

## NILAI KALOR CAMPURAN PREMIUM DENGAN BAHAN BAKAR POLYPROPYLENE HASIL PROSES PIROLISIS

Adityo<sup>1</sup>, Azamataufiq Budiprasojo<sup>2</sup>  
<sup>1,2)</sup> Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember  
[azamataufiq@gmail.com](mailto:azamataufiq@gmail.com)

### Abstrak

Pemanfaatan sampah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dengan menggunakan proses pirolisis untuk dijadikan bahan bakar sampah plastik dengan menggunakan reaktor pirolisis kapasitas 10 kg sampah plastik jenis PP menghasilkan 6 liter solar, 0,5 liter kerosin, 1,5 liter bensin, yang digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin dengan konsentrasi campuran 10%, 15%, dan 20% untuk diuji nilai kalornya. Dimana setelah dilakukan pengujian nilai kalor dengan menggunakan *bomb calorimeter* untuk nilai kalor bahan bakar sampah plastik jenis PP (*Polypropylene*) murni 100% sebesar 11.111,264 kilokalori/gram. Pada campuran bensin premium 90% + 10% bahan bakar sampah plastik menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 11.405,911 kilokalori/gram. Sedangkan untuk nilai kalor bahan bakar bensin premium sebesar 11.414,453 kkal/gram

**Keywords**— Pirolisis, *Polypropylene*, nilai kalor

### I. PENDAHULUAN

Banyaknya pengguna sampah plastik yang tidak terkendali akan menimbulkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah, pencemaran pembakaran sampah yang dapat mempengaruhi udara disekitar. Dengan demikian perlu dilakukan tindakan lebih lanjut mengenai perlakuan sampah. Salah satunya dengan mengubah sampah menjadi bahan bakar cair. Beberapa jenis sampah yang sering kita jumpai adalah botol plastik contohnya cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine dll, yang merupakan salah satu sampah jenis PP (*Polypropylene*). Setiap satuan berat plastik dapat menghasilkan 70% minyak, 16% gas 6% carbon solid dan 8% air. Dan untuk plastik jenis PP (*Polypropylene*) ini mempunyai titik leleh sebesar 70°C – 80°C (Kadir, 2012). Nilai kalor pada plastik dan lainnya antara lain: *Polyethylene* 46,3 (MJ/Kg), *Polypropylene* 46,4 (MJ/Kg), *Polyvinylchloride* 18,0 (MJ/Kg), *Polystyrene* 41,34 (MJ/Kg), sedangkan pada *petrol* sebesar 44,0 (MJ/Kg) dan *diesel* 43,0 (MJ/Kg). Membuktikan bahwa sampah plastik mempunyai kandungan kalor yang cukup tinggi hal ini dapat di kembangkan untuk menjadi salah satu sumber alternatif energi yang menggunakan bahan alam yang terbarui (*renewable resources*), (Das dan Pande 2007).

Saat ini banyak para ilmuwan yang meneliti dan mengembangkan sampah plastik untuk dapat dikonversi menjadi bahan bakar minyak. Beberapa teknologi yang digunakan untuk mengkonversi sampah plastik antara lain dengan menggunakan metode *Thermal Cracking* yaitu memanaskan bahan polimer/plastik tanpa oksigen, proses ini biasanya dilakukan pada temperatur 350°C – 900°C, Proses ini termasuk proses pirolisis, (Suroño, U. B. 2013). Hasil dari proses *Thermal*

*cracking* menghasilkan bahan bakar minyak melalui proses kondensasi dengan proses pendinginan, pada saat pipa mengeluarkan uap yang terjadi pada bejana bertekanan yang dipanaskan hingga 350°C, sehingga menghasilkan uap yang kemudian dikondensasikan menggunakan air hingga berubah bentuk menjadi cair. Cairan inilah yang biasa disebut dengan bahan bakar plastik cair. Setelah diperoleh bahan bakar plastik cair kemudian dilakukan pengujian *kalor* dengan menggunakan *Bombkalorimeter*. Setelah itu barulah dicampur dengan bensin dengan variasi campuran 10%, 15%, dan 20%.

### II. TINJAUAN PUSTAKA

Polimer adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (*makromolekul/polimer*). Polimer mempunyai unsur penyusun utama yaitu karbon dan hidrogen. Salah satu bahan yang sering digunakan dalam membuat polimer adalah *Neptha* yang merupakan bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Untuk membuat 1 kg polimer memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bakunya maupun kebutuhan energi prosesnya. (Kumar dkk., 2011).

Polimer dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *termosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan polimer yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah polimer yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok

polimer di atas, *thermoplastik* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis polimer yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya adapun pengurutan nomor plastik sebagai berikut :



Gambar .1. Nomor kode polimer (Surono,2013)

Tabel I. Jenis polimer, kode dan penggunaannya

No Kode	Jenis Polimer	Penggunaan
1	PET ( <i>polyethylene terephthalate</i> )	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat dan botol kosmetik.
2	HDPE ( <i>High-density polyethylene</i> )	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas dan botol kosmetik.
3	PVC ( <i>Polyvinyl Chloride</i> )	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo dan botol sambal.
4	LDPE ( <i>Low-density polyethylene</i> )	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tips lainnya.
5	PP ( <i>Polypropylene atau Polypropene</i> )	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine.
6	PS ( <i>Polystyrene</i> )	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik dan tempat makanan, styrofoam, dan tempat makanan transparan
7	Other (O ), Jenis plastik lainnya selain dari no 1. hingga 6	botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik,

		sikat gigi, dan mainan lego.
--	--	------------------------------

*Pirolisis* adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses dekomposisi pada *pirolisis* ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Produk utama dari *pirolisis* yang dapat dihasilkan adalah arang (*char*), minyak, dan gas. Arang yang terbentuk dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat addiktif atau campuran dalam bahan bakar. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung (A.S Chaurasia., B.V Babu., 2005).

*Batch Reactor* adalah tempat terjadinya suatu reaksi kimia tunggal, yaitu reaksi yang berlangsung dengan hanya satu persamaan laju reaksi yang berpasangan dengan persamaan kesetimbangan dan stoikiometri. Reaktor jenis ini biasanya sangat cocok digunakan untuk produksi berkapasitas kecil misalnya dalam proses pelarutan padatan, pencampuran produk, reaksi kimia, *Batch distillation*, kristalisasi ekstraksi cair, polimerisasi, farmasi dan fe

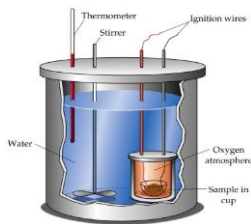


Gambar 2. Reaktor batch (Wikipedia 2016)

Polipropilena atau polipropena (PP) adalah sebuah [polimer](#) termo-plastik yang dibuat oleh [industri kimia](#) dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, [tekstil](#) (contohnya tali, pakaian dalam termal, dan karpet), alat tulis, berbagai tipe wadah serta bagian plastik, perlengkapan laboratorium, [pengeras suara](#), komponen otomotif, dan uang kertas polimer. Polimer adisi yang terbuat dari propilena monomer, permukaannya tidak rata serta memiliki sifat resistan yang tidak biasa terhadap kebanyakan pelarut kimia, basa dan asam. Polipropena biasanya didaur-ulang, dan [simbol daur ulangnya](#) adalah nomor "5". Pengolahan lelehnya polipropilena bisa dicapai melalui ekstrusi dan [pencetakan](#). Metode ekstrusi (peleleran) yang umum menyertakan produksi serat pinal ikat (*spun bond*) dan tiup (hembus) leleh untuk membentuk gulungan yang panjang untuk nantinya diubah menjadi berbagai macam produk yang berguna seperti masker muka, penyaring, popok dan lap. Permukaan bisa diterapkan ke berbagai bagian PP untuk meningkatkan adhesi (rekatan) cat dan tinta cetak.

*Bomb Kalorimeter* suatu alat yang digunakan untuk menentukan nilai *kalor* pada bahan bakar padat dan cair. Pengukuran *Bomb Kalorimeter* dilakukan pada kondisi volume konstan tanpa aliran dengan kata lain reaksi pembakaran dilakukan tanpa menggunakan nyala api, melainkan menggunakan gas oksigen sebagai pembakar dengan volume konstan atau bertekanan tinggi. ( Saifurrizal, M. Ferdi. 2013).

Prinsip kerja dari *bomb kalorimeter* adalah bahan bakar yang akan diukur dimasukkan kedalam bejana kemudian diisi oksigen dengan tekanan tinggi. Kemudian *bomb kalorimeter* ditempatkan di dalam bejana yang berisi air dan bahan bakar tersebut dinyalakan menggunakan sambungan listrik dari luar. Suhu yang diukur sebagai fungsi waktu setelah penyalaan, pada saat suhu *bomb kalorimeter* tinggi keseragaman suhu air disekeliling *bomb kalorimeter* harus dijaga dengan suatu pengaduk. Selain itu beberapa hal tertentu diberikan pemanasan dari luar melalui selubung air, untuk menjaga supaya suhu seragam agar kondisi bejana air adiabatik, ( Saifurrizal, M. Ferdi. 2013).



gambar 3. Bomb calorimeter (M.ferdi,2013)

### III.METODE PENELITIAN

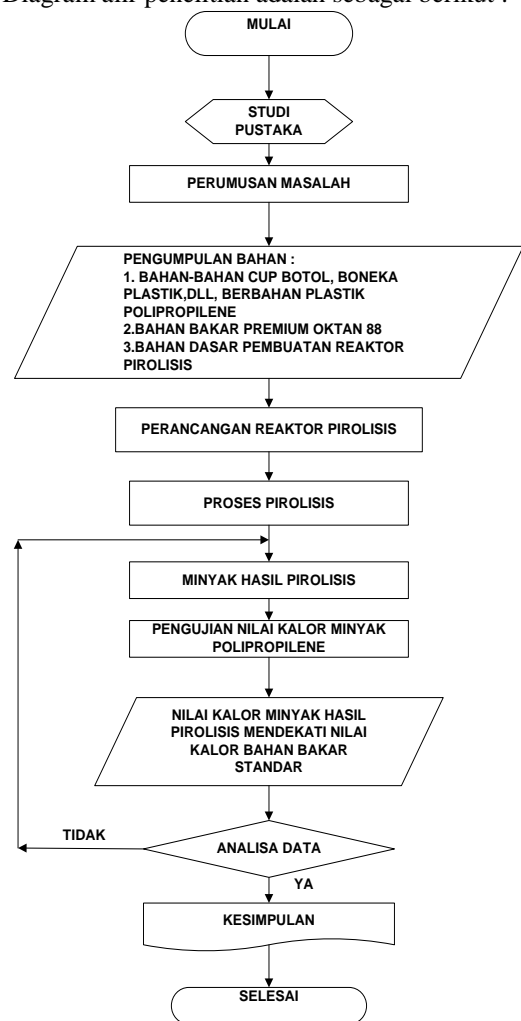
Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *eksperiment (Research Method)*. Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan penelitian secara langsung pada obyek penelitian. Selanjutnya data yang telah dihasilkan tersebut dianalisis dengan menggunakan Statistika program excel dan digambarkan dengan grafik diagram batang untuk mengetahui nilai kalor bahan bakar polipropilene cair hasil pirolisis.

Tahapan Penelitian :

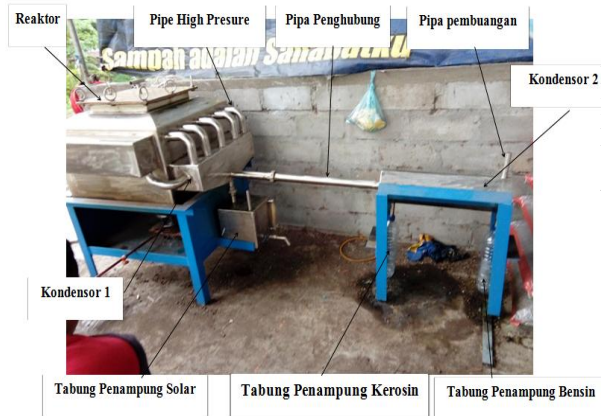
1. Menyiapkan bahan sampah plastik jenis PP (*Polypropylene*) seperti: cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine dll.
2. Membersihkan kotoran yang ada pada sampah plastik.
3. Jemur sampah plastik yang basah sampai kering.
4. Timbang sampah plastik yang sudah kering kedalam reaktor *pirolisis*.

5. Masukkan sampah plastik jenis PP kedalam reaktor.
6. Hidupkan kompor LPG.
7. Pemanasan reaktor dijalankan selama kurang lebih 5-6 jam.
8. Setelah selesai, tampung bahan bakar sampah plastik
9. Pengujian Nilai Kalor bahan bakar plastik cair dengan Bom calorimeter
10. Pengujian Nilai kalor variasi campuran Bahan bakar Premium dengan bahan bakar Plastik cair *Polypropilene* (PP).
11. Melakukan analisa data dan mengambil kesimpulan.

Diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram alir penelitian



Gambar 5. Instalasi reaktor Pirolisis



Gambar 6. Alat Bomb kalorimeter

### III. HASIL PENELITIAN

#### Proses Pirolisis

Pada pengolahan sampah plastik menjadi minyak yang menggunakan prinsip pirolisis yang dilakukan di Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) kelurahan Wlingi Kabupaten Blitar yang menggunakan reaktor kapasitas 10 Kg dapat dilihat pada lampiran 1 dapat menghasilkan 8 liter bahan bakar Solar, 1,5 liter bahan bakar bensin dan 0,5 liter bahan bakar kerosin. Dalam proses pembakaran membutuhkan waktu kurang lebih 5 – 6 jam dalam sekali proses yang menghabiskan LPG 3 Kg dan suhu optimal yang dicapai adalah 200°C, untuk suhu awal pemanasan di dalam tungku reaktor mulai dari suhu 0°C - 32°C sampah plastik didalam reaktor mulai meleleh dan terjadi tetesan pada saluran *output* kondensor. Pada suhu 60°C tetesan bahan bakar pada output kondensor mulai lancar baik dari solar, bensin maupun kerosin membutuhkan waktu sekitar 2 jam 19 menit. Sedangkan pada suhu 150°C tetesan bahan bakar pada pipa *output* kondensor lancar, untuk waktu yang dibutuhkan 3 jam 47 menit.

#### Hasil pengujian nilai kalor

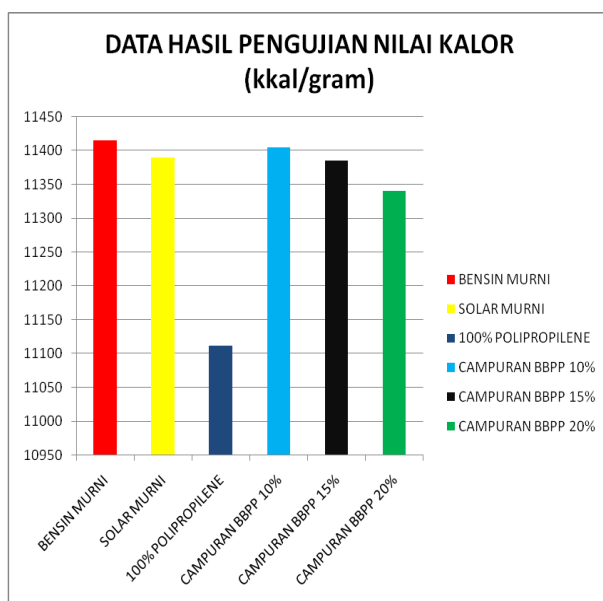
Pada pengujian nilai kalor Bahan bakar Plastik Cair jenis PP (*polypropylene*) di laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya Malang dilakukan sebanyak 15x pengujian pada setiap masing – masing variabel campuran bahan bakar antara lain:

1. Campuran bahan bakar plastik cair 10% dan bensin 90%.
2. Campuran bahan bakar plastik cair 15% dan bensin 85%.
3. Campuran bahan bakar plastik cair 20% dan bensin 80%.
4. Bahan bakar Plastik Cair jenis PP (*Polypropylene*) murni (BBPP).
5. Campuran Bahan bakar Plastik Cair jenis PP (*Polypropylene*) murni dan oktan boster 1 buah (BBPP + oktan boster).

Tabel II. Data hasil Pengujian Nilai kalor

No	Bahan / kode Bahan	Nilai Kalor (Kkal/gram)	Rata-Rata Nilai kalor (Kkal/gram)
1	10%	11.404,255	11.405,911
	10%	11.405,256	
	10%	11.405,221	
2	15%	11.402,031	11.385,023
	15%	11.398,112	
	15%	11.400,311	
3	20%	11.354,926	11.340,050
	20%	11.325,101	
	20%	11.340,123	
4	BBPP 100%	11.114,201	11.111,264
	BBPP 100%	11.110,221	
	BBPP 100%	11.109,389	
5	BBPP+Oktan	11.211,031	11.203,163
	BBPP+Oktan	11.201,129	
	BBPP+Oktan	11.197,329	
6	Bensin Murni	11.414,453	11.414,453
7	Solar Murni	11.390,167	11.390,167

Dan grafik diagram data hasil pengujian kalor bahan bakar cair Polipropilene hasil Pirolisis adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik data hasil Pengujian Nilai Kalor

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan penelitian, pengujian terhadap campuran bahan bakar plastik cair jenis PP (Polypropylene) dan analisa data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain sebagai berikut :

1. Untuk pembuatan 1 unit reaktor pirolisis kapasitas 10 kg dapat menghasilkan bahan bakar solar, bensin, dan kerosin dalam waktu proses pemanasan dalam reaktor selama 5 -6 jam
2. Bahan bakar Polipropilene hasil pirolisis masih belum bisa dipakai oleh kendaraan sepeda motor karena nilai kalornya masih rendah sehingga perlu adanya proses distilasi atau pemurnian lagi untuk meningkatkan nilai kalor yang tinggi dan layak sebagai bahan bakar kendaraan dengan ketentuan seperti viskositas, flash point, boiling point yang memenuhi syarat bahan bakar untuk kendaraan bermotor
3. Dari hasil pengujian nilai kalor bahan bakar polipropilene cair dari hasil proses pirolisis didapatkan rata-rata nilai kalor 11.304 kkal/gr tidak jauh berbeda dengan nilai kalor bahan bakar premium biasa yaitu 11.414 kkal/gr.

### Saran

1. Diperlukan penelitian lanjutan yaitu proses distilasi atau pemurnian lagi bahan bakar Polipropilene hasil Pirolisis secara bertingkat agar didapatkan bahan bakar cair Polipropilene murni dengan tingkat nilai kalor yang lebih tinggi dan layak digunakan pada kendaraan bermotor
2. Perlu dilakukan pengujian nilai viskositas, densitas dan *flashpoint* terhadap bahan bakar plastik cair jenis PP (Polypropylene) untuk dapat mengetahui kandungannya secara spesifik agar layak sebagai syarat bahan bakar yang dapat digunakan pada kendaraan bermotor
3. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC).
4. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui nilai emisi gas buang campuran bahan bakar plastik cair jenis PP (Polypropylene).
5. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai hasil bahan bakar sampah plastik dengan jenis yang plastik yang berbeda.
6. Pada saat pengujian bahan bakar hasil Pirolisis harap disiapkan alat uji untuk masing – masing pengujian seperti viscometer, alat ukur flash point, dan lain-lain.
7. Penelitian berkelanjutan tentang ruang bakar, penyuplai udara, dan system injeksi yang bisa menampung bahan bakar polipropilene cair hasil pirolisis agar dihasilkan performa kendaraan yang optimal
8. Perlu Penelitian tentang pengujian performa kendaraan dengan menggunakan bahan bakar plastik polipropilene cair hasil pirolisis.

### DAFTAR PUSTAKA

- A.S Chaurasia., B.V Babu., 2005, *Modeling & Simulation of Pyrolysis of Biomass: Effect of Thermal Conductivity, Reactor Temperatur and Particle Size on Product Concentrations*, Pilani, India.
- Das, S. dan Pande, S., 2007, *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal PlasticWaste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*, Thesis, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela.
- Kadir. 2012. *Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair*.

- Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik mesin. Vol. 3, No. 2. Kendari: Universitas Haluoleo.
- Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., 2011, *A Review on Tertiary Recycling Of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling* Vol. 55 893–910.
- Kurniawan, A. 2012. *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak*<http://ngeblogging.wordpress>.
- Melyna E, Irdoni, I. Zahrina. Tanpa Tahun. *Perengkahan Sampah Plastik (HDPE, PP, PS) Menjadi Precursor Bahan Bakar dengan Variasi Perbandingan Bahan Baku/Katalis H-Zeolit*. Riau: Universitas Riau.
- Muryani. 2016. *Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) pengolahan Sampah kelurahan Wlingi*. Blitar: Wlingi.
- Rodiansono, 2005, *Aktivitas Katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5 untuk Reaksi Hidrorengkah Sampah Plastik Polipropilena Menjadi Fraksi Bensin*. Yogyakarta: Thesis Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada.
- Surono, Budi.U. 2013. *Berbagai Metode Konfersi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurnal Teknik Vol. 3 No.1.Yogyakarta: Universitas Janabadra.
- Wikipedia. 2016. *Macam-Macam Reaktor*. 9 April. 2000.
- Ramadhan, Aprian (2011), *Pengolahan sampah plastik menjadi minyak menggunakan proses pirolisis*, Jurnal Ilmiah teknik Lingkungan Vol. 4 no. 1 Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur