

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Operasional

Definisi operasional menjelaskan tentang konsep judul penelitian secara operasional, yaitu “Pengaruh Konversi RDF Menjadi Bahan Bakar Alternatif Terhadap Aspek Ekonomi dan Persepsi Masyarakat (Studi Kasus: TPA Tegal Asri Kecamatan Wlingi Kabupaten Blitar)”. Definisi operasional dimaksudkan untuk menghindari kesalahan pemahaman dan perbedaan penafsiran. Definisi operasional yang perlu dijelaskan yaitu:

1. Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik yang tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi dari kerusakan (UU No. 18 Tahun 2008). Penelitian ini mengkaji pengolahan sampah plastik menjadi RDF (*Refused Derived Fuel*) berupa BBM sebagai salah satu solusi pengurangan timbunan sampah di TPA dan pengaruhnya terhadap total sampah di TPA.
2. RDF merupakan suatu bahan bakar alternatif baru yang berasal dari pengolahan sampah untuk mengkonversikan sampah padat menjadi energi baru, atau dapat disebut sebagai bahan bakar dari sampah (Chiemchaisri, 2009). Hasil pengolahan sampah plastik menjadi RDF kemudian dijual ke masyarakat yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar (minyak tanah atau bensin). Penelitian ini menilai kelayakan kegiatan pengolahan sampah plastik menjadi RDF secara ekonomi.
3. Aspek ekonomi yang dibahas dalam penelitian ini terkait pengaruh hasil kegiatan pengolahan sampah plastik menjadi RDF yang dijual ke masyarakat. Perhitungan manfaat ekonomi digunakan untuk mengevaluasi kegiatan, dengan membandingkan antara manfaat dan biaya, sehingga didapatkan hasil kelayakan kegiatan secara ekonomi dan kemudian dapat ditentukan apakah suatu investasi layak dilakukan berdasarkan perbandingan antara manfaat yang diperoleh serta biaya yang harus dikeluarkan.

4. Persepsi masyarakat digunakan untuk mengevaluasi kinerja penjualan hasil pengolahan sampah plastik menjadi RDF terkait lokasi penjualan. Menurut Render dan Heizer (2001), salah satu faktor yang mempengaruhi lokasi penjualan adalah kedekatan dengan konsumen (pasar). Oleh sebab itu, persepsi masyarakat sebagai konsumen RDF diperlukan untuk mengevaluasi lokasi penjualan. Hal ini dilakukan agar kinerja penjualan dapat ditingkatkan.

## 2.2 Sampah

Sampah merupakan suatu bahan atau obyek yang terbuang atau dibuang, sebagai hasil aktivitas manusia maupun alam yang sudah tidak digunakan lagi dan/atau tidak memiliki fungsi lagi karena telah melalui proses/perubahan terhadap komposisi asli obyek tersebut (*EC Waste Framework Directive 1975* dalam Williams, 2005:64). Berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik yang tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi dari kerusakan.

### 2.2.1 Jenis Sampah

Sampah yang dihasilkan oleh masyarakat berasal dari berbagai sumber serta memiliki berbagai macam jenis. Sampah yang dihasilkan oleh masyarakat berasal dari berbagai macam sumber, di antaranya (Sa'id, 1987):

1. Sampah domestik, yaitu limbah padat yang berasal dari permukiman masyarakat. Jenis limbah ini cukup beragam akan tetapi umumnya berupa sampah dapur seperti kertas pembungkus dan kaleng. Jenis limbah ini umumnya berasal dari permukiman kota dan tentunya berbeda dengan permukiman desa
2. Sampah komersial yaitu limbah yang berasal dari lingkungan perdagangan. Limbah ini beragam sesuai dengan jenis barang yang diperdagangkan.
3. Sampah industri yaitu limbah yang berasal dari buangan limbah industri. Limbah ini untuk jenis industri tertentu akan akan relatif sama, akan tetapi untuk jenis yang berbeda akan menghasilkan limbah yang berbeda juga termasuk didalamnya jenis, jumlah dan komposisi limbah.

4. Limbah yang berasal dari selain yang tersebut diatas bersumber dari bencana alam, limbah dari pepohonan dan lain sebagainya

Dari berbagai macam sumber sampah di atas, kemudian dapat dibagi lagi sampah berdasarkan jenis yang dihasilkan, yang dibedakan menjadi 2 yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Sucipto, C. D, 2012).

1. Sampah organik

Berasal dari makhluk hidup baik manusia, hewan, maupun tumbuhan yang dibedakan atas sampah organik basah dan kering. Sampah organik basah dimaksudkan sampah yang memiliki kandungan air yang tinggi. Contoh kulit buah dan sisa sayuran. Sementara bahan yang terasuk sampah organik kering yaitu bahan organik lain yang memiliki kandungan air yang kecil. Contoh kertas, kayu, atau ranting pohon.

2. Sampah anorganik

Sampah anorganik bukan berasal dari makhluk hidup melainkan berasal dari bahan yang bias diperbarui dan bahan yang beracun. Jenis sampah yang termasuk dalam kategori ini yaitu bahan yang dapat didaur ulang, misalnya bahan yang terbuat dari plastik dan logam.

Sampah yang terdapat di TPA Tegal Asri berupa sampah organik dan anorganik yang berasal dari domestik (rumah tangga), komersial, dan sampah dari pepohonan. Sampah di TPA Tegal Asri tidak hanya berasal dari sumber langsung namun juga dikirim dari 6 TPS di Kecamatan Wlingi. Sampah yang masuk ke TPA kemudian dipilah oleh pemulung dan sampah plastik digunakan sebagai bahan baku pengolahan RDF.

### 2.2.2 Komposisi Sampah

Sampah dapat dikelompokkan berdasarkan komposisi sampah tersebut, serta dinyatakan sebagai % berat (biasanya berat basah) atau % volume dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan dan sebagainya. Komposisi sampah permukiman (domestik) dapat dijabarkan dalam **tabel 2.1**.

**Tabel 2.1 Komposisi Sampah Domestik**

No	Kategori Sampah	% Berat	% Volume
1	Kertas dan Bahan-bahan kertas	32,98	62,61
2	Kayu/produk dari kayu	0,38	0,15
3	Plastik, kulit dan produk karet	6,84	9,06
4	Kain dan produk tekstil	6,36	5,1
5	Gelas	16,06	5,31

No	Kategori Sampah	% Berat	% Volume
6	Logam	10,74	9,12
7	Bahan batu, pasir	0,26	0,07
8	Sampah organik	26,38	8,58

Sumber: Damanhuri (2010)

Komposisi sampah diperlukan untuk menghitung nilai *recovery factor* masing-masing jenis sampah. Dalam penelitian ini, objek penelitian yaitu sampah plastik, karena sampah yang diolah sebagai bahan baku RDF adalah sampah plastik. Sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh pengolahan sampah plastik terhadap reduksi total sampah di TPA Tegal Asri

### 2.3 Penanganan Sampah

Penanganan sampah diatur dalam Undang-undang No 18 Tahun 2008, yaitu meliputi:

1. Pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai jenis, jumlah dan sifat sampah
2. Pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemisahan sampah dari sumber ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan terpadu
3. Pengangkutan yaitu dengan membawa sampah dari sumber, tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu menuju tempat pemrosesan akhir.
4. Pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi dan jumlah sampah
5. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah atau residu hasil pengolahan ke media lingkungan secara aman.

#### 2.3.1 Pengelolaan Sampah

Dasar penanganan sampah yang diatur dalam Undang-undang No 18 Tahun 2008 yaitu dengan sistem 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*). Sistem 3R ini digunakan untuk menggantikan sistem *open dumping* yang selama ini masih digunakan di sebagian besar TPA di Indonesia. Sistem 3R dapat diuraikan sebagai berikut (Mangkara et al, 2010):

1. *Reduce*, yaitu pengurangan timbunan sampah yang dihasilkan
2. *Reuse*, yaitu penggunaan atau pemanfaatan kembali sampah yang ada

3. *Recycle*, yaitu pendaauran ulang sampah dengan pengolahan atau proses tertentu menjadi barang yang bernilai ekonomi, baik menjadi bahan baku maupun sumber energi

Penanganan sampah berupa pengolahan kembali merupakan salah satu solusi untuk mengurangi timbunan sampah. Penelitian ini membahas tentang pengolahan sampah plastik menjadi RDF yang termasuk dalam proses *recycle* (daur ulang).

#### 2.4 Sampah Plastik

Plastik merupakan benda/material yang murah, ringan, dan memiliki masa pakai panjang, yang dapat diubah bentuk menjadi berbagai macam produk yang memiliki berbagai macam fungsi. Plastik memiliki keuntungan yang lebih jika dibandingkan dengan material lain sehingga penggunaan plastik semakin lama juga semakin berkembang (Hopewell, Dvorak and Kosior. 2009).

Plastik memiliki dua jenis utama, yaitu:

1. *Thermoplastics*, yaitu jenis plastik yang dapat dicairkan dalam suhu tinggi dan kemudian dipadatkan kembali untuk menjadi barang plastik lainnya hingga beberapa kali. Contoh di antaranya adalah *polyethylene*, *polystyrene* dan *polyvinyl chloride*.
2. *Thermosets* atau *thermosettings*, yaitu jenis plastik yang dapat dilumerkan dan dibentuk hanya sekali. Jenis plastik ini bentuknya akan tetap menjadi solid dan tidak dapat diubah. Contohnya adalah *phenol formaldehyde* dan *urea formaldehyde*.

Sampah plastik termasuk dalam kategori sampah anorganik yang memerlukan penanganan khusus, seperti sampah plastik dilarang dibakar di lokasi tempat pembuangan akhir (TPA). Pemusnahan sampah plastik dengan cara pembakaran (*incineration*) termasuk kurang efektif dan beresiko sebab dengan pembakaran akan menghasilkan polutan dari emisi gas buang (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>x</sub>) dan beberapa partikulat pencemar lainnya sehingga diperlukan cara pengolahan lain untuk mengolah sampah plastik (Ramadhan dan Ali, 2011).

Setiap jenis plastik memiliki nilai kalor yang berbeda, seperti yang ditunjukkan dalam **tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Nilai Kalor Tiap Jenis Plastik

Jenis Plastik	Contoh	Nilai Kalor (Btu/ton)
PET ( <i>Polyethylene Terephthalate</i> )	Botol minuman ringan, karpet, <i>fiberfill</i> , tali, <i>scouring oads</i> , <i>fabrics</i> , <i>mylar tape</i>	20,5
HDPE ( <i>High Density Polyethylene</i> )	<i>Milk jug</i> , botol deterjen, tas, <i>plastic lumber</i> , furnitur taman, pot bunga, tempat sampah	19,0
PVC ( <i>Polyvinyl Chloride</i> )	Botol minyak goreng, pipa drainase dan got, kartu kredit	16,5
LDPE ( <i>Low Density Polyethylene</i> )	Botol lem, pembungkus film	24,1
PP ( <i>Polypropylene</i> )	Wadah yogurt, baterai mobil, botol, karpet, talu, pembungkus film	38,0
PS ( <i>Polystyrene</i> )	Mainan, styrofoam	35,6
Lainnya	Wadah makanan, wadah kosmetik, wadah pasta gigi	20,5

Sumber: Woodward et al. (2002), Garth and Kowal (1993), Utah State (2006) dalam Bimantara (2012)

#### 2.4.1 Pengolahan Sampah Plastik

Sampah plastik yang banyak digunakan masyarakat terbuat dari minyak bumi yang sulit terurai di alam, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah. Untuk mengurangi volume sampah plastik yang susah terurai, maka dilakukan daur ulang plastik, yang juga merupakan metode untuk mengurangi dampak lingkungan dan penurunan sumber daya (Hopewell, Dvorak and Kosior, 2009). Salah satu proses daur ulang sampah plastik yaitu dengan proses pengolahan yang mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM). Plastik dapat diubah menjadi minyak karena plastik terbuat dari minyak bumi. Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil, seperti bensin dan solar (Ramadhan dan Ali, 2011). Dalam mengolah limbah plastik menjadi BBM tidak diperlukan perlakuan pre-sortir dan tidak pula diperlukan kondisi yang harus bersih dari kotoran (seperti pasir, abu, kaca, logam, tekstil, air, minyak bekas dll). Setiap satuan berat plastik, dapat menghasilkan (Kadir, 2012):

- a. 70% minyak
- b. 16% gas
- c. 6% *carbon solid*
- d. 8% air

Produk plastik dapat diolah menjadi BBM dengan proses pirolisis. Pirolisis (devolatilisasi) adalah proses fraksinasi material oleh suhu, dengan hasil proses yaitu berupa gas ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , dan  $CH_4$ ), tar (*pyrolitic oil*), dan arang

(Ramadhan dan Ali, 2011). Metode konversi sampah plastik menjadi BBM tergantung pada jenis plastik yang digunakan dan sampah lain yang mungkin akan digunakan dalam proses pengolahan. Bahan plastik yang digunakan dalam proses konversi ini adalah bahan plastik yang mudah terbakar dan tidak berbahaya.

**Tabel 2.3** menjelaskan klasifikasi jenis plastik berdasarkan jenis bahan bakar yang dapat dihasilkan.

**Tabel 2.3 Jenis Polimer Berdasarkan Bahan Bakar yang Dapat Dihasilkan**

Jenis Polimer	Deskripsi	Contoh
Polimer yang mengandung karbon dan hidrogen	Jenis ini akan mengasilkan bahan bakar (cair maupun solid) jika dibakar dengan suhu yang tinggi dan menghilangkan gas yang dihasilkan oleh proses pembakaran.	Polyethylene, polypropylene, dan polystyrene. Jenis <i>thermoplastics</i> akan lebur bersama sampah yang mudah terbakar untuk menghasilkan bahan bakar cair.
Polimer yang mengandung oksigen	Jenis ini membutuhkan suhu panas yang lebih rendah dibandingkan untuk meleburkan plastic karbon dan hydrogen dalam proses pembakarannya.	PET, phenolic resin, polyvinyl alcohol, polyoxymethylene
Polimer yang mengandung nitrogen atau sulfur	Jenis ini akan menghasilkan bahan bakar yang mengandung komponen berbahaya seperti NO <sub>x</sub> atau SO <sub>x</sub> .	Nitrogen: polyamide, polyurethane Sulfur: polyphenylene sulfide
Polimer yang mengandung halogen dari klorin, bromin, dan florin	Jenis ini akan menghasilkan bahan bakar gas yang bersifat korosif dan berbahaya	Polyvinyl chloride, polyvinylidene chloride, bromine-containing flame retardants dan fluorocarbon polymers

Sumber: *UNEP's Compendium of Technologies*, 2009

Dalam proses konversi plastik menjadi bahan bakar dengan proses pirolisis, bahan plastik yang digunakan sebagai bahan baku harus dipilah terlebih dahulu.

**Tabel 2.4** menjelaskan penjabaran jenis plastik yang boleh digunakan untuk menghasilkan BBM.

**Tabel 2.4 Jenis Plastik yang Dapat Digunakan dalam Proses Pirolisis**

Jenis Utama	Jenis Plastik	Sebagai Bahan Baku Pembuatan BBM
Liquid hydrocarbon	Polyethylene (PE) Polypropylene (PP) Polystyrene (PS) Polymethyl metacrylate (PMMA)	Diizinkan Diizinkan Diizinkan Diizinkan
Liquid hydrocarbon	Acrylonitrile-Butadiene-Styrene copolymer (ABS)	Diizinkan, namun tidak dapat dilakukan. Akan menghasilkan BBM yang mengandung nitrogen, bahkan kemungkinan terdapat kandungan sianida.
Hydrocarbon yang tidak dapat dijadikan BBM	Polyvinyl alcohol (PVA) Polyoxymethylene (POM)	Tidak dapat dilakukan karena mengandung air dan alkohol. Tidak dapat dilakukan karena mengandung formaldehyde.
Produk padat	Polyethylene terephthalate (PET)	Tidak dapat dilakukan karena mengandung asam teraphthalic dan

Jenis Utama	Jenis Plastik	Sebagai Bahan Baku Pembuatan BBM
		asam benzoat.
Produk karbon	mengandung Polyurethane (PUR) Phenol resin (PF)	Tidak dapat dilakukan. Tidak dapat dilakukan.
Hydrogen chloride dan produk karbon	mengandung Polyvinyl chloride (PVC) Polyvinylidene chloride (PVDC)	Tidak diizinkan. Tidak diizinkan

Sumber: *UNEP's Compendium of Technologies*, 2009

Sampah plastik yang dapat diolah menjadi RDF yaitu plastik jenis *thermoplastics*, karena akan lebur bersama sampah yang mudah terbakar untuk menghasilkan bahan bakar cair. Pada proses pengolahan sampah plastik menjadi RDF di TPA Tegal Asri, jenis plastik yang digunakan yaitu *polyethylene*, berupa tas kresek, plastik label minuman, dll. Jenis plastik *thermoplastics* lain yang diizinkan untuk diolah sebagai BBM (*polypropylene* dan *polystyrene*) tidak diolah di TPA Tegal Asri karena jenis plastik ini tidak dipilah oleh pemulung. Untuk membedakan jenis plastik yang dapat diolah menjadi RDF dan yang tidak, pengelola TPA memilih plastik yang dapat melar ketika ditarik. Hal ini menunjukkan plastik tersebut mengandung karbon dan hidrogen, yang ketika dibakar dengan suhu tinggi akan menghasilkan bahan bakar berupa minyak.

## 2.5 *Refuse-Derived Fuel (RDF)*

RDF merupakan suatu bahan bakar alternatif baru yang berasal dari pengolahan sampah untuk mengkonversikan sampah padat menjadi energi baru, atau dapat disebut sebagai bahan bakar dari sampah (Chiemchaisri, 2009). RDF mampu menghasilkan energi yang tinggi, yaitu dengan menghasilkan bahan bakar minyak (Lin et al. 1999). Pengolahan sampah plastik di TPA Tegal Asri menghasilkan RDF berupa minyak mentah (*crude oil*). Minyak tersebut dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah. Selain itu, minyak tersebut juga dapat digunakan sebagai pengganti bensin dan solar jika telah diberi katalis.

Keuntungan dalam penggunaan RDF sebagai sumber energi adalah kemudahan dan ekonomis dalam pembuatan. Selain itu, hasil pembakarannya sangat ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan energi fosil berupa batu bara dan minyak bumi. Penggunaan RDF juga dapat menjadi alternatif

pengganti energi fosil sehingga penggunaan batu bara dan minyak bumi dapat dikurangi.

### 2.5.1 Jenis RDF

Menurut Caputo et al. (2001) dalam Bimantara (2012), RDF dapat diklasifikasikan dalam tujuh tipe menurut *American Society for Testing and Material* (ASTM), yaitu sebagai berikut:

1. RDF-1, merupakan sampah padat perkotaan yang digunakan sebagai bahan bakar tanpa sampah yang berukuran besar dan tebal.
2. RDF-2, merupakan sampah padat perkotaan yang diproses menjadi partikel kasar dengan atau tanpa logam besi. Subkategori dari RDF-2 merupakan serpihan RDF yang kemudian dipisahkan 95% dari berat sendiri tanpa melewati saringan mesh berukuran 6 inch persegi dan dipadatkan sekitar  $300 \text{ kg/m}^3$ . RDF jenis ini disebut juga sebagai *coarse* RDF atau c-RDF.
3. RDF-3, merupakan bahan bakar yang dicacah yang berasal dari sampah padat perkotaan yang diproses untuk memisahkan logam, kaca dan bahan anorganik lainnya, dengan ukuran partikel 95% dari berat sendiri, serta dapat melewati saringan mesh berukuran 2 inch persegi. RDF jenis ini disebut juga sebagai *fluff* RDF.
4. RDF-4, merupakan hasil dari fraksi sampah yang dapat dibakar (*combustible*) yang kemudian diolah menjadi bentuk serbuk, 95% dari berat sendiri mampu melewati saringan 10 mesh. RDF jenis ini disebut juga sebagai *dust* RDF atau p-RDF.
5. RDF-5, merupakan hasil dari fraksi sampah yang dapat dibakar (*combustible*), yang kemudian dipadatkan menjadi  $600 \text{ kg/m}^3$  menjadi bentuk *pellet*, *slags*, *cubettes*, briket, dsb. RDF jenis ini disebut juga sebagai *densified* RDF atau d-RDF.
6. RDF-6, merupakan RDF dalam bentuk cair atau *liquid* RDF.
7. RDF-7, merupakan RDF dalam bentuk gas.

Dalam penelitian ini, jenis RDF yang digunakan yaitu RDF-6 yang memiliki bentuk cair atau *liquid* RDF, karena RDF yang diproduksi di TPA Tegal Asri merupakan minyak.

### 2.5.2 Karakteristik RDF

Untuk membentuk RDF diperlukan bahan baku berupa sampah. Sampah yang masuk ke TPA kemudian diklasifikasikan menjadi empat macam, yaitu sampah RDF, sampah non RDF, sampah organik, dan sampah residu (Bimantara, 2012). Sampah RDF merupakan sampah yang dapat dijadikan bahan baku RDF yang terdiri dari sampah plastik, kayu, karet, kain, dan kertas. Sampah non RDF merupakan sampah yang tidak dijadikan sebagai bahan baku RDF (terdiri dari kaleng, kaca, logam, dan elektronika). Sampah organik merupakan sampah dari sisa makanan dan sampah kebun (sampah basah). Sedangkan sampah residu merupakan sampah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali dan dibuang di TPA.

Berdasarkan data dari CalRecovery, Inc., nilai energi/kalor yang dihasilkan RDF relatif tinggi, yaitu sebesar 12.000 -16.000 J/g. Jenis dan nilai kalor sampah sebagai bahan baku yang dapat diolah menjadi RDF dijelaskan pada **tabel 2.5**.

**Tabel 2.5 Jenis Sampah RDF dan Nilai Kalor**

Komponen Sampah	Nilai Kalor (Kcal/Kg)
Plastik	8000
Resin Sintetik	7857
Karet dan Kulit	7200
Tekstil	5200
Kayu	4400
Kertas	3588
Lumpur sisa proses	3000
Lumpur IPAL	1800

Sumber: Trang T.T Dong, Byeong-Kyu Lee (2009) dalam Bimantara (2012)

Berdasarkan *European Commission-Directorate General Environment*, komposisi RDF dapat dari berbagai jenis, tergantung pada keaslian dan proses pemisahan bahan baku sampah, dan hal tersebut akan mempengaruhi komponen dari RDF (misalnya nilai kalor RDF yang dihasilkan). Sampah yang terdiri dari kertas, kayu, dan plastik sebagai bahan baku RDF memiliki kandungan energi yang lebih tinggi daripada sampah padat perkotaan yang belum dipilah, dengan nilai energi sebesar 12-13 MJ/kg.

Karakteristik penting dari RDF sebagai masing-masing bahan bakar adalah nilai kalor, kandungan air, kandungan debu, dan kandungan klorin. Nilai kandungan tersebut masing-masing akan berbeda, tergantung pada sumber

sampah sebagai input prosesnya (seperti sampah rumah tangga, kantor, konstruksi, dan sebagainya), sistem pengumpulan sampah (misalnya sampah organik-anorganik masih tercampur serta sampah yang telah terpisah sejak sumber), dan pengolahan yang dilakukan.

Berdasarkan **tabel 2.5**, sampah plastik memiliki kandungan kalor dengan nilai tertinggi jika dibandingkan dengan jenis sampah lainnya. Pengolahan sampah menjadi RDF di TPA Tegal Asri memanfaatkan sampah plastik yang terdapat di TPA. Sampah plastik dipilih untuk diolah menjadi RDF karena menghasilkan minyak dengan nilai kalor yang lebih tinggi daripada bahan baku sampah jenis lain. Hasil tes uji laboratorium di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin FT-UB (Juni, 2014) menunjukkan bahwa nilai kalor sampah plastik di TPA Tegal Asri yaitu sebesar 8.664,889 cal/gram. Oleh sebab itu, nilai kalor sampah plastik di TPA Tegal Asri sesuai dengan teori nilai kalor jenis sampah pada **tabel 2.5**, yaitu nilai kalor plastik sebesar 8000 Kcal/kg dan/atau 8000 cal/gram.

### **2.5.3 Proses Pembuatan BBM Alternatif dari Sampah Plastik**

Pembuatan RDF berupa BBM alternatif dari sampah plastik menggunakan proses pirolisis. Proses pirolisis ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat dengan memanfaatkan sumber energi alternatif yang ada di sekitar masyarakat, yaitu sampah plastik. Dalam proses pirolisis RDF, terdapat beberapa tahap, yaitu sebagai berikut (Lin et.al. 1999; Ramadhan dan Ali, 2011).

1. Pemisahan sampah plastik dari MSW (*municipal solid waste*) lain. Pada tahap ini, sampah plastik dipisahkan menurut jenis sampah plastik yang dapat diproses menjadi RDF dengan sampah yang tidak dapat digunakan. Kondisi eksisting pemilahan di TPA Tegal Asri yaitu masih secara manual menggunakan tenaga manusia. Pemilahan plastik yang akan diproses menjadi minyak dilakukan oleh pemulung yang berada di TPA Tegal Asri. Pemulung memilah sampah plastik yang terdapat di TPA Tegal Asri untuk diolah menjadi RDF di gudang instalasi pengolahan. Sampah plastik yang telah dipilah oleh pemulung kemudian dipisah oleh petugas produksi menjadi dua jenis, yaitu sampah yang dapat diolah menjadi minyak dan sampah yang tidak dapat diolah menjadi minyak. Sampah yang dapat

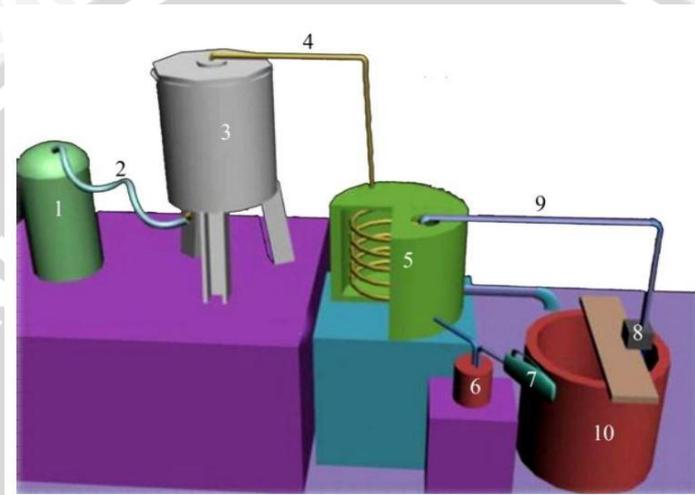
diproses menjadi minyak yaitu sampah yang dapat melar ketika ditarik (misal plastik kresek, plastik gula, dll). Sedangkan plastik yang tidak dapat diproses menjadi minyak (misal selotip, plastik yang tidak dapat melar, dll) digunakan sebagai bahan bakar mesin reaktor.

2. Tahap kedua yaitu hasil dari proses pemilahan sebelumnya kemudian dipilah dari zat pengotor (dicuci di kolam pencuci) dan dikeringkan. Plastik tersebut kemudian dipotong dengan ukuran 1-2 cm<sup>2</sup>, lalu ditimbang agar sesuai dengan berat minimal proses pengolahan dengan mesin reaktor.
3. Tahap selanjutnya yaitu proses pemanasan sampah plastik kering menggunakan mesin reaktor. Sampah plastik tersebut kemudian dipanaskan dengan suhu tertentu untuk menguraikan kandungan zat-zat dalam plastik. Zat tersebut kemudian akan terurai menjadi gas dan cair (minyak).
4. Kemudian setelah minyak dihasilkan dari proses pemanasan tersebut, minyak mentah (*crude oil*) akan diproses sehingga dapat menjadi BBM. Proses pirolisis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor (Ramadhan dan Ali, 2011):
  1. Waktu, semakin lama proses pirolisis berlangsung, maka produksi yang dihasilkan (residu padat, tar, dan gas) akan semakin naik. Namun jika telah melewati waktu optimal, maka karbon akan teroksidasi oleh oksigen sehingga hanya menghasilkan CO<sub>2</sub> dan abu sehingga waktu proses harus diperhatikan dengan baik.
  2. Suhu, karena semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pemanasan, maka laju pirolisis akan bertambah dan konversi naik.
  3. Ukuran partikel, karena semakin besar ukuran partikel, maka proses pirolisis akan semakin lambat.
  4. Berat partikel, karena semakin banyak input plastik yang dimasukkan dalam reaktor, maka hasil bahan bakar cair (tar) dan arang akan meningkat.

Berdasarkan penelitian Swithenbank *et al.* (2005), pengolahan sampah plastik menjadi RDF dengan proses pirolisis memerlukan alat khusus dengan teknologi tertentu yang terdiri atas tungku pemanas yang dilengkapi dengan *thermocontroller* dengan pembacaan temperatur sampai dengan 1000° C dan

reaktor untuk proses pirolisis dengan berdiameter 96 mm tinggi 500 mm. Reaktor pirolisis tersebut dialiri gas nitrogen dari bawah reaktor. Gas nitrogen berasal dari tabung yang dilengkapi dengan *pressure gauge* dan rotameter guna mengatur laju aliran nitrogen. Sedangkan pada bagian atas tabung reaktor terdapat saluran untuk mengalirkan gas hasil pirolisis ke sistem pendingin.

Pada penelitian Wibowo (2011), mesin reaktor pirolisis yang digunakan dilengkapi dengan berbagai macam alat, yang ditunjukkan pada **gambar 2.1**.



**Gambar 2.1 Skema Mesin Reaktor Pirolisis**  
Sumber: Wibowo (2011)

Keterangan:

1. Tabung gas (untuk mensuplai gas yang akan dibakar untuk memanaskan sampah plastik di dalam reaktor)
2. Selang gas (untuk mengalirkan gas dari tabung gas menuju ke pembakar)
3. Reaktor pirolisis (spesifikasi alat ditunjukkan pada **tabel 2.6**)
4. Selang minyak pirolisis (untuk mengalirkan gas hasil pirolisis menuju mesin pendingin untuk dikondensasikan dan untuk menghubungkan sambungan antara unit pendingin dengan tempat minyak pirolisis, serta sambungan antara tempat minyak pirolisis dengan *vacuum cleaner*)
5. Unit pendingin
6. Tempat minyak pirolisis
7. *Fan* (untuk menyedot gas yang terbentuk dari hasil pirolisis)
8. Pompa air (mensirkulasikan air dari bak penampung air menuju ke unit pendingin agar air yang terdapat didalam unit pendingin suhunya konstan)

9. Pipa penyalur air (untuk menyalurkan air yang disirkulasikan dengan menggunakan pompa)
10. Bak penampung (untuk menampung air yang disirkulasikan dengan menggunakan pompa)

**Tabel 2.6 Perbandingan Spesifikasi Beberapa Mesin Reaktor**

Spesifikasi	Mesin Reaktor Pirolisis (a)	Mesin Reaktor Pirolisis (b)	Mesin Reaktor Pirolisis (c)	Mesin Reaktor di TPA Tegal Asri (d)
Panjang	50 cm	78 cm	75 cm	200 cm
Diameter	9,6 cm	23 cm	22 cm	70 cm
Ketebalan	0,5 cm	0,5 cm	0,5 cm	0,5 cm
Kapasitas	1 kg	1,5 kg	1,5 kg	50-65 kg
Sistem Pemanas	Listrik	Gas LPG	Listrik	Pembakaran Plastik

Sumber: Swithenbank *et al.*, 2005 (a); Santoso, 2010 (b); Wibowo, 2011 (c); Data TPA Tegal Asri, 2014 (d)

Mesin reaktor yang terdapat di TPA Tegal Asri merupakan mesin reaktor yang menggunakan teknologi sederhana, karena dalam proses pembakaran masih menggunakan bahan bakar manual berupa pembakaran plastik yang tidak dapat diproses menjadi minyak. Mesin reaktor yang terdapat di TPA Tegal Asri terdiri dari alat sebagai berikut:

1. Mesin reaktor (spesifikasi alat ditunjukkan pada **tabel 2.6**)
2. *Thermocouple* (untuk mengukur suhu pada mesin reaktor)
3. *Stopwatch* (untuk mengukur waktu proses pembakaran)
4. Kondensor (untuk mengembunkan gas hasil pirolisis agar minyak yang dihasilkan lebih banyak)
5. Selang yang dilengkapi dengan penyedot minyak hasil pirolisis
6. Pipa tempat keluar gas pirolisis
7. Drum penampung minyak hasil pirolisis

Efisiensi mesin reaktor pirolisis terhadap jumlah minyak yang dihasilkan dapat dijelaskan dengan **tabel 2.7**.

**Tabel 2.7 Efisiensi Reaktor Terhadap Jumlah Minyak yang Dihasilkan (dalam persen)**

Waktu (mnt)	Suhu Pirolisis									
	T 250°C	T 300°C	T 350°C	T 400°C	T 420°C	T 250°C	T 300°C	T 350°C	T 400°C	T 420°C
	Plastik LDPE					Plastik HDPE				
0	0,8	8	23,2	36	40	2	8	21	36	44
10	3,4	15	35,8	49	53	2,8	15	32	47	53
20	3,6	26,6	50	59	64	3,6	25	48	56	62
30	5,2	33,8	60	68,4	71	6	31	55,6	66,4	68

Waktu (mnt)	Suhu Pirolisis									
	T 250°C	T 300°C	T 350°C	T 400°C	T 420°C	T 250°C	T 300°C	T 350°C	T 400°C	T 420°C
40	6	40	68,2	74,4	76	6,8	37,4	62,8	72	74
50	8	49	74,6	87,4	84	8	44,8	70	86	80
60	11,2	60	77,8	90,6	89,2	11,2	56	74	89	84

Sumber: Ramadhan dan Ali, 2011

Pengolahan sampah plastik menjadi RDF di TPA Tegal Asri dilakukan oleh pengelola TPA Tegal Asri di gudang instalasi pengolahan sampah plastik yang terdapat di dalam area TPA. Dalam proses pengolahannya memperhatikan waktu, suhu, ukuran input plastik, dan berat input plastik. Pengolahan sampah plastik di mesin reaktor memerlukan waktu 2,5 jam dengan suhu 300 °C untuk dapat menghasilkan minyak mentah sebanyak 17-20 liter dalam sekali proses.

## 2.6 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah adalah sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pembuangan akhir sampah berupa tempat yang digunakan untuk mengkarantinakan sampah kota secara aman. Prinsip dasar TPA adalah untuk memusnahkan sampah domestik atau yang diklasifikasikan yang sejenisnya, ke suatu tempat pembuangan akhir dengan cara penimbunan sehingga seminimal mungkin menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Tujuan utama disediakan TPA adalah untuk menyimpan sampah padat dengan cara-cara yang tepat dan menjamin keamanan lingkungan, menstabilkan sampah (mengkonversi menjadi tanah) dan merubahnya ke dalam siklus metabolisme alam.

Dalam pengelolaannya, TPA Tegal Asri Kecamatan Wlingi Kabupaten Blitar menggunakan metode *controlled landfill* (Data TPA Tegal Asri, 2014).

### 2.8.1 Pengolahan Sampah di TPA

Pengelolaan sampah di TPA dibagi menjadi dua yaitu pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi dan jumlah sampah serta pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Pengelolaan sampah di TPA menggunakan konsep daur ulang (*recycle*). Daur ulang adalah upaya untuk mendapatkan sesuatu yang berharga dari sampah.

Dalam proses daur ulang juga dikenal terminologi *reuse*, *direct recycling*, *indirect recycling*.

1. *Reuse*, merupakan opsi yang paling diinginkan, karena energi dan biaya yang dibutuhkan paling sedikit. Misalnya botol minuman dari kaca, dipakai berulang kali dari produsen minuman ke konsumen setelah melalui proses pencucian dan pengisian minuman.
2. *Direct recycling*, merupakan opsi yang membutuhkan yang relatif lebih tinggi dibandingkan *reuse*. Bila bahan *cullet* (bahan kaca) ini ternyata lebih mahal dibandingkan biaya dari bahan baku murni, misalnya karena adanya biaya pengangkutan, maka opsi ini jelas kurang menguntungkan untuk diteruskan. Bahan yang diproses dengan cara ini kemungkinan mengalami degradasi dari segi kualitas, misalnya kertas atau plastik. Serat kertas yang diproses berulang-ulang akan mengalami penurunan kualitas, ukurannya akan tambah lama tambah memendek. Jadi aspek biaya dan kualitas perlu menjadi perhatian utama pada saat memutuskan apakah perlu dilakukan *direct recycling*.
3. *Indirect recycling*, yaitu proses daur ulang yang dalam proses pemisahannya dibutuhkan upaya sehingga mengakibatkan biayanya menjadi mahal. Plastik yang ternyata tidak dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan wadah yang baik, akan mengalami penurunan derajat, misalnya digunakan untuk bahan baku barang yang tidak membutuhkan persyaratan estetika (warna, dsb) atau sifat-sifat lain. Atau dimanfaatkan sebagai sumber energi:
  - a. memproduksi gas bahan bakar dalam pirolisis, atau
  - b. bahan bakar langsung dalam pabrik semen dalam *eco-cement*.

Proses *indirect recycling* ini dinilai mempunyai level yang terendah, Biasanya, bila sebuah bahan telah mengalami proses *indirect recycling*, akan sulit dan mahal biayanya bila hendak didaur-ulang kembali, apalagi bila hendak dikembalikan pada posisi sebagai *raw-material* aslinya. Penanganan akhir dari bahan yang demikian adalah biasanya *landfilling* atau insinerasi. Jadi *landfilling* atau insinerasi adalah digunakan sebagai

upaya menangani limbah yang telah tidak mempunyai nilai lagi untuk didaur ulang.

Berdasarkan terminologi di atas, pengolahan sampah plastik menjadi RDF di TPA Tegal Asri termasuk ke dalam terminologi *indirect recycling*.

## 2.7 Tinjauan Analisis

### 2.9.1 Analisis Mass Balance

*Material Balance (mass balance)* merupakan proses perhitungan jumlah material yang dimulai dari input hingga output. Proses yang dilakukan adalah pengukuran timbulan, komposisi dan *recovery factor* sampah dilakukan untuk mengetahui potensi reduksi sampah di TPA dan merencanakan sistem pengelolaan sampah yang lebih optimal.

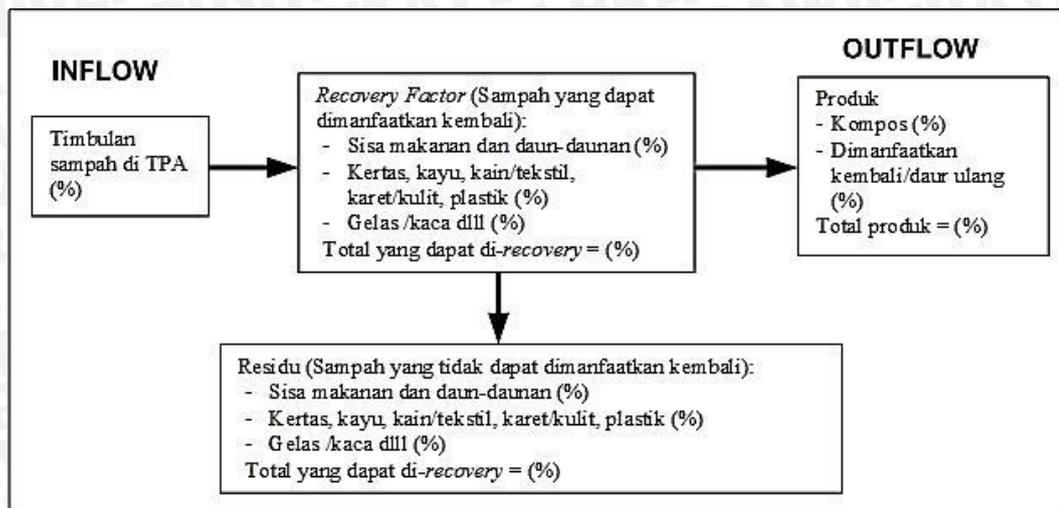
Perhitungan nilai *recovery factor* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Rf = \frac{\text{berat sampah yang direduksi pemulung}}{\text{berat sampah di TPA}} \times 100\%$$

Proses analisis *mass balance* berdasarkan rata-rata perhitungan *recovery factor* sampah (Kusumaningrum dan Warmadewanthi, 2010), meliputi:

1. Mengetahui jumlah timbulan sampah,
2. Mengetahui komposisi dan densitas sampah,
3. Menghitung potensi reduksi (*recovery factor*),
4. Mengetahui kesetimbangan massa, dan
5. Proyeksi potensi reduksi sampah

Proses analisis *mass balance* berdasarkan rata-rata perhitungan *recovery factor* sampah dapat digambarkan dalam diagram alir **gambar 2.2**.



**Gambar 2.2 Diagram Alir Analisis Mass Balance**  
 Sumber: Kusumaningrum dan Warmadewanthi, 2010

Analisis *mass balance* digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui potensi reduksi sampah plastik dari proses pengolahan RDF di TPA Tegal Asri.

### 2.9.2 Benefit Cost Analysis

Analisis biaya manfaat adalah sebuah pendekatan dengan prosedur yang sistematis untuk membandingkan serangkaian biaya dan manfaat yang relevan, dengan sebuah aktivitas atau proyek. Tujuan akhir yang ingin dicapai adalah secara akurat membandingkan kedua nilai, manakah yang lebih besar. Analisis ini digunakan jika suatu proyek akan dievaluasi kelayakan secara ekonomi sehingga dapat ditentukan apakah suatu investasi layak dilakukan berdasarkan perbandingan antara manfaat yang diperoleh serta biaya yang harus dikeluarkan.

Perhitungan biaya dan manfaat dari suatu penerapan teknologi dapat menggunakan pendekatan analisis kelayakan suatu investasi, baik investasi swasta maupun sektor publik. Hal yang harus diperhitungkan berkaitan dengan biaya dan manfaat proyek adalah *time value of money*, yaitu nilai uang dalam waktu yang berbeda tidak sama. *Time value of money* muncul karena adanya ekspektasi keuntungan dari suatu aset apabila diinvestasikan pada berbagai alternatif investasi. Oleh karena adanya beberapa alternatif investasi dari suatu aset maka muncullah konsep biaya kesempatan (*opportunity cost*), yang dijadikan dasar dalam perhitungan tingkat bunga diskonto dan penggandaan. *Opportunity cost* dari penggunaan uang biasanya disebut sebagai *opportunity cost of capital* (OCC) yang biasa dinyatakan dalam persentase per tahun. Oleh karena pentingnya

mengetahui perhitungan OCC dalam analisis kelayakan investasi, maka pada bagian ini akan dibahas terlebih dahulu metode perhitungannya sebelum melakukan analisis kriteria investasi.

1. Metode perhitungan *Opportunity Cost*

- a. *Present value* (nilai sekarang)

Nilai saat ini dari suatu jumlah uang dimasa depan atau arus kas pada suatu tingkat pengembalian tertentu. Arus kas di masa depan didiskonto pada tingkat diskonto tertentu, dan semakin besar tingkat diskonto, maka semakin kecil nilai saat ini.

2. Kriteria Investasi

Kriteria investasi merupakan indeks untuk mengukur dan membandingkan tingkat keuntungan dari berbagai proyek sehingga bisa dinilai apakah suatu proyek menguntungkan (GO) atau tidak (NOT GO). Tujuannya adalah untuk menentukan rangking dengan berbagai kriteria untuk mengalokasikan dana yang ada sehingga keuntungannya maksimum.

- a. *Discounted*

Menghitung *Net Present Value* (NPV) atau nilai sekarang dari selisih antara nilai manfaat dengan arus biaya selama umur proyek, pada tingkat *opportunity cost of capital* tertentu. Pendekatan *discounted* dalam menghitung investasi dapat dilakukan dengan menghitung beberapa indikator dibawah ini:

- 1) *Break even point* (BEP): Analisis *break even point* adalah suatu alat atau teknik yang digunakan oleh manajemen untuk mengetahui tingkat penjualan tertentu perusahaan sehingga tidak mengalami laba dan tidak pula mengalami kerugian (Sigit, 2002:1). Impas adalah suatu keadaan perusahaan dimana jumlah total penghasilan besarnya sama dengan total biaya atau besarnya laba kontribusi sama dengan total biaya tetap, dengan kata lain perusahaan tidak memperoleh laba tetapi juga tidak menderita rugi (Supriyono, 2000:332). Biaya dalam analisis BEP terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Biaya tetap adalah biaya yang jumlahnya tidak berubah walaupun terjadi perubahan volume

produksi (Simamora, 2003:298). Sedangkan biaya variabel adalah biaya yang berubah sebanding dengan perubahan volume produksi atau penjualan (Simamora, 2003: 299). Rumus yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$BEP \text{ (dalam rupiah)} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - \frac{\text{Variable Cost}}{\text{Hasil penjualan}}}$$

- 2) *Net present value* (NPV): menghitung nilai *netto* saat ini. Jumlah seluruh *present value* dari *cash flow* yang dapat dikumpulkan proyek selama umur ekonomisnya dikurangi nilai investasi. Pedoman: bila NPV positif, proyek dianggap layak, bilamana NPV negatif, proyek dianggap tidak layak. Formula:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(\text{Benefits} - \text{Costs})}{(1 + r)^t}$$

NPV > 0 → Layak

NPV < 0 → Tidak Layak

- 3) *Internal rate of return* (IRR): menghitung tingkat bunga pada saat NPV=0

IRR adalah suku bunga atau *discount rate* yang apabila dipakai untuk mendiskonto seluruh *cash flow* yang dikumpulkan proyek selama umur ekonomisnya, akan menghasilkan dana yang jumlahnya sama dengan nilai investasi proyek. IRR menggambarkan nilai profitabilitas proyek yang sebenarnya. IRR dapat dicari dengan jalan *trial and error*, atau dengan bantuan komputer dan kalkulator yang sudah diprogram.

Formula:

$$IRR = i1 - \frac{NPV1 (i2 - i1)}{(NPV2 - NPV1)}$$

Dari hasil perhitungan diharapkan IRR > suku bunga investasi yang berlaku sehingga apabila hasil perhitungan IRR > suku bunga investasi yang berlaku maka proyek pengadaan konversi RDF dikatakan layak.

- 4) BCR: membandingkan *discounted gross benefit* dengan *discounted gross cost*

Di samping pendekatan kriteria NPV, penentuan proyek dalam *cost benefit analysis* juga dapat dilakukan dengan prinsip *benefit cost ratio*, yaitu *benefit-cost* (manfaat-biaya) mempunyai penekanan dalam perhitungan tingkat keuntungan/kerugian suatu program atau suatu rencana dengan mempertimbangkan biaya yang akan dikeluarkan serta manfaat yang akan dicapai. Penerapan analisis ini banyak digunakan oleh para investor dalam upaya mengembangkan bisnisnya. Terkait dengan hal ini maka analisis manfaat dan biaya dalam pengembangan investasi hanya didasarkan pada rasio tingkat keuntungan dan biaya yang akan dikeluarkan atau dalam kata lain penekanan yang digunakan adalah pada rasio finansial atau keuangan. *Benefit-Cost Ratio* dapat disingkat sebagai BCR. Sebuah proyek akan menghasilkan *net benefit* jika  $BCR > 1$ .

Formula:

$$BCR = \frac{\text{keuntungan (Bn)}}{\text{biaya (Cn)}}$$

$$= \frac{\sum_{t=0}^{t-n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t-n} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

$BCR > 1 =$  Layak

$BCR < 1 =$  Tidak Layak

### 2.9.3 Analisis Kepentingan dan Kepuasan (*Importance-Performance Analysis*)

Metode IPA merupakan suatu model kombinasi antara atribut-atribut dari tingkat kepentingan dan keputusan terhadap kualitas pelayanan. Penerapan teknik IPA dimulai dengan identifikasi atribut-atribut yang relevan terhadap situasi pilihan yang diamati. Daftar atribut-atribut dapat dikembangkan dengan mengacu kepada literatur-literatur dan melakukan interview. Hasil analisis meliputi empat saran berbeda berdasarkan ukuran tingkat kepentingan dan kualitas kepuasan, yang kemudian dapat dipergunakan sebagai dasar untuk menetapkan strategi selanjutnya.

Variabel yang digunakan dalam perhitungan IPA ini yaitu variabel lokasi melalui persepsi konsumen pengguna RDF di 3 desa sekitar TPA Tegal Asri,

yaitu Desa Tegal Asri, Desa Tembalang, dan Desa Balerejo. Variabel tersebut kemudian di-*breakdown* menjadi beberapa atribut, terkait kepentingan penempatan lokasi penjualan RDF serta kepuasan masyarakat terhadap lokasi penjualan RDF eksisting. Berikut ini merupakan tahapan dari IPA.

#### A. Penentuan Skala Likert

Skala likert umumnya digunakan dalam penelitian bersifat pengukuran sikap, keyakinan, nilai dan pendapat pengguna/konsumen terhadap suatu pelayanan jasa atau objek. Prinsip pokok skala likert adalah menentukan lokasi kedudukan seseorang dalam suatu kontinum sikap terhadap objek sikap, mulai dari sangat negatif sampai dengan sangat positif (Widoyoko, 2012: 104).

Skala likert yang digunakan dalam penelitian ini yaitu skala likert dengan 5 tingkat. Skala 5 tingkat dipilih karena dianggap mempunyai variabilitas respon yang lebih lengkap dibandingkan dengan skala empat maupun tiga sehingga mampu mengungkap lebih maksimal perbedaan sikap responden. Adapun nilai skala lima yang digunakan beserta masing-masing bobot/tingkat dijelaskan dalam **tabel 2.8**.

**Tabel 2.8 Skala Tingkat Kepuasan dan Kepentingan dalam Analisa IPA**

Skala	Tingkat Kepuasan	Tingkat Kepentingan
1	Sangat tidak puas	Sangat tidak penting
2	Tidak puas	Tidak penting
3	Kurang puas	Kurang penting
4	Puas	Penting
5	Sangat puas	Sangat penting

Sumber: Widoyoko, 2012: 106

#### B. Tingkat Kesesuaian

Tingkat kesesuaian adalah hasil perbandingan skor kinerja/pelaksanaan dengan skor kepentingan, yang akan menentukan urutan prioritas peningkatan faktor yang memengaruhi kepuasan masyarakat. Terdapat 2 buah variabel yang diwakilkan oleh huruf X dan Y, dimana X adalah penilaian kinerja untuk mengukur kepuasan masyarakat, sedangkan Y merupakan tingkat kepentingan komponen menurut masyarakat.

$$Tki = \frac{Xi}{Yi} \times 100\%$$

Dengan:

Tki = Tingkat kesesuaian

Xi = Skor penilaian tingkat kepuasan

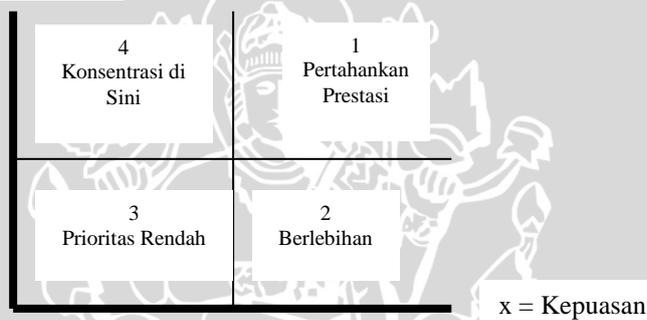
$Y_i$  = Skor penilaian tingkat kepentingan

### C. Diagram Kartesius

Diagram kartesius merupakan suatu bangun yang dibagi atas empat bagian yang dibatasi oleh dua buah garis yang berpotongan tegkal lurus pada titik-titik  $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ , dimana  $\bar{X}$  merupakan rata-rata dari rata-rata skor tingkat pelaksanaan atau kepuasan seluruh variabel dan  $\bar{Y}$  adalah rata-rata dari rata-rata skor tingkat kepentingan seluruh faktor yang memengaruhi kepuasan. Sumbu mendatar (X) diisi skor tingkat pelaksanaan (kepuasan terhadap kinerja), dan sumbu Y diisi oleh skor tingkat kepentingan.

Tingkat unsur-unsur tersebut dijabarkan dan dibagi menjadi empat bagian ke dalam diagram kartesius seperti **gambar 2.3**.

y = Kepentingan



**Gambar 2.3 Kuadran IPA**

Sumber: Supranto, 2001

1. *Keep up with the good work* (pertahankan prestasi).

Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini dianggap penting dan diharapkan sebagai faktor penunjang bagi kepuasan masyarakat sehingga pihak manajemen berkewajiban memastikan bahwa kinerja institusi yang dikelolanya dapat terus memertahankan prestasi yang telah dicapai.

2. *Possibly Overkill* (terlalu berlebih).

Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini dianggap tidak terlalu penting dan atau tidak terlalu diharapkan sehingga pihak manajemen perlu mengalokasikan sumber daya yang terkait dengan faktor-faktor tersebut kepada faktor-faktor lain yang memunyai prioritas penanganan lebih tinggi yang masih membutuhkan peningkatan, semisal di kuadran B.

3. *Low Priority* (prioritas rendah)

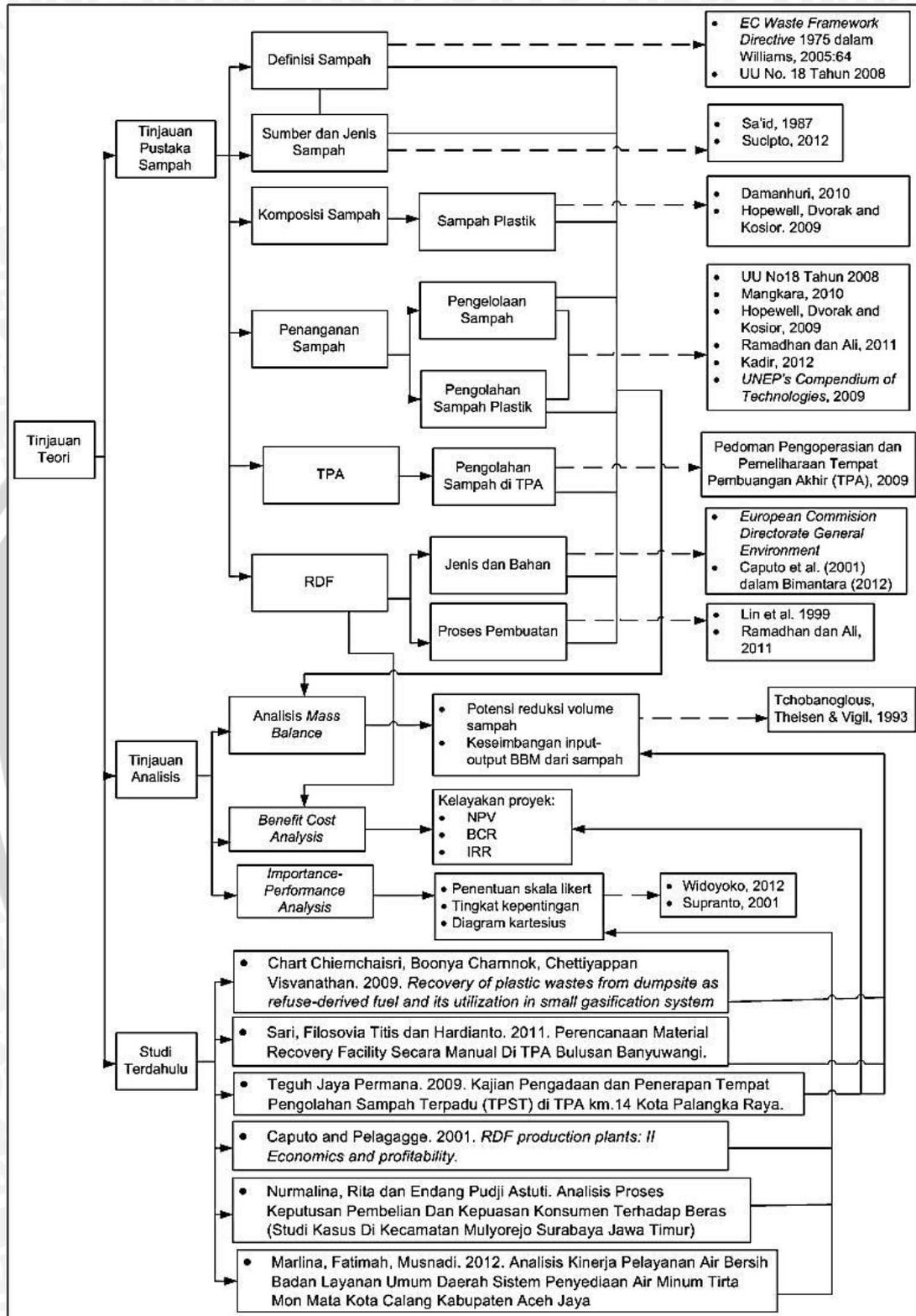
Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini mempunyai tingkat persepsi atau kinerja aktual yang rendah sekaligus dianggap tidak terlalu penting dan atau terlalu diharapkan oleh masyarakat sehingga manajemen tidak perlu memrioritaskan atau terlalu memberikan perhatian pada faktor-faktor tersebut.

4. *Concentrate here* (konsentrasi di sini).

Faktor-faktor yang terletak dalam kuadran ini dianggap sebagai faktor yang penting dan atau diharapkan oleh masyarakat tetapi kondisi persepsi dan atau kinerja aktual yang ada pada saat ini belum memuaskan sehingga pihak manajemen berkewajiban mengalokasikan sumber daya yang memadai untuk meningkatkan kinerja berbagai faktor tersebut. Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini merupakan prioritas untuk ditingkatkan.



## 2.8 Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan referensi dari beberapa penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu digunakan peneliti sebagai masukan dalam variabel dan metodologi. Referensi penelitian terdahulu dijelaskan dalam **tabel 2.9**.

**Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu**

Nama	Judul (Tahun)	Variabel	Metode Analisa	Hasil	Perbedaan	Penggunaan dalam Penelitian
Antonio C. Caputo dan Pacifico M. Pelagage	<i>RDF production plants: II Economics and profitability (2001)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faktor ekonomi terkait lokasi produksi RDF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Economic analysis</i></li> <li><i>Capacity analysis</i></li> <li><i>Sensitivity and risk analysis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluasi lokasi produksi RDF berdasarkan ekonomi dan analisis kapasitas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penelitian ini hanya menilai dari aspek ekonomi, namun terdapat faktor ekonomi terkait lokasi yang dapat digunakan sebagai atribut IPA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabel yang digunakan untuk IPA terkait lokasi, yaitu biaya transportasi menuju lokasi</li> </ul>
Chart Chiemchaisri, Boonya Charnnok, dan Chettiyappan Visvanathan	<i>Recovery of plastic wastes from dumpsite as refuse-derived fuel and its utilization in small gasification system (2009)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabel bebas: komposisi dan karakteristik sampah</li> <li>Variabel terikat: nilai energi kalor dan biaya produksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis karakteristik fisik dan kimiawi sampah</li> <li>Perhitungan kandungan nilai kalor tiap sampah plastik (setelah dipilah)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potensi nilai kalor sampah untuk pemulihan energi di TPA Nothaburi, Bangkok, Thailand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penelitian ini hanya bertujuan untuk mengetahui potensi sampah plastik sebagai bahan baku RDF dilihat dari nilai kalor yang dihasilkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil penelitian ini mengestimasi kriteria sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF dan menghasilkan nilai kalor besar.</li> </ul>
Filosovia T.S. dan Hardianto	<i>Perencanaan Material Recovery Facility Secara Manual Di TPA Bulusan Banyuwangi (2011)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabel Bebas: Volume dan komposisi sampah di TPA Bulusan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis timbulan dan komposisi sampah</li> <li><i>Analisis Mass Balance</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengolahan sampah basah dan kering berdasarkan potensi reduksi sampah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penelitian ini hanya bertujuan untuk mengetahui potensi reduksi sampah dengan pengolahan secara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil penelitian ini mengestimasi potensi reduksi sampah dengan adanya pengolahan sampah plastik menjadi RDF</li> </ul>

Nama	Judul (Tahun)	Variabel	Metode Analisa	Hasil	Perbedaan	Penggunaan dalam Penelitian
		Banyuwangi • Variabel terikat: nilai <i>recovery factor</i>			pengomposan terhadap sampah basah	(tanpa memperhatikan komposisi sampah lain)
Marlina, Fatimah, Musnadi	Eldina dan Said Analisis Kinerja Pelayanan Air Bersih Badan Layanan Umum Daerah Sistem Penyediaan Air Minum Tirta Mon Mata Kota Calang Kabupaten Aceh Jaya (2012)	• Variabel kepuasan masyarakat terhadap pelayanan	• AHP • Analisis Kinerja Pelayanan	• Faktor paling dominan yang mempengaruhi kinerja air bersih merupakan aspek operasional • Kinerja pelayanan air bersih BLUD SPAM Tirta Mon Mata sudah cukup memuaskan masyarakat	• Penelitian ini tidak menggunakan IPA untuk menilai kepuasan masyarakat terhadap kinerja pelayanan air bersih	• Variabel yang digunakan untuk IPA terkait lokasi, yaitu kontinuitas produk dan waktu
Rita Nurmalinga dan Endang Pudji Astuti	Analisis Proses Keputusan Pembelian Dan Kepuasan Konsumen Terhadap Beras (Studi Kasus Di Kecamatan Mulyorejo Surabaya Jawa Timur)	• Variabel kepuasan dan kepentingan penjualan	• IPA • <i>Customer Satisfaction Index (CSI)</i>	• Perilaku konsumen beras dipengaruhi oleh kelas sosial, semakin tinggi kelas sosial maka kepuasan semakin tinggi	• Penelitian ini tidak menggunakan variabel yang digunakan untuk IPA	• Variabel yang digunakan untuk IPA terkait lokasi, yaitu jarak lokasi dari tempat tinggal, pelayanan, dan kenyamanan
Teguh Permana	Jaya Kajian Pengadaan dan Penerapan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di TPA Km. 14 Kota	• Aspek teknis • Aspek finansial dan • Aspek kelembagaan	• Analisis timbulan dan komposisi sampah • Analisis Mass Balance dan potensi daur ulang • Analisis Rencana Teknis Operasional Pengelolaan Sampah	• Keberadaan TPST sebagai lokasi terpadu berpengaruh terhadap reduksi sampah dan Umur pakai TPA km.14	• Penelitian ini tidak mengembangkan pemanfaatan sampah sebagai RDF	• Hasil Penelitian Teguh Jaya mengestimasi kelayakan ekonomi produksi serta memperhitungkan potensi reduksi sampah dengan

Nama	Judul (Tahun)	Variabel	Metode Analisa	Hasil	Perbedaan	Penggunaan dalam Penelitian
	Palangkaraya. (2009)		di TPST • Analisis Kebutuhan lahan, peralatan dan tenaga kerja • Analisis Pembiayaan • Analisis Kelembagaan	• Kelayakan investasi TPST di TPA • Strategi memaksimalkan pengelolaan kebersihan persampahan		adanya TPST.

