



## Perencanaan Perawatan Mesin Penghasil Biogas dari Sampah Organik Kapasitas 200 Liter Menggunakan Metode ISMO

Rahayu Mekar Bisono<sup>1\*</sup>, Agus Choriul Arifin<sup>1</sup>, R. Gaguk Pratama Yudha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Madiun, Indonesia

\*Email Penulis: mekar@pnm.ac.id, arifin07@pnm.ac.id, gaguk@pnm.ac.id

(Artikel diterima: Oktober 2022, direvisi: November 2022)

### ABSTRAK

Penggunaan energi alternatif merupakan suatu solusi mengatasi masalah keterbatasan energi fosil yang tersedia. Energi alternatif ini diharapkan menjadi sumber baru energi alamiah seperti: energi tenaga surya, energi tenaga angin, biogas, dan sebagainya. Biogas adalah salah satu bentuk dari energi alternatif berupa gas yang mudah sekali terbakar atau (*flammable*) yang dihasilkan dari sebuah proses penguraian jasad renik oleh bakteri anaerob atau bakteri yang mampu hidup dengan kondisi kedap udara. Mesin penghasil biogas sampah organik merupakan alat yang digunakan untuk mempermudah pembuatan biogas dengan berbagai macam proses penguraian. Agar mesin penghasil biogas dapat selalu berfungsi baik dan dalam keadaan siap pakai, maka diperlukan adanya suatu perencanaan perawatan pada alat tersebut. Didalam melakukan perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik perlu dilakukan Langkah-langkah pekerjaan dengan menggunakan metode ISMO, yaitu: identifikasi kegiatan perawatan dan penjadwalan suatu kegiatan perawatan. Perawatan suatu mesin merupakan kegiatan yang bertujuan untuk menjaga dan merawat keawetan mesin. Fungsinya agar mesin bisa beroperasi dengan baik dan lancar saat digunakan, mesin dapat berumur panjang, serta mesin tidak cepat terjadi overhaul dan dapat meminimalisasi biaya perawatan sesedikit mungkin. Dari hasil penelitian dengan metode tersebut, didapatkan bahwa mesin biogas sampah organik kapasitas 200 liter diperlukan 9 kali inspection, 6 kali small repair serta 2 kali medium repair.

**Kata kunci:** Perawatan mesin; Biogas; Sampah Organik; ISMO.

### I. PENDAHULUAN

Kemajuan IPTEK di masa kini berkembang sangat pesat dan memberikan manfaat yang besar terhadap kemajuan teknologi, sehingga IPTEK memberikan berbagai kemudahan untuk seluruh kegiatan sehari-hari. Penerapan IPTEK dalam kehidupan masyarakat telah berkembang di berbagai sektor, hal ini harus disadari bahwa di balik perkembangan tersebut ada dampak negatif yaitu pada sumber energi. Peningkatan kebutuhan sumber energi yang semakin menipis dalam hal ini membuat sebagai bakar, sehingga sangat dibutuhkan inovasi pemenuhan dari energi alternatif.

Penggunaan energi alternatif merupakan suatu solusi mengatasi masalah keterbatasan energi fosil yang tersedia. Energi alternatif ini diharapkan menjadi salah satu sumber energi alami seperti: energi tenaga surya, energi tenaga angin, biogas, dan sebagainya. Dimana ketersediaan sumber daya alami tersebut dapat digunakan terus menerus jika dikelola dengan sangat baik. Dari beberapa sumber energi tersebut energi yang berasal dari biogas memiliki ketersediaan yang

memiliki nilai manfaat yang tinggi. Hal ini dikarenakan bahan baku biogas diperoleh dari sampah atau kotoran atau dari sisa produk organik. Salah satu sifat biogas adalah gas yang mudah sekali terbakar atau (*flammable*) yang merupakan hasil dari proses penguraian jasad renik oleh bakteri anaerob yang mampu hidup dalam keadaan kedap udara, seperti tumbuh-tumbuhan, buah, kotoran hewan dan kotoran manusia. Proses pengolahan biogas meliputi: pengadukan kotoran atau sampah, pengolahan pada proses digester (proses pembusukan), proses pemisahan gas dari digester, dan tahap selanjutnya pemakaian gas atau penyimpanan dalam tabung [1]. Proses-proses tersebut tentunya menggunakan berbagai peralatan, agar peralatan tersebut berfungsi dengan baik dan umur panjang dibutuhkan suatu tindakan perawatan secara berkala. Dari uraian tersebut diperlukan perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik dengan metode ISMO.

Perawatan mesin merupakan kegiatan yang bertujuan untuk menjaga dan merawat keawetan mesin. Fungsinya agar mesin

bisa beroperasi dengan baik dan lancar saat digunakan, tujuan dari perawatan supaya mesin yang kita gunakan tidak mengalami perawatan besar (*overhaul*) dan juga dapat meminimalkan biaya perawatan.

II. METODOLOGI

A. Biogas

Biogas adalah campuran dari metana (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) serta gas-gas lain dari hasil penguraian jasad renik atau bahan organik lain (contohnya kotoran hewan, manusia, maupun tumbuh-tumbuhan) oleh bakteri metanogen. Cara membuat biogas yaitu, bahan-bahan yang dibutuhkan dimasukkan dalam wadah biodigester. Selanjutnya penguraian berlangsung tanpa adanya oksigen (anaerob). Setelah biodigester penuh, maka pada hari ke 4-5 akan terbentuk biogas, dan akan mencapai hasil terbaik pada hari 20 sampai 25. Dengan persentase gas yg dihasilkan oleh biogas yang terdiri dari 50% sampai 70% gas metana (CH<sub>4</sub>), 30% sampai 40% gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas-gas lain dalam jumlah relatif kecil [2]. Beberapa komponen penyusun dari biogas adalah sebagai berikut [3]:

Tabel 1. Gas Komponen Penyusun Biogas

No	Nama Gas	Rumus Kimia	Jumlah
1	Metana	CH <sub>4</sub>	54% - 70%
2	Karbon monoksida	CO <sub>2</sub>	27% - 45%
3	Nitrogen	N <sub>2</sub>	3% - 5%
4	Hidrogen	H <sub>2</sub>	1% - 2%
5	Karbon monoksida	CO	0.1%
6	Oksigen	O <sub>2</sub>	0.1%
7	Hidrogen Sulfida	H <sub>2</sub> S	Sedikit

Energi biogas tergantung dari jumlah gas metana (CH<sub>4</sub>) yang dimiliki. Semakin besar nilai gas metana pada biogas, maka akan bertambah tinggi kandungan kalor atau energi biogas yang dihasilkan, serta sebaliknya jika semakin kecil nilai gas metana pada biogas, maka akan semakin rendah pula nilai kalor yang dihasilkan [4].

Produksi biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah komposisi dari bahan baku yang ada, *organic loading*, suhu dan waktu yang dibutuhkan agar penguraian dapat berlangsung secara optimal. Biogas dapat dimanfaatkan dalam bermacam keperluan, diantaranya memasak, pompa air, penerangan, boiler dan lain sebagainya.

B. Perawatan

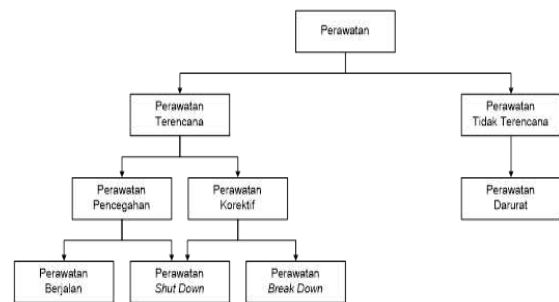
Perawatan atau *maintenance* adalah suatu kegiatan memelihara atau menjaga peralatan serta mampu mengatasi kerusakan yang ada sehingga dapat dikembalikan pada kondisi awal, agar dapat menghindari kerusakan fatal pada jangka waktu lama, sehingga kondisi peralatan selalu terjaga [5].

Pada waktu perencanaan, perawatan, dan perbaikan harus memiliki dasar konsep berfikir yang rasional, logis, dan serba

sistematis. Dalam hal ini, teknik perawatan yang diterapkan sangat berhubungan erat terhadap [6]:

- Pemakaian atau pengoperasian peralatan.
- Pemakaian alat perawatan.
- Pemakaian suku cadang atau komponen.
- Pemakaian bahan.
- Cara penanganan peralatan

Secara skematik, klasifikasi perawatan dibagi seperti gambar berikut:



Gambar 1. Klasifikasi Perawatan

Dalam suatu perawatan terencana, sebuah alat atau mesin mendapat jadwal perawatan maupun perbaikan secara bergilir berdasarkan interval waktu tertentu yang biasa disebut sebagai *repair cycle*, sehingga kerusakan lebih besar yang mungkin terjadi dapat dihindari. Interval dari waktu perbaikan peralatan ini ditentukan berdasar dari beban dan *repair complexity* mesin atau peralatan yang bersangkutan [6]. Tabel dibawah ini menunjukkan *repair complexity* tiap-tiap peralatan:

Tabel 2. Repair Complexity Peralatan

No.	Type of Production	Average Repair Complexity of Equipment
1	Rolling Mills (Steel)	15
2	Turbine (Steam and Hydro)	14
3	Boiler	12
4	Steam Turbine for Ships	11.5
5	Aviation Engines, Heavy Diesel Engine, Heavy Machine Tool	11
6	Automobile, Heavy Tractors, Ship, Aircraft	10
7	Tractor	9.5
8	Railway Wagon (Good and Passenger)	9
9	Machine Tool (Medium)	9
10	Ball or Roller Bearing Motor Cycles	8.5
11	Heavy Electrical Machines, Electric Trains, Precision Instruments	8.5
12	Cycles Tractor Spare Part, Machine for Chemicals, Industrial Paper Wood Pulp	8
13	Compressor, Hydraulic Machine, Light Machine Tools	8
14	Tool and Cutters	7.5
15	Textile, Food Industries Latter, Fire	7.5

No.	Type of Production	Average Repair Complexity of Equipment
<i>Protection Equipment</i>		
16	Gas Apparatus	7
17	Low Voltage Apparatus	7
18	Weighing Instruments	7
19	Electrical Instruments	6
20	Earth Moving Machinery Shower, Bulldozers, ect.	6
21	Watches and Light Instrument	5.5

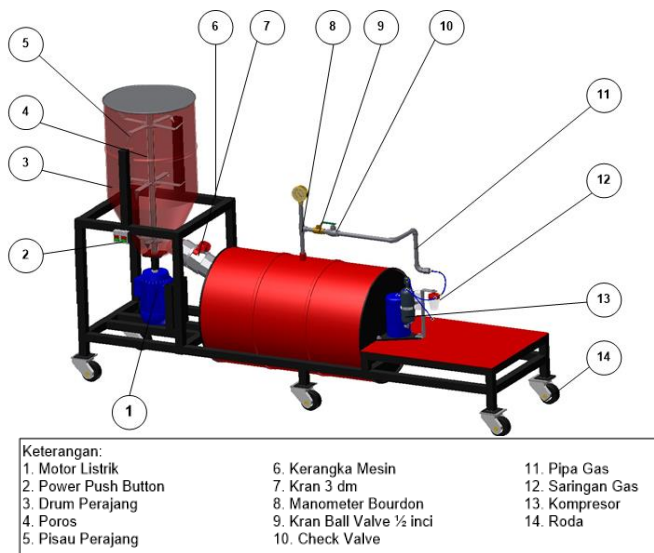
Perawatan yang terjadwal adalah salah satu bentuk dari metode perawatan terencana. Oleh sebab itu adanya *repair cycle* menjadi sangat penting. Terdapat 4 kategori klasifikasi kegiatan dalam perawatan terencana [6], diantaranya adalah:

- Overhaul (O)
- Medium Repair (M)
- Small Repair (S)
- Inspection (I)

### C. Mesin Penghasil Biogas

Dalam perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik ini terdapat beberapa langkah-langkah perencanaan meliputi: study literatur, pembuatan design, mengidentifikasi kegiatan perawatan dan penjadwalan perawatan.

Berikut merupakan gambar desain dari mesin penghasil biogas sampah organik.



Gambar 2. Desain mesin pengolah biogas sampah organik

Perencanaan perawatan pada sebuah mesin atau komponen sangat penting dilakukan untuk menjaga mesin dalam kondisi maksimal. Dalam perencanaan perawatan mesin penghasil biogas ini ada beberapa macam kegiatan yang disajikan dalam diagram alir perencanaan perawatan berikut ini.



Gambar 3. Diagram alir perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik

Dengan identifikasi maka kita tahu apa saja komponen dari mesin penghasil biogas sampah organik tersebut yang perlu dirawat. Kemudian dilakukan pengkelompokan tiap kegiatan mulai inspeksi, *small repair*, *medium repair*, *overhaul*. Dalam penentuan jadwal perawatan dapat dilihat pada tabel *repair complexity*. Dari perencanaan tersebut akan muncul hasil berapa kali perawatan yang seharusnya dilakukan dalam kurun waktu tertentu supaya mesin tetap dapat beroperasi dengan baik.

## III. HASIL DAN ANALISA

### A. Kegiatan Perawatan Peralatan Dengan Metode ISMO

Pada kegiatan perawatan dengan metode ISMO secara umum di bedakan menjadi dua yaitu *repair complexity* dan *repair cycle*. Tabel 2 menyajikan tentang *repair complexity* mesin atau peralatan, sehingga untuk perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik adalah bernilai 7. Selanjutnya, penggunaan mesin penghasil biogas sampah organik direncanakan dilakukan untuk 3 giliran kerja per unit per hari. Maka berdasar tabel *repair cycle* mesin atau peralatan, maka *repair cycle* pada perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik ditentukan sebagai berikut:

Tabel 3. Repair Cycle Perencanaan Perawatan Mesin Penghasil Biogas Sampah Organik

Repair Complexity	Repair Cycle			Tipe Produksi	t	T	
	Siklus	M	S		(Bulan) 3 Giliran kerja/hari	(Tahun) 3 Giliran kerja/hari	
7	O-I <sub>1</sub> - S <sub>1</sub> -I <sub>2</sub> - S <sub>2</sub> -I <sub>3</sub> - M <sub>1</sub> -I <sub>4</sub> - S <sub>3</sub> -I <sub>5</sub> - S <sub>4</sub> -I <sub>6</sub> - M <sub>2</sub> -I <sub>7</sub> - S <sub>5</sub> -I <sub>8</sub>	2	6	9	Unit	3	4,5

*S<sub>6</sub>-I<sub>6</sub>-  
O*

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa perencanaan perawatan terhadap mesin penghasil biogas sampah organik dilakukan setiap 3 bulan sekali sesuai dengan tingkatan siklus perawatan, yaitu *inspection*, *small repair* dan *medium repair*. Sedangkan perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik tersebut akan dilakukan kegiatan perawatan *overhaul* setelah 4,5 tahun.

Kegiatan *inspection* pada perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik meliputi:

1. Drum Perajang.
  - a. Membersihkan kotoran atau debu yang menempel.
  - b. Memeriksa kondisi perajang.
  - c. Memeriksa kebocoran.
2. Motor.
  - a. Membersihkan debu atau kotoran yang menempel pada body motor.
  - b. Memeriksa dan menyetel kekencangan mur dan baut pengikat dari dudukan motor listrik apabila mur baut terjadi kelonggaran.
  - c. Memeriksa kabel-kabel apakah kabel dalam kondisi baik.
  - d. Memberi pelumas pada bearing.
3. Kerangka.
  - a. Membersihkan kotoran atau debu yang menempel.
  - b. Memeriksa kondisi kerangka apakah terjadi korosi.
  - c. Melumasi roda-roda
4. Pisau Perajang.
  - a. Membersihkan kotoran atau kerak yang menempel pada pisau perajang.
  - b. Memeriksa ketajaman pisau perajang.
  - c. Memeriksa baut perajang dan apa bila terjadi kelonggaran maka menyetelnya.
5. Digester.
  - a. Membersihkan kotoran atau debu yang menempel di digester.
  - b. Memeriksa kebocoran dengan air sabun.
6. Piping.
  - a. Membersihkan kotoran atau debu yang menempel.
  - b. Memeriksa kebocoran piping dengan air sabun.
7. Kompresor.
  - a. Membersihkan kotoran atau debu yang menempel.
  - b. Mengecek kondisi tekanan keluar dan masuk.

Kegiatan *small repair* pada perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik meliputi:

1. Drum Perajang.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *inspection*.
  - b. Memeriksa sil perajang bawah.
  - c. Melumasi bearing fillow block.
2. Pisau Perajang.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *inspection*.
  - b. Mengasah pisau perajang.
3. Digester.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *inspection*.

- b. Mengencangkan tutup output.
4. Kompresor.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *inspection*.
  - b. Melakukan penambahan oli pada kompresor.

Kegiatan *medium repair* pada perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik meliputi:

1. Drum Perajang.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Menganti seal poros bantalan apabila seal poros rusak.
  - c. Mengecat permukaan cat yang rontok.
  - d. Menganti baut dudukan pisau yang rusak.
2. Motor.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Menganti baut dudukan motor yang rusak.
  - c. Memeriksa tegangan pada motor dengan menggunakan volt meter.
3. Kerangka.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Mengecat permukaan yang sudah terkelupas.
  - c. Memperbaiki atau mengelas sambungan pada kerangka yang rusak.
4. Pisau Perajang.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Menganti baut dudukan pisau yang rusak.
5. Digester.
  - a. Melakukan semua tindakan yang dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Mengganti sil penutup lubang keluar.
  - c. Mengecat permukaan yang sudah terkelupas.
6. Piping.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Menambal piping dengan lem kaca.
7. Kompresor.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *small repair*.
  - b. Mengecek tegangan pada kompresor.

Kegiatan *overhaul* pada perencanaan perawatan mesin penghasil biogas sampah organik meliputi:

1. Drum Perajang.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *medium repair*.
  - b. Mengganti bagian komponen drum perajang yang rusak dengan komponen baru.
2. Motor.
  - a. Melakukan semua kegiatan yang dikerjakan pada *medium repair*.
  - b. Mengganti motor dengan yang baru.
3. Kerangka.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada *medium repair*.

- b. Mengganti kerangka dengan yang baru.
- 4. Pisau Perajang.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada medium repair.
  - b. Mengganti pisau perajang dengan yang baru.
- 5. Digester.
  - a. Melakukan semua tindakan yang dikerjakan pada medium repair.
  - b. Membongkar dan memperbaiki digester.
  - c. Mengganti digester dengan yang baru apabila digester rusak dan tidak bisa di perbaiki.
- 6. Piping.
  - a. Melakukan semua kegiatan yang harus dikerjakan pada small repair.
  - b. Melakukan penggantian piping dengan yang baru apabila rusak.
- 7. Kompresor.
  - a. Melakukan semua tindakan yang harus dikerjakan pada medium repair.
  - b. Memeriksa tegangan pada kompresor.
  - c. Membongkar dan memperbaiki kompresor.
  - d. Mengganti kompresor dengan yang baru apabila rusak.

#### IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembahasan, maka didapat hasil

kesimpulan sebagai berikut:

Kegiatan perawatan mesin atau alat penghasil biogas dari sampah berbahan organik berkapasitas 200 liter dengan menggunakan metode *Inspection*, *Small Repair*, *Medium Repair*, serta *Overhaul* atau biasa disebut dengan ISMO didapatkan hasil 9 kali proses *inspection*, 6 kali proses *small repair*, serta 2 kali proses *medium repair*. Selanjutnya penjadwalan untuk perawatan alat atau mesin ini dapat dilaksanakan selama periode tahun 2022 – 2027.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Said, Nusa Idaman. 2008. Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta: Tinjauan Permasalahan, Strategi, dan Teknologi Pengolahan. Jakarta: Badan pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- [2] Fitria, B. 2009. Biogas Sebagai Alternatif Energi yang Efektif. Jakarta: Universitas Gunadarma
- [3] Widarto, L. dan FX. C, Sudarto. 1997. Membuat Biogas. Kanisius. Yogyakarta.
- [4] Chisti, Y. (2007). Biodiesel from Microalgae. *Journal of Biotechnology Advances*. Volume (25):294-306.
- [5] Clifton, R. 1974. *Principles of Planned Maintenance*. Arnold. English.
- [6] Garg, H P. 1976. *Industrial maintenance*. S. Chand & Company Ltd. Universitas Andalas.