

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengelolaan timbulan sampah yang sudah ada dengan jurnal sehingga mengetahui potensi kalor yang akan menjadi materi *Refuse Dual Fuel* (RDF). Pengumpulan data diperoleh secara acak dengan mengkategorikan sampah menjadi organik dan non organik.

Subjek penelitian yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah sampah yang berada di perkampungan. Adapun sampah yang diperoleh tidak hanya berasal dari perkampungan tetapi juga sisa sampah restoran.

Setelah dilakukan pengambilan sampling, dapat diketahui diantaranya :

- a) Timbulan dan Komposisi sampah di Teluk Penyu
- b) Kesadaran warga akan penanganan sampah
- c) Karakteristik sampah yang memenuhi syarat sebagai materi RDF

Sesuai dengan kondisi di Teluk Penyu, terlihat sangat memprihatinkan. Banyak tempat sampah yang tidak dimanfaatkan sehingga banyak sampah berceceran, mengakibatkan lingkungan pariwisata menjadi kurang bersih.

Sampah yang dihasilkan berupa sampah plastik, kelapa dan sisa sisa makanan. Sampah yang dihasilkan memiliki potensi pemanfaatan secara ekonomi, akan tetapi warga kurang memanfaatkannya karena kesadarannya yang masih rendah. Warga hanya mengandalkan dari pemerintah. Ukuran sampah yang dihasilkan tidak terlalu besar karena hanya berupa sampah warga dan sampah wisata pantai. Sehingga sesuai dengan materi yang dibutuhkan untuk materi.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Hasil Sampling

Berdasarkan sampling yang dilakukan di kampung nelayan sebanyak 10 KK atau 49 Jiwa di peroleh sebanyak 65,59 kg atau 0,14 m³ dengan waktu sampling selama 3 hari. Hasil timbulan sampah per orang per hari sebesar 0,33 kg. Adapun kampung nelayan mempunyai jumlah penduduk sebanyak 2447 Jiwa, sehingga timbulan total di kampung nelayan 813,62 kg/hari dengan berat jenis 468,5 kg/m³.

Selanjutnya dilakukan karakterisasi menurut komponen sampah dengan hasil ditunjukkan pada tabel 2. Terlihat bahwa sampah di kampung ini di dominasi oleh sampah organik. Berdasarkan karakteristik hasil sampling tidak ditemukan perbedaan dari sampah kampung biasanya.

Tabel 2. Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah	Berat (kg)	Persentase (%)
Limbah ikan	12,46	19
Kayu	7,87	12
Sayur-sayuran	13,11	20
Sampah dapur	9,83	15
Batok kelapa	11,15	17
Daun-daunan	13,24	20,2
Plastik	5,11	7,8

Sesuai dengan (SNI) 19-3964-1994 perhitungan berat dan volume sampah perorang didapat dengan rumus :

- Berat sampahperorang = $\frac{Bs}{u}$

- Volume sampah perorang = $\frac{Vs}{u}$

Bs = Berat sampah yang diukur = 65.59 Kg

Vs = Volume sampah yang diukur = 140 liter

$u = \text{Jumlah unit penghasil sampah} = 49 \text{ jiwa}$

- Perhitungan volume sampah

$\text{Vol. sampah} = \text{berat sampah} : \text{Berat jenis sampah}$

$$65,59 \text{ kg} : 468,5 \text{ kg/ m}^3 = 0.14 \text{ m}^3$$

Timbulan sampah sebesar 0,33 kg/orang/hari menunjukkan bahwa hal ini mendekati dengan (SNI) 19-3964-1994 bahwa timbulan sampah perorang pada kota besar yaitu 0.4 – 0.5 kg/orang/hari, dan hasil volume sampah perorang diperoleh sebesar 2.86 L/orang/hari ini tidak sesuai dengan (SNI) 19-3964-1994 bahwa volume sampah pada kota besar yaitu 2 – 2.5 L/orang/hari.

Tabel 3. Karakteristik Sampah anorganik dan organik

Berat sampah total (kg)	Jenis sampah	Berat sampah (kg)	Presentase (%)
65.59	Organik	39.47	60.17
	Anorganik	26.12	39.82

Menurut tabel 3, sampah yang diperoleh perbandingan antara organik dan plastik cukup signifikan, yaitu 6 : 4 . Hal ini dikarenakan sampah yang diperoleh berasal dari sampah organik, sedangkan anorganik yang diperoleh kecil. Sampah inilah yang akan dijadikan materi untuk *Refuse Derived Fuel*(RDF).

Pada lampiran Tabel 3 diperoleh macam – macam bahan plastik, plastik yang sering digunakan baik di perkampungan ataupun restoran yaitu plastik putih / bening dan plastik warna. Sampah plastik ini sering digunakan untuk membungkus makanan ataupun yang lainnya.

Hasil tabel menunjukan sampah plastik paling berat adalah sampah plastik PET putih/bening. PET putih/bening dalam kehidupan masyarakat atau setiap harinya lebih kita kenal dengan plastik botol kemasan air mineral.

4.3 Proses RDF

RDF merupakan bahan bakar padat alternatif dimana materi berasal dari sampah padat yang tidak dapat diolah kembali, misalnya plastik. Hal ini dikarenakan sampah plastik sangat sulit untuk terurai kembali dalam tanah, sehingga dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

Implementasi sampah padat menjadi RDF sebagai bahan bakar juga diharapkan dapat menjadi tambahan pemasukan bagi warga. Pengolahan sampah – sampah plastik tersebut menjadi RDF sudah sesuai dengan kondisi disana, dikarenakan hasil dari RDF tersebut dapat digunakan kembali.

Direncanakan proses pengolahan ini direkomendasikan untuk 1 (satu) tempat. Sehingga seluruh sampah penduduk dan daerah Teluk Penyu (Kampung Nelayan) akan diolah dan dapat memiliki nilai manfaat yang lebih.

Dalam perencanaan pengelolaan sampah, setelah dilakukan analisa karakteristik sampah dari data primer hasil survei lapangan, selanjutnya dilakukan analisa persyaratan RDF. Diharapkan, hasil analisa perencanaan RDF ini bisa diterapkan di kota lain di Indonesia selain Kota Cilacap sebagai lokasi pengambilan sampel sampah.

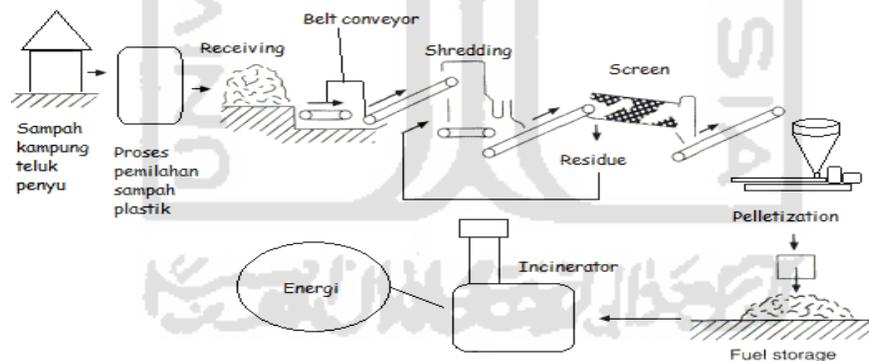
Pemerintah telah memberikan perhatian yang lebih dengan melakukan program pengurangan timbulan sampah dengan menerapkan *Reduce, Reuse* dan *Recycle* (3R) dengan harapan pada tahun 2025 tercapai “*Zero Waste*” (Permen PU 21/PRT/M/2006). Hal ini juga tercermin dalam UU No.18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah dimana pada pasal 19 menyebutkan pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga terdiri dari pengurangan sampah dan penanganan sampah. Upaya peran serta masyarakat dalam reduksi sampah disumber sampah masih belum terlihat, sedangkan kegiatan reduksi yang dilakukan pemulung di TPS masih sangat kecil.

Diharapkan adanya RDF dapat menghemat lahan dan memperpanjang umur pakai TPA, membuka lapangan kerja serta dapat memberikan tambahan pendapatan daerah.

4.3.1 Analisis Rencana Teknis Operasional Pengelolaan Sampah Di RDF

Dalam perencanaan RDF, proses pengelolaan sampah diawali dari masuknya sampah ke TPA, selanjutnya dilakukan pemilahan sampah tahap pertama di tempat pemilahan dengan alat *belt conveyor* antara sampah kering, yang berupa sampah plastik, kertas, kaleng/besi/alumunium, botol/kaca, kain dan karet/kulit.

Setelah di lakukan pemilahan sampah dari alat *belt conveyor*, sampah akan di lanjutkan di proses *shredding* dimana dalam proses ini sampah akan di cacah dengan bentuk yang seragam dan menghilangkan volume yang berlebih yang akan mengganggu proses lebih lanjut. Proses selanjutnya adalah *Screen*. Proses ini dilakukan pemisahan bahan yg tidak di perlukan dan bahan daur ulang dari fraksi bahan bakar. Proses selanjutnya yaitu *Pelletization*, di dalam proses ini bahan akan di padatkan dengan padat berbentuk bulatan seperti bricket. Kemudian di tampung di *fuel storage* yang selanjutnya akan menjadi bahan bakar *Incinerator*.



Gambar 5. Konsep LAYOUT RDF

1. *Receiving and storage Area (Belt Conveyor)*

Proses pertama kali dimana sampah diterima dan selanjutnya untuk disimpan sementara waktu sebelum diproses.

Untuk rincian lahan :

Berat sampah plastik total :

timbulan sampah : persentase sampah plastik:

$$807.51 \text{ kg} : 7,8\% = 62.98\text{kg}$$

Densitas receiving :

Berat sampah plastic total :volume sampah :

$$62.98 \text{ kg} : 0.14 \text{ m}^3 = 449.89 \text{ kg/m}^3$$

Total debit :

Timbulan sampah : *densitas receiving*:

$$807.51 \text{ g} : 449.89 \text{ Kg/m}^3 = 1.79 \text{ m}^3$$

2. SHREDDING (HY500)

HY500 akan mencacah - cacah sampah plastic , dengan rincian sebagai berikut :

Type	HY500
Dimensi (pxlxt)	1500 x 1000 x 1200
Kapasitas actual	1000 kg/hari
Motor	20 HP
Merk Motor	Liming
Pisau	20 inchi
Jenis Pisau	PLATPER /S45C
Tebal Pisau	20mm
Jumlah Pisau	10 pcs
Rangka	Unp 80
Body/Box	20mm
Plat hoper	2mm
As Diameter	80 mm
Harga (Juta Rp)	37.50



Gambar 6. Detail Mesin SHREDDING (HY500)

3. SCREEN

Dirancang khusus untuk memisahkan bahan yang telah dicacah oleh HY500. Apabila ada bahan yang tidak sesuai ukuran dari alat screen akan di di kembalikan ke mesin pencacah HY500.



Gambar 7. Alat SCREEN

4. *PELLETIZATION*

Alat ini berfungsi untuk memadatkan bahan yang sudah melalui proses *Screen* dengan bentuk menyerupai briket.



Gambar 8. Alat PELLETIZATION

5. *FUEL STORAGE*

Yaitu tempat penampungan bahan dari proses *Pelletization* untuk persediaan bahan bakar *incinerator*.

- Perhitungan Luas lahan

- Area Parkir

$$\text{Truk} = p \times l$$

$$4\text{m} \times 2\text{m} = 8\text{m}^2$$

$$\text{Jumlah truk 1} = 8\text{m}^2$$

$$\text{Luas lahan} = P \times l$$

$$= 7\text{m} \times 6\text{m}$$

$$= 42\text{m}^2$$

- Penerimaan (*Receiving*)

$$\text{Volume sampah} = 0.14\text{m}^3$$

$$\text{Luas lahan} = p \times l$$

$$= 2\text{m} \times 0,5\text{m}$$

$$= 1\text{m}^2$$

- Area *Belt Conveyer*.

$$\text{Berat sampah plastik total} = 62,98\text{ kg}$$

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Berat sampah plastic}}{\text{Volume sampah}} = \frac{62,98\text{kg}}{0.14\text{m}^3}$$

$$= 449,85\text{ kg/m}^3$$

$$\text{Total debit} = \text{Timbulan sampah} : 807,51\text{ kg}$$

$$\text{Densitas} = 449,89\text{ kg/m}^3$$

$$\text{Luas lahan} = p \times l$$

$$= 3\text{m} \times 1\text{m}$$

$$= 3\text{m}^2$$

- Area *Shredding*

$$\text{Tipe HY500} = p \times l \times t$$

$$= 1,5\text{m} \times 1\text{m} \times 1,2\text{m}$$

$$= 1,8\text{m}^3$$

$$\text{Dengan 2 alat} = 1,8\text{m}^3 \times 2 = 3,6\text{m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Luas lahan} &= p \times l \\ &= 2\text{m} \times 3\text{m} \\ &= 6\text{m}^2\end{aligned}$$

- *Screening*

$$\begin{aligned}\text{Tipe vibrating screen} &= p \times l \times t \\ &= 1,5\text{m} \times 0,5\text{m} \times 0,8\text{m} \\ &= 0,6\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Dengan 2 alat} = 0,6\text{m}^3 \times 2 = 1,2\text{m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Luas lahan} &= p \times l \\ &= 1,5\text{m} \times 1,5\text{m} \\ &= 2,25\text{m}^2\end{aligned}$$

- *Pelletization*

$$\begin{aligned}\text{Tipe 9FQ-50} &= p \times l \times t \\ &= 1,75\text{m} \times 0,72\text{m} \times 1,9\text{m} \\ &= 2,394 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- *Fuel Storage*

$$\text{Timbulan sampah} = 807,51 \text{ kg}$$

$$\text{Berat plastic} = 7.8\%$$

$$\begin{aligned}&= p \times l \\ &= 2,2\text{m} \times 2.88 \text{ m} \\ &= 6,3\text{m}^2\end{aligned}$$

- *Incinerator*

$$\text{Luas alat} = 1,5\text{m} \times 1,1\text{m} \times 1,4\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas lahan} &= p \times l \\ &= 2,25\text{m} \times 1,65\text{m} \\ &= 3,7125\text{m}^2\end{aligned}$$

- *Kantor*

$$\begin{aligned}
 &= p \times l \times t \\
 &= 10\text{m} \times 15\text{m} \\
 &= 150\text{m}^2
 \end{aligned}$$

- Satpam

$$\begin{aligned}
 &= p \times l \times t \\
 &= 4\text{m} \times 3,75\text{m} \\
 &= 15\text{m}^2
 \end{aligned}$$

Total luas lahan = 230.6565 m²

4.3.2 Kriteria Pemilihan Lokasi RDF

Dalam proses pemilihan lahan RDF, diperlukan kriteria-kriteria fisik dan non fisik yang harus dipenuhi. Persyaratan-persyaratan yang digunakan menggunakan pendekatan dari pemilihan lokasi TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Sampah, yaitu SNI No. 03-3241-1994.

Tujuan dari pemilihan lokasi RDF adalah dengan dibangun dan beroperasinya RDF diharapkan tidak menyebabkan penurunan kualitas lingkungan tanah, air tanah, dan juga tidak menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Hal ini dilakukan sebagai bahan pertimbangan dalam menilai kelayakan lokasi lokasi RDF serta memberikan saran kondisi lahan yang akan di rencanakan.

a. Kriteria Regional

Yang termasuk regional dalam penentuan lokasi RDF adalah sebagai berikut:

- Kondisi Geologi

Lokasi RDF dipastikan bukan jalur bencana, seperti rawan gempa bumi
- Kondisi Hidrologi
 1. Dipersyaratkan, tinggi muka air tanah di lokasi RDF minimal 3 meter.
 2. Kelulusan tanah maksimal 10⁻⁶ cm/det.

Bertujuan untuk mencegah pencemaran air tanah oleh keberadaan sampah dan hasil sampingannya (leachet).

3. Jarak terhadap sumber air minum harus lebih besar dari 100 meter dihilir aliran
4. Dalam hal tidak ada zona yang memenuhi kriteria-kriteria tersebut, maka harus diadakan pendekatan/masukan teknologi.
 - Kemiringan zona harus kurang dari 20%
 - Jarak dari lapangan terbang harus diperhatikan
 - Tidak boleh pada daerah lindung/cagar alam dan daerah banjir periode ulang 25 tahun atau kurang.

b. Kriteria Penyisih

Yaitu kriteria yang digunakan untuk memilih lokasi terbaik yaitu terdiri dari kriteria regional ditambah kriteria berikut ini:

- **Iklim**
Daerah yang mempunyai intensitas hujan makin kecil akan semakin baik, dan arah angin tidak dominan menuju ke arah pemukiman.
- **Utilitas/Kondisi Sarana Prasarana**
Ketersediaan prasarana dan sarana harus diperhatikan, karena akan mempengaruhi kelancaran proses beroperasinya RDF. Salah satu prasarana yang harus diperhatikan adalah adanya akses jalan masuk yang layak sesuai dengan jenis alat angkut sampah yang digunakan dan direncanakan.
- **Lingkungan Biologis**
Bila suatu daerah mempunyai habitat yang kurang bervariasi, serta daya dukung areanya kurang mendukung kehidupan flora dan fauna, dinilai akan lebih baik.

- **Kondisi Tanah**
Yang menjadi criteria adalah produktifitas tanah, kapasitas dan umur teknis, serta ketersediaan dan status tanah
 - Demografi, kepadatan penduduk yang lebih rendah akan menjadi prioritas
 - Batas Administrasi
 - Bau dan Kebisingan, semakin banyak zona penyangga akan semakin baik
 - Estetika, semakin tidak terlihat dari luar akan semakin baik
 - Ekonomi, semakin kecil biaya pengelolaan dinilai semakin baik
- Proses pemilihan selengkapnya dapat dilihat dalam Lampiran (SNI 03-3241-1994)

(Sumber SNI 03-3241-1994, *Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA Sampah*)

c. Persyaratan Non Fisik

Permasalahan yang sering muncul dalam penanganan sampah kota adalah semakin sulit tersedianya ruang yang layak untuk pembuangan. Tata guna lahan bertujuan untuk menggunakan lahan secara efisien (*efficient*), sama (*equity*) dan berkelanjutan (*sustainability*). Penggunaan lahan yang efisien merupakan upaya untuk menghasilkan keuntungan dengan biaya yang dikeluarkan rendah, sehingga dapat dikatakan dalam hal ini terdapat unsur ekonomi. Selanjutnya penggunaan lahan harus diperlakukan sama terhadap semua orang, sehingga dapat menghilangkan kesenjangan sosial di kalangan masyarakat. Disamping itu tata guna lahan harus dapat memadukan antara kebutuhan yang dihadapi pada saat ini dan kebutuhan bagi generasi yang akan datang.

Pengaturan penggunaan lahan secara sistematis dalam pemanfaatan sumberdaya yang terbatas merupakan suatu bentuk penggunaan lahan. Penggunaan lahan pada lahan yang terbatas dapat dilakukan melalui:

1. Pengkajian kebutuhan saat ini dan masa yang akan datang, serta evaluasi kelanjutan dari lahan tersebut (*land sustainability*)
2. Melakukan identifikasi dan memecahkan masalah silang atau benturan kepentingan antara individu dan kepentingan umum, antara kebutuhan saat ini dan untuk generasi yang akan datang. Dalam hal ini akan terkait dengan masalah legalitas lahan

4.3.3 Analisa Kebutuhan Lahan

Analisis kapasitas lahan adalah analisis yang dipergunakan untuk menghitung kebutuhan luas lahan bagi sebuah RDF sampah dan masa pakai lahan RDF tersebut. Daya tampung lahan dipengaruhi, antara lain dipengaruhi oleh volume sampah yang di proses. Manfaat analisis ini dapat memberikan informasi mengenai kapasitas lahan RDF yang diperlukan. Analisis kebutuhan kapasitas lahan ini dihitung berdasarkan :

- **Jumlah Sampah Yang Akan Diproses**

Jumlah timbulan sampah merupakan salah satu informasi dasar yang penting dalam perencanaan sistem RDF, karena akan menyangkut kebutuhan kapasitas sistem dan lahan. Keberadaan RDF dimaksudkan untuk melayani pengolahan sampah dalam Kota.

Berdasarkan data hasil survei jumlah dan komposisi sampah Kampung Nelayan, laju timbulan sampah domestik rata-rata adalah 2,86 liter/orang/hari. Jadi, dalam perencanaan RDF diasumsikan jumlah sampah berdasarkan masing-masing klasifikasi seperti ditunjukkan pada tabel 2

- **Identifikasi Kebutuhan Prasarana dan Sarana**

Penentuan kebutuhan prasarana dan sarana ditentukan berdasarkan jumlah timbulan sampah dan komposisi sampah, yang dituangkan dalam rencana pengolahan sampah yang akan dilakukan.

Terdapat beberapa sarana prasarana, yang dibagi dalam 4 (empat) kelompok utama, yaitu:

- a. Sarana Bangunan Utama
- b. Sarana bangunan penunjang
- c. Unit Pengolah Sampah

Peralatan yang menunjang proses operasi dan fungsi kegiatan ini.

Tabel 4. Kebutuhan Lahan

No	Lahan	Kebutuhan Lahan (m ²)
1	Lahan parkir truk sampah	42
2	Pos satpam	15
3	Bak penampung	25
4	Kantor	150
5	Lahan receiving	1
6	Lahan shredding	6
7	Lahan Screen	2,25
8	Lahan Pelletization	4,5
9	Lahan incinerator	3,8
10	Lahan Fuel Storage	6,3
	Jembatan timbang	10
	Jumlah	265,85

Tabel 5. Biaya Investasi Pengolahan Sampah

Biaya	Jumlah	Harga satuan (Rp)	Total (Rp)
Lahan parkir truk sampah	42m ²	127.500/m ³	5.355.000
Bak penampung	25m ²	135.000/m ³	3.375.000
HY500	2 buah	37.500.000	75.000.000
Screen	2 buah	25.000.000	50.000.000
Pelletization	1 buah	150.000.000	150.000.000
Kantor	150m ²	125.000/m ³	18.750.000
Lahan incinerator	3,7m ²	192.275/m ³	722.500
Lahan fuel storage	6,3m ²	213.500/m ³	1.345.050
Pos satpam	15m ²	100.000/m ³	1.500.000
Jembatan timbang	10 m ²	2.500.000/m ³	25.000.000
Total luas lahan	265,85m ²	91.952/m ³	24.445.439,2
Jumlah			355.492.989,2

Tabel 6. Biaya Operasional Pengolahan Sampah

Peralatan	Jumlah (unit)	Operator (orang)	Gaji/orang/bulan	Biaya operasional /bulan	Biaya pemeliharaan
Jembatan timbang	1	1	1.100.000	1.100.000	
Mesin pengayak	2	2	1.200.000	2.400.000	
Pompa air	1	1	800.000	800.000	
HY500	2	1	300.000	600.000	
Screen	2	1	300.000	300.000	
Pelletization	1	1	300.000	300.000	
Fuel Storage	1	1	300.000	300.000	
Incinerator	1	1	300.000	300.000	
Tenaga pengangkut	2	2	1.200.000	2.400.000	
Jumlah				21.700.000	1.500.000

Total modal usaha	:	
Biaya Investasi	:	Rp 355.492.989,2
Biaya Operasional	:	Rp 21.700.000
Biaya Pemeliharaan	:	Rp 1.500.000
⇒ Total	:	Rp 378.692.989,2

Analisis berikutnya yaitu nilai dari *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang dihasilkan berikut analisisnya :

- Timbulan sampah (kg/hari) : 807,51 kg/hr
- Persentase plastik : 7,8 %
- Berat plastik : 5,17 kg
 - Rata – rata nilai kalori yang didapat
: 8,59625 K/kg
 - Total potensi nilai kalor plastik
: berat plastik x rata – rata nilai kalor
: 5,17 kg x 8596,25 Kkal/kg
: = 44.441,32 Kkal
 - Sampah plastik
: 7,8 % x timbulan sampah
: 7,8 % x 8070,51 kg/hr
: 62.98578kg/hr
 - Nilai kalor
: 62,98578kg/hr x 8596,25 Kkal/kg
: 541.441,511 Kkal/kg/hr

Agar dapat melihat nilai keuntungn ataupun kerugian, berikut persamaannya yang diubah menjadi satuan liter

- 1 liter solar= 9241 kkal

Bila hasil yang didapat sebesar 541.441,511Kkal/kg/hr, maka kalor yang diperoleh dari hasil penelitian setara dengan 58,59 liter bahan bakar.

- 1 liter solar = Rp 5.150, sehingga dari proses *Refuse Derived Fuel* (RDF) didapatkan nilai sebesar
- $58,59 \times 5.150 = \text{Rp } 301.744,809/\text{hari}$
- $\text{Rp } 301.744,809/\text{hari} \times 30 \text{ hari} = \text{Rp } 9.052.344,28,-/\text{bulan}$

Hal ini dapat disimpulkan, penelitian ini belum memperoleh keuntungan, karena nilai yang didapat sebesar Rp 9.052.344,28,-/bulan, sedangkan modal yang telah dikeluarkan sebesar Rp 378.692.989,2. Ada beberapa penyebab yang memungkinkan penelitian ini belum memperoleh keuntungan, antara lain :

- Belum maksimalnya sampah yang dikumpulkan dan dipisahkan
- Belum maksimalnya kerja alat RDF
- Masih kurangnya tingkat pemahaman

4.3.4 Analisa potensi kalor

Sampah plastik yang di ambil dari kawasan kampung nelayan kebanyakan berasal dari kawasan perkampungan dan wisata pesisir pantai, di antaranya plastik botol air mineral dan kantong plastik, kemudian di uji di lab.berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan data sebagai berikut

Menurut hasil penelitian yang dilakukan peneliti sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tiammanee, dapat disimpulkan bahwa kota limbah padat dari tempat pembuangan terbuka di Rajamangala University of Technology Isan, Surin, Thailand cocok sebagai bahan baku untuk produksi RDF. Namun, penelitian lebih lanjut harus fokus pada produksi RDF, terutama dalam hal penghapusan mois-mendatang dan komposisi RDF. Selanjutnya, karakteristik RDF harus ditentukan untuk mengeksplorasi sumber energi alternatif terbarukan,(Tiammanee, 2015).

Tabel 7. Uji Nilai Kalor Berbagai Jenis Plastik

NO	Bahan	Nilai Kalori (Kal/gram)
1	Tutup Botol Air Mineral	8474.1971 8447.5797 8691.5379
2	Plastik Merk Botol Air Mineral	8466.5842 8348.7754 8311.4804
3	Botol Air Mineral	8139.5252 8230.9904 8125.7263
4	Kantong Plastik	8806.9293 8747.1763 8998.6133

Berdasarkan hasil uji kalor di atas di dapatkan

- Tutup botol air : 8691 kal/gr
- Plastik merk : 8466 kal/gr
- Botol air mineral : 8230kal/gr
- Kantong plastik : 8998 kal/gr.

Dari data di atas di ambil rata-rata : 8.596 kal/gr, untuk jenis sampah plastik yang di dapatkan dari sampel di dapatkan : 5,17kg. Jadi total potensi nilai kalor dari sample adalah : $8.596 \text{Kkal/kg} \times 5,17 \text{kg} = 44.441,32 \text{Kkal}$.

4.4 Pembahasan

Timbulan sampah terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Ironisnya, fasilitas pengelolaan sampah di hampir semua kota di Indonesia masih terbatas. Mengiringi diundangkannya UURI No 18/2008 tentang Pengelolaan Sampah, pola lama pengelolaan sampah di Indonesia yang berupa pengumpulan-

pengangkutan-pembuangan (P3) mulai bergeser ke pemilahan-pengolahan-pemanfaatan-pembuangan residu(P4).

Kenaikan timbulan sampah di negara - negara berkembang, sudah menjadi problem dan perlu pengolahan yang baik.Hal ini diakibatkan dari kurangnya pengolahan sampah alternatif yang baik di TPS masyarakat maupun di komunitas swadaya masyarakat.Pertumbuhan ekonomi serta perubahan pola konsumsi dan produksi yang mengakibatkan peningkatan cepat generasi limbah plastik di dunia. Di Asia, serta banyak wilayah berkembang lainnya, konsumsi plastik telah meningkat lebih dari rata-rata dunia karena urbanisasi dan pembangunan ekonomi. Konsumsi tahunan di dunia dari bahan plastik telah meningkat dari sekitar 5 juta ton di tahun 1950 menjadi hampir 100 juta ton, 20 kali lebih banyak dihasilkan plastik saat ini dibandingkan dengan 50 tahun yang lalu (UNEP,2009).

Permasalahan sampah yang terjadi di Indonesia memang menjadi masalah yang utama, baik untuk pemerintah atau warganya.Hal ini diakibatkan pertumbuhan penduduk yang terus menerus meningkat setiap tahunnya sehingga berpengaruh terhadap jumlah sampah yang dihasilkan.

Ada berbagai macam jenis sampah yang ada di sekitar kita.akan tetapi yang menjadi dominan adalah sampah organik.Sampah ini diperoleh dari limbah rumah tangga yang sering dimanfaatkan oleh penduduk untuk kompos (pupuk) yang nantinya digunakan penduduk untuk menyuburkan tanaman.Selain sampah organik, terdapat juga sampah non organik berupa plastik, kemasan air mineral, kayu, kain, kertas.sebagian dari sampah tersebut tidak dapat didaur ulang. Sehingga akan mencemari lingkungan karena tidak dapat diurai oleh tanah sampai ratusan tahun.

Tabel 8. Berat dan Komposisi Sampel Sampah

Berat sampah total (kg)	Jenis sampah	Berat sampah (kg)	Presentase (%)
65.59	Organik	39.47	60.17
	Anorganik	26.12	39.82

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat sampah yang dihasilkan lebih banyak sampah organik dikarenakan berasal dari sampah dapur dan sampah yang berasal dari warung makan ataupun pohon kelapa karena berada di sekitar pantai yang merupakan lokasi pariwisata yang biasanya menghasilkan sampah organik. Sampah ini biasanya akan diolah menjadi pupuk atau hanya akan berakhir di TPS, sedangkan sampah anorganik berasal dari plastik, kain, kaca, dan sebagainya.

Menurut Outerbirdge (1991) bahwa ciri-ciri sampah rumah tangga tidak sama pada setiap daerah dapat dilihat dari hasil kajiannya yaitu Negara berpenghasilan rendah menghasilkan sampah (0,4 – 0,6) kg/orang/hari, dan bahan organik 20-85%, Negara berpenghasilan menengah menghasilkan sampah (0,5 – 0,9) kg/orang/hari dan bahan organik 20-65 %, Negara berpenghasilan tinggi menghasilkan sampah (0,7 – 1,8) kg/orang/hari dan bahan organik 20-50 %.

Pada masa sekarang, bahan plastik dipandang sebagai bagian penting dalam hidup manusia, karena sifatnya yang kuat, ringan, murah, mudah diolah, dan hemat energi. Dengan sifat tersebut, plastik semakin banyak digunakan sebagai bahan pengemas. Pada saat ini, 40% produk plastik dunia digunakan untuk bahan pengemas. Sebagai akibatnya, jutaan ton plastik dibuang sebagai sampah setiap harinya. Data di negara maju menunjukkan setiap orang membuang 398 kg sampah plastik setiap tahunnya (Majid, 2007).

Komponen utama dari sampah kota dari sampah terbuka dalam penelitian ini adalah bahan yang mudah terbakar, yang mewakili 99% dari total volume. Komponen ini terdiri campuran plastik, tekstil, sisa makanan, kertas, kulit dan karet serta bahan inert dalam proporsi dari 45%, 19%, 18%, 12%, 3% dan 1% masing-masing (basis basah). Persentase komposisi kimia termasuk konten mois-mendatang, total padatan, zat terbang dan abu con-tenda yang 51,6, 48,4, 95,14 dan 4,37, masing-masing.

Tabel 9. Nilai Kalor dari Berbagai Jenis Sampah

Karakter	Nilai kalor (kkal/kg)
Kertas	3588
Kayu	4400
Tekstil	5200
Resin sintetik	7857
Lumpur IPAL	1800
Karet dan kulit	7200
Plastik	8000

Sumber : (Dong et all,2009)

Berdasarkan tabel diatas, peneliti dapat melihat sampah yang paling tinggi menghasilkan kalor yaitu berasal dari sampah plastik yaitu sebesar 8000 kkal/kg. Hal ini dapat menjelaskan sampah plastik merupakan salah satu bahan bakar RDF yang diperlukan karena kalor yang dihasilkan lebih tinggi dan yang paling mempunyai resiko tinggi jika pengolahannya tidak dilakukan secara benar dan tepat.

Tingginya nilai kalor yang terkandung dalam sampah di Indonesia menjadikan produksi RDF sebagai salah satu alternative pengolahan sampah padat. *Refuse Duel Fuel* (RDF) merupakan bahan bakar alternative yang berasal dari bahan yang memiliki nilai kalor yang tinggi (Cheremisinoff, 2003).

Peneliti melakukan sampel di daerah Cilacap dikarenakan potensinya yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar RDF. Sampah yang diambil dari daerah sampling, merupakan sampah campuran antara sampah rumah tangga dengan sampah yang dihasilkan dari pariwisata. Hal ini dikarenakan antara TPS penduduk dan pariwisata menjadi satu lokasi.

RDF merupakan salah satu alternative pengolahan sampah padat untuk mengurangi volume ataupun cemaran yang dihasilkan oleh sampah padat. Tidak semua sampah padat dapat didaur ulang kembali, misalnya sampah plastik yang tidak dapat diurai oleh tanah dan apabila diproses dengan dibakar dengan cara yang tidak sesuai maka akan menghasilkan cemaran yang dapat mengganggu lingkungan.

Komposisi sampah padat bervariasi gaya hidup dan berbagai tempat. Mengolah sampah padat menjadi RDF memberikan banyak keuntungan. Keuntungan paling utama adalah tingginya nilai kalor yang cenderung bersifat konstan, bentuk fisik dan karakteristik yang bersifat homogen, kemudahan dalam penyimpanan serta rendahnya emisi polutan yang dihasilkan (Caputo and Pelagagge, 2001).

Sampah yang berada di TPS tidak semuanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF. Hanya sampah seperti plastik, kayu, kaca, kain, dan kertas. Sampah tersebut memiliki nilai kalor yang tinggi dan mudah terbakar dibandingkan sampah organik, logam, dan sebagainya.

Tabel 10. Nilai Kalor Berdasarkan Referensi Dari 3 Benua

Karakter	Referensi Nilai Kalor (kkal/kg)		
	Byeong-Kyu (Asia)	Cheremisinoff (Amerika)	Scholz (Eropa)
Plastik	33,49	33,5	32,5
Karet	30,14	23,5	11,96
Kertas	15,02	17,7	11,96
Kayu	18,42	20	5,83
Kain	21,77	32,5	11,96

Ketiga referensi ini dapat digunakan dikarenakan ketiga referensi ini mewakili karakteristik sampah di tiga (3) benua yaitu Asia, Amerika dan Eropa. Referensi ini akan didapatkan nilai kalor untuk setiap karakteristik sampah yang sebelumnya telah dipisahkan. Potensi nilai kalor ini akan menjadi referensi untuk kesesuaian persyaratan RDF.

Selain melalui proses anaerobik, sampah makanan dan sampah biomassa lainnya dapat pula dikonversi menjadi *biofuel* alkohol, melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Bentuk *energy recovery* lainnya adalah pengubahan energi dari panas yang timbul pada proses insinerasi sampah, menjadi energi listrik. Belakangan ini, energi dari briket sampah, yang lazim disebut *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang

populer di Amerika Serikat pada tahun 1970-an mulai dikembangkan kembali (Ramasamy, 2006).

RDF dapat dibakar sebagai bahan alternatif atau pun dicampurkan dengan bahan bakar lainnya seperti batu bara. Pembuatan RDF memanfaatkan keberadaan limbah baik domestik maupun industri yang memiliki nilai kalor tinggi dalam jumlah dan kualitas yang sangat banyak. (Sondari, 2010) Karakteristik penting untuk RDF sebagai bahan bakar diantaranya adalah nilai kalor, kadar air, kadar abu, sulfur, dan kandungan klor. Kadar ini sangat beragam bergantung kepada sumber limbah (seperti rumah tangga, kantor, konstruksi, dan lain-lain), bergantung pada cara pengumpulan, dan pengolahan yang diterapkan (*screening*, pemilahan, *grinding*, pengeringan). (Gendebien et al., 2003).

Untuk di Asia, negara yang cukup gencar memproduksi RDF adalah Korea Selatan. Korea Selatan meluncurkan program Rencana Pengelolaan Sampah dan Energi Biomassa untuk meningkatkan produksi dan pengembangan energi dari bahan bakar rendah karbon. Hasilnya, hingga saat ini Korea Selatan memiliki 8 fasilitas produksi RDF, dengan total kapasitas mencapai 1500 ton per hari. Pabrik tersebut rata-rata memproduksi RDF dalam bentuk pellet. Hanya pabrik terbaru yang berada di Busan mampu memproduksi RDF dalam bentuk fluff dengan kapasitas 900 ton per hari. Pada tahun 2016, Korea Selatan menargetkan beroperasinya 20 fasilitas RDF.

Menurut teori pembakaran bahwa sisa abu hasil pembakaran relatif antara 10-20 % sedangkan 90% bahan bakar akan terbakar menjadi gas emisi. Dari analisa bahan bakar sampah domestik juga menunjukkan bahwa nilai abu pembakaran begitu rendah, jadi dari sisi limbah /padat abu tidak menjadi masalah, (Calvin R. Bruner, 1993).

Tabel 11. Potensi Nilai Kalor Sampel Sampah

Karakter	Berat (kg)	Nilai Kalor (kkal)		
		Byeong-Kyu (Asia)	Cheremisinoff (Amerika)	Scholz (Eropa)
Limbah ikan	12,46	-	-	-
Kayu	7,87	380,37	413	120,39
Sayur-sayuran	13,11	-	-	-
Sampah dapur	9,83	62,26	92,95	37,06
Batok kelapa	11,15	68,64	80,89	54,66
Daun-daunan	13,24	-	-	-
Plastik	5,17	173,14	173,19	168,02
Total	65,59	684,41	760,03	380,135

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat tiap karakteristik sampah menghasilkan nilai kalor yang berbeda – beda. Nilai kalor yang menggunakan referensi Byeong-Kyu adalah yang memiliki potensi paling tinggi. Referensi ini dapat digunakan oleh peneliti karena berada dalam satu (1) kawasan Asia. Sampah kayu menghasilkan nilai kalor yang tertinggi. Hal ini dikarenakan sampah kayu yang dihasilkan oleh kawasan nelayan ini tinggi. Sampah tersebut dapat diperoleh dari pohon kelapa ataupun nelayan sendiri. Tetapi, sampah kayu dapat diolah kembali menjadi barang yang dapat memiliki nilai jual yang dapat menjadi cinderamata sehingga menarik minat pembeli, sehingga pendapat penduduk dapat meningkat atau dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Selain kayu, sampah plastik memiliki nilai potensi kalor yang tinggi. Berbeda dengan kayu yang dapat didaur ulang, plastik tidak dapat didaur ulang. Jika dibiarkan akan mencemari tanah, karena plastik tidak bisa diurai di dalam tanah. Apalagi sampah plastik yang selama ini menjadi permasalahan .sampah plastik inilah yang nantinya akan menjadi bahan baku RDF.

Potensi nilai kalor dari TPS kampung Nelayan sudah sesuai dengan standar RDF dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. RDF dapat dimanfaatkan oleh industri semen yaitu *cement kiln*. Agar dapat dimanfaatkan pada industri semen, potensial nilai kalor harus diperhatikan.

Nilai kalor yang dihasilkan oleh sampel sebesar 44,44 kalori. Kalor ini diperoleh dari sampel plastik, sampel ini dibedakan menjadi tutup botol air, plastik merk, botol air mineral dan kantong plastik. Tutup botol air dan plastik merk termasuk dalam jenis HDPE, botol air mineral termasuk jenis PET, sedangkan kantong plastik termasuk plastik PP. Dilihat dari sampel, nilai kalor terbesar dihasilkan dari kantong plastik. Kantong plastik memang banyak ditemukan. Hampir sebagian penduduk menggunakan kantong plastik. Kawasan kampung Nelayan merupakan kawasan pariwisata, hal ini juga mendukung meningkatnya penggunaan kantong plastik.

RDF dapat digunakan sebagai alternatif untuk pengatasan masalah sampah di kampung Nelayan. Sehingga diharapkan penduduk dapat mendukung rencana ini. Ada beberapa manfaat yang diperoleh baik dari segi ekonomi maupun kesehatan. Sampah bukan hanya menjadi masalah pemerintah, tetapi masalah bagi penduduk. Hasil dari RDF ini kedepannya dapat digunakan pada industri semen yang ada di sekitar wilayah kampung Nelayan serta TPA yang ada seharusnya dipisahkan antara sampah dari penduduk dengan wilayah Teluk Penyu. Hal ini dapat memudahkan pengolahan sampah menjadi bahan bakar RDF. RDF dihasilkan oleh sampah dapur, limbah kayu dan limbah plastik.

RDF berkualitas baik adalah RDF yang memiliki nilai kalor yang tinggi dan konsentrasi senyawa toxic yang rendah, dalam hal ini logam berat dan klorin. Aspek kualitas tersebut dipengaruhi oleh beberapa pihak, seperti; produsen RDF, pengguna RDF, dan peraturan terkait. Akibat dari perbedaan pendapat satu sama lain, kualitas RDF yang diminta berbeda satu sama lain.