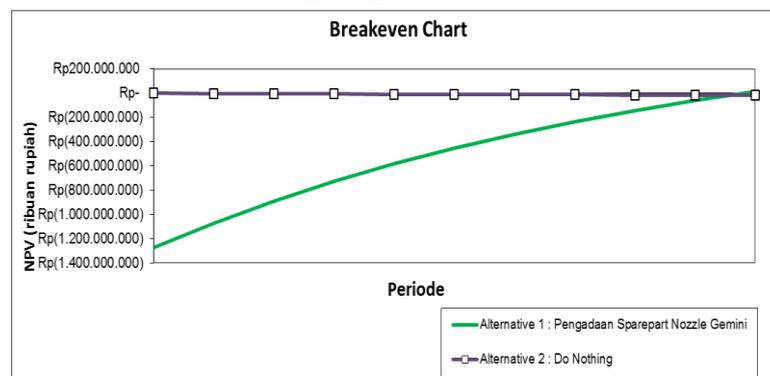
Sebelum melakukan perhitungan *Net Present Value (NPV)* perlu diketahui beberapa komponen biaya yang terlibat pada masing-masing alternatif. Komponen biaya tersebut terdiri dari *acquisition cost*, biaya operasi, biaya perawatan, *disposal cost* dan besarnya *saving*. Pada alternatif 1 yaitu pengadaan *Nozzle Gemini*, biaya diperhitungkan dari 54 unit *Nozzle Gemini* yang akan digunakan. *Acquisition cost* berasal dari biaya instalasi dan pembelian *Nozzle Gemini*. Tenaga instalasi biasanya menggunakan tenaga kontrak dengan biaya yang dibutuhkan Rp 200.000.000. Sedangkan biaya pembelian *Nozzle Gemini* yaitu Rp 45.000.000 x 54 unit = Rp 2.700.000.000. Biaya Operasi didapatkan dari biaya pekerja (Operator). Biaya pekerja yaitu 1 pekerja x 0,25 jam x Rp 35.000 x 365 = Rp 3.194.000. Perawatan *Nozzle* didasarkan pada MTBF kerusakan yaitu 5 tahun dan MTTR dilakukan saat downtime 24 jam. *Nozzle* merupakan komponen yang jarang mengalami kerusakan, sehingga biaya perawatan diasumsikan tidak ada. *Disposal cost* pada *Nozzle Gemini* juga tidak ada, karena dalam penggunaannya *Nozzle* tidak menghasilkan limbah apapun.

Setelah seluruh komponen biaya diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan *Net Present Value (NPV)*. Perhitungan NPV menggunakan umur proyeksi investasi yaitu 10 tahun, *discount rate (DF)* 12% dan pajak yang ditetapkan yaitu 10%. *Discount Factor* dihitung berdasarkan besarnya *interest rate* yang digunakan perusahaan saat ini. Sedangkan umur proyeksi investasi mempertimbangkan umur ekonomis *Nozzle*. Berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai NPV, IRR dan PP serta grafik dari *Breakeven Point*.

**Tabel 9** Rekapitulasi Nilai NPV, IRR dan PP

	NPV	IRR	PP
Alternatif 1	Rp 96.679.289	12,95%	9,3 year
Alternatif 2	Rp (16.240.860)		

**Gambar 2** Grafik *Breakeven Point*



Grafik *breakeven* Point menunjukkan nilai NPV sejak periode pertama hingga periode sepuluh. Pada alternatif 1, nilai NPV positif pertama kali didapatkan saat periode sepuluh sebesar Rp 96.679.289,00. Setelah periode sepuluh tersebut, nilai NPV akan terus meningkat dan bernilai positif. Sedangkan pada alternatif 2, sejak periode pertama hingga periode sepuluh, memiliki nilai NPV negatif. Sehingga didapatkan bahwa *payback period* terjadi diantara tahun kesembilan dengan tahun kesepuluh, tepatnya yaitu 9 tahun 4 bulan. Nilai PP tersebut masih layak karena lamanya PP kurang dari lamanya waktu proyeksi investasi yaitu 10 tahun. Selain itu didapatkan pula nilai IRR untuk alternatif 1 yaitu 12,95%. Berdasarkan nilai IRR yang diperoleh, investasi juga dinyatakan layak karena nilai IRR lebih besar dari bunga yang ditetapkan yaitu 12%.

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk melakukan investasi penggantian tipe *Nozzle*. Selain itu perusahaan mendapatkan informasi detail mengenai besarnya investasi yang harus dilakukan, *timeline* pengerjaan proyek, biaya operasi yang dibutuhkan, besarnya penghematan yang didapatkan dari usulan alternatif tersebut, dan mengetahui rencana anggaran biaya dalam menentukan besarnya konsumsi batubara untuk *Soot Blower*.

#### 4. SIMPULAN

Telah dilakukan kajian terhadap rencana investasi penggantian *Nozzle* dari aspek kajian operasional dan finansial. Kajian operasional ditentukan berdasarkan *Preference* matriks dan didapatkan hasil bahwa alternatif 1 lebih layak dibandingkan alternatif 2 karena nilai akhir alternatif 1 lebih tinggi dengan mempertimbangkan aspek probabilitas kegagalan, faktor keselamatan, pengalaman pekerjaan, tingkat kesulitan, dan durasi pekerjaan. Lamanya pelaksanaan proyek yaitu satu tahun mulai dari tahap analisa kelayakan investasi oleh tim *engineering* hingga tahap *training tools*. Sedangkan pada kajian kelayakan finansial didapatkan hasil bahwa NPV alternatif 1 layak karena memiliki nilai NPV positif yaitu sebesar Rp96.679.289,00. Selain itu nilai IRR pada alternatif 1 sebesar 12,95% dan lamanya PP yaitu 9 tahun 4 bulan. Berdasarkan keseluruhan kajian yang telah dilakukan investasi penggantian *Nozzle* dengan tipe baru yaitu tipe *Gemini* lebih menguntungkan bagi perusahaan dibandingkan tetap mempertahankan penggunaan *Nozzle* lama.

#### Daftar Pustaka

- Abdullah, Fitra. (2015). Analisis Kelayakan Investasi Aktiva Tetap Pembelian Mesin Printing pada PT. Radja Digital Printing Samarinda. eJournal Ilmu Administrasi Bisnis, 2015, 3 (2): 297-310 ISSN 2355-5408
- Ackerson, T.N. (2005). *High-Temperature Failure of a Cast Soot Blower Lance Tube Nozzle*. Jurnal ASM International JFAPBC (2005) 2:21-24 DOI: 10.1361/15477020522988 1547-7029
- Arini, V., Qomariyah, S. dan Wahyudi A. H. (2016). Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Kalibeber Kabupaten Wonosobo. E-journal Matriks Teknik Sipil.
- Diamond Power International, Inc. (2017). Gemini Nozzle for Improved Utility Boiler Cleaning. Booklet for Gemini Nozzle DPII-9641-1206-00. Lancaster
- Ikasari, Niura. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Part S90030WP dengan Metode Six Sigma di PT Surya Toto Indonesia Tbk. Laporan Kerja Praktik Universitas Sebelas Maret.
- Ilmi, A. N. (2016). Feasibility Study Of Recruiting Non-Routine Outsources Or Routine Outsources Using Net Present Value In PT. Pembangunan Jawa-Bali Paiton Unit 1 & 2. Internship Report Universitas Islam Indonesia.

- Lewerissa, K. B. dan Boman, J. (2007). *Study of Trace Elements and Soot in Aerosols from a Coal-Fired Power Plant in Northern Vietnam*. Jurnal Environ Monit Assess (2006) 130:301–309 DOI 10.1007/s10661-006-9398-z
- Popescu, E. (2011). *Determining the optimal moment for replacing equipment*. MPRA Paper No. 31720, posted 20. June 2011 16:22 UTC.
- Prabowo, H. F. dan Tjiang F. (2013). Proses Produksi Listrik dan Perencanaan *Maintenance Pulverizer* pada PT PJB UP Paiton. Laporan Kerja Praktik Institut Teknologi Sepuluh November.
- Pratiwi, Ayu. (2016). Formulasi Strategi pada Perusahaan Spin Off dengan Analisis Swot dan I-E Matriks (Studi Kasus: Microclear Sdn. Bhd.). Laporan Kerja Praktik Universitas Sebelas Maret.
- Prawirosentono, Suyadi. (2001). Manajemen Operasi Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Rachadian, F. M., Agassi, E., E. dan Sutopo, W. (2013). Analisis Kelayakan Investasi Penambahan Mesin Frais Baru pada PT XYZ. *Jurn@l Teknik Industri* (ISSN:1907-1434), Vol VIII, No 1, Jan. 2013, pp. 15-20.
- Rumiyanto, Irwan, H. dan Purbasari A. (2015). Analisa Studi Kelayakan Penambahan Mesin Cnc Baru dengan Metode NPV(*Net Present Value*) di PT.Usda Seroja Jaya Shipyard Batam. Jurnal PROFISIENSI, 3(2): 151-159 Desember 2015 ISSN Cetak: 2301-7244
- Sarifah dan Merlina, N. (2015). Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan *Handphone* Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process*. Jurnal Pilar Nusa Mandiri Volume XI, No.1 Maret 2015
- Shinta, I., Nur N.F. dan Christian. (2016). Analisis Kelayakan Investasi Pengadaan Alat Angkut Material untuk Meminimalkan Biaya Logistik (Studi Kasus: PT. Tiki Cabang Solo). Jurnal Performa (2016) Vol.15 , No.1: 10-16
- Situmorang B. M. (2011) Analisis Biaya Trafo Akibat Rugi-Rugi Daya Total dengan Metode Nilai Tahunan (*Annual Worth Method*). Depok : Universitas Indonesia
- Subagyo, Ahmad. (2007). Studi Kelayakan Teori dan Aplikasi. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Sullivan, W.G., Wicks, E.M., Koelling, C.P. (2015). *Engineering Economy* 16<sup>th</sup> Edition. New Jersey: Pearson Education.
- Tim *Engineering* PT PJB UP Paiton unit 1 dan 2. (2014). Formulir Pengadaan Satu Set Machinery Health Analyzer Versi Baru dan Probe Low Frequency Accelerometer. Dokumen Manajemen Risiko.
- Tim *Engineering* PT PJB UP Paiton unit 1 dan 2. (2014). Formulir Pengadaan Mobil Pemadam Kebakaran (PMK). Dokumen Manajemen Risiko.
- Tim *Logistic* PT PJB UP Paiton unit 1 dan 2. (2012). Pedoman Tata Cara Pengadaan Barang/Jasa. SK Direksi PT PJB Nomor 087.K/010/DIR/2012
- Viliari, C. W. (2014). Analisis Pengendalian Persediaan Material *Spare Part* Jenis Material Cadang Rutin *Fast Moving* (Studi Kasus : PT PJB Unit Pembangkit Paiton). Laporan Kerja Praktik Universitas Brawijaya