

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (PTUPT)



Rancang Bangun Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Berbasis *Solar Cell* TiO_2 , PLT-Biogas dan *Fuel cell* dengan Pemanfaatan bahan baku Lokal untuk Menciptakan Kemadirian Energi Listrik di Daerah Pedesaan/Terpencil

Pengusulan Tahun ke 2 dari 3 Tahun

TIM PENELITI PENGUSUL

Aris Ansori, S.Pd., MT. (NIDN. 0030037800)

Dr. Drs. Muhaji, ST., MT. (NIDN. 0020096106)

Bellina Yunitasari S.Si, M.Si. (NIDN. 0024068703)

Dr. Soeryanto, M.Pd. (NIDN. 0020086405)

UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

November, 2018

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Berbasis Solar Cell TiO₂, PLT-Biogas dan Fuel cell dengan Pemanfaatan bahan baku Lokal untuk Menciptakan Kemadirian Energi Listrik di Daerah Pedesaan/Terpencil

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : ARIS ANSORI, S.Pd, M.T
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya
NIDN : 0030037800
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Mesin
Nomor HP : 081334102045
Alamat surel (e-mail) : arisansori@unesa.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr MUHAJI S.T, M.T
NIDN : 0013096103
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Anggota (2)
Nama Lengkap : BELLINA YUNITASARI S.Si, M.Si
NIDN : 0024068703
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Anggota (3)
Nama Lengkap : Dr. Drs SOERYANTO M.Pd
NIDN : 0018046005
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 80,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 320,000,000

Mengetahui,
Dekan FT



Kota Surabaya, 23 - 11 - 2018
Ketua,

(ARIS ANSORI, S.Pd, M.T)
NIP/NIK 197803302008121002

Menyetujui,
Ketua LPPM Unesa



Ringkasan

Peningkatan kebutuhan energi listrik rata-rata 18% per-tahun seiringan pertumbuhan pendudukan dan pertumbuhan ekonomi di masyarakat pedesaan atau daerah terpencil/terisolir. Peningkatan aktifitas manusia berdampak pada kebutuhan energi. Energi listrik merupakan jenis energi yang paling dominan digunakan sehari-hari. peningkatan kebutuhan listrik di Jawa Timur disebabkan peningkatan aktifitas industri di beberapa kota di Jawa Timur, seperti Surabaya, Mojokerto, Sidoarjo. Sementara, kebutuhan energi listrik beberapa daerah pedesaan di Jawa Timur, seperti di Bodowoso, Bangkalan, Sumenep belum dapat terpenuhi disebabkan faktor geografis. Solusi pemenuhan energi listrik di pedesaan dapat memanfaatkan potensi energi alternatif, seperti solar energi dan biogas. Berdasarkan penelitian tahun pertama dengan sistem pembangkit listrik solar PV 100 Wp di daerah pedesaan menghasilkan energi listrik rata-rata 964,84 watt- 1 kW pada musim kemarau, akan tetapi berbeda pada musim penghujan produksi energi listrik pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi matahari menurun 50 -70%. Produksi energi listrik solar PV yang menurun memerlukan sistem pembangkit listrik pendukung dengan menggunakan sumber energi biogas. Hasil analisis menggunakan digester 2 m³ pengisian kotoran sapi dan air 0,5 m³ dengan rasio (1:1) produksi biogas perjam dapat menghasilkan biogas 0,044 - 0,127 m³. Penambahan produksi biogas terus mengalami peningkatan di setiap jam disebabkan proses fermentasi di dalam digester sempurna, sedangkan akumulasi produksi biogas dalam 12 jam menghasilkan 0,9678 m³. Produksi biogas satu hari dapat mencapai $\frac{24}{12} \times 0,968 \text{ m}^3 = 1,936 \text{ m}^3$. Penggunaan biogas untuk bahan bakar genset biogas untuk pembangkit listrik dapat menghasilkan energi listrik $(1,936 \text{ m}^3 / 1,08 \text{ m}^3) \times 800 \text{ Wh} = 1,434 \text{ KWh}$. Energi listrik yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di pedesaan, hal ini menunjukkan performa pembangkit listrik biogas efektif dan efisien digunakan sebagai pendukung pembangkit listrik hibrid di daerah pedesaan.

Kata kunci: pembangkit listrik, hybrid, solar PV, biogas, pedesaan

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah S.W.T. atas limpahan Rahmat, Taufiq dan Hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tahapan penelitian dalam rangka kegiatan penelitian produk terapan (PPT) tahun ke pertama dengan judul **“Rancang Bangun Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Berbasis *Solar Cell* TiO₂, PLT-Biogas dan *Fuel cell* dengan Pemanfaatan bahan baku Lokal untuk Menciptakan Kemadirian Energi Listrik di Daerah Pedesaan/Terpencil”**

Penelitian ini membahas tentang pembangkit listrik energi biogas yang akan digunakan untuk pembangkit listrik energi terbarukan yang dapat di aplikasikan sebagai pembangkit listrik hibryd di daerah pedesaan.

Pada kesempatan ini peneliti tidak lupa mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian produk terapan baik dalam bentuk pendanaan penelitian, masukkan dan penyediaan prasarana penelitian, terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Lies Amin Lestari, MA., M.Pd. Selaku Ketua LPPM Universitas Negeri Surabaya.
2. Direktur DRPM Kemenristekdikti yang telah mendukung penelitian ini dari segi pendanaan penelitian.

Peneliti menyadari sepenuhnya masih banyak kekurangan dalam laporan akhir kegiatan penelitian ini, sehingga saran dan masukan yang bersifat membangun kami sangat harapkan demi kesempurnaan laporan akhir penelitian nantinya. Semoga laporan akhir ini dapat menjadi modal peneliti untuk menyelesaikan penelitian selanjutnya.

Surabaya, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Ringkasan	ii
Prakata.....	iii
Daftar Isi	iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan	5
2.2 Teknologi biogas	7
2.3 Prinsip Pembuatan Biogas	9
2.4 Model Digester Biogas	13
2.5 Komponen-komponen Digester	16
2.6 Parameter Kinerja Digester Biogas	18
2.7 Pembuatan Digester Sederhana	19
2.8 Proses Pembuatan Biogas	20
2.9 Konversi Energi Biogas dan Pemanfaatannya	22
2.10 Konversi Energi Biogas untuk Ketenagalistrikan.....	22
2.11 Teknologi Pembangkit Listrik Hybrid	24
2.12 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Hybrid	26
2.13 Model Pembangkit Listrik Hybrid	28
2.14 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	29

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian	31
3.2 Manfaat Penelitian	31

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Rencana Penelitian	32
4.2 Metode Penelitian.....	34
4.3 Prosedur Pengumpulan Data	35
4.4 Teknik Analisa dan Induksi	35

BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil yang dicapai	36
5.2 Pembahasan	38

BAB VI Rencana Tahap Berikutnya

6.1 Rencana tahap penelitian berikutnya	41
---	----

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	42
7.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia dikenal sebagai negeri seribu pulau, kondisi geografis menyebabkan penyebaran sistem tenaga listrik yang tidak merata di setiap wilayah terutama di daerah pedesaan/terpencil. Kebutuhan energi listrik bagi masyarakat merupakan kebutuhan pokok yang tidak biasa dilepaskan dari kehidupan sehari-hari. Lokasi tinggal lebih dari 60% penduduk berdiam di pedesaan, terpencil, memiliki pola perumahan yang menyebar, kondisi tersebut sangat menyulitkan dalam perencanaan penyediaan listrik., hal ini disebabkan beberapa faktor diantaranya; a) Kondisi wilayah geografi Indonesia sangat luas dan terdiri dari pulau-pulau, b) Kurangnya suplai bahan bakar untuk PLTU, c) Naiknya kebutuhan listrik yang tidak seimbang dengan ketersediaan listrik, d) Tidak adanya koneksitas jaringan untuk daerah terpencil.

Energi listrik merupakan salah satu jenis energi yang banyak dikonsumsi dalam aktifitas manusia sehari-hari, antara lain digunakan untuk penerangan, memasak, kegiatan produksi. Tingkat kesejahteraan penduduk di suatu daerah ditentukan adanya ketersediaan energi listrik. Kebutuhan konsumsi listrik dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengukur tingkat kesejahteraan masyarakat. Konsumsi listrik masyarakat Jawa Timur mengalami kenaikan sekitar 15,2 persen dari Januari hingga September 2017. Konsumsi listrik terbesar adalah di Surabaya Barat, Pasuruan, Mojokerto, Bojonegoro dan Sidoarjo, besarnya konsumsi listrik dikarenakan daerah kawasan industri di Jawa Timur. (Wisnu Ylianto Manager Komunikasi Hukum dan Administrasi PT. PLN Distribusi Jawa Timur). Sementara itu masih ada beberapa desa yang belum teraliri listrik, diantaranya di Bangkalan ada satu desa belum teraliri listrik, di Bondowoso 3 desa dan di Sumenep 29 desa. Dalam persentase, saat ini baru 99,61 persen desa yang sudah berlistrik. Kendala yang dihadapi dalam penyediaan energi listrik di daerah pedesaan Jawa Timur salah satunya faktor letak geografis, seperti sulitnya akses jalan, tidak adanya jaringan instalasi listrik. Permasalahan kebutuhan energi listrik di pedesaan di Jawa Timur dapat diatasi dengan pemanfaatan pembangkit

listrik energi terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan pembangkit listrik hibrid solar PV-biogas sangat potensial dilihat dari intensitas cahaya matahari di Jawa Timur dalam range 800-900 W/m², sedangkan energi biogas dapat diproduksi dari kotoran ternak sapi dengan populasi peternak mencapai 60%.

Tabel 1. Populasi ternak di Propinsi Jawa Timur

No	Jenis Ternak	2013	2014	2015	2016	2017
1	Sapi Potong	3.949.097	4.125.333	4.267.325	4.407.807	4.511.613
2	Sapi Perah	237.673	245.246	255.947	265.002	273.881
3	Kerbau	28.118	28.507	27.792	27.304	26.622
4	Kambing	2.937.980	3.090.159	3.178.197	3.279.732	3.376.323
5	Domba	1.185.472	1.221.755	1.282.910	1.370.878	1.362.062
6	Babi	46.090	41.875	44.602	50.243	57.906
7	Kuda	10.581	10.536	10.368	10.416	10.758
8	Ayam Buras	33.806.963	34.539.123	35.728.314	36.490.697	36.439.200
9	Ayam Petelur	43.066.361	41.156.842	43.221.466	45.880.658	46.900.549
10	Ayam Pedaging	52.288.601	179.830.682	194.064.874	200.895.528	224.815.584
11	Itik	4.213.379	4.912.393	4.983.776	5.543.814	5.600.921
12	Entok	946.323	1.261.425	1.354.956	1.444.691	1.494.137
13	Kelinci	326.776	331.476	265.865	344.597	365.990
14	Burung Dara	734.378	978.134	986.371	1.176.582	1.008.033
15	Burung Puyuh	2.377.749	2.770.908	2.931.450	3.281.998	3.682.453

Sumber: Dinas peternakan propinsi Jawa Timur, 2017

Potensi sumber energi yang besar solar PV-biogas belum dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber energi listrik di daerah pedesaan. Energi biogas yang diproduksi dari kotoran ternak dapat menghasilkan $\pm 2 \text{ m}^3$ biogas per hari untuk satu ekor ternak sapi/kerbau. Energi biogas untuk sumber energi sangat tergantung dari jumlah gas metan. Gas metan hasil fermentasi merupakan kandungan utama biogas yang mempunyai nilai kalor antara 590 – 700 K.cal/m³. Sumber kalor lain dari biogas adalah dari H₂ serta CO dalam jumlah kecil, sedang karbon dioksida dan gas nitrogen tidak berkontribusi dalam nilai panas. Nilai kalor biogas lebih besar dari sumber energi lainnya, seperti coal gas

(586 K.cal/m³) atau pun water gas (302 K.cal/m³). Nilai kalor biogas lebih kecil dari gas alam (967 K.cal/m³). Setiap kubik biogas setara dengan 0,5 kg gas alam cair (liquid petroleum gases/LPG), 0,5 L bensin dan 0,5 L minyak diesel. Biogas dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 1,25 – 1,50 kilo watt hour (kwh).

Rancangan unit pembangkit energi listrik solar PV-biogas di daerah pedesaan di Jawa Timur bertujuan untuk mencukupi kebutuhan energi listrik di daerah pedesaan. Model pembangkit listrik hibrid solar PV-biogas diperlukan kajian dan analisis potensinya dalam penerapan di pedesaan. Berdasarkan permasalahan penyediaan energi listrik di daerah pedesaan atau daerah terpencil yang tidak ada koneksitas jaringan listrik PLN dan potensi sumber energi terbarukan yang melimpah di daerah pedesaan/terpencil yang dapat dikonversi menjadi energi listrik, maka penting dibuat sistem pembangkit listrik hybrid energi terbarukan yang melimpah jumlahnya di daerah pedesaan/terpencil dengan menggunakan solar PV dan biogas.

Pentingnya penelitian model pembangkit listrik biogas yang terdiri dari proses produksi biogas dengan model digester yang praktis dan ekonomis, serta penggunaan genset biogas untuk pembangkit listrik, maka diperlukan penelitian khusus untuk menganalisis potensi bahan baku biogas di pedesaan, model digester yang digunakan, sistem kelistrikan yang digunakan pada sistem pembangkit listrik biogas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan penelitian ini berkaitan dengan teknologi pemenuhan kebutuhan energi listrik di daerah terpencil dengan pemanfaatan potensi limbah kotoran ternak sapi untuk bahan baku pembuatan biogas sebagai bahan bakar pembangkit listrik energi biogas, maka beberapa rumusan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimana model digester yang praktik dan optimal yang digunakan untuk produksi biogas sebagai bahan bakar pembangkit listrik energi biogas?
- b. Bagaimana laju produksi biogas pada model digester yang digunakan?
- c. Bagaimana performa model pembangkit listrik energi biogas?
- d. Bagaimana tingkat optimalisasi pembangkit listrik biogas sebagai pembangkit listrik pendukung pada sistem hybrid solar PV-biogas?

1.3 Tujuan khusus penelitian

Penelitian pembangkit listrik biogas adalah mengkaji potensi energi terbarukan di daerah pedesaan yang berpotensi sebagai sumber bahan baku pembuatan biogas untuk sumber pembangkit listrik, sehingga beberapa tujuan khusus penelitian adalah sebagai berikut;

- a. Mendesain model digester yang praktik dan optimal untuk produksi biogas sebagai bahan bakar pembangkit listrik biogas.
- b. Mengetahui tingkat laju produksi biogas pada model digester yang digunakan.
- c. Mengetahui performa dari model pembangkit listrik biogas.
- d. Mengetahui tingkat optimalisasi pembangkit listrik biogas sebagai pembangkit listrik pendukung pada sistem pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas.

1.4 Batasan penelitian

Untuk lebih memfokuskan pada penelitian yang dilakukan, diperlukan pembatasan penelitian dengan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Pembuatan digester dengan ukuran 2 m² terbuat dari bahan fiber, dengan pengisian 0,5 m².
2. Rasio kotoran sapi dan air menggunakan perbandingan 1:1 dan dimixer sebelum dimasukkan kedalam digester.
3. Kapasitas daya maksimal genset biogas 1KW.
4. Solar PV yang digunakan berkapasitas 100 WP.
5. Model sistem jaringan dibuat model On-grids dan Off-grids.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

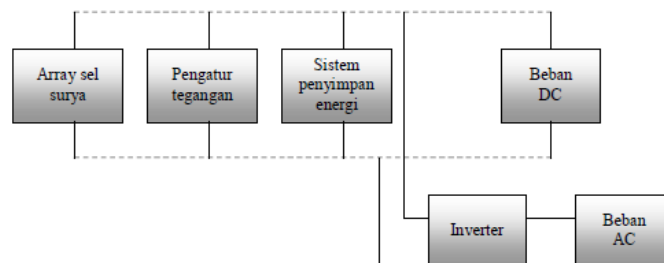
Penelitian sabhan Kanatadan Rifriyanto Buhohang (Electrichsan, vol. 01, no.02, desember 2014) Pemodelan Pembangkit Listrik Hybrid Berbasis Energi Terbarukan Menuju Desa Mandiri Energi Di Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Desa, desa yang memiliki jumlah penduduk mencapai 1165 jiwa dan terus berkembang, dengankonsumsi energi listrik sebesar 1246,572 kWh/hari. Mengacu pada NPC (Net Present Cost), modal awal dan biaya operasional. Hasil simulasi menunjukkan daya yang dihasilkan PV sebesar 19.080kWh/tahun dan daya yang dihasilkan Microhydro sebesar 566.868kWh/tahun. sehingga jumlah daya yang dihasilkan ini cukup untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di desa Pinolosian yang hanya sebesar 450.774kWh/tahun produksi listrik pada sistem hybrid adalah sebesar 675.685 kWh/tahun, terbagi atas produksi PV sebesar 19.080kWh/tahun(3%), Microhydro sebesar 566.868kWh/tahun (84%) dan pembelian dari jaringan listrik PLN sebesar 89.738kWh/tahun (13%). Sedangkan total konsumsi listrik keseluruhan yaitu sebesar 671.333kWh/tahun, terbagi atas beban pelanggan di desa pinolosian sebesar 450.774kWh/tahun (67%) dan penjualan pada jaringan PLN sebesar 220.558kWh/tahun (33%).

Penelitian Rangga Ariantol, dkk (2016) pemanfaatan teknologi pembangkit listrik hybrid pada peternakan ayam desa sukonolo kabupaten malang, menghasilkan pembangkit *hybrid* mampu menghasilkan energi listrik 12 kWh/hari dengan kebutuhan mitra mencapai 5,31 kWh/hari sehingga peternak ayam dapat menghemat biaya listrik sebesar Rp. 173.637/bulan, sehingga hasil penerapan Pembangkit Hybrid terbukti mampu mengurangi biaya produksi dengan memanfaatkan energi terbarukan pada peternakan ayam Desa Sukonolo Kabupaten Malang, Sehingga kemandirian energi dapat tercapai.

Pengembangan Prototype Pembangkit Listrik System Hybrid Tenaga Gasifikasi Dan Biogas Suyitno, Dharmanto Lppm UNS (2009) hasil penelitian diperoleh hasil bahwa pembangkit listrik tenaga gasifikasi dan tenaga biogas telah

berhasil dirancang bangun dan diujicoba. Semakin besar beban, semakin besar efisiensi total motor berbahan bakar biogas. Efisiensi total dari motor bakar berbahan bakar biogas adalah sekitar 15% pada beban 1000W. Semakin besar beban menyebabkan efisiensi total motor berbahan bakar producer gas meningkat Efisiensi total dari motor bakar berbahan bakar producer gas adalah sekitar 8% pada beban 1000W. Efisiensi total tertinggi untuk pembangkit listrik tenaga producer gas diperoleh pada kapasitas sekam 5 kg/jam dan λ 0,3. Pada saat listrik PLN diganti listrik dari biogas diperoleh penghematan Rp 35.400 per bulan untuk pemakaian 2 jam sehari. Pada saat listrik PLN diganti dengan listrik dari producer gas diperoleh penghematan Rp 47.400 per bulan untuk pemakaian 2 jam sehari.

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga *Solar cell* Untuk Daerah Pedesaan yang dilakukan Asnal Effendi (2015) Pembangkit Listrik Tenaga *solar cell* komponen utama yang sangat dibutuhkan adalah sinar matahari untuk sub sistem *Solar cell* Selain itu dengan tidak diperlukannya jaringan transmisi dan distribusi, maka rugi-rugi transmisi dan distribusi dapat dikurangi. Tentunya penghematan ini akan mencapai maksimum untuk sistem-sistem dengan saluran transmisi yang panjang.



Gambar 2.1. Skema sistem Pembangkit Listrik *Solar cell* yang Berdiri sendiri

Penelitian rancang bangun pembangkit listrik sistem *hybrid* On-grids berbasis *solar cell* TiO_2 , PLTBG dan *Fuel cell* mempunyai orisinalitas yang tinggi, hal ini dikarenakan pada penelitian dilakukan penggabungan sistem PLTS dengan *solar cell* TiO_2 , PLTBG dan teknologi *fuel cell* untuk mengatasi kebutuhan listrik di daerah pedesaan/terpencil. Sedangkan kontribusi hasil penelitian ini pada perkembangan ilmu pengetahuan adalah sebagai referensi rekayasa sistem pembangkit listrik sistem *hibryd* dengan sumber energi terbarukan.

2.2 Teknologi biogas

Biogas merupakan energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan. Energi biogas memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Bahan baku pembuatan biogas dapat berupa kotoran hewan ternak, kotoran manusia, sampah organik. Sampah organik merupakan sisa-sisa hasil panen petan, seperti jerami, sekam, daun-daunan, sortiran sayur dan sebagainya.

Teknologi biogas adalah merupah teknologi untuk menghasilkan gas methan yang terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri methan atau *Methanobacterium* disebut juga bakteri anaerobic didalam sebuah digester. Digester berfungsi untuk menampung gas metan hasil perombakan bahan bahan organik oleh bakteri. Jenis digester yang paling banyak digunakan adalah model *continuous feeding* dimana pengisian bahan organiknya dilakukan secara kontinu setiap hari. Besar kecilnya digester tergantung pada kotoran ternak yang dihasilkan dan banyakny biogas yang diinginkan

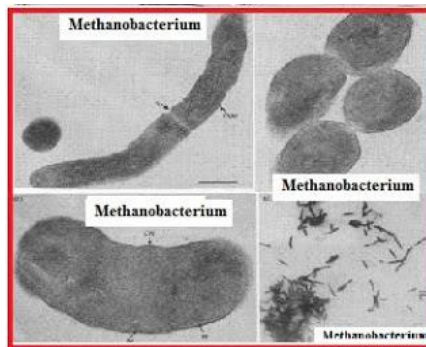
Biogas dapat dihasilkan pada hari ke 4–5 sesudah biodigester terisi penuh, dan mencapai puncaknya pada hari ke 20–25, tetapi perlu juga dipertimbangan ketinggian lokasi pembuatannya karena pada suhu dingin biasanya bakteri lambat berproses sehingga biogas yang dihasilkan mungkin lebih lama. Beberapa jenis bakteri yang digunakan dalam proses pembuatan biogas, diantaranya;

1. Kelompok bakteri fermentatif, yaitu: *Streptococci*, *Bacteriodes*, dan beberapa jenis *Enterobactericeae*,
2. Kelompok bakteri asetogenik, yaitu *Desulfovibrio*,
3. Kelompok bakteri metana, yaitu *Mathanobacterium*, *Mathanobacillus*, *Methanosacaria*, dan *Methanococcus*

Sedangkan terkait dengan temperatur, secara umum ada 3 rentang temperatur yang disenangi oleh bakteri, yaitu:

1. *Psicrophilic* (suhu 4° – 20° C), biasanya untuk negara-negara subtropics atau beriklim dingin,
2. *Mesophilic* (suhu 20° – 40° C),

3. *Thermophilic* (suhu 40° – 60° C), hanya untuk men-digesti material, bukan untuk menghasilkan biogas.



Gambar 2.2. Bakteri methanobacterium

Proses didalam digester bakteri biogas mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk komponen biogas. Komponen biogas yang paling penting adalah gas methan dan gas-gas lainnya. Biogas yang dihasilkan oleh biodigester sebagian besar terdiri dari 54% – 70% metana (CH_4), 27– 45% karbondioksida (CO_2), 3%-5% nitrogen (N_2), 1%-0% hidrogen (H_2), 0,1% karbon monoksida (CO), 0,1% oksigen (O_2) dan sedikit hidrogen sulfida (H_2S). Gas methan (CH_4) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas. Gas methan sama dengan gas elpiji (liquidified petroleum gas/LPG), perbedaannya adalah gas methan mempunyai satu atom C, sedangkan elpiji lebih banyak.

Bahan baku pembuatan biogas di Indonesia yang paling banyak digunakan adalah limbah kotoran ternak/manusia dan sisa sampah organik. Potensi komposisi biogas yang dihasilkan dari dua jenis bahan baku tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi biogas kotoran sapi dan campuran kotoran dengan sisa pertanian

Jenis Gas	Kotoran Sapi	Campuran Kotoran + Sisa Pertanian
Metan (CH_4)	65,7	54 – 70
Karbon dioksida (CO_2)	27,0	45 – 57
Nitrogen (N_2)	2,3	0,5 – 3,0
Karbon monoksida (CO)	0	0,1
Oksigen (O_2)	0,1	6,0
Propena (C^3H_8)	0,7	-
Hidrogen sulfida (H_2S)	-	Sedikit
Nilai kalori (kkal/m^3)	6513	4800 – 6700

Sumber: Harahaf, dkk, 1978

Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain 1 m³ biogas setara dengan: elpiji 0,46 kg, minyak tanah 0,62 liter, minyak solar 0,52 liter, bensin 0,80 liter, gas kota 1,50 m³, dan kayu bakar 3,50 kg. Sedangkan produksi biogas dari berbagai bahan organik dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kesetaraan sumber energi biogas

No.	Bahan organik	Jumlah (kg)	Biogas (lt)
1	Kotoran sapi	1	40
2	Kotoran kerbau	1	30
3	Kotoran babi	1	60
4	Kotoran ayam	1	70

2.3 Prinsip Pembuatan Biogas

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar adalah berupa gas metan dan gas-gas lain seperti karbon dioksida, gas nitrogen, propena, hidrogen sulfide (H₂). Proses biologis pembentukan biogas dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman, dan tahap methanogenik.

a. Tahap Hidrolisis

Bahan Organik yang terdiri dari karbohidrat, lemak, protein yang terdapat pada material organik terhidrolisis. Materi organik kompleks dipecah oleh enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri hidrolitik menjadi materi organik yang lebih sederhana. Produk yang dihasilkan larut di dalam air yang selanjutnya digunakan oleh bakteri pembentuk asam.

b. Tahap Pembentukan Asam

Molekul monomer glukosa yang merupakan hasil dari tahap hidrolisis difermentasikan dalam keadaan *anaerob* menjadi beberapa bentuk asam dengan bantuan enzim yang diproduksi oleh bakteri pembentuk asam. Monomer glukosa yang terdiri dari 6 atom diubah menjadi molekul-molekul yang mempunyai atom karbon sedikit (bersifat asam) yaitu antara lain molekul asam asetat (CH₃COOH) dan etanol (CH₃CH₂OH).

c. Tahap Methanogenik

Tahap methanogenik, asam-asam organik selanjutnya dirombak oleh bakteri Methanogen menjadi gas metana, karbondioksida dan beberapa gas dalam jumlah rendah. Beberapa referensi menyebutkan bahwa bakteri yang berperan dalam proses degradasi bahan organik secara *anaerob*, yaitu:

- a. Kelompok bakteri Fermentatif adalah *Streptococoi*, *Bacterioides* dan beberapa jenis bakteri sejenis *Enterobacteriaceae*.
- b. Kelompok bakteri Asetogenik adalah *Desulfovibrio*.
- c. Kelompok bakteri Methanogenesis adalah *Methanobacterium* dan *Methanococcus*.

Produksi biogas pada sebuah digester dipengaruhi faktor lingkungan. Kondisi lingkungan yang sangat menentukan kehidupan dan aktivitas bakteri dalam poses fermentasi *anaerob* adalah sebagai berikut;.

1. Lingkungan Abiotis

Proses methanogenesis dalam reaktor yang dilakukan oleh bakteri methanogen terjadi secara *anaerob* sempurna, sehingga tabung reaktor / digester harus kedap udara. Kebocoran pada digester menyebabkan masuknya oksigen yang akan menyebabkan kegagalan total dari pross fermentasi *anaerob*. Pertumbuhan dan produksi biogas tidak sepenuhnya dalam kondisi *anaerob*, adanya konsentrasi O₂ dalam fermentasi *anaerob* akan menghambat produksi gas metana. Penurunan gas metana seiring dengan jumlah penambahan O₂ dalam fermentasi *anaerob*.

2. Temperatur

Temperatur sangat mempengaruhi aktifitas mikroorganisme pada proses pembentukan biogas. Temperatur yang ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme pada proses fermentasi *anaerob* ada tiga *range* temperatur, yaitu:

- 1). *Thermophilic*, fermentasi terjadi pada *range* temperatur 47 – 55 °C;
- 2). *Mesophilic*, fermentasi terjadi pada *range* temperatur 35 – 38 °C;
- 3). *Psicrophilic*, fermentasi terjadi pada *range* temperatur 4 – 20 °C. Menurut Harahap, F. (1978), fermentasi *anaerob* pada digester dapat berlangsung pada temperatur 5 – 55 °C. sedangkan temperatur optimal untuk fermentasi *anaerob* adalah 35 °C.

3. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah derajat keasaman untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Proses fermentasi *anaerob* dapat berlangsung dengan baik jika pH bahan organik di dalam digester diupayakan 6,6 – 7,0 dengan pH optimum 7,0 – 7,2. Pada awal pencernaan dalam *digester*, pH bahan isian dalam *digester* dapat turun menjadi 6 atau lebih rendah. Bakteri pembentuk asam dapat berkembang dengan baik pada pH kurang dari 6, berbanding terbalik dengan bakteri methanogen yang pertumbuhannya malah menjadi terhambat.

4. Rasio C/N

Unsur karbon (C) dalam proses fermentasi anaerob diperlukan untuk pembentukan gas metana, sedangkan unsur nitrogen (N) diperlukan oleh bakteri untuk pembentukan sel yang baru. Ratio C/N yang ideal adalah 25 – 30, apabila ratio C/N bahan organik tinggi, berarti kadar karbon lebih banyak dari pada kadar nitrogen, sehingga mikroorganisme akan kekurangan nitrogen untuk metabolisme yang akan mengakibatkan proses perkembangan dari organisme terhambat dan menyebabkan produksi biogas akan berkurang. Sebaliknya, jika ratio C/N rendah, maka unsur karbon akan habis terlebih dahulu dan unsur nitrogen akan hilang membentuk ammonia (NH₃). Untuk mendapatkan ratio C/N yang ideal, perlu dilakukan penambahan bahan yang mengandung karbon atau nitrogen yang tinggi.

5. Kadar Bahan Kering Isian

Kadar bahan kering dalam bahan organik yang dimasukkan digester ikut berperan terhadap jumlah biogas yang dihasilkan. Kebutuhan air tiap bakteri berbeda-beda untuk aktifitasnya. Jika air yang terkandung dalam bahan dalam kapasitas tepat, maka aktifitas bakteri dapat berlangsung secara optimal, sehingga fermentasi *anaerob* juga menjadi optimal. Oleh karena itu produksi biogas juga ditentukan oleh kadar kering bahan isian. Kadar kering bahan isian yang optimal adalah 7 – 9%.

6. Pengadukan

Proses pengadukan kotoran sapi dan air dilakukan agar kontak antara bahan isian dengan mikroorganisme berjalan secara optimal.

Pengadukan *slurry* dalam *digester* dilakukan untuk menghindari terbentuknya lapisan kerak pada dasar *digester* dan permukaan atas *slurry*, yang akan menghambat keluarnya biogas dari *digester*. pengadukan juga bermanfaat untuk memberikan kondisi temperatur yang seragam pada *digester*.

7. Zat Toxic (Zat Penghambat)

Zat toxic adalah zat yang dapat membunuh mikroorganisme yang diperlukan dalam pembuatan biogas, seperti air sabun, *creolin* dan lain-lain. Oleh karena itu, bahan pembuatan biogas harus dihindarkan dari terkontaminasi oleh zat toxic agar fermentasi *anaerob* dapat berlangsung dengan baik.

8. Starter Yang Digunakan

Starter adalah bahan yang mengandung bakteri methanogen yang berfungsi untuk mempercepat proses fermentasi *anaerob*. Beberapa macam starter yang dapat digunakan dalam proses produksi biogas, yaitu: 1). Starter alami : berasal dari alam, misalnya : Lumpur aktif, *sludge*, timbunan kotoran dan timbunan sampah; 2). Starter semi buatan: berasal dari instalasi unit biogas yang dalam keadaan aktif; 3). Starter buatan: bakteri methanogen yang dibiakkan secara laboratoris dengan media buatan.



Gambar 2.3 stater buatan yang dapat digunakan pada proses produksi biogas

Sedangkan untuk peningkatan produksi biogas diperlukan penambahan unsur hara atau suplemen bakteri yang harus dimasukkan kedalam *digester*

sebagai makanan bakteri di dalam digester, sehingga bakteri dapat tumbuh dengan baik. Makanan dari bakteri terutama mengandung unsur nitrogen, fosfor, magnesium, sodium, mangan, kalsium dan kobalt. Konsentrasi optimum dan batas penghambat proses digestion dari berbagai unsur tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Batas optimum dan penghambat proses digestion dari berbagai unsur.

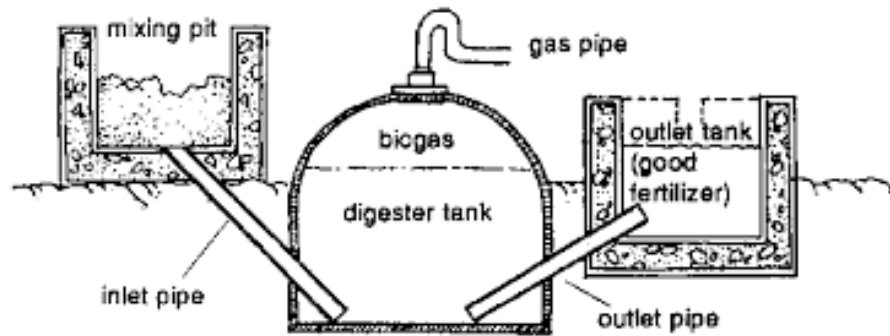
Ion Anorganik (mg/l)	Komposisi optimum	Batas penghambat (sedang)	Batas penghambat (kuat)
Sodium	100-200	3500-5500	8000
Potassium	200-400	2500-1500	1200
Kalsium	100-200	2500-1500	8000
Magnesium	75-150	1000-1500	3000
Ammonia	50 -1000	1500	8000
Sulfide	0,1 – 10	100	200
Khormium	Tidak diketahui	23	
kobalt	20	Tidak diketahui	Tidak diketahui

Selain nitrogen dalam bahan bio, gas nitrogen umumnya juga terdapat dalam gas NH_3 . Konsentrasi NH_3 yang baik dalam digester adalah 200-1500 mg/l. Pada konsentrasi 1500-3000 mg/l, proses pertumbuhan bakteri akan terhambat pada pH 7,4. Pada konsentrasi NH_3 diatas 3000 mg/l dapat menyebabkan racun pada digester pada pH manapun. Sedangkan total perbandingan C/H pada digester yang optimum umumnya dicapai pada nilai 30.

Lama proses suatu bahan bio dapat menghasilkan gas CH_4 yang optimum sangat tergantung pada temperatur dan lama proses digestion. Untuk bahan kotoran sapi misalnya pada temperatur 30-35°C, produksi CH_4 optimum terjadi pada hari ke-10. Setelah hari ke-10, produksi gas CH_4 akan menurun.

2.4 Model Digester Biogas

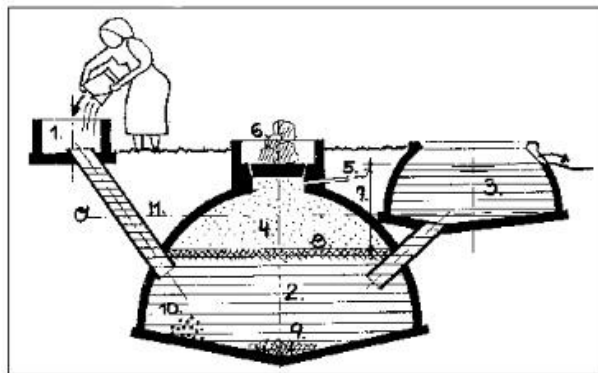
Digester mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda-beda, sehingga komponen digester satu dengan lainnya berbeda. Pemilihan jenis digester disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan/dana. Dari segi konstruksi, digester dibedakan dua model, yaitu *model fixed dome* (kubah tetap) dan *floating dome* (kubah apung).



Gambar 2.4. Digester biogas

2.4.1 Model digester *Fixed dome* (kubah tetap)

Model digester fixed dome (kubah tetap) merupakan digester yang memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (digester), sehingga konstruksi jenis ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor.



Gambar 2.5. Digester jenis *Fixed dome*

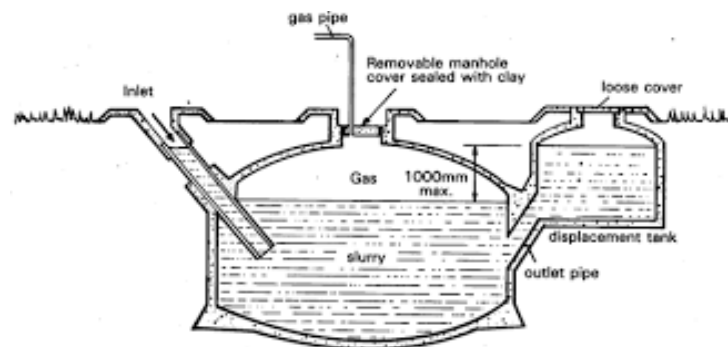
Fixed dome (kubah tetap) mempunyai kekurangan dan kelebihan secara desain digester, seperti terlihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kelebihan dan kekurangan digester model *fixed dome*

Kelebihan	Kekurangan
1. Konstruksi sederhana dan dapat dikerjakan dengan mudah. 2. Biaya konstruksi rendah. 3. Tidak terdapat bagian yang bergerak. 4. Dapat dipilih dari material yang tahan karat. 5. Umurnya panjang. 6. Dapat dibuat didalam tanah, sehingga menghemat tempat.	1. Bagian dalam digester tidak terlihat (khususnya yang dibuat di dalam tanah) sehingga kebocoran tidak terdeteksi. 2. Tekanan gas berfluktuasi dan bahkan fluktuasinya sangat tinggi. 3. Temperatur digester rendah.

2.4.2 Model digester *floating dome* (kubah apung),

Model digester *floating dome* (kubah apung) adalah model digester yang terdapat bagian pada konstruksi digester (reactor) yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor ini juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor biogas. Pada reaktor jenis ini, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor tersebut.



Gambar 2.6 Digester jenis *Floating dome*

Digester terdiri dari empat komponen utama sebagai berikut, yaitu; saluran pemasukan (inlet), ruang *digestion* (ruang fermentasi) dan saluran pembuangan (outlet).

a. Saluran pemasukan (inlet)

Saluran ini digunakan untuk memasukkan campuran kotoran ternak dan air ke dalam ruang fermentasi.

b. Ruang *digestion* (ruang fermentasi)

Ruang fermentasi berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fermentasi yang menghasilkan biogas. Ruang ini dibuat kedap terhadap udara.

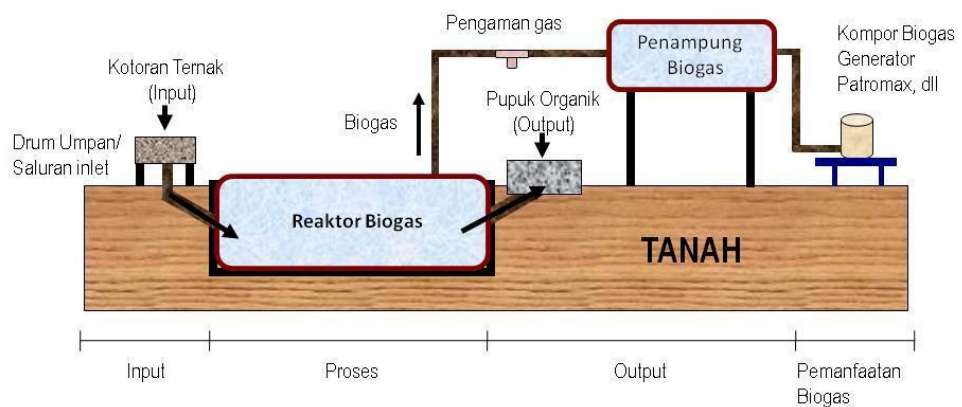
c. Saluran pembuangan (outlet)

Saluan ini digunakan untuk mengeluarkan kotoran/residu dari digester yang telah mengalami proses fermentasi oleh bakteri. Residu sudah tidak mengandung biogas. Residu yang keluar pertama kali adalah kotoran yang pertama kali dimasukkan melalui saluran pemasukan.

d. Tangki penyimpanan biogas

Tujuan dari tangki penyimpanan biogas adalah untuk menyimpan biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik. Jenis tangki penyimpanan biogas ada dua, yaitu tangki bersatu dengan unit reaktor (*fixed dome*) dan terpisah dengan reaktor (*floated dome*). Untuk tangki terpisah, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang dihasilkan dalam tangki seragam.

2.5 Komponen-komponen Digester



Gambar 2.7. Komponen-komponen digester biogas

Selain empat komponen utama saluran pemasukan (inlet), ruang *digestion* (ruang fermentasi), saluran pembuangan (outlet) dan tangki penyimpanan biogas digester perlu ditambahkan beberapa komponen pendukung untuk menghasilkan biogas dalam jumlah banyak dan aman. komponen pendukung yang dibutuhkan adalah sebagai berikut;

1. Katup pengaman tekanan (*control valve*)

Katup pengaman adalah sebagai pengaman digester dari lonjakan tekanan biogas yang berlebihan. Bila tekanan dalam tabung penampung biogas lebih tinggi dari tekanan yang diijinkan, maka biogas akan dibuang keluar. Selanjutnya tekanan dalam digester akan turun kembali. Katup pengaman tekanan cukup penting dalam reaktor biogas yang besar dan sistem kontinu, karena umumnya digester dibuat dari material yang tidak tahan tekanan yang tinggi supaya biaya konstruksi digester tidak mahal. Semakin tinggi tekanan di

dalam digester, semakin rendah produksi biogas di dalam digester terutama pada proses *hidrolisis* dan *acydifikasi*. Selalu pertahankan tekanan diantara 1,15-1,2 bar di dalam digester.

2. Sistem pengaduk

Pemasangan sistem pengaduk pada digester bertujuan untuk menjaga material padat tidak mengendap pada dasar digester. Pengadukan sangat bermanfaat bagi bahan yang berada di dalam digester anaerobik karena memberikan peluang material tetap tercampur dengan bakteri dan temperatur terjaga merata diseluruh bagian. Pengadukan mengurangi potensi material mengendap di dasar digester semakin kecil, konsentrasi merata dan memberikan kemungkinan seluruh material mengalami proses fermentasi anaerob secara merata. Pengadukan dapat mempermudah pelepasan gas yang dihasilkan oleh bakteri menuju ke bagian penampung biogas.

Pengadukan dapat dilakukan secara mekanis, yaitu dengan menggunakan poros yang dibawahnya terdapat semacam baling-baling dan digerakkan dengan motor listrik secara berkala dan dengan cara mensirkulasi bahan dalam digester dengan menggunakan pompa dan dialirkan kembali melalui bagian atas digester.

Proses pengadukan hendaknya dilakukan dengan pelan, sehingga tidak menghambat perkembangan bakteri mikroorganismen. Media yang cocok sendiri terbentuk dari bahan organik secara alami dan membutuhkan waktu tertentu sehingga pengadukan yang terlalu cepat dapat membuat proses fermentasi anaerobik justru terhambat.

3. Saluran biogas

Pemasangan saluran gas bertujuan untuk mengalirkan biogas yang dihasilkan digester. Bahan digunakan untuk saluran gas disarankan terbuat dari polimer untuk menghindari korosi. Pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar masak pada ujung saluran pipa dapat disambung dengan pipa yang terbuat dari logam supaya tahan terhadap temperatur pembakaran yang tinggi.

4. Tangki/Wadah penyimpanan gas.

Tangki penyimpanan biogas digunakan untuk menyimpan biogas yang dihasilkan digester sebelum digunakan. Konstruksi tangki atau wadah

penyimpan gas dibuat khusus agar tidak bocor dan tekanan yang terdapat dalam bahan seragam.

2.6 Parameter Kinerja Digester Biogas

Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja dari sebuah digester adalah sebagai berikut;

1. Rumus pencampuran bahan organik dan air.

Ukuran tangki digester biogas tergantung dari jumlah, kualitas dan jenis limbah organik yang tersedia dan temperatur saat proses fermentasi anaerobik. Jumlah bahan baku biogas yang dimasukkan dalam digester terdiri dari bahan organik untuk kotoran hewan dengan air dibuat perbandingan antara 1:3 dan 2:1. Sebelum dimasukkan kedalam digester, kotoran sapi dalam keadaan segar, dicampur dengan air dengan perbandingan 1:1 berdasarkan unit volume (air dan kotoran sapi dalam volume yang sama). jika kotoran sapi dalam bentuk kering, jumlah air harus ditambah sampai kekentalan yang diinginkan (bervariasi antara 1:1,25 sampai 1:2). Dapat dihitung dengan rumus;

$Q = \text{jumlah kotoran sapi} + \text{air}$

$Q = \text{jumlah bahan baku}$

2. Persamaan Lama Waktu Penguraian

Waktu material organik berada di dalam tangki digester. Selama proses ini terjadi pertumbuhan bakteri anaerob pengurai, proses penguraian material organik, dan stabilisasi pembentukan biogas menuju kepada kondisi optimumnya. Secara keseluruhan, lama waktu penguraian (Hydraulic Retention Time-HRT) mencakup 70%-80% dari keseluruhan waktu proses pembentukan biogas bila siklus pembentukan biogas berjalan ideal yakni 1 kali proses pemasukan material organik langsung mendapatkan biogas sebagai proses akhirnya. HRT dapat dirumuskan menjadi persamaan berikut:

$$HRT_{(hari)} = \frac{\text{Volumedigester (m}^3\text{)}}{\text{Laju penambahan bahan organik harian (m}^3\text{ / hari)}}$$

Jika material padatan kering (Dry Matery-DM atau disebut juga Total Solid-TS) berkisar 4-12 %, maka waktu penguraian optimum (Optimum Retention Time) berkisar 10-15 hari Jika nilai DM lebih besar dari nilai persentasi material padatan

kering di atas, berarti material organik memiliki konsentrasi lebih padat, sehingga lama waktu penguraian menjadi spesifik, sehingga berlaku persamaan lama waktu penguraian spesifik (specific retention time-SRT) berikut:

$$SRT = \frac{\text{Masa padatan organik dalam digester anaerob (kg)}}{\text{Laju pembuangan pada tan sisa digester (kg / hari)}}$$

Untuk bahan organik spesifik seperti diatas, laju penambahan limbah organik (Specific Loading Rate-SLR) dapat diketahui sebagai berikut;

$$SRL = \frac{\text{Bahan organik yang ditambahkan (kg ODM)}}{\text{Volume digester (m}^3\text{)}}$$

Kedalaman tangki digester sangat mempengaruhi nilai SLR dan bila parameter lain dapat dijaga pada kondisi ideal, nilai optimum SLR didapat berkisar 3-6 kg ODM/m³-day. Persamaan Produksi Biogas Spesifik Produksi Biogas Spesifik (Specific Biogas Production- SBP) merupakan nilai indikator efisiensi digester. Kondisi minimal 1,5 dan target ideal bernilai 2,5.

$$SBP_{(hari-1)} = \frac{\text{Produksi biogas (m}^3\text{ / hari)}}{\text{Volume digester (m}^3\text{)}}$$

3. Persamaan Produksi Gas Metan Spesifik

Produksi Metan Spesifik (Specific Methane Production-SMP), berhubungan dengan jumlah energi yang diproduksi terhadap potensi energi yang dimiliki limbah organik (*feedstock*). Untuk limbah organik dari tumbuhan/bijibijian bernilai energi antara 0.3 – 0.4 (%) dan untuk beberapa jenis kotoran hewan dapat bernilai sampai 0.8%.

$$SMP = \frac{\text{Volume gas CH}_4\text{ (m}^3\text{ / hari)}}{\text{Laju penambahan bahan organik (kg ODM / hari)}}$$

2.7 Pembuatan Digester Sederhana

Pembuatan digester secara sederhana dan murah dengan menggunakan plastik untuk pembangkitnya/reaktor maupun untuk penyimpanan biogasnya. Plastik yang digunakan adalah *polyethylene* (PE) tubular dengan tipe pembangkit horizontal continous feed, biasa disebut juga tipe *plug-flow*. Pertimbangan tersebut dilakukan karena biaya relatif rendah, instalasinya mudah dan bahan/alat yang digunakan mudah ditemukan di lokasi.



Gambar 2.8. Digester sederhana dari bahan plastik

Sedangkan bahan yang digunakan untuk pembuatan instalasi digester biogas, seperti; bak mixer, *digester*, *outlet* gas, peneduh+penampung gas, alas *digester*, *outlet slurry* dan botol penjebak dapat dilihat pada tabel 50.

Tabel 2.5. Komponen digester dan material yang dibutuhkan

Komponen	Bahan/material yang dibutuhkan
Bak Mixer	Semen, batubata, pasir, kawat ram/filter-1cm), pralon 4 inch, sok L 4 inch
<i>Digester</i>	Pembuatan lubang digester (tenaga) plastik digester PE 150×08
<i>Outlet</i> gas	PVC drat ulir, ban dalam bekas, jeriken bekas
Peneduh+Penampung Gas	Bambu/kayu, terpal 9×6 m, paku, plastik PE
Alas <i>Digester</i>	Terpal 9×6 m
<i>Outlet slurry</i>	Pipa paralon PVC wavin $\frac{3}{4}$ 4m, plastik penampung gas, T pipa, L pipa, sox $\frac{3}{4}$, tali nylon, kawat, lem PVC, TBA besar, TBA kecil, Kran, selang
Botol penjebak	Botol bekas aqua/mizone 1,5L
Kompor	Kompor gas/kompor minyak

Sumber : Hasil Prototipe Kanopi Indonesia, 2008

2.8 Proses Pembuatan Biogas

Proses pembuatan biogas dari kotoran hewan maupun dari sisa-sisa sampah organik melalui beberapa tahapan, secara umum proses untuk memproduksi biogas dari limbah kotoran ternak terdiri dari tujuh tahapan , yaitu; tahap menyiapkan bahan baku biogas, melakukan penyaringan bahan baku, mencampur bahan baku biogas dengan air serta pengadukan campuran, menunggu proses fermentasi, persiapan penggunaan biogas dan mengeluarkan sisa sampah biogas.

1. Tahap Pertama, Menyiapkan bahan baku biogas

Langkah pertama yang dilakukan dalam memproduksi biogas adalah menyiapkan bahan baku biogas yang dapat dicerna oleh bakteri dan mikroorganisme yang ada dalam pembangkit biogas (digester) dengan terlebih dicampur antara kotoran sapi/ternak dengan air. Tujuannya agar bahan baku yang digunakan dapat memenuhi persyaratan pembuatan biogas

2. Tahap kedua, Penyaringan bahan baku

Tahap kedua setelah mencampur material organik dengan dilakukan Penyaringan bahan baku biogas dilakukan agar bahan baku yang dimasukan tidak mengandung serat yang terlalu kasar. Serat kasar tersebut berupa sampah atau kotoran lain dari kandang selain kotoran ternak, misalnya serpihan kayu, akar, daun keras, sisa batang rumput atau kotoran lainnya yang kebanyakan berupa sisa-sisa pakan ternak yang terlalu kasar.

3. Tahap ketiga, Pencampuran dengan air dan pengadukan

Pencampuran bahan baku biogas dengan air sangat penting, hal dikarenakan air berguna bagi mikroorganisme di dalam pembangkit sebagai media transpor saat pencampuran kotoran. Campuran tidak boleh terlalu encer atau terlalu kental karena dapat mengganggu kinerja pembangkit/organik dan menyulitkan saat penanganan hasil keluaran pembangkit biogas. Campuran tersebut diaduk, sehingga membuat campuran homogen dan campuran halus. Campuran ideal untuk biogas berkisar antara 7% - 9% bahan padat.

4. Tahap keempat, memasukkan bahan organik

Bahan organik sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme didalam digester. Pemasukan bahan organik setelah pemasukan bahan baku biogas harus dilakukan melalui saluran ke dalam pembangkit biogas atau digester.

5. Tahap kelima, menunggu proses fermentasi didalam digester.

Proses fermentasi didalam digester oleh mikroorganisme akan menghasilkan gas metan kurang lebih 10 hari, sedangkan pada hari ke -1 sampai ke - 8 gas yang terbentuk adalah CO₂. Pada hari ke -14 gas yang terbentuk dapat digunakan untuk menyalakan api pada kompor gas atau kebutuhan lainnya. Mulai

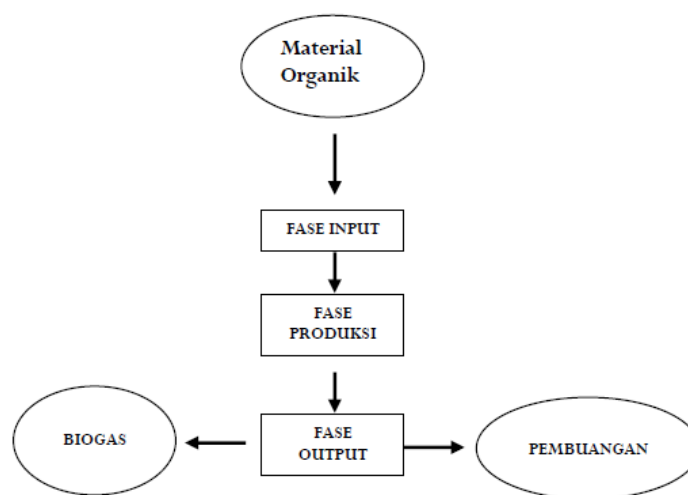
hari ke-14 ini kita sudah bisa menghasilkan energi biogas yang selalu terbarukan. Sedangkan pada komposisi CH_4 54% dan CO_2 27% maka biogas yang dihasilkan jika dibakar akan menyala.

6. Tahap keenam, melakukan penyipana atau mengatur penggunaan gas yang dihasilkan.

Pemanfaat biogas yang dihasilkan saat penting, biogas yang dihasilkan bisa disimpan dalam tabung penyimpanan ataupun dapan langsung disalurkan ke pengguna untuk digunakan sebagai bahan bakar, seperti kompor gas untuk keperluan memasak, ke motor pembakaran sebagai penggerak generator pembangkit energi listrik.

7. Tahapa ketujuh, pengeluaran hasil keluaran sampah biogas

Produksi biogas akan menurun diatas 30 hari, sehingga tidak optimal lagi untuk menghasilkan biogas. Tahapan ini dilakukan pengeluaran keluaran biogas yang merupakan sampah biogas dan digamti dengan bahan baku yang baru. Secara singkat tahapan proses produksi biogas dapat dibuat flowchart seperti gambar 180.



Gambar 2.9 Tahap pembuatan biogas

2.9 Konversi Energi Biogas dan Pemanfaatannya

Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar dan sebagai sumber energi alternatif untuk penggerak generator pembangkit tenaga listrik serta menghasilkan energi panas. Pembakaran satu kaki kubik (0,028 meter kubik) biogas

menghasilkan energi panas sebesar 10 Btu (2,25 kcal) yang setara dengan 6 kWh/m³ energi listrik atau 0,61 L bensin, 0,58 L minyak tanah, 0,55 L diesel, 0,45 L LPG (Natural Gas), 1,50 Kg kayu bakar, 0,79 L bioethanol.

2.10 Konversi Energi Biogas untuk Ketenagalistrikan

Konversi energi biogas untuk pembangkit tenaga listrik dapat dilakukan dengan menggunakan gas turbine, microturbines dan Otto Cycle Engine. Pemilihan teknologi ini sangat dipengaruhi potensi biogas yang ada seperti konsentrasi gas metan maupun tekanan biogas, kebutuhan beban dan ketersediaan dana yang ada. Sedangkan konversi 1 Kg gas methane setara dengan 6,13 x 10⁷ J, sedangkan 1 kWh setara dengan 3,6 x 10⁷ Joule. Untuk massa jenis gas metan 0,656 kg/m³ Sehingga 1 m³ gas metane menghasilkan energi listrik sebesar 11,17kWh.

2.10.1 Langkah-langkah Perencanaan Kapasitas Biogas dan PLT Biogas.

Prosedur untuk menentukan kapasitas pembangkit listrik biogas adalah sebagai berikut;

1. Penentuan data potensi Bahan Baku Biogas (Ton/hari atau Kg/hari)
2. Perhitungan jumlah dari total solid (TS) volatile solid (VS) dalam proses anaerobic digestion. Dapat dihitung dengan persamaan;

$$TS = 3,095\% (4) \times P_s \text{ (kg)}$$

$$VS = 85\% (4) \times TS \text{ (kg)}$$

$$P_s = \text{Data Potensi Bahan baku biogas (Kg/hari)}$$

$$TS = \text{total solid (Kg/hari)}$$

$$VS = \text{volatile solid (Kg/hari)}$$

3. Perhitungan jumlah volume gas metan

$$V_{gm} = 0,417 \times VS \text{ m}^3$$

$$V_{gm} = \text{Jumlah volume gas Metan (m}^3\text{)}$$

$$VS = \text{volatile solid (Kg/hari)}$$

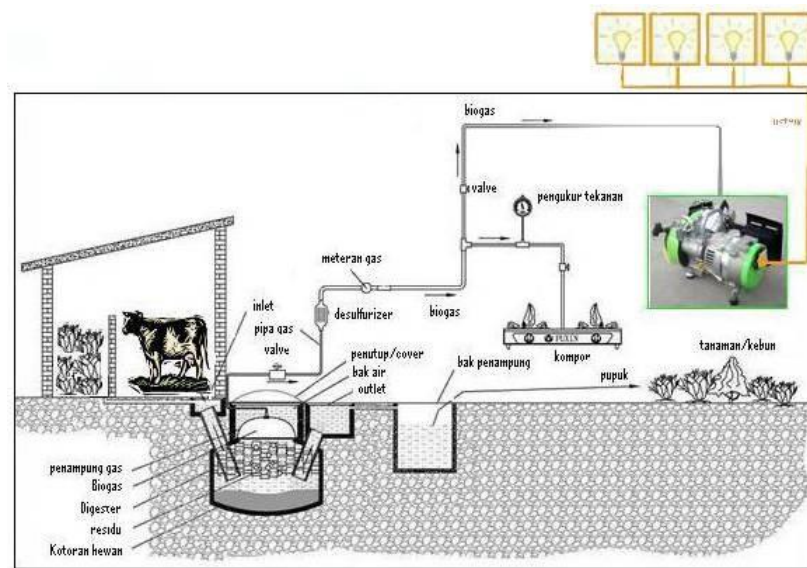
4. Perhitungan potensi energi listrik

$$E = V_{gm} \times FK \text{ kWh}$$

$$E = \text{Produksi Energi Listrik (kWh)}$$

$$V_{gm} = \text{Jumlah volume gas Metan (m}^3\text{)}$$

FK = Faktor Konversi (kWh/ m³)



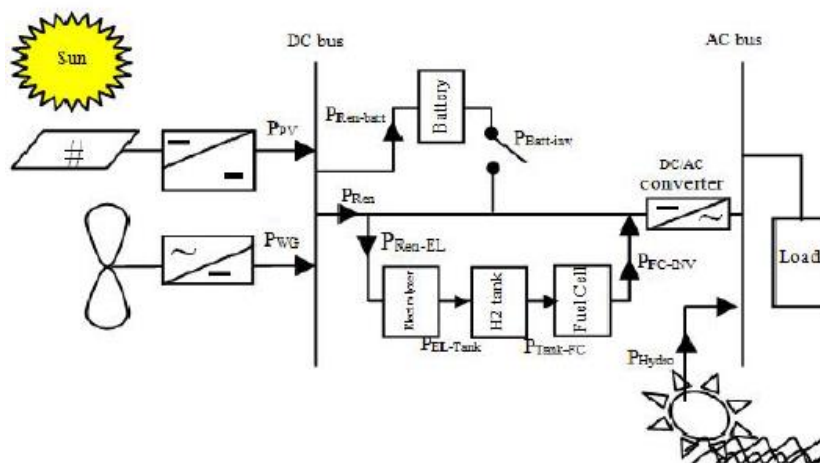
Gambar 2.10 Instalasi pembangkit listrik tenaga biogas

2.10.2 Komponen Utama PLTBogas

Sistem PLTBogas secara lengkap terdiri dari digester anaerob, feedstock, biogas conditioning (untuk memurnikan kandungan metan dalam biogas), Engine-Generator (microturbines), Heat Recovery Use, Exhaust Heat Recovery dan Engine Heat Recovery. Berikut ini gambar sistem penyaluran energi listrik dan panas PLTBogas.

2.11 Teknologi Pembangkit Listrik Hybrid

Sistem pembangkit hibrid adalah kombinasi dari satu atau lebih sumber energialternatif seperti matahari, angin, mikro/minihidro dan biomassa dengan teknologi lain seperti baterai dan diesel. Sistem hibrid menawarkan daya bersih dan effisienyang dalam banyak kasus menjadi lebih hemat biaya dari pada sistem diesel tunggal. Pilihan pemasangan sistem hybrid ini adalah karena letak geografis suatu tempat terpencil. Tempat terpencil tersebut membuat PLN tidak dapat membangun jaringan listrik hingga sampai ke daerah tersebut.



Gambar 2.11 Pembangkit Listrik *Hybrid*

Pembangkit listrik sistem *hybrid* merupakan salah satu contoh sistem pembangkit listrik dengan menggunakan lebih dari sumber energi pembangkit listrik, seperti; pembangkit listrik mikrohidro, *solar cell*, *wind*, *fuell cell*, energi biogas dan energi biomasa. Sistem pembangkit listrik untuk sumber energi *wind*, *solar cell* dan *fuell cell* dihubungkan ke DC bus, DC bus ini merupakan bus yang memparalelkan ketiga sistem tersebut sebelum masuk ke inverter. Selanjutnya energi listrik masuk ke inverter yang berfungsi untuk merubah tegangan dengan arus DC menjadi arus AC sesuai dengan jenis beban yang digunakan.

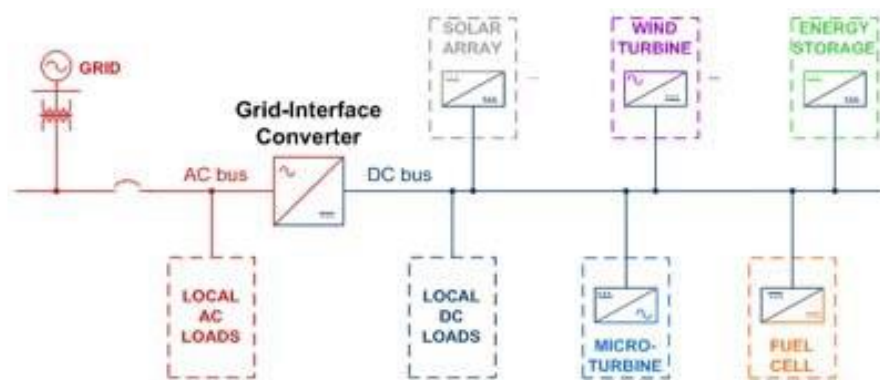
Penerapannya *photovoltaic* dapat digabungkan dengan pembangkit lain seperti pembangkit tenaga diesel (PLTD) dan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTM). Penggabungan ini dinamakan sistem hibrida yang tujuannya untuk mendapatkan daya guna yang optimal. Sistem PLTS merupakan komponen utama, sedang pembangkit listrik lainnya digunakan untuk mengkompensasi kelemahan sistem PLTS dan mengantisipasi ketidakpastian cuaca dan sinar matahari. Pada sistem PLTSPLTD, PLTD-nya akan digunakan sebagai "bank up" untuk mengatasi beban maksimal. Pada sistem hibrida antara *photovoltaic* dengan *Fuel Cell* (sel bahan bakar), selisih antara kebutuhan listrik pada beban dan listrik yang dihasilkan oleh photovoltaic akan dipenuhi oleh *fuel cell*.

Controller berfungsi untuk mengatur *fuel cell* agar listrik yang keluar sesuai dengan keperluan. Arus DC yang dihasilkan fuel cell dan arus *photovoltaic* digabungkan pada tegangan DC yang sama kemudian diteruskan ke power conditioning subsistem (PCS) yang berfungsi untuk mengubah arus DC menjadi

arus AC. Keuntungan sistem ini adalah efisiensinya tinggi sehingga dapat menghemat bahan bakar, dan kehilangan daya listrik dapat diperkecil dengan menempatkan *fuel cell* dekat pusat beban. Salah satu kendala yang dihadapi dengan dalam pengembangan Pembangkit Listrik *solar cell* adalah Investasi awalnya yang tinggi dan harga per kWh listrik yang dibangkitkan juga masih relatif tinggi.

2.12 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Hybrid

Jaringan listrik mikro adalah jaringan listrik dengan kapasitas pasokan daya yang relatif kecil. Jaringan ini terdiri dari beberapa pembangkit listrik lokal seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Mikrohidro, Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa dan generator diesel/solar.



Gambar 2.12 Konsep arsitektur jaringan mikro
sumber : CPES, 2010

Terdapat 2 jenis sistem jaringan mikro berdasarkan sambungan jaringan listrik ke grid, yaitu;

a. Sistem jaringan mikro off-grid

Jaringan ini tidak terhubung dengan grid. Pasokan daya sistem jaringan ini sepenuhnya bergantung pada kemampuan pembangkit – pembangkit dalam menghasilkan daya dan cadangan energi yang tersimpan pada media penyimpanan yang digunakan. Sistem ini banyak digunakan untuk lokasi terpencil yang tidak dapat diakses oleh jaringan listrik milik PLN.

b. Sistem jaringan mikro on-grid

Jaringan ini terhubung dengan grid atau jaringan listrik utama seperti jaringan listrik milik PLN seperti gambar 2.3 Kelebihan dari sistem jaringan ini adalah ketika pasokan daya dari pembangkit – pembangkit lokal (PLTS atau PLTB) yang digunakan kurang dapat dibantu oleh pasokan daya dari jaringan listrik utama sehingga kontinuitas daya tetap terjaga sedangkan jika terjadi kelebihan pasokan daya yang dihasilkan oleh pembangkit – pembangkit lokal dapat dijual ke jaringan utility.

Jaringan mikro terdiri dari beberapa teknologi dasar untuk beroperasi, yaitu (Glover, dkk, 2011) :

a. Distributed Generation

Unit Distributed Generation (DG) merupakan sumber pembangkit listrik seperti PV module, turbin angin, biomasa, generator diesel. Unit ini didukung dengan alat untuk mengkonversikan energi, hal ini karena kebanyakan dari daya yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik yang digunakan memiliki tegangan/arus DC (direct current) sehingga harus dikonversikan dengan inverter menjadi tegangan/arus AC (alternating current) bila ingin dipararelkan dengan jaringan utility seperti jaringan PLN. Konverter dapat digunakan jika daya yang dibangkitkan ingin disimpan di media penyimpanan seperti baterai karena daya yang dibangkitkan oleh generator diesel berupa tegangan/arus AC sehingga harus dikonversikan menjadi tegangan/arus DC agar dapat disimpan pada media penyimpanan.

b. Distributed Storage

Unit Distributed Storage (DS) merupakan media penyimpanan yang diperlukan oleh sebuah jaringan mikro. Fungsi dari distributed storage adalah untuk menjaga kestabilan dan keandalan dari unit distributed generation meskipun terjadi fluktuasi beban, menjaga kontinuitas pasokan daya listrik ke beban meskipun cuaca mendung (untuk PLTS) atau berkurangnya kecepatan angin (untuk PLTB), mampu memasok daya listrik sementara ketika generator diesel sedang diperbaiki, mampu meredam ketika terjadi lonjakan permintaan listrik, menangani gangguan sesaat. Media penyimpanan ini dapat berupa baterai, aki, superkapasitor.

c. Interconnection Switch

Interconnection Switch merupakan sakelar penghubung antar unit pada jaringan mikro dan menghubungkan jaringan mikro dengan jaringan *untillity* (jaringan PLN).

d. Control System

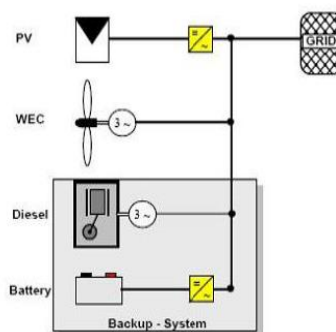
Sistem pengontrolan digunakan untuk menjaga tegangan/arus, frekuensi, amplitudo dan bentuk gelombang dari daya yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik sama dengan jaringan untillity dan dalam mempararelkan pembangkit listrik. Sistem pengontrolan akan bekerja sesuai pengaturan yang dilakukan sebelumnya. Sistem pengontrolan berfungsi sebagai salah media pengaman pada jaringan mikro.

Konsep arsitektur jaringan mikro (Gambar 2.3) menunjukkan selain beban dapat memperoleh pasokan listrik dari grid yang lebih besar (*national smart grid*), melalui konsep jaringan mikro, beban-beban tersebut juga dapat dipasok dari *local generation* (pembangkit lokal).

2.13 Model Pembangkit Listrik Hybrid.

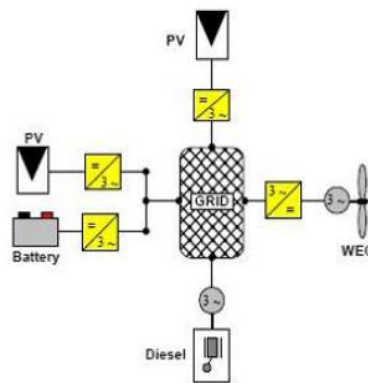
Model pembangkit listrik hibrid dengan kombinasi sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) dengan yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), sebagai berikut;

1. Pembangkit-pembangkit dan baterai dipasang disuatu lokasi dan dihubungkan ke AC bus sebelum dikoneksikan ke grid.



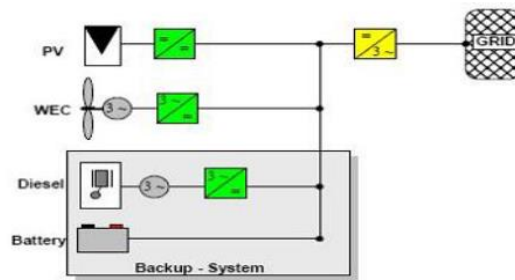
Gambar 2.13 Konsep arsitektur PLH baterai dipasang disuatu lokasi dan dihubungkan ke AC bus sebelum dikoneksikan ke grid

2. Pembangkit terdistribusi pada lokasi yang berbeda dan setiap pembangkit di koneksikan ke grid secara terpisah.



Gambar 2.14 Konsep arsitektur setiap pembangkit di koneksikan ke grid secara terpisah

3. Dilakukan konversi tegangan AC ke DC pada pembangkit yang menghasilkan daya AC. Selanjutnya daya DC tersebut dikoneksikan ke DC bus dan sebuah pengubah tegangan DC ke AC digunakan untuk mengumpankan ke grid (AC).



Gambar 2.15. Konsep arsitektur sebuah pengubah tegangan DC ke AC digunakan untuk mengumpankan ke grid (AC).

2.14 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik *solar cell* (PLTS) merupakan pembangkit listrik *solar cell* yang ramah lingkungan, dan sangat menjanjikan. Salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap (dengan minyak dan batubara). Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu piranti yang digunakan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Besar energi listrik yang dihasilkan oleh sistem pembangkit *solar cell* ditentukan oleh kapasitas *solar cell* dalam mengkonversi energi matahari menjadi listrik dengan satuan WP (watt peak), seperti *solar cell* 50 wp artinya *solar cell* tersebut mempunyai 50 watt peak (pada saat matahari terik). Peak 1 hari di asumsikan 4,5 jam (hitungan aman adalah 4 jam), sehingga $50 \times 4,5 = 225$ watt hour / daya itu

kapasitas maksimal untuk pemakaian 1 hari. Komponen-komponen yang digunakan pada sistem PLTS terdiri dari *solar panel*, *inverter*, *controler voltase*, *baterai* dan *beban*.



Gambar 2.16 Piranti pembangkit listrik *solar cell*

BAB III.

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa tujuan yang berhubungan dengan pemanfaatan energi terbarukan di daerah pedesaan untuk pembangkit listrik biogas. Adapun tujuan penelitian dapat dikelompokkan menjadi beberapa tujuan sebagai berikut;

1. Menganalisa potensi energi biogas di pedesaan dengan memanfaatkan limbah kotoran sapi sebagai pembangkit listrik.
2. Mendesain model digester yang portable mudah dioperasikan untuk menghasilkan biogas yang digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik energi biogas.
3. Menganalisis lajur produksi biogas rata-rata perhari yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik biogas.
4. Mendesain sistem pembangkit listrik energi biogas yang dapat di aplikasikan di daerah pedesaan.
5. Mendesain model sistem kelistrik pembangkit listrik hybrid
6. Mendesain model sistem pembangkit listrik solar PV-biogas skala kecil yang cocok diaplikasikan di daerah pedesaan.

3.2 Manfaat Penelitian

- 1 Model portabel digester dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas dari limbah kotoran sapi untuk bahan bakar pembangkit listrik biogas.
- 2 Model pembangkit listrik energi biogas dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik berskala rumah tangga yang mudah digunakan dan ramah lingkungan untuk daerah pedesaan.
- 3 Pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas yang dihasilkan dapat di manfaat menjadi pembangkit listrik skala kecil untuk daerah pedesaan yang belum ada jaringan listrik PLN.
- 4 Kemandirian energi listrik di pedesaan dapat terjamin dengan menggunakan pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas.

BAB IV

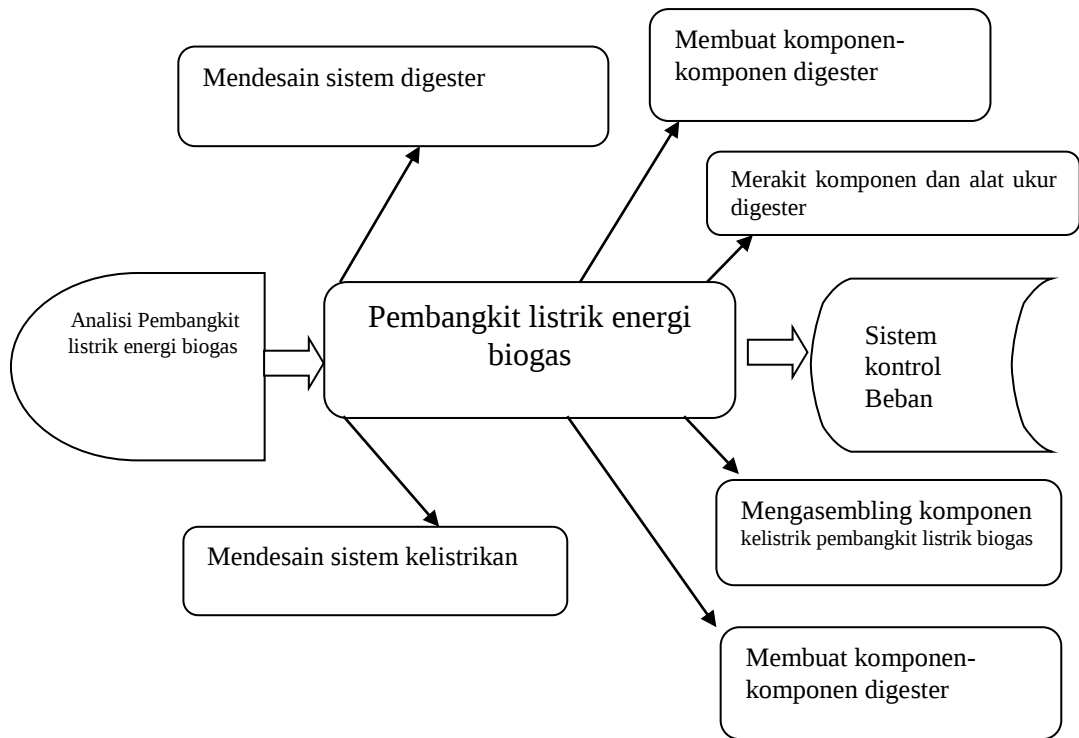
METODE PENELITIAN

4.1 Rencana Penelitian

Penelitian pengembangan pembangkit listrik biogas ini adalah penelitian eksperimen (*experimental research*). Rencana kegiatan penelitian terdiri dari kegiatan prapenelitian yang dilakukan dengan menganalisis potensi sumber terbarukan biogas di pedesaan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik biogas. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan untuk mendesain model pembangkit listrik biogas yang akan digunakan untuk suplai energi listrik pendukung pada pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas. Adapun tahapan rencana penelitian adalah sebagai berikut:

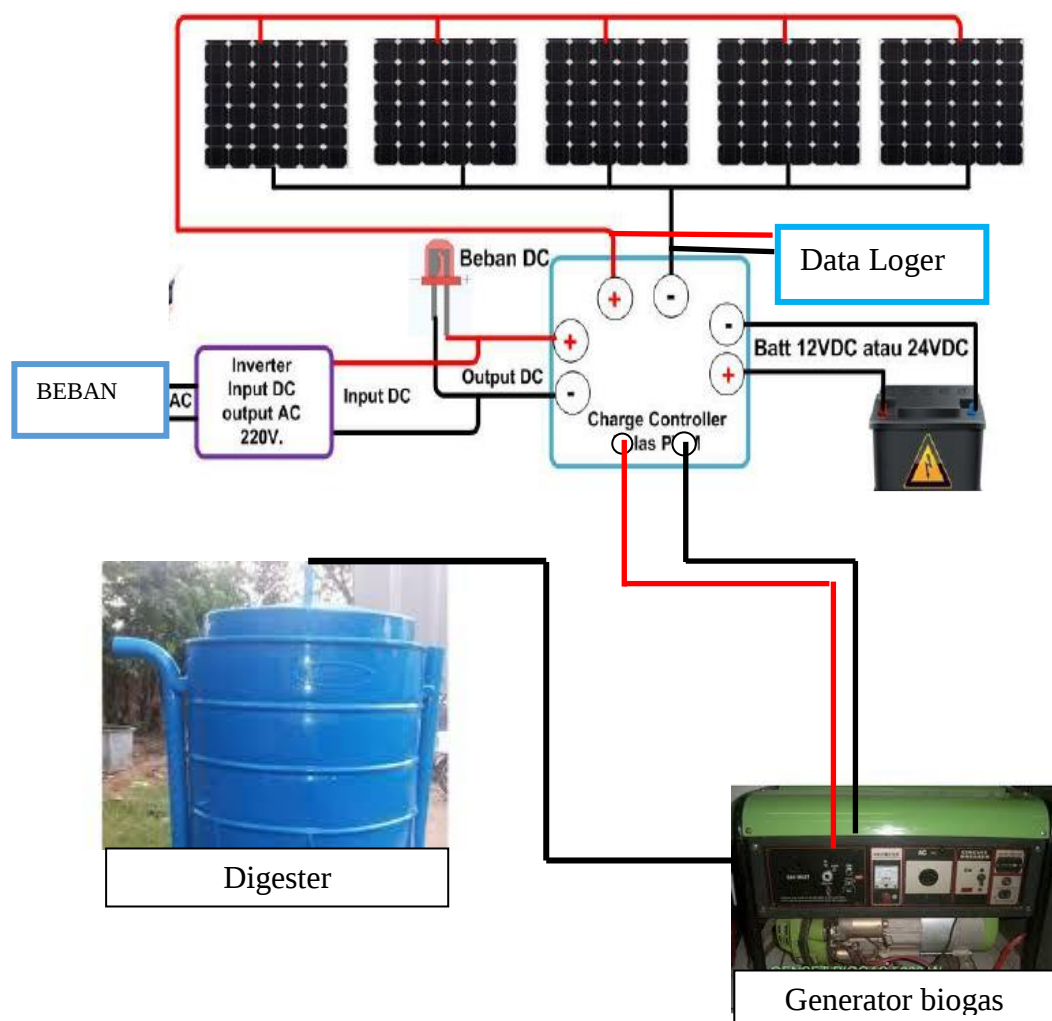
- a. Tahap **pertama**, membuat rancangan desain dan dimensi digester untuk memproduksi biogas yang akan digunakan sebagai bahan bakar genset biogas untuk pembangkit listrik biogas.
- b. Tahap **kedua**, membuat membuat komponen-komponen digester
- c. Tahap **ketiga**, merakit komponen-komponen digester dan sistem alat ukur yang digunakan pada digester, seperti alat pengukur temperatur dan tekanan.
- d. Tahap **keempat**, membuat desain model jaringan kelistrikan pembangkit listrik energi biogas
- e. Tahap **kelima**, membuat instalasi kelistrikan dan sistem kontrol yang dibutuhkan pada sistem pembangkit listrik energi biogas
- f. Tahap **keenam**, melakukan pengisian bahan baku digester dengan rasio 1:1 limbah kotoran sapi dan air.
- g. Tahap **ketujuh**, melakukan pengujian digester untuk produksi biogas
- h. Tahap **kedelapan**, melakukan pengujian kebutuhan bahan bakar genset biogas dengan mengukur laju konsumsi biogas dan energi listrik yang dihasilkan.
- i. Tahap **kesembilan**, menginstalasi sistem pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas.
- j. Tahap **kesebelas**, menguji kinerja pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas.

Rancangan penelitian dapat digambarkan dengan *flow chart* sebagai berikut;



Gambar 3.1 Flow chart rancangan penelitian

Rancangan pembangkit listrik biogas yang digunakan pada penelitian terdiri dari beberapa empat sistem, yaitu; 1) sistem digester portabel yang akan digunakan untuk memproduksi biogas yang akan digunakan sebagai bahan bakar genset biogas, 2) generator pembangkit listrik, jenis generator pembangkit listrik yang digunakan adalah generator biogas, 3) sistem kelistrikan pembangkit listrik biogas, sistem ini terdiri dari sistem kontrol kelistrikan sistem pengisian ke baterai dan sistem kontrol penggunaan beban, 4) sistem penyimpanan energi listrik, sistem penyimpanan energi listrik digunakan baterai dengan tegangan pengisian 13,8-14,8 volt, dan 5) sistem kontrol hybrid, sistem kontrol ini digunakan untuk mengatur kerja dari sistem pembangkit listrik biogas saat dihubungkan dengan pembangkit listrik solar PV



Gambar 3.2 Rancangan instrumen penelitian

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pembangkit listrik biogas untuk mendapatkan hasil pengujian yang sesuai dengan tujuan penelitian, maka metode penelitian memiliki tiga variabel penelitian, yaitu;

a. Variabel bebas.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah pemberian beban pada sistem pembangkit listrik biogas untuk dapat mengetahui laju konsumsi bahan bakar biogas perjam.

b. Variabel terikat

Variabel terikat adalah laju konsumsi bahan bakar biogas dan daya output genset biogas

c. Variabel kontrol.

Variabel kontrol terdiri dari variabel kontrol terdiri suhu ruang biodigester 27-48^o C, rasio kotoran sapi:air (1:1), pengisian digester 0,5 m³, beban listrik 800 watt, daya maksimal generator genset 220 volt 1 kW.

4.2 Prosedur Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data penelitian yang digunakan adalah mencatat hasil produksi biogas yang digunakan dan energi listrik yang dihasilkan genset dan laju konsumsi biogas/menit. Prosedur mencatat data produksi arus listrik dan tegangan listrik dengan menggunakan data logger dengan format excel. Prosedur pengumpulan data penelitian dilakukan dengan beberapa tahap; 1) mengukur produksi biogas yang dihasilkan perhari, 2) biogas yang dihasilkan digunakan untuk menghidupkan genset dan memberi beban pada genset dengan beban 800 watt dan mengukur laju konsumsi biogas per-menit, 3) menghitung besar energi listrik yang dihasilkan sistem hybrid solar PV-biogas dan mengukur total konsumsi energi listrik yang digunakan perhari.

4.3 Teknik Analisis Data Penelitian

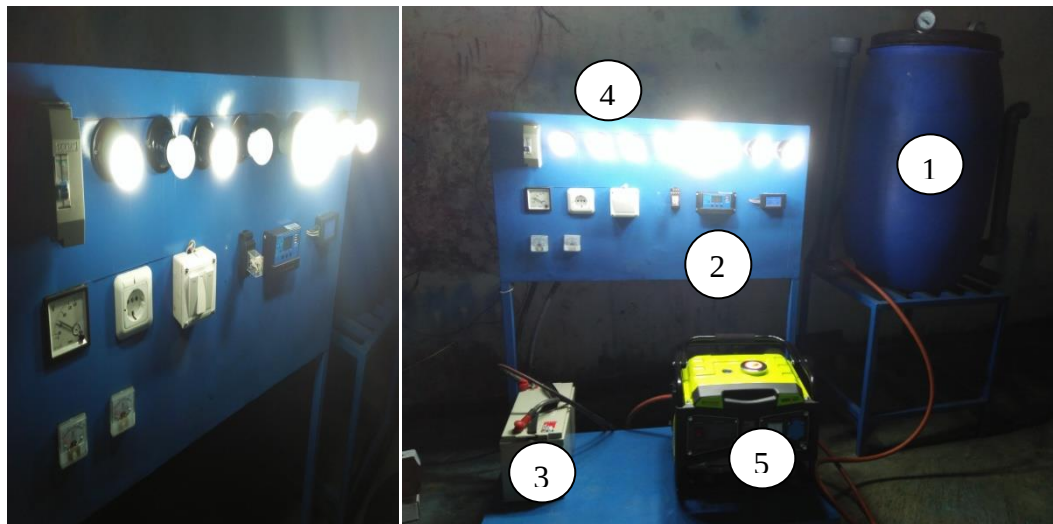
Data penelitian yang dihasilkan dianalisis dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif-kualitatif. Data yang bersifat kuantitatif akan dianalisis dengan prosentase dan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui performa sistem pembangkit listrik biogas yang digunakan sebagai sumber energi listrik skunder pada sistem pembangkit listrik *hybrid* energi terbarukan di pedesaan, sedangkan data yang bersifat kualitatif akan digambarkan dalam bentuk kata-kata atau kalimat dipisah-pisahkan menurut katagori untuk memperoleh kesimpulan.

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian pengembangan pembangkit listrik hybrid biogas dihasilkan model pembangkit listrik biogas yang portable yang dapat diaplikasikan di daerah pedesaan. Model sistem pembangkit listrik biogas ini dapat digunakan di setiap rumah, hal ini dikarenakan kapasitas digester yang cukup untuk menampung kotoran sapi setiap kepala keluarga (KK) yang rata-rata mempunyai hewan ternak 5-10 ekor. Sedangkan 1 ekor sapi menghasilkan limbah kotoran rata-rata 7 kg/hari. Sedangkan rata-rata setiap orang memiliki 7 ekor sapi, maka perhari limbah kotoran sapi yang dapat digunakan sebagai bahan baku biogas sebanyak 49 kg/perhari. Kotoran tersebut dapat diolah dimasukkan kedalam digester untuk menghasilkan biogas. Model digester yang didesain dan dibuat untuk penelitian dengan kapasitas 2 m³ dengan dilengkapi kontrol temperatur dan kontrol tekanan untuk mengontrol produksi biogas.



Gambar 5.1 Model pembangkit listrik biogas

Model pembangkit listrik biogas terdiri dari beberapa sistem, yaitu 1) digester biogas, 2) sistem kontrol kelistrikan, 3) sistem penyimpan energi listrik, 4) sistem instalasi kelistrikan, 5) generator biogas.

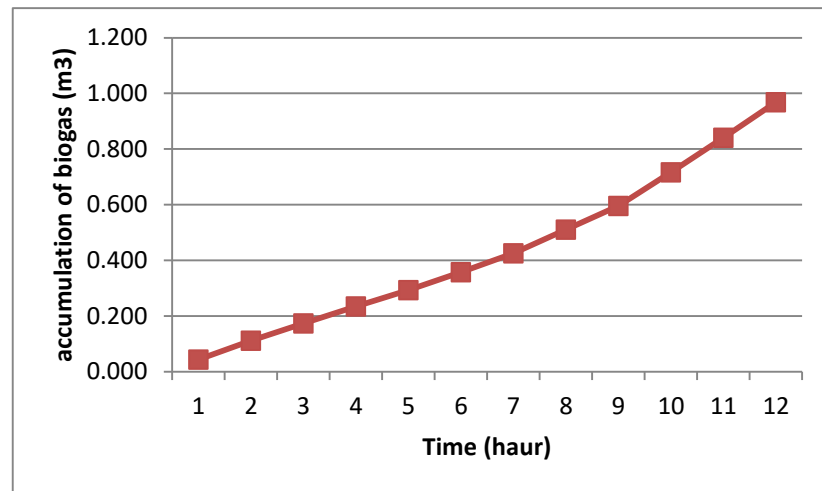
Laju produk biogas perjam dengan pengisian bahan baku digester 05 m³ menghasilkan biogas rata-rata 0,044 sampai 0,127 m³. Penambahan produksi biogas terus mengalami peningkatan di setiap jam, sedangkan akumulasi produksi biogas dalam 12 jam dapat menghasilkan 0,9678 m³. Sedangkan produksi biogas 1 hari dapat mencapai $\frac{24}{12} \times 0,968 \text{ m}^3 = 1.936 \text{ m}^3$.

Tabel 5.1 Produksi biogas dengan kapasitas pengisian digester 0,5 m³

Waktu (hour))	Produksi biogas (m ³)	Akumulasi produksi biogas (m ³)
1	0,044	0,044
2	0,067	0,111
3	0,062	0,173
4	0,061	0,234
5	0,059	0,293
6	0,065	0,358
7	0,067	0,425
8	0,086	0,511
9	0,085	0,596
10	0,120	0,716
11	0,125	0,8408
12	0,127	0,9678

Dari tabel 5.1 menunjukkan kuantitas dari biogas yang terus mengalami kenaikan setiap jam. produk awal mulai 0,044 m³ dan terus mengalami peningkatan sampai jam ke 12 sebesar 0,9678 m³, hal ini menunjukkan proses fermentasi oleh mikroorganisme semakin sempurna yang dapat meningkatkan produksi biogas. Produksi biogas mulai efektif pada rentang hari ke 10 – 14, sedangkan pada hari ke 15 produksi biogas mulai menurun. Peningkatan produksi biogas dapat dilakukan beberapa cara, seperti; kontrol temperatur kerja didalam digester sesuai dengan suhu perkembangbiakan mikroorganisme, pemberian stater untuk mempercepat proses fermentasi dan kuantitas dan kualitas mikroorganisme. Sedangkan untuk menjaga proses produksi biogas dapat berlangsung secara kontinyu, maka perlu dilakukan pengisian bahan baku digester setiap hari setelah pengisian penuh digester setelah hari ke 15. Akumulasi peningkatan biogas yang dihasilkan setiap hari dapat disimpan dalam tabung penyimpanan biogas sebelum digunakan sebagai bahan bakar generator biogas pada sistem pembangkit listrik

biogas. Peningkatan kualitas biogas sebelum digunakan sebagai bahan bakar dapat dilakukan pemurnian biogas.



Gambar 5.2 Produksi biogas setiap jam

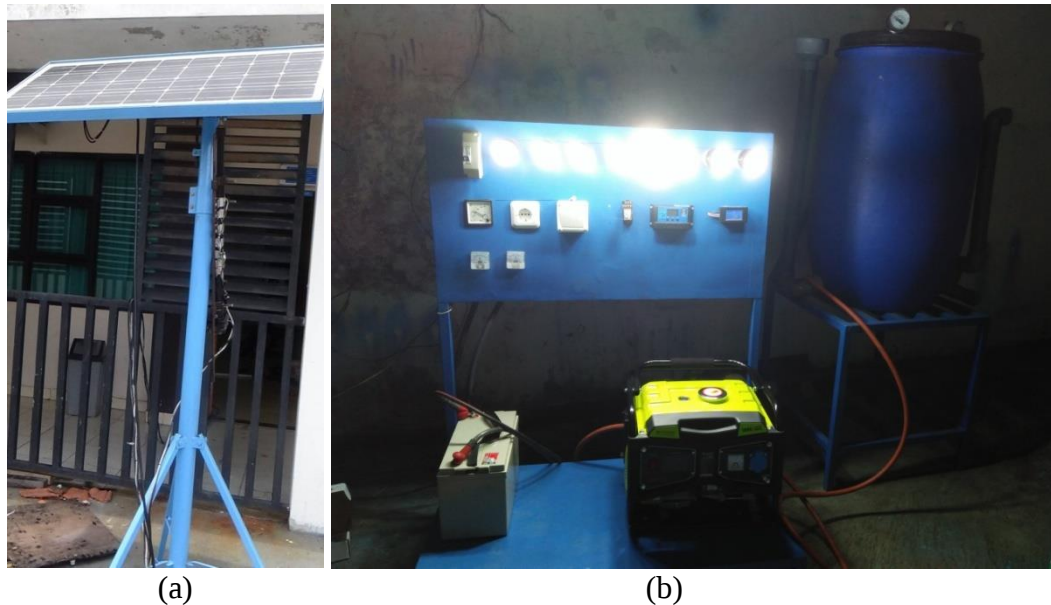
5.2 Pembahasan

Hasil analisis produksi biogas dengan digester skala kecil dapat memproduksi biogas rata-rata perhari 1.936 m^3 . Sedangkan hasil penelitian penggunaan biogas yang digunakan untuk bahan bakar generator pembangkit listrik biogas dengan daya 1 kW dengan penggunaan beban 800 watt menghabiskan biogas $0,018 \text{ m}^3/\text{menit}$. Sehingga kapasitas bahan bakar yang dibutuhkan selama 1 jam sebesar $60 \text{ menit} \times 0.018 \text{ m}^3/\text{menit} = 1,08 \text{ m}^3$. Sementara produksi biogas perhari dengan kapasitas bahan baku biogas $0,5 \text{ m}^3$ dapat menghasilkan biogas 1.936 m^3 , penggunaan biogas untuk bahan bakar genzet biogas untuk pembangkit listrik dapat menghasilkan konversi energi listrik $(1.936 \text{ m}^3 / 1.08 \text{ m}^3) \times 800 \text{ Wh} = 1,434 \text{ KWh}$.

Sedangkan dari hasil analisis potensi kotoran sapi yang dihasilkan di daerah pedesaan, jika 1 ekor sapi dewasa mampu menghasilkan kotoran sapi sebanyak 25 kg/hari, sementara seorang peternak sapi di desa memiliki 7-10 sapi, maka total limbah kotoran sapi yang dihasilkan perhari sebanyak $10 \times 25 \text{ kg/hari} = 250 \text{ kg/hari}$. Kandungan bahan kering untuk 1 ekor sapi adalah sebesar 20%, maka kandungan bahan kering total adalah sebesar 50 kg.BK. Sehingga, potensi biogas dari kotoran sapi yang dapat diperoleh adalah sebesar $50 \text{ kg. BK} \times 0,04 = 2,2 \text{ m}^3$. Potensi rata-rata energi listrik yang dapat dihasilkan oleh peternak di pedesaan

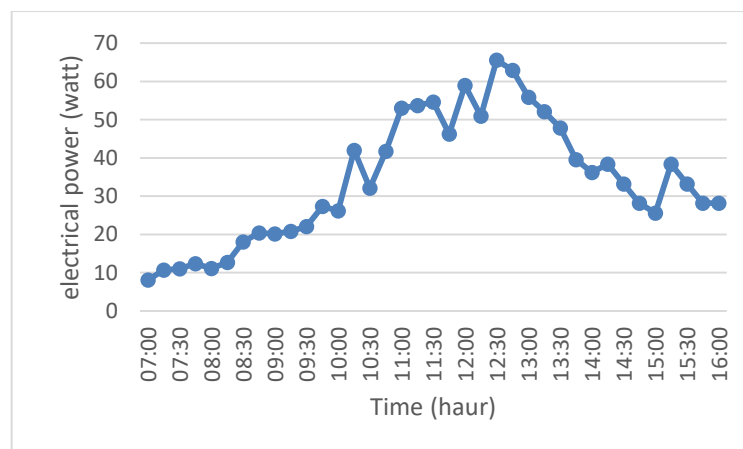
jika dapat mengolah limbah kotoran ternak sapi dan mengkonversi menjadi listrik sebesar $(2,20 \text{ m}^3 / 1,08 \text{ m}^3) \times 800 \text{ Wh} = 1,629 \text{ KWh}$

Sedangkan penggunaan pembangkit listrik biogas untuk suplai energi listrik pada model sistem pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas sangat efektif digunakan di saat sistem pembangkit listrik solar PV tidak menghasilkan listrik dan kebutuhan energi listrik meningkat.



Gambar 5.3 Model pembangkit listrik solar PV-bioagas (a) Solar PV, (b) Pembangkit listrik biogas

Penggunaan solar PV 100 Wp dapat mghasilkan energi listrik perhari dapat menghasilkan 0,968 - 1.26 kW pada kondisi intensitas matahari baik tidak terhalang oleh awan, hujan pada musim kemarau (07.00-16.00), daya optimal 65.63 watt pada kondisi puncak antara jam 12.00-12.30.



Gambar 5.4 Daya solar PV

Konfigurasi pembangkit listrik *hybrid* solar PV-biogas dengan daya output solar PV 1,260 kW per hari dapat digunakan untuk menyuplai kebutuhan energi listrik masyarakat dipedesaan yang rata-rata kebutuhan energi listrik perhari 1 KWh. Penggunaan lebih pemakaian energi listrik dapat disuplai dari pembangkit listrik biogas dengan rata-rata energi listrik yang dihasilkan perhari dapat mencapai 1.434 KW. Sistem konfigurasi *hybrid* solar PV-bioga dapat menghasilkan energi listrik 2,694 kW. Model pembangkit listrik *hybrid* solar PV-biogas sangat efektif dan efisien diterapkan sebagai model untuk pembangkit listrik skala kecil di daerah pedesaan. Konsumsi energi listrik per kepala keluarga rata-rata 1 KWh / hari dengan aplikasi pembangkit listrik hibrida solar PV-biogas masih surplus energi.

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Setelah diperoleh penelitian awal tentang pembangkit listrik solar PV-biogas dapat digunakan sebagai pedoman untuk pengembangan dan pengujian lebih lanjut berkaitan dengan model pembangkit listrik hybrid energi terbarukan dengan penggunaan bahan bakar biogas. Pada model pembangkit listrik biogas sangat potensial untuk digunakan sebagai pembangkit listrik pendukung pada sistem pembangkit listrik hybrid solar PV-biogas. Kebutuhan energi listrik rata-rata 1 kW sampai 3 kW di masyarakat pedesaan sangat tepat menggunakan pembangkit listrik solar PV-biogas. Beberapa hal yang perlu dikembangkan untuk memperbaiki sistem pembangkit listrik solar PV-biogas sehingga lebih efektif dan efisiensi baik ditinjau dari segi biaya perawatan, biaya operasional, tingkat kebisingan suara yang ditimbulkan generator listrik biogas dan tingkat efektif dapat penyimpanan energi listrik. Tahap rencana penelitian berikutnya adalah;

1. Membuat perhitungan biaya costr energi untuk pembangkit listrik biogas untuk menentukan biaya operasional pembuatan dan perawatan model portabel pembangkit listrik biogas untuk daerah di pedesaan dengan kapasitas daya 1 kw sam 3 KW.
2. Membuat rancangan desai sistem pembangkit fuel cell dengan bahan bakar berbasis biogas untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pembangkit hybrid untuk mengurangi penggunaan generator biogas pada malam hari yang menimbulkan suara berisik (polusi udara).
3. Mendesain sistem pembangkit listrik hybrid solar PV-pembangkit listrik biogas-fuel cell dengan menggunakan bahan bakar berbasis biogas yang melimpah dan dapat diproduksi dengan mudah di daerah pedesaan.
4. Mendesain sistem kontrol pembangkit listrik hybrid solar PV-pembangkit listrik biogas-fuel cell.
5. Mendesain sistem penyimpanan energi pembangkit listrik hybrid solar PV-pembangkit listrik biogas-fuel cell.

BAB VII

SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Kebutuhan energi listrik masyarakat pedesaan dengan rata-rata konsumsi energi listrik 1 sampai 3 Kw perhari dapat diatasi dengan pemanfaatan sumber energi terbarukan yang melimpah, seperti energi solar dan energi biogas. Penggunaan sumber energi biogas sebagai bahan bakar pembangkit listrik sangat potensial, hal ini dikarenakan potensi bahan baku biogas dipedesaan sangat besar. Bahan baku biogas dari limbah kotoran sapi dipedesaan dapat digunakan, rata-rata penduduk pedesaan memiliki hewan ternak sapi 5-10 ekor sapi. Satu ekor sapi dapat menghasilkan 7 kg/hari. rata-rata perhari kotoran hewan yang dapat digunakan untuk mengisi digester 35 kg-70 kg.

Hasil produksi biogas dari model digester yang dibuat dari tabung gas fiber kapasitas 2 m³ dengan pengisian 0,5 m³ campuran limbah kotoran sapi dan air dengan rasio (1:1) dapat menghasilkan rata-rata biogas perjam 0,044 - 0,127 m³ perjam. Akumulasi produksi biogas sehari dapat menghasilkan 1.936 m³.

Konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan selama 1 jam sebesar 60 menit x 0.018 m³/menit = 1,08 m³. Sementara produksi biogas perhari dengan kapasitas bahan baku biogas 0,5 m³ dapat menghasilkan biogas 1.936 m³, penggunaan biogas untuk bahan bakar genset biogas untuk pembangkit listrik dapat menghasilkan konversi energi listrik $(1.936 \text{ m}^3 / 1.08 \text{ m}^3) \times 800 \text{ Wh} = 1,434 \text{ KWh}$.

Konfigurasi pembangkit listrik *hybrid* solar PV-biogas dengan penggunaan solar PV 100 Wp dapat menghasilkan energi listrik per hari rata-rata 0,968 - 1.26 kW dapat digunakan untuk menyuplai kebutuhan energi listrik masyarakat dipedesaan, sedangkan kondisi intensitas matahari baik tidak terhalang oleh awan, hujan pada musim kemarau solar PV daya optimal 65.63 watt pada kondisi puncak antara jam 12.00-12.30. Sedangkan pembangkit listrik biogas perhari menghasilkan energi listrik 1,434 kW. Total energi pembangkit listrik *hybrid* solar PV-biogas 2,694 kW.

Rata-rata konsumsi energi listrik perhari 1 KW dengan penggunaan sistem konfigurasi *hybrid* solar PV-bioga dapat menghasilkan energi listrik 2,694 kW masih surplus energi sebesar 1,694 kW. Model pembangkit listrik *hybrid* solar

PV-biogas sangat efektif dan efisien diterapkan sebagai model untuk pembangkit listrik skala kecil di daerah pedesaan.

2. Saran.

Beberapa saran yang perlu disampaikan berkaitan dengan penelitian ini, adalah:

- a. Sebaiknya dalam penelitian pembangkit listrik hybrid biogas dalam penyalaan genset dikontrol waktu penyalanyaannya, sehingga dapat menghemat pemakaian konsumsi bahan bakar biogas..
- b. Sebaiknya penggunaan beban yang stabil pada sistem pembangkit biogas, kerja genset akan stabil dan dapat meningkatkan performa pembangkit listrik biogas.
- c. Sebaiknya penggunaan sistem pembangkit listrik hybrid menggunakan sistem kontrol berdasarkan beban, sehingga dapat mengoptimalkan kerja dari masing-masing pembangkit listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Benjamin C. Kuo, 1982, *Automatic Control Systems*, Prentice-Hall Of India, New Delhi.
- Didit, W. 2011. *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi Di Kawasan Usaha Peternakan Sapi*. Tesis FT UI,
- EG&G Technical Services, Inc. 2004. *Fuel Cell Handbook (Seventh Edition)*, U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy, National Energy Technology Laboratory P.O. Box 880 Morgantown, West Virginia 26507-0880
- Hamzah Hilal. 1993. *Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Wilayah Terpencil*. Presentasi Ilmiah Lustrum VI Eletronika Universitas hasanudin. Ujung Pandang.
- Johnson, R., C. Morgan, D. Witmer, T. Johnson. 2001. “*Performance of a Proton Exchange Membrane Fuel Cell Stack*”, Int. J. of Hydrogen Energy, Vol. 26, No. 8, pp. 879-887.
- L.E. Weldermariam (2010). Genset-Solar-Wind Hybrid Power System of Off-Grid Power Station for Rural Applications. Master thesis in Electrical Power Engineering. Delf University of Technology, Delf
- Marsudi Djiteng. 2003. *Pembangkit Energi Listrik*. PT. jalamas Berkatama bersama STT YPLN. Jakarta.
- Musfir dan Idham djauhari. 1995. *Analisis Perbandingan Sistem hybrid Fotovoltaik-Diesel dengan Sistem Fotovoltaik Berdiri Sendiri untuk Kelistrikan wilayah Terpencil*. Tugas Akhir Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- M. R. Patel. (1999). *Wind and Solar Power Systems*. CRC Press.
- Saiful M. 2010 . *Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*. Analisis Kinerja Solar Photovoltaic System (Sps) Berdasarkan Tinjauan Efisiensi Energi Dan Eksergi. Universitas Diponegoro
- Seno d. panjaitan,dkk. 2013.*Teknologi pembangkit listrik tenaga biogas terpurifikasi yang berasal dari sampah perkotaan*. Proseding Insinas. Universitas Tanjungpura, disajikan tanggal 29-30 nop 2012.
- Sudradjat, R. 2004. *The Potential of Biomass Energy resources in Indonesia for the Possible Development of Clean Technology Process (CTP)*. International Workshop on Biomass & Clean Fossil Fuel Power Plant Technology: Sustainable Energy Development & CDM. Jakarta, January 13-14, 2004

Lampiran 1. Kegiatan penelitian

1. Permbuatan rangka digester dan trainer control kelistrikan



2. Permbuatan rangka digester dan trainer control kelistrikan





3. Pembuatan lubang saluran masuk tabung digester



4. Pembuatan saluran masuk dan saluran keluar Bio-slurry



5. Pemasangan alat ukur pada digester



6. Pemasangan tempat lampu





7. Pemasangan tempat lampu



8. Pembuatan alat ukur energi listrik





9. Pembuatan instalasi kelistrikan



10. Pengujian instrumen penelitian



11. Pengambilan data penelitian



Lampiran 2. Makalah seminar internasional



THE 12th INTERNATIONAL INTERDISCIPLINARY STUDIES SEMINAR
NOVEMBER 14th - 15th, 2018; IJEN SUITES HOTEL, MALANG, INDONESIA

Interdisciplinary Postgraduate School, Brawijaya University
Jl. Mayjen Haryono 169, Malang 65145, Indonesia
Telp.: +62-341-571250 ; Fax: +62-341-590801
<http://iis.ppsub.ub.ac.id> E-mail: ppsub@ub.ac.id

October 19, 2018

LETTER OF ACCEPTANCE

Dear arisansori,

On behalf of the committee, we are pleased to confirm that your abstract,

**Environmentally Friendly Power Generation Technology With Solar PV-Biogas In
Rural Areas Of Eastern Java**

has been accepted, with editorial decision:

Accepted for Oral Presentation

at *The 12th International Interdisciplinary Studies Seminar*.

Please note that, in order for the abstract to be included in the conference program, presenters are required to complete the registration fee.

Your presentation is an important part of the conference, and we are looking forward to meet you at the conference.

Sincerely,

Lukman Hakim, Dr.Sc.
Conference chairperson

Environmentally Friendly Power Generation Technology With Solar PV-Biogas In Rural Areas Of Eastern Java

¹Aris Ansori *, ²Bellina Yunitasari, ³Soeryanto, ⁴Muhaji

^{1,2,3,4} Mechanical Engineering Department, Universitas Negeri Suarabaya, Indonesia.

¹arisansori@unesa.ac.id, ²bellinayunitasari@unesa.ac.id, ³soeryanto@unesa.ac.id, ⁴muhaji61@unesa.ac.id

Abstract

Increasing human activity has an impact on energy needs. Electrical energy is the most dominant type of energy used daily. the increase in electricity demand in East Java was due to an increase in industrial activity in several cities in East Java, such as Surabaya, Mojokerto, Sidoarjo. Meanwhile, the electrical energy needs of several rural areas in East Java, such as in Bodowoso, Bangkalan, Sumenep have not been fulfilled due to geographical factors. The solution to fulfillment of electricity in rural areas can utilize the potential of alternative energy, such as solar energy and biogas. The high potential of solar energy and biogas can be used as an energy source for solar PV-biogas hybrid power plants. The aim of the study was to study the application of a solar PV-biogas power plant model in rural areas. The research method of the solar PV-biogas hybrid power plant is carried out in several stages to assess the potential for the application of hybrid power plants in rural areas in eastern Java. The research method uses a 100 Wp solar PV hybrid system model and 1 KW biogas generator set by analyzing the potential of electricity produced on average per day. The results of the study of the analysis of the potential application of solar PV-biogas power plants show the configuration of the power plant model of generating diesel PV-biogas generators produced by solar PV electric power 1.260 KW per day and 1,434 KW biogas generator with a total electrical energy of 2,694 KW / day. Electric energy consumption per family head is an average of 1 KWh / day with the application of a solar PV-biogas hybrid power plant still with a surplus of 1,694 KW of energy, so the model of solar PV-biogas hybrid generator has a good effective and efficient level to be applied in rural Java east

Keywords: Environmentally, electricity generation, solar PV, biogas, rural

1. INTRODUCTION

Electrical energy is one type of energy that is widely consumed in everyday human activities, while others are used for lighting, cooking, production activities. The level of welfare of the population in an area is determined by the availability of electrical energy. Electricity consumption needs can be used as an indicator to measure the level of community welfare. The electricity consumption of the people of East Java experienced an increase of around 15.2 percent from January to September 2017. The largest electricity consumption was in West Surabaya, Pasuruan, Mojokerto, Bojonegoro, Sidoarjo, the amount of electricity consumption due to the industrial area in East Java. (wisnu yulianto Manager of Legal Communication and Administration of PT PLN Distribution of East Java). Meanwhile, there are still some villages that have not been electrified, including in Bangkalan there is one village that has not been electrified, in Bondowoso 3 villages and in Sumenep 29 villages. In percentage, currently only 99.61 percent of villages have electricity. Constraints faced in the provision of energy; energy in rural areas of East Java, one of them is the geographical location factors, such as the difficulty of access roads, the absence of an electrical installation network. The problem of electrical energy needs in rural areas in East Java can be overcome by utilizing

renewable energy power plants. Utilization of renewable energy PV-biogas solar hybrid power plants is very potential seen from the intensity of sunlight in East Java in the range of 800-900 W / m², while biogas energy can be produced from cow manure with a population of 60% [3].

The potential of large energy sources of solar PV-biogas cannot be utilized by the community as a source of electrical energy in rural areas. Biogas energy produced from livestock manure can produce ± 2 m³ biogas per day for one cow / buffalo. Energi biogas for energy sources is highly dependent on the amount of methane gas. Methane gas from fermentation is the main content of biogas which has a calorific value between 590 - 700 K.cal / m³. Another source of heat from biogas is from H₂ and CO in small amounts, while carbon dioxide and nitrogen gas do not contribute to the heat value. The heating value of biogas is greater than other energy sources, such as coal gas (586 K.cal / m³) or water gas (302 K.cal/m³). The biogas heating value is smaller than natural gas (967 K.cal / m³). Each cubic of biogas is equivalent to 0.5 kg of liquefied natural gas (liquid petroleum gases / LPG), 0.5 L of gasoline and 0.5 L of diesel oil. Biogas can generate electricity of 1.25 - 1.50 kilo watt hour (kwh).

The design of a solar PV-biogas electric energy generating unit in rural areas in East Java aims to meet the electricity needs in rural areas. The PV-biogas hybrid solar power generation model requires a study and analysis of its potential in rural applications.

1.1 Solar PV power plants

Energy released by sunlight is actually only received by the earth's surface by 69% of the total solar emission energy. energy supply *Solar cell* from sunlight received by the earth's surface is very large, reaching 3 x 10 joules per year, this energy is equivalent to 2 x 10¹⁷ Watts.

Solar module PV power capacity is denoted in watt peak (Wp). This standard refers to the intensity of solar radiation of 1000 W / m² which is perpendicular to the solar cell at a temperature of 25 °C. The photovoltaic module has a relationship between current and voltage represented in curve IV. When the variable resistance is infinite (open circuit), the current is worth a minimum (zero) and the voltage in the cell is at the maximum value, known as open circuit (Voc) voltage. In other circumstances, when the variable resistance is zero (short circuit), the maximum current is known as short circuit (Isc). If the variable resistance has a value that varies between zero and infinity, the current (I) and voltage (V) will get a variable value as shown in Figure 1, known as the IV characteristic curve in solar cells.

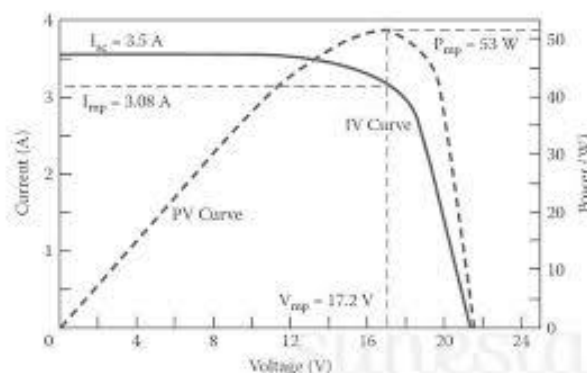


Figure 1. Characteristic curve of IV solar cells in STC

The working principle of Solar PV if the sun's light affects the solar panel, then the electrons in the solar cell will move from N to P, so that at the output terminal of the solar panel will produce electrical energy. The amount of electrical energy produced by solar PV varies depending on the number of solar cells. Output from direct current solar panels (DC) whose voltage outflow depends on the number of solar cells installed in the solar panel and the sunlight's intensity illuminating solar PV.

Solar PV input power is the multiplication between the intensity of solar radiation which is widely accepted by PV modules.

$$P_{in} = I_r \times A \quad (1)$$

with:

P_{in} : Input power due to solar irradiance

I_r : Solar radiation intensity (Watt / m²)

A : The surface area of the photovoltaic module (m²)

While solar PV output is an open circuit voltage (V_{oc}), Short circuit current (I_{sc}), and Fill Factor (FF) produced by Photovoltaic cells.

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2)$$

With,

P_{out} : Power generated by solar cell (Watt)

V_{oc} : Open circuit voltage in solar cell (Volt)

I_{sc} : Short circuit current on solar cell (Ampere)

FF: Fill Factor

Value FF can be obtained from the formula: $FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0.72)}{V_{oc} + 1}$ (3)

Efficiency of solar PV is a ratio of power that can be generated by solar PV with input energy obtained from solar irradiance. The efficiency used is the instantaneous efficiency of data retrieval.

$$\eta = \text{Output} / \text{Input} \times 100\% \quad (4)$$



Figure 2. Model of solar PV power generation

The electrical energy produced by solar panels can be used directly to a load that requires DC voltage source with a small current consumption. Electrical energy produced by solar PV can be used in cloudy or night conditions, where solar PV cannot be sunlight. Solar PV is connected to electrical energy storage media using batteries. Stability of the storage of electrical energy in the battery is installed a regulator that serves to regulate the charging voltage and control the charging of the battery automatically (Automatic charger).

1.2 Bogas power plant

Biogas is a gas produced from anaerobic (fermentation) processes of organic materials such as human waste, household waste and animal waste. Materials that are needed in making biogas are methane and carbon dioxide contained in organic matter. The process of making biogas is organic impurities mixed with clean water, a ratio of 1: 1 water and dirt or can use a ratio of 1: 1.5. The temperature that takes place during the process is 27-38° C. The source of the suitable biogas raw material is used in Indonesia, such as; animal and human waste, organic waste, and liquid waste. Biogas generating equipment. There are two types of biogas or digester generating equipment, namely floating type and fixed dome type.

The process of making biogas with the following steps:

1. Mixing cow dung with water until it forms a slurry with a ratio of 1: 1 in a temporary reservoir.
2. Flowing the sludge into the digester through the intake hole. In the first filling the gas faucet above the digester is opened so that the input is easier and the air inside the digester is pushed out. In this first filling, a large amount of cow manure is needed until the digester is full.
3. Adding a starter of 1 liter and fresh rumen contents from cow dung for digester 3.5 - 5.0 m³. After the digester is full, the gas faucet is closed so that the fermentation process occurs.
4. Disposing of the first gas produced on days 1 to 8 because CO₂ is formed. Whereas on the 10th to 14th days methane is formed (CH₄) and CO₂ begins to decline. At composition CH₄:54% and CO₂:27%.
5. On day 14, the gas formed can be used for generator fuel. Starting on day 14, the digester can produce biogas energy that is always renewable. Furthermore, the digester continues to be filled with cow dung continuously to produce optimal biogas.

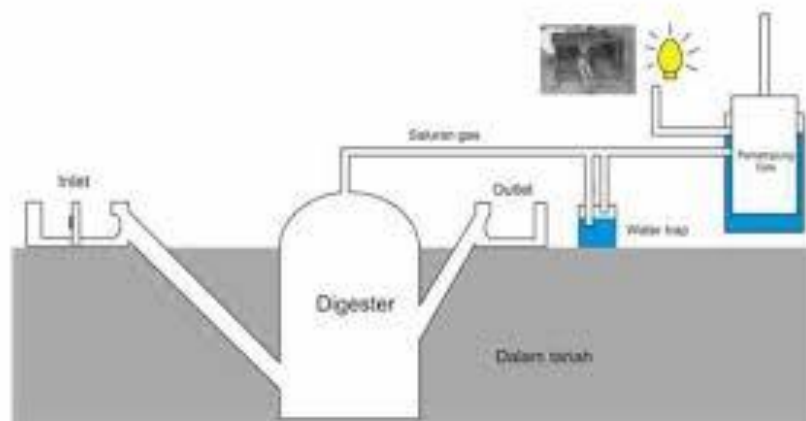


Figure 3. Model of biogas power plant

Calculations to obtain cow manure per day in wet conditions are used with the equation of $m\text{-wet dirt} = a \cdot n$, where $m\text{-wet dirt}$ is the amount of cow dung in wet conditions (kg / day), a is the amount of manure produced by one cow per day (kg / day), and n is the number of cows. Based on the data obtained, the average cow produces as much as 25-30 kg of manure / day. so the minimum $m\text{-wet dirt}$ equation is obtained.

$$m\text{-wet dirt} = 25 \cdot n \quad (5)$$

Biogas generator consumption can be calculated to determine how long the biogas generator operates.

$$\text{operation of biogas generators} = \frac{\text{biogas production}}{\text{biogas generator consumption}} \quad (6)$$

2. RESEARCH METHOD

The research method of the solar PV-biogas hybrid power plant is carried out in several stages to assess the potential for the application of hybrid power plants in rural areas in eastern Java, including; (a) analyze the potential intensity of solar energy that can be converted into electrical energy with a photovoltaic module, (b) analyze the potential of biogas energy sources in the area of East Java, (c) design a solar PV-biogas power plant model, solar PV design using solar modules PV 50 Wp is 2 pieces, so the total power generated is 100 Wp, with a 10 ampere battery charging control. Whereas to convert DC current to AC current for the use of load with an DC / AC 12V / 220V inverter with 900 watts of power capacity (d) design a biogas power plant system, using a digester capacity of 2 m³ with biogas raw material for cow dung waste. Composition of a mixture of water mixture: cow dung using a ratio of 1: 1 with a temperature of the digester room between 20-45⁰ C. Biogas products are converted to using biogas generators with a power capacity of 1000 watts. (e) analyzing the electrical energy produced by solar PV-biogas power plants.



Figure 4. Research instrument

3. RESULTS AND ANALYSIS

The use of a hybrid PV-biogas diesel power plant model in the countryside, with a 100 WP solar PV capacity can produce an average of 1.26 KW of electricity per day. Electric power value of peak power of 65.63 watts produced at hours (12.00-12.30 PM)

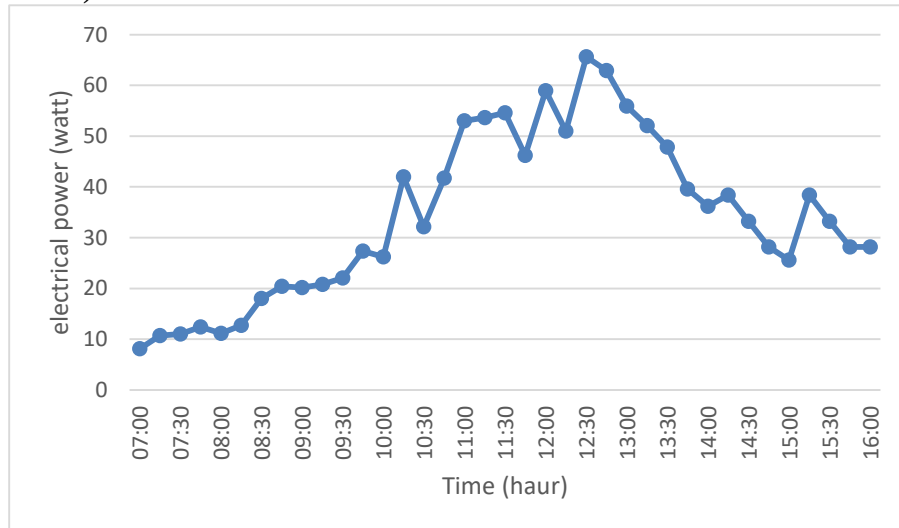


Figure 5. Solar PV power

Biogas production with a digester capacity of 2 m³, while slurry filling of 0.5 m³ with a mixture ratio of cow manure and water (1: 1) produces an average biogas production in the range of 0.044 to 0.127 m³, with accumulation of biogas production during 12 hours as many as 0.968 m³. From the calculation of biogas production for 12 hours, it can be calculated

that the average biogas production for 1 day can produce biogas approximately $\frac{24}{12} \times 0,968 \text{ m}^3 = 1.936 \text{ m}^3$.

Table 1. Biogas production

Time (hour))	Biogas Increase (m ³)	Gas Accumulation (m ³)
1	0,044	0,044
2	0,067	0,111
3	0,062	0,173
4	0,061	0,234
5	0,059	0,293
6	0,065	0,358
7	0,067	0,425
8	0,086	0,511
9	0,085	0,596
10	0,120	0,716
11	0,125	0,8408
12	0,127	0,9678

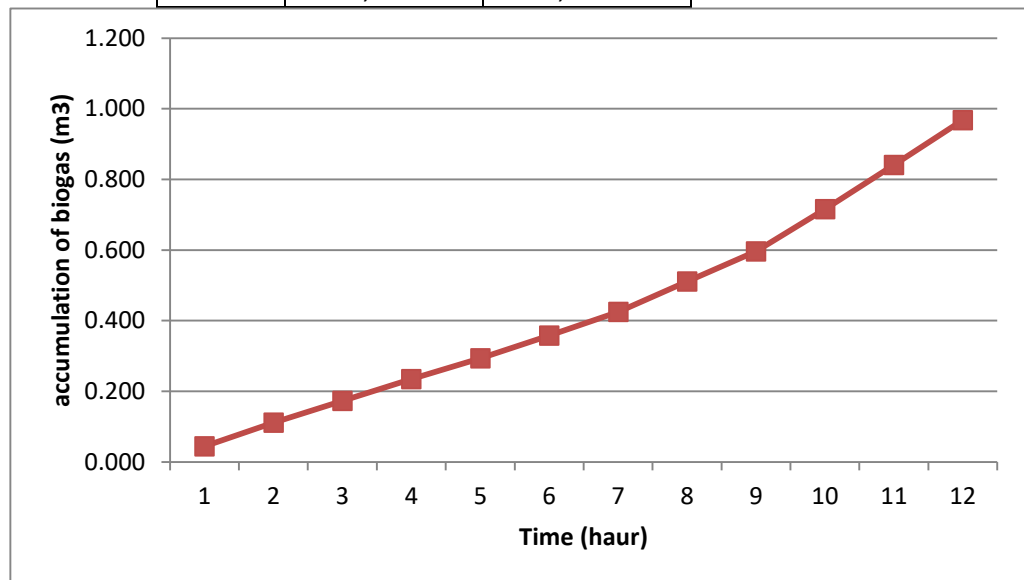


Figure 6. Accumulation of biogas production

The results of the trial of biogas production as a fuel for 1 KW biogas generators. While the results of the generator test need a consumption of biogas 0.018 m³/menit. Use of 800 watt electricity load, biogas generator consumption for 1 hour consumes biogas 60 minutes x 0.018 m³ / minute = 1.08 m³. from biogas production per day if it is used to supply a hybrid PV-biogas hybrid power plant, it can generate electrical energy of (1.936 m³/ 1.08 m³) x 800 Wh = 1,434 KWh

Configuration of a power plant generating a hybrid PV-biogas diesel generator with solar PV input power of 1,260 KW per day and power supply from 1,434 KW biogas generator can produce 2,694 KW of electrical power. The minimum power of

the hybrid PV-biogas model is very effective and efficiently applied as a model for small-scale power generation in rural areas. Electric energy consumption per family head is an average of 1 KWh / day with the application of solar PV-biogas hybrid power plants still surplus energy.

4. CONCLUSION

100 WP of solar PV can produce an average of 1,260 KW of electricity per day. The electric power value of the peak power is 65 watts produced at hours (12.00-12.30 PM), while the 1 KW biogas generator requires the consumption of biogas fuel 1.08 m³/ hour by generating 1, 434 KWh. The power plant model configuration of diesel PV-biogas hybrid generator is generated by 1,260 KW of solar PV power per day and 1,434 KW of biogas generator with a total electrical energy of 2,694 KW / day. Electric energy consumption per family head is an average of 1 KWh / day with the application of a solar PV-biogas hybrid power plant still with a surplus of 1,694 KW of energy, so the model of solar PV-biogas hybrid generator has a good effective and efficient level to be applied in rural Java east

5. ACKNOWLEDGMENTS

This research is supported by the research program of the Directorate of Research and Community Service, Ministry of Research, Technology and Higher Education. in the institution's national strategic research scheme in 2018. with contract numbers 000001.57 / UN38.11-P / LT / 2018.

6. REFERENCES

- [1]. Arifin, M., 2011. Biogas Study as a Power Plant in Saong Balong Al-Barokah Islamic Boarding School, Majalengka, West Java. Bandung: LIPI Electricity and Mechatronics Research Center.
- [2] Farmer analyst in East Java. Directorate General of Livestock and Animal Health Ministry of Agriculture, Livestock Service, East Java province, 2017. Surabaya. 2017
- [3] Forrest, AK, Hernandez, J. Holtzapple, MT, 2010. Effects of thermophilic microorganisms. Bioresour. Technol. 10, 7510-7515.
- [4] Muchammad, Yohana. Eflita, "Effect of Surface Temperature Photovoltaic module 50Wp on the output power produced using Reflectors with variations of 00, 500, 600, 700, 800", ROTATION (2010), 14-18.
- [5] NJOROG, DK. 2002. Evolution of biogas technology in South Sudan; current and future challenges. Proc. Biodigester Workshop. March 2002. [http / www.mekarn.org/procbiod/kuria .htm](http://www.mekarn.org/procbiod/kuria.htm). (April 13, 2006).
- [6] <https://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/17/10/27/oygprw423-kumsi-listrik-masyarakat-jatim-naik-152-persen>, accessed on August 18, 2018.
- [7] <http://ardyprasetyo.wordpress.com/2007/09/12/utilizing-biogas-sebagai-energi-alternatif/>, accessed 16 July 2018
- [8] Teknik-kimia2003.blogspot.com/2008/04/biogas.html, accessed on July 16 2018).
- [9] Tanim, M., Chowdhury, NA, Rahman, MM, Ferdous, J., others, 2014. Design of a photovoltaic biogas hybrid power generation system for Bangladeshi remote area using HOMER software, in: Developments in Renewable Energy

- Technology (ICDRET), 2014 3rd International Conference on the. IEEE, pp. 1–5
- [10] Su, H., Tan, F., Xu, Y., 2016. Enhancement of biogas and methanization of citrus 500 waste via biodegradation pretreatment and subsequent optimized fermentation. *Fuel* 501 181, 843–851.
- [11]Yandri., 2016. Community Empowerment in Utilizing Cow Manure as an Alternative Energy Source for Household Needs in Rasau Village Jaya Dua. Pontianak: University Tanjungpura

Lampiran 3. Seminar nasional

PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK BIOGAS DI DAERAH PEDESAAN

¹Aris Ansori*, ²Bellina Yunitasari, ³Soeryanto, ⁴Muhaji

^{1,2,3,4} Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

¹arisansori@unesa.ac.id, ²bellinayunitasari@unesa.ac.id, ³soeryanto@unesa.ac.id, ⁴muhamji61@unesa.ac.id

Abstrak

Konsumsi kebutuhan energi listrik manusia semakin meningkat, sementara beberapa daerah tidak dapat terjangkau oleh suplai listrik dari PLN disebabkan kondisi geografis. pemanfaatan potensi sumber daya energi terbarukan di pedesaan sangat penting untuk menghasilkan listrik. Potensi energi terbarukan yang dapat digunakan untuk bahan bakar pembangkit listrik adalah biogas. Hal ini dikarenakan sektor peternakan di pedesaan sangat besar produksi limbah kotoran ternak, seperti limbah kotoran sapi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa performa pembangkit listrik di pedesaan dengan menggunakan bahan bakar biogas. Metode penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan digester 2 m³ pengisian kotoran sapi dan air 0,5 m³ dengan rasio (1:1), menggunakan genzet biogas 1 Kw dan diberi beban 800 watt. Selanjutnya dihitung konsumsi biogas selama 1 jam. Hasil penggunaan biogas untuk bahan bakar genzet biogas untuk pembangkit listrik dapat menghasilkan energi listrik $(1.936 \text{ m}^3 / 1.08 \text{ m}^3) \times 800 \text{ Wh} = 1,434 \text{ KWh}$. Energi listrik yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di pedesaan, hal ini menunjukkan performa pembangkit listrik biogas efektif dan efisien penggunaannya di daerah pedesaan.

Kata kunci: performa, pembangkit, listrik, biogas, pedesaan

1. INTRODUCTION

Energi listrik merupakan salah satu jenis energi yang banyak dikonsumsi dalam aktifitas manusia sehari-hari, antara lain digunakan untuk penerangan, memasak, kegiatan produksi. Tingkat kesejahteraan penduduk di suatu daerah ditentukan adanya ketersediaan energi listrik. Kebutuhan konsumsi listrik dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengukur tingkat kesejahteraan masyarakat. Konsumsi listrik masyarakat Jawa Timur mengalami kenaikan sekitar 15,2 persen dari Januari hingga September 2017. Konsumsi listrik terbesar adalah di Surabaya Barat, Pasuruan, Mojokerto, Bojonegoro dan Sidoarjo, besarnya konsumsi listrik dikarenakan daerah kawasan industri di Jawa Timur. (Wisnu Ylianto Manager Komunikasi Hukum dan Administrasi PT PLN Distribusi Jawa Timur). Sementara itu masih ada beberapa desa yang belum teraliri listrik, diantaranya di Bangkalan ada satu desa belum teraliri listrik, di Bondowoso 3 desa dan di Sumenep 29 desa. Dalam persentase, saat ini baru 99,61 persen desa yang sudah berlistrik. Kendala yang dihadapi dalam penyediaan energi listrik di daerah pedesaan Jawa Timur salah satunya faktor letak geografis, seperti sulitnya akses jalan, tidak adanya jaringan instalasi listrik. Permasalahan kebutuhan energi

listrik di pedesaan di Jawa Timur dapat diatasi dengan pemanfaatan pembangkit listrik energi terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan pembangkit listrik hibrid solar PV-biogas sangat potensial dilihat dari intensitas cahaya matahari di Jawa Timur dalam range 800-900 W/m², sedangkan energi biogas dapat diproduksi dari kotoran ternak sapi dengan populasi peternak mencapai 60% [1].

Tabel 1. Populasi ternak di Propinsi Jawa Timur

No	Jenis Ternak	2013	2014	2015	2016	2017
1	Sapi Potong	3.949.097	4.125.333	4.267.325	4.407.807	4.511.613
2	Sapi Perah	237.673	245.246	255.947	265.002	273.881
3	Kerbau	28.118	28.507	27.792	27.304	26.622
4	Kambing	2.937.980	3.090.159	3.178.197	3.279.732	3.376.323
5	Domba	1.185.472	1.221.755	1.282.910	1.370.878	1.362.062
6	Babi	46.090	41.875	44.602	50.243	57.906
7	Kuda	10.581	10.536	10.368	10.416	10.758
8	Ayam Buras	33.806.963	34.539.123	35.728.314	36.490.697	36.439.200
9	Ayam Petelur	43.066.361	41.156.842	43.221.466	45.880.658	46.900.549
10	Ayam Pedaging	52.288.601	179.830.682	194.064.874	200.895.528	224.815.584
11	Itik	4.213.379	4.912.393	4.983.776	5.543.814	5.600.921
12	Entok	946.323	1.261.425	1.354.956	1.444.691	1.494.137
13	Kelinci	326.776	331.476	265.865	344.597	365.990
14	Burung Dara	734.378	978.134	986.371	1.176.582	1.008.033
15	Burung Puyuh	2.377.749	2.770.908	2.931.450	3.281.998	3.682.453

Sumber: Dinas peternakan propinsi Jawa Timur, 2017

Potensi sumber energi yang besar solar PV-biogas belum dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber energi listrik di daerah pedesaan. Energi biogas yang diproduksi dari kotoran ternak dapat menghasilkan $\pm 2 \text{ m}^3$ biogas per hari untuk satu ekor ternak sapi/kerbau. Energi biogas untuk sumber energi sangat tergantung dari jumlah gas metan. Gas metan hasil fermentasi merupakan kandungan utama biogas yang mempunyai nilai kalor antara 590 – 700 K.cal/m³. Sumber kalor lain dari biogas adalah dari H₂ serta CO dalam jumlah kecil, sedang karbon dioksida dan gas nitrogen tidak berkontribusi dalam nilai panas. Nilai kalor biogas lebih besar dari sumber energi lainnya, seperti coal gas (586 K.cal/m³) atau pun water gas (302 K.cal/m³). Nilai kalor biogas lebih kecil dari gas alam (967 K.cal/m³). Setiap kubik biogas setara dengan 0,5 kg gas alam

cair (liquid petroleum gases/LPG), 0,5 L bensin dan 0,5 L minyak diesel. Biogas dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 1,25 – 1,50 kilo watt hour (kwh).

Rancangan unit pembangkit energi listrik biogas di daerah pedesaan di Jawa timur bertujuan untuk mencukupi kebutuhan energi listrik di daerah pedesaan. Model pembangkit listrik energi biogas diperlukan kajian dan analisis potensinya dalam penerapan di pedesaan.

1.1 Pembangkit listrik biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses anaerobik (fermentasi) bahan organik seperti kotoran manusia, limbah rumah tangga dan juga kotoran hewan. Bahan yang sangat dibutuhkan dalam membuat biogas yaitu metana dan karbon dioksida yang terkandung di dalam bahan organik. Proses pembuatan biogas adalah kotoran organik dicampur dengan air bersih, perbandingan air dan kotoran 1:1 atau dapat memakai perbandingan 1:1,5. Suhu yang berlangsung selama proses 27- 38⁰ C.

Sumber bahan baku biogas yang cocok dimanfaatkan di daerah pedesaan , seperti; kotoran hewan dan manusia, sampah organik, dan limbah cair. Penggunaan model digester biogas yang dapat digunakan ada dua model, yaitu tipe terapung (*floating type*) dan tipe kubah tetap (*fixed dome type*).

Proses produksi biogas untuk bahan bakar pembangkit listrik biogas dapat melalui tahapan-tahapan sebagai berikut;

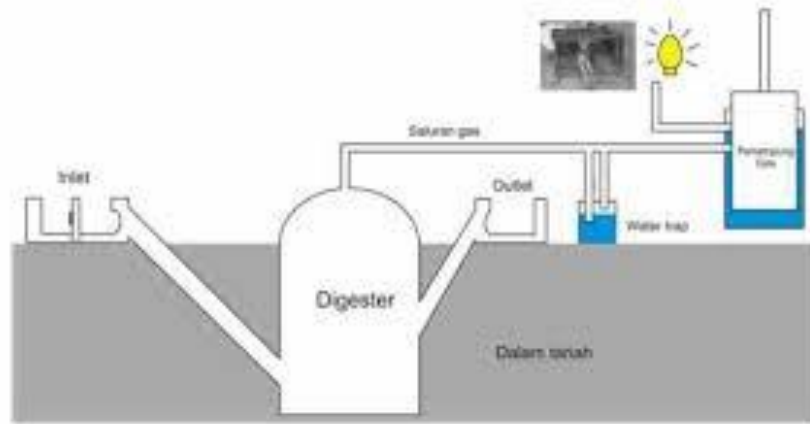
1. Menyiapkan bahan baku biogas yang terdiri limbah kotoran sapi dan mencampur kotoran sapi dengan air sampai menjadi lumpur dengan rasio 1:1 pada bak penampung sementara.
2. Menyaring lumpur kotoran sapi dengan penyaring sebelum dimasukkan kedalam digester.
3. Pengisian pertama digester saluran gas harus dibuka terlebih dahulu agar udara yang ada didalam digester terdesak keluar dan mempermudah pemasukan lumpur, selanjutnya lumpur dialirkan kedalam digester melalui lubang pemasukan dengan memutar katub kran pemasukan digester. Setelah penuh kran pengisian ditutup.
4. Menambahkan stater kedalam digester untuk mempercepat proses fermentasi dengan rasio 1:3
5. Proses pembentukan biogas dalam digester pada hari ke-1 sampai ke-8 terbentuk gas CO₂ yang tinggi dan menurun hari ke-10 -14.

Tabel 2. Komposisi kandungan biogas

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana (CH ₄)	54-70
Karbon dioksida (CO ₂)	27-45
Nitrogen (N)	0,5-3
Karbon monoksida (CO)	0,1
Oksigen (O ₂)	0,1
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	Sedikit sekali

6. Menyalurkan biogas yang dihasilkan digester melalui water drap untuk menyaring kotoran biogas sebelum di simpan kedalam tabung penyimpanan gas.

7. Menyalurkan biogas ke saluran genset biogas untuk digunakan sebagai bahan bakar biogas.
8. Penambahan isi digester dengan lumpur kotoran sapi dilakukan secara kontinu setelah hari ke 14 untuk meningkatkan produksi biogas.



Gambar 1. Model pembangkit listrik biogas

Penggunaan biogas untuk bahan bakar pembangkit energi listrik dengan menggunakan genset biogas secara estimasi konversi energi listrik dapat menggunakan perhitungan kesamaan kandungan energi. Kandungan energi 1 kg gas metana setara dengan $6,13 \times 10^7$ J, sedangkan 1 kWh setara dengan $3,6 \times 10^7$ Joule. sementara massa jenis gas metana $0,656 \text{ kg/m}^3$ Sehingga 1 m^3 gas metana menghasilkan energi listrik sebesar 11,17kWh.

Prosedur perhitungan untuk menentukan kapasitas pembangkit listrik biogas diawali dengan penentuan data potensi bahan bakar biogas yang dihasilkan perhari, serta mengukur total solid (TS) dan volatile solid (VS) dalam proses anaerob didalam digester.

$$TS = 3,095\% (4) \times P_s \text{ (kg)} \quad (5)$$

$$VS = 85\% (4) \times TS \text{ (kg)} \quad (6)$$

Dimana;

P_s = Data Potensi Bahan baku biogas (Kg/hari)

TS = total solid (Kg/hari)

VS = volatile solid (Kg/hari)

3. Perhitungan jumlah volume gas metan

$$V_{gm} = 0,417 \times VS \text{ m}^3 \quad (7)$$

Dimana;

V_{gm} = Jumlah volume gas Metan (m^3)

VS = volatile solid (Kg/hari)

4. Perhitungan potensi energi listrik

$$E = V_{gm} \times FK \text{ kWh} \quad (8)$$

Dimana;

E = Produksi Energi Listrik (kWh)

V_{gm} = Jumlah volume gas Metan (m^3)

FK = Faktor Konversi (kWh/m^3)

2. Metode Penelitian

Metode penelitian pembangkit listrik biogas dilakukan dalam beberapa tahap; (a) menganalisis potensi sumber energi biogas di wilayah Jawa Timur, (b) merancang model digester untuk memproduksi biogas, (c) memproduksi biogas dengan digester 2 m³, dengan mengisi kotoran sapi dan air 0,5 m³ dengan rasio (1:1), (d) Membuat sistem instalasi kelistrikan model 1 fase, dengan dilengkapi 10 ampere pengisian daya baterai, inverter DC-AC 12V / 220V 900 watt (d) memberikan beban lampu pada sistem pembangkit listrik biogas dengan variasi beban 10 watt-800 watt, (e). menganalisis energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik biogas.



Gambar 2.. Intrumen Penelitian

3. Pembahasan dan Analisis

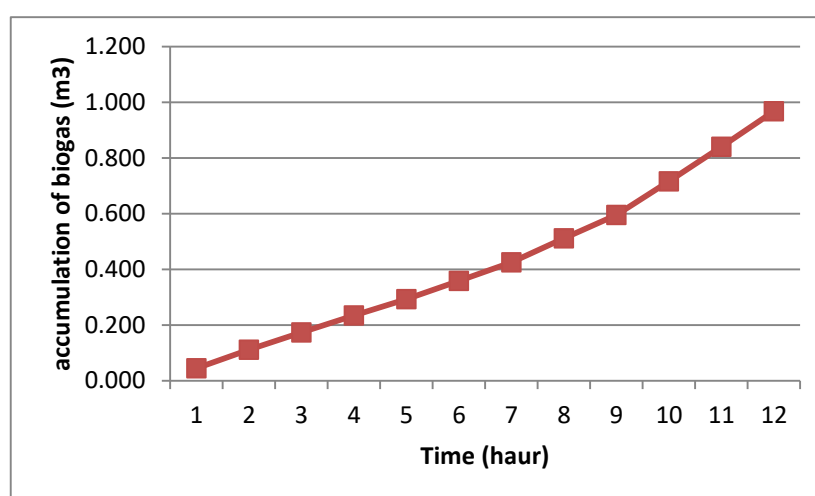
Hasil uji coba produksi biogas dengan kapasitas digester 2 m³, sementara pengisian digester dengan rasio 1:1 kotoran sapi dan air dengan volumen pengisian 0,5 m³ dapat menghasilkan rata-rata biogas dalam rentang 0,044 sampai 0,127 m³ dalam 1 jam. Penambahan produksi biogas terus mengalami peningkatan di setiap jam, sedangkang akumulasi produksi biogas dalam 12 jam dapat menghasilkan 0,9678 m³. Semetara dalam satu hari produksi biogas dapat mencapai $\frac{24}{12} \times 0,968 \text{ m}^3 = 1.936 \text{ m}^3$. Sedangkan untuk peningkatan produksi biogas dapat dilakukan dengan meningkatkan kapasitas digester, sehingga produksi biogas juga dapat meningkat.

Tabel 3. Produksi biogas dengan kapasitas pengisian digester 0,5 m³

Waktu (hour))	Produksi biogas (m ³)	Akumulasi produksi biogas (m ³)
1	0,044	0,044
2	0,067	0,111
3	0,062	0,173
4	0,061	0,234
5	0,059	0,293
6	0,065	0,358

7	0,067	0,425
8	0,086	0,511
9	0,085	0,596
10	0,120	0,716
11	0,125	0,8408
12	0,127	0,9678

Peningkatan produksi biogas dalam rentang 12 jam menunjukkan semakin lama jumlah biogas yang dihasilkan semakin meningkat, hal ini dikarenakan proses pembentukan biogas oleh mikroorganisme semakin sempurna. Produksi biogas mulai efektif pada rentang hari ke 10 – 14, sedangkan pada hari ke 15 produksi biogas mulai menurun.



Gambar 2. Accumulation of biogas production

Hasil penelitian pembangkit listrik biogas dengan daya 1 kW menghabiskan biogas 0,018 m³/menit. penggunaan beban 800 watt diperlukan bahan bakar biogas 60 menit x 0.018 m³/menit = 1,08 m³. Sementara produksi biogas perhari dengan kapasitas bahan baku biogas 0,5 m³ dapat menghasilkan biogas 1.936 m³, penggunaan biogas untuk bahan bakar genzet biogas untuk pembangkit listrik dapat menghasilkan konversi energi listrik (1.936 m³/ 1.08 m³) x 800 Wh = 1,434 KWh.

Sedangkan dari hasil analisis potensi kotoran sapi yang dihasilkan di daerah pedesaan, jika 1 ekor sapi dewasa mampu menghasilkan kotoran sapi sebanyak 25 kg/hari, sementara seorang peternak sapi di desa memiliki 7-10 sapi, maka total limbah kotoran sapi yang dihasilkan perhari sebanyak 10 x 25 kg/hari = 250 kg/hari. Kandungan bahan kering untuk 1 ekor sapi adalah sebesar 20%, maka kandungan bahan kering total adalah sebesar 50 kg.BK. Sehingga, potensi biogas dari kotoran sapi yang dapat diperoleh adalah sebesar 50 kg. BK x 0,04 = 2,2 m³. Potensi rata-rata energi listrik yang dapat dihasilkan oleh peternak di pedesaan jika dapat mengolah limbah kotoran ternak sapi dan mengkonversi menjadi listrik sebesar (2,20 m³/ 1,08 m³) x 800 Wh = 1,629 KWh

4. Kesimpulan

Pembangkit listrik biogas dengan menggunakan genset biogas 1 KW membutuhkan konsumsi bahan bakar biogas $1,08 \text{ m}^3/\text{jam}$. kapasitas digester 2 m^3 dengan pengisian digester rasio 1:1 kotoran sapi dan air dan volumen pengisian $0,5 \text{ m}^3$ dapat menghasilkan rata-rata biogas dalam rentang $0,044$ sampai $0,127 \text{ m}^3$ dalam 1 jam. Akumulasi produksi biogas dalam 12 jam dapat menghasilkan $0,9678 \text{ m}^3$ dan perhari 1.936 m^3 . Konversi biogas dengan menggunakan genset biogas 1 kW menghabiskan biogas $0,018 \text{ m}^3/\text{menit}$ dengan beban 800 watt. Sementara selama satu menit menghabiskan biogas $60 \text{ menit} \times 0.018 \text{ m}^3/\text{menit} = 1,08 \text{ m}^3$. Penggunaan biogas untuk bahan bakar genset biogas untuk pembangkit listrik dapat menghasilkan energi listrik $(1.936 \text{ m}^3 / 1.08 \text{ m}^3) \times 800 \text{ Wh} = 1,434 \text{ KWh}$. Model pembangkit biogas mempunyai tingkat efektif dan efisien yang baik untuk diterapkan didaerah pedesaan. Hal ini disebabkan potensi limbah kotoran sapi di daerah pedesaan yang besar dengan rata-rata peternak memiliki ternak 7-10 ekor sapi. Pengolahan limbah kotoran sapi menjadi biogas dan dapat dikonversi menjadi listrik sebesar 1,629 Kwh cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, yang telah membantu dalam pendanaan penelitian pada skim Penelitian Strategis Nasional Institusi dengan no kontrak No. 000001.57/ UN38.11-P / LT / 2018.

6. Referensi

- [1]. Analisis peternak di Jawa Timur. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian Dinas peternakan propinsi Jawa Timur, 2017. Surabaya. 2017
- [2] Forrest, A.K., Hernandez, J. Holtzapple, M.T., 2010. Effects of temperature and pretreatment conditions on mixed acid fermentation of water hyacinth using a mixed 448 culture of thermophilic microorganisms. *Bioresour. Technol.* 10, 7510-7515.
- [3]. Hanif Andi. Studi Pemanfaatan Biogas sebagai Pembangkit Listrik 10kw Kel.Tani Mekarsari Desa Dander Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi.
- [4] <https://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/17/10/27/oygprw423-konsumsi-listrik-masyarakat-jatim-naik-152-persen>, diakses tanggal 18 Agustus 2018.
- [5]. (teknik-kimia2003.blogspot.com/2008/04/biogas.html, diakses tanggal 16 juli 2018).
- [6] <http://ardyprasetyo.wordpress.com/2007/09/12/memanfaatkan-biogas-sebagai-energi-alternatif/>, dikses tanggal 16 juli 2018
- [7] NJOROG, D.K . 2002 . Evolution of biogas technology in South Sudan; current and future challenges . Proc . Biodigester Workshop. Maret 2002. <http://www.mekarn.org/proc/biod/kuria.htm>. (13 April 2006) .
- [8] Muchammad, Yohana. Eflita, "Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaicmodule 50Wp terhadap daya keluaran yang dihasilkan menggunakan Reflektor dengan variasi 00 , 500 , 600 , 700 , 800 " , ROTASI (2010), 14-18.

- [9] Tanim, M., Chowdhury, N.A., Rahman, M.M., Ferdous, J., others, 2014. Design of a photovoltaicbiogas hybrid power generation system for bangladeshi remote area using HOMER software, dalam: Developments in Renewable Energy Technology (ICDRET), 2014 3rd International Conference on the. IEEE, pp. 1–5
- [10] Su, H., Tan, F., Xu, Y., 2016. Enhancement of biogas and methanization of citrus 500 waste via biodegradation pretreatment and subsequent optimized fermentation. Fuel 501 181, 843–851.



UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

KEPUTUSAN
REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
Nomor 252/UN38/HK/LT/2018

tentang

PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN DANA DIREKTORAT RISET PENGABDIAN MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN KEMENTERIAN
RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI TAHUN ANGGARAN 2018

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA,

- Menimbang :
- a. bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan Penetapan Penerima Penelitian dana Direktorat Riset, Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Tahun Anggaran 2018, maka perlu menetapkan penerima program tersebut;
 - b. bahwa berdasarkan pertimbangan pada butir a di atas, dipandang perlu menerbitkan Keputusan ini.
- Mengingat :
1. Undang-Undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Undang-Undang RI Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;
 3. Undang-Undang RI Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan;
 4. Undang-Undang RI Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
 5. Peraturan Pemerintah RI Nomor 37 Tahun 2009 tentang Dosen;
 6. Peraturan Pemerintah RI Nomor 66 tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
 7. Peraturan Pemerintah RI Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 8. Peraturan Presiden RI Nomor 87 Tahun 2014 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan;
 9. Peraturan Presiden RI Nomor 13 Tahun 2015 tentang Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi;
 10. Keputusan Presiden RI Nomor 93 tahun 1999 tentang Perubahan IKIP menjadi Universitas;
 11. Peraturan Menteri Keuangan RI Nomor 92/PMK.05/2011 tentang Rencana Bisnis dan Anggaran Serta Pelaksanaan Anggaran Badan Layanan Umum;
 12. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan RI Tinggi Nomor 15 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Uniuversitas Negeri Surabaya;

13. Peraturan Menristekdikti RI Nomor 98 Tahun 2016, tentang Pemberian Kuasa dan Delegasi Wewenang Pelaksanaan Kegiatan Administrasi Kepegawaian Kepada Pejabat tertentu dilingkungan Kemristekdikti;
14. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 79 Tahun 2017 tentang Statuta Universitas Negeri Surabaya;
15. Keputusan Menkeu RI Nomor 50/KMK.05/2009 tentang Penetapan Universitas Negeri Surabaya Pada Departemen Pendidikan Nasional sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
16. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 164/MPK.A4/KP/2014 tentang Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Surabaya.

MEMUTUSKAN :

- Menetapkan : KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TENTANG PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN DANA DIREKTORAT RISET PENGABDIAN MASYARAKAT DIREKTORAT JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI TAHUN ANGGARAN 2018;
- KESATU : Dalam melaksanakan tugasnya sebagai penerima penelitian dana Direktorat Riset Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Tahun Anggaran 2018, dan secara tertulis memberikan laporan kepada Rektor Universitas Negeri Surabaya;
- KEDUA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan ditinjau dan diubah sebagaimana mestinya apabila ternyata di kemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Surabaya
Pada tanggal : 9 Februari 2018
Rektor,

ttd

WARSONO
NIP 196005191985031002

Salinan disampaikan kepada Yth :

1. Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
2. Sekretaris Jenderal Kemenristekdikti
3. Inspektur Jenderal Kemenristekdikti
4. Dirjen Sumber Daya Iptek dan Dikti Kemenristekdikti
5. Para Wakil Rektor Unesa
6. Para Dekan, Dir. Pascasarjana, Ketua Lembaga
7. Kepala Biro Selingkung Unesa

Salinan sesuai dengan Keputusan yang asli.
Kepala Biro Umum dan Keuangan,


BUDI ARSO
NIP 196005131980101002

Lampiran : Keputusan Rektor Unesa
 Nomor : 252/UN38/HK/LT/2018
 Tanggal : 9 Februari 2018

DAFTAR PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN DANA DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (DRPM) TAHUN 2018

No.	Fak.	Jurusan	Judul	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana Diterima Rp.	Dana Tambahan Rp.	Jenis Penelitian
1	FT	PKK	Optimasi Dan Standarisasi Gelatin Asam-Basa Dari Material Hewani Sebagai Upaya Penyediaan Material Pangan Tersertifikasi Halal	Teknologi Pangan dan Gizi	Ir. Asrul Bahar, M.Pd. Mirwa Adiprahara Anggarani, S.Si., M.Si. Prof. Dr. Rusijono, M.Pd.	0007086006 - 0021048603 0011026111 -	IV/a III/b IV/d	S-2 S-2 S-3	L P L	120.000.000	15.000.000	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
2	FT	PKK	Implementasi Model Pembelajaran Inovatif Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kreatif Pada Pendidikan Vokasi	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tataboga, Busana, Rias Dll)	Prof. Dr. Hj. Luthfiyah Nurlaela, M.Pd. Prof. Dr. Suparji, S.Pd., M.Pd. Dr. I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, S.T., M.T.	0018106603 0002066907 0006077107 - -	IV/d IV/b IV/a	S-3 S-3 S-3	P L L	80.000.000	15.000.000	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
3	FMIPA	Biologi	Pengembangan Perangkat Perkuliahan Biologi Berorientasi Strategi Metakognitif Untuk Melatih Strategi Belajar Metakognitif	Pendidikan Biologi	Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd. Dr. Sifak Indana, M.Pd. Dra. Isnawati, M.Si.	0013076605 0018086802 0022116702 -	IV/d III/d IV/a	S-3 S-3 S-2	P P P	140.000.000	15.000.000	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
4	FBS	Pend. Bhs & Sastra Indonesia	Kosakata-Baca Dan Kosakata-Tulis Siswa Sekolah Menengah Pertama	Pendidikan Bahasa (dan Sastra) Indonesia	Prof. Dr. Kisyani, M.Hum. Dr. Mintowati, M.Pd. Mukhzamilah, S.S., S.Pd., M.Ed. Fafi Inayatillah, S.Pd., M.Pd.	0025106205 0023036106 0008068006 0016058205 -	IV/e IV/a III/a III/b	S-3 S-3 S-2 S-2	P P P P	140.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
5	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Model Pembelajaran Instalasi dan Mobil Listrik Berbasis Laboratorium Menuju Penjaminan Kualitas dan Daya Saing Lulusan dalam Rangka Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean (MEA)	Teknik Elektro	Drs. Tri Wrahatnolo, M.Pd., M.T. Prof. Dr. H. Supari, M.Pd. Dr. Hj. Sri Handajani, S.Pd., M.Kes.	0027016204 0010115103 0010027105 - -	IV/c IV/e IV/b	S-2 S-3 S-3	L L P	120.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
6	FT	Teknik Informatika	Pengembangan Tata Kelola Keamanan Informasi Menggunakan Indeks Keamanan Informasi (Kami) Untuk Meningkatkan Keamanan Informasi Pada Pusat Pengembangan Teknologi Informasi (PPTI) Universitas Negeri Surabaya	Teknologi Informasi	Wiyli Yustanti, S.Si., M.Kom. Anita Qoiriah, S.Kom., M.Kom. Agus Prihanto, S.T., M.Kom. Rahadian Bisma, S.Kom., M.Kom.	0003027708 0025016903 0006087903 0009028702 -	IV/a IV/a III/c III/b	S-2 S-2 S-2 S-2	P P L L	140.000.000	15.000.000	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
7	FMIPA	Kimia	Efektivitas Multimedia Interaktif (MMI) dan Kit dengan Strategi Writing-to-Learn (WTL) dalam Pembelajaran IPA untuk Siswa Tunarungu	Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (Sains)	Drs. Sukarmin, M.Pd. Drs. Achmad Lutfi, M.Pd. Dian Novita, S.T., M.Pd.	0009116704 0002075804 0019117409 -	IV/a IV/c III/c	S-2 S-2 S-2	L L P	140.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi

8	FMIPA	Kimia	Standarisasi Membran Berkinerja Tinggi Dengan Teknik Coating Dan Blending Menggunakan Polivinylidene Fluoride, Polysulfone Dan Polyetherimide Sebagai Teknologi Multifungsi Unggulan Industri	Kimia	Dr. Nita Kusumawati, S.Si., M.Sc. Dr. Agus Budi Santosa, M.Pd. Setya Chendra Wibawa, S.Pd., M.T.	0004078201 0022085805 0008057908 -	IV/a IV/a III/b -	S-3 S-3 S-2 -	P L L -	140.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
9	FBS	Pend. Bhs & Sastra Indonesia	Pendidikan Karakter, Multikultural, dan Kewirausahaan Sebagai Model Gerakan Revolusi Mental untuk Pencegahan Radikalisme Santri dan Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN (Studi Kasus Pondok Pesantren di Jawa Timur)	Pendidikan Bahasa, Sastra Indonesia dan Daerah	Prof. Dr. H. Haris Supratno Dr. Heny Subandiyah, M.Hum. Dr. Kamidjan, M.Hum. Resdianto Permata Raharjo, S.Pd., M.Pd.	0028085506 0030116403 0001085302 0701109201 -	IV/e IV/b IV/c -	S-3 S-3 S-3 S2	L P L L	150.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
10	FISH	PMP-Kn	Pengembangan Model Kebijakan Peningkatan Integritas Dan Keprofesionalan Tenaga Kependidikan Di Universitas Negeri Surabaya Menuju Perguruan Tinggi Unggul Dan Berdaya Saing	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	Prof. Dr. Warsono, M.S. Dr. Ketut Prasetyo, M.S. Drs. Agus Trilaksana, M.Hum.	0019056003 0012056012 0024126703 -	IV/e IV/a IV/a -	S-3 S-3 S-2 -	L L L -	150.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
11	FMIPA	Pend. Sains	Penguatan Sikap Toleransi Dan Keadilan Sosial Terhadap Keberagaman Pada Calon Guru IPA Melalui Perkuliahan Bidang Studi	Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (Sains)	Dr. Wahono Widodo, M.Si. Dr. Totok Suyanto, M.Pd. Dra. Martini, M.Pd. Dhita Ayu Permata Sari, S.Pd., M.Pd.	0010096807 0004046307 0002046702 0023108602 -	IV/b IV/b IV/a III/b -	S-3 S-3 S-2 S-2 -	L L P P -	50.000.000	-	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi
12	FIP	PLB	Pengembangan Manajemen Pendidikan Inklusi Pada Sekolah Dasar Di Jawa Timur	Administrasi Pendidikan (Manajemen Pendidikan)	Prof. Dr. H. Murtadlo, M.Pd. Dr. Soedjarwo, M.S.	0023115601 0009035906 -	IV/e IV/a -	S-3 S-3 -	L L -	153.000.000	-	Penelitian Tim Pasca Sarjana
13	FIP	PLB	Pengembangan Maket Multimedia Interaktif Berbasis Orientasi Dan Mobilitas Untuk Menanamkan penguasaan Konsep Lingkungan Sekolah Pada Siswa Tunanetra SLB	Pendidikan Luar Biasa	Dr. Hj. Sri Joeda Andajani, M.Kes. Dr. Endang Pudjiastuti Sartinah, M.Pd. Dr. Idris Ahmad, M.Pd.	0009046309 0030105905 0004035306 -	IV/c IV/a IV/b -	S-3 S-3 S-3 -	P P L -	100.000.000	-	Penelitian Tim Pasca Sarjana
14	FT	Teknik Informatika	Pembelajaran Berbantuan Komputer untuk meningkatkan soft skills, kompetensi dan Hasil Belajar peserta didik pada Bidang Vokasi	Pend. Teknologi dan Kejuruan	Dr. I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, S.T., M.T. Prof. Dr. Hj. Luthfiah Nurlaela, M.Pd.	0006077107 0018106603 -	IV/a IV/d -	S-3 S-3 -	L P -	87.500.000	-	Penelitian Tim Pasca Sarjana
15	FT	Teknik Informatika	Menstimulasi Keterampilan Berfikir Komputasi Mahasiswa Kependidikan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya	Pendidikan Teknik Informatika	Prof. Dr. Ekohariadi, M.Pd. Dr. Nanik Estudarsani, M.Pd. Ricky Eka Putra, S.Kom., M.Kom. Ibnu Febry Kurniawan, S.Kom., M.Sc.	0004046012 0013115506 0716018704 0018028801 -	IV/e IV/a III/b III/b -	S-3 S-3 S-2 S-2 -	L P L L -	100.000.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
16	FIK	Pend. Kepeleatihan Olahraga	Pemanfaatan Senyawa Bioaktif Pisang melalui Pengembangan Proses Mikroenkapsulasi Metode Foam Mat Drying Untuk Regulasi Emosi dan Recovery Atlet	Ilmu Gizi	Dr. Nining Widyah Kusnanik, S.Pd., M.Appl.Sc. Anna Noordia, S.TP., M.Kes. Yetty Septiani Mustar, S.KM., M.P.H. dr. Ananda Perwira Bakti, M.Kes.	0005126906 0001117608 0012098901 0005068502 -	IV/c III/c III/b III/b -	S-3 S-2 S-2 S-2 -	P P P L -	135.000.000	35.000.000	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi

17	FT	Teknik Mesin	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Teknik Merancang Terintegrasi Dengan Elemen Mesin Dan Menggambar Mesin Berbasis Pembelajaran Kontekstual	Pendidikan Teknik Mesin	Drs. Djoko Suwito, M.Pd. Drs. Yunus, M.Pd. Wahyu Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.	0005036509 0023046502 0715128303 -	IV/c IV/b III/b -	S-2 S-2 S-2 -	L L L -	135.000.000	5.000.000	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
18	FBS	Pend. Bhs & Sastra Indonesia	Representasi Keindahan dan Kerusakan Lingkungan dalam Prosa Indonesia 2011–2016 : Kajian Ekokritik	Humaniora	Dr. Ririe Rengganis, S.S., M.Hum. Rahmi Rahmayati, S.Pd., M.Pd. Dr. Tengsoe Tjahjono, M.Pd.	0015077812 0005018007 0003105806 -	III/b III/b IV/a -	S-3 S-2 S-3 -	P P L -	100.000.000	20.000.000	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
19	FT	PKK	Pengembangan Bahan Ajar Manajemen Catering Dengan Pendekatan Saintifik Untuk Menyelaraskan Kemampuan Mahasiswa Dengan Kebutuhan Pengguna	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tataboga, Busana, Rias Dll)	Dra. Any Sutiadiningsih, M.Si. Dra. Niken Purwidiani, M.Pd. Dr. Yuniseffendri, S.Pd., M.Pd.	0024045904 0021046405 0027107103 -	IV/c IV/b III/c -	S-2 S-2 S-3 -	P P L -	112.500.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
20	FMIPA	Kimia	Mempelajari Hubungan Struktur-Aktivas Imunostimulan Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan Paku Perak (Pityrogramma calomelanos)	Kimia	Prof. Dr. Suyatno, M.Si. Mitarlis, S.Pd., M.Si. Drs. Ismono, M.S.	0020076504 0004027004 0016016005 -	IV/d IV/b IV/c -	S-3 S-2 S-2 -	L P L -	112.500.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
21	FMIPA	Biologi	Optimalisasi Produksi Melalui Kultur Jaringan, Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Bioaktif Daun Tapak Liman (Elephantopus scaber)	Biologi (dan Bioteknologi Umum)	Dr. Yuliani, M.Si. Dr. Fida Rachmadiarti, M.Kes. Sari Kusuma Dewi, S.Si., M.Si.	0021076801 0018026504 0005058309 -	IV/c IV/c III/b -	S-3 S-3 S-2 -	P P P -	63.000.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
22	FBS	Pend. Bhs & Sastra Indonesia	Stratigrafi Bahasa Dan Dialek Di Daerah Tapal Kuda: Upaya Lokalisasi Bahasa Dan Budaya Guna Penentuan Muatan Lokal Di Jawa Timur	Ilmu Linguistik	Dr. Agusniar Dian Savitri, S.S., M.Pd. Dr. Dianita Indrawati, S.S., M.Hum. Dr. Suhartono, M.Pd.	0022087805 0016067608 0010027104 -	III/c III/b IV/a -	S-3 S-3 S-3 -	P P L -	68.950.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
23	FT	Teknik Mesin	Pengaruh gap rasio "G/D" terhadap Karakteristik Aliran yang Melintasi Susunan Empat Silinder Sirkular In-Line dekat Dinding	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)	Dr. A. Grummy Wailanduw, M.Pd., M.T. Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. Drs. Budihardjo Achmadi Hasyim, M.Pd.	0023086203 0002047602 0004095503 -	IV/c III/c IV/b -	S-3 S-2 S-2 -	L L L -	74.375.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
24	FT	Teknik Mesin	Pengembangan Prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal Berbasis Drag Forces Blades Skala Model Di Terowongan Angin	Teknik Energi	Indra Herlamba Siregar, S.T., M.T. Dr. Mohammad Effendy, S.T., M.T. Akhmad Hafizh Ainur Rasyid, S.T., M.T.	0007097103 0011037706 0020038801 -	III/c III/c III/b -	S-2 S-3 S-2 -	L L L -	66.500.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
25	FMIPA	Matematika	Analisis Proses Kognisi Dalam Memahami Konsep Matematika Berdasarkan Pergerakan Mata Menggunakan Eye-tracker	Ilmu Komputer	Dr. Elly Matul Imah, M.Kom. Prof. Dr. Hj. Siti Maghfirotn Amin, M.Pd. Rooselyna Ekawati, Ph.D.	0005048201 0031055002 0015108201 -	III/c IV/d III/c -	S-3 S-3 S-3 -	P P P -	154.770.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi

26	FMIPA	Biologi	Dinamika Molekuler Androgen Binding Protein (ABP) Akibat Induksi Laserpunktur Pengaruhnya Terhadap Peningkatan Kadar Testosteron Dan Nilai Gonado Somatic Index (GSI) Induk Ikan Lele (Clarias sp) Jantan	Biologi (dan Bioteknologi Umum)	Dr. Ir. DYAH HARIANI, M.Si. Erlix Rakhmad Purnama, S.Si., M.Si. Dr. Tarzan Purnomo, M.Si.	0006035807 - 0029038603 0005056503 -	IV/c III/b IV/a	S-3 S-2 S-3	P L L	60.550.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
27	FMIPA	Matematika	Kekonvergenan Barisan Subruang Berdimensi Hingga Pada Ruang Bernorma	Matematika	Dr. Manuharawati, M.Si. Dwi Nur Yuniati, S.Si., M.Sc. Muhammad Jakfar, S.Si., M.Si.	0018016103 0029068302 0010108902 -	IV/a III/c III/b	S-3 S-2 S-2	P P L	52.500.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
28	FMIPA	Matematika	Analisis Penyebaran Penyakit Campak dengan Adanya Vaksinasi pada Tiga Tipe Populasi	Matematika	Budi Priyo Prawoto, S.Pd., M.Si. Yuliani Puji Astuti, S.Si., M.Si. Dimas Avian Maulana, S.Si., M.Si.	0017048502 0031077804 0007109001 -	III/c III/c III/b	S-2 S-2 S-2	L P L	45.500.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
29	FISH	Pend. Sejarah	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sejarah Berorientasi Future-My Action Plan (F-Map) Untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Reflektif Diri Siswa SMA	Pendidikan Sejarah	Drs. Nasution, M.Hum., M.Ed., Ph.D. Drs. Artono, M.Hum. Eko Satriya Hermawan, S.Hum., M.A. Rojil Nugroho Bayu Aji, S.Hum., M.A.	0002086604 0004066508 0012118406 0002058504 -	IV/b IV/a III/b III/b	S-3 S-2 S-2 S-2	L L L L	78.750.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
30	FE	Manajemen	Model Pemasaran Internal Pada Penyelenggara Pelayanan di Sektor Publik	Pemasaran	Dra. Hj. Anik Lestari Andjarwati, M.M. Yessy Artanti, S.E., M.Si. Widyastuti, S.Si., M.Si.	0005026306 0003017804 0020127509 -	IV/b III/d IV/a	S-2 S-2 S-2	P P P	36.750.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
31	FISH	Pend. Geografi	Pengembangan Bahan Ajar Geografi SMA Kelas XI Model Total Learning Experience untuk Meningkatkan Kompetensi Belajar Siswa	Bidang Sosial Lain Yang Belum Tercantum	Dr. Wiwik Sri Utami, M.P. Dr. Bambang Sigit Widodo, M.Pd. Drs. H. Daryono, M.Si.	0005086705 0003037309 0009035405 -	IV/b III/b IV/c	S-3 S-3 S-2	P L L	90.125.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
32	FMIPA	Kimia	Pemanfaatan Yeast Hydrolysate Enzymatic (YHE) Yang Diproduksi Dalam Berbagai Media Pertumbuhan Sebagai Obat Diabetes Millitus (DM) Tipe 2 Dengan Mengkaji Kandungan Chromium (III)	Biologi (dan Bioteknologi Umum)	Prof. Dr. Hj. Rudiana Agustini, M.Pd. Dr. I Gusti Made Sanjaya, M.Si. Dr. Agus Widodo, M.Kes.	0010086008 0004126505 0023055309 -	IV/d IV/b S3	S-3 S-3 S3	P L L	103.125.000	-	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
33	FBS	Pend. Bahasa Mandarin	Tipikal Manusia Biophilia Dan Necrophilia: Studi Novel Indonesia Melalui Perspektif Ecopsychology	Sastra (dan Bahasa) Indonesia	Anas Ahmadi, S.Pd., M.Pd.	0011058005	III/d	S-2	L	52.500.000	15.000.000	Penelitian Disertasi Doktor
34	FT	Teknik Sipil	Analisis Faktor yang Mempengaruhi Pembangunan Pendidikan Kejuruan dalam Mendukung Potensi Wilayah di Kabupaten Sumenep	Pend. Teknologi dan Kejuruan	Agus Wiyono, S.Pd., M.T.	0004127004 - - - - .	III/d	S-2	L	55.000.000	-	Penelitian Disertasi Doktor

35	FMIPA	Pend. Sains	Pengembangan Bahan Ajar Bioteknologi Berorientasi KKNi untuk Mengembangkan Keterampilan Riset, Literasi STEM, dan Penguasaan Konsep Mahasiswa Calon Guru IPA	Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (Sains)	Hasan Subekti, S.Pd., M.Pd.	0028058002	III/c	S-2	L	50.000.000	15.000.000	Penelitian Disertasi Doktor
36	FIK	Pend. Olah Raga	Efektifitas Model Laboratorium Pembelajaran Prodi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi di FIK Unesa	Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi	Advendi Kristiyandaru, S.Pd., M.Pd.	0014127401	IV/c	S-2	L	55.000.000	-	Penelitian Disertasi Doktor
37	FMIPA	Biologi	Keragaman Mikroorganisme Indigenous Pada Berbagai Fase Fermentasi Bahan Campuran Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) Dan Tongkol Jagung (<i>Zea mays</i>) Sebagai Sumber Isolat Pembuatan Starter Konsorsium Untuk Percepatan Proses Fermentasi Pada Pembuatan Pakan Ruminansia	Biologi (dan Bioteknologi Umum)	Dra. Isnawati, M.Si.	0022116702	IV/a	S-2	P	50.000.000	20.000.000	Penelitian Disertasi Doktor
38	FT	Teknik Elektro	Pengurangan mutual coupling antena array Vivaldi coplanar untuk aplikasi telekomunikasi S dan C Band	Teknik Telekomunikasi	Nurhayati, S.T., M.T.	0004127803	III/d	S-2	P	59.750.000	20.000.000	Penelitian Disertasi Doktor
39	FMIPA	Fisika	Perubahan Panjang Badan Pandu Gelombang Optik Model X-Cross dengan Film Tin Oksida (SnO ₂) Nano Sebagai Optimalisasi Pembagi Daya	Fisika	Asnawi, S.Si., M.Si.	0001126608	III/d	S-2	L	60.000.000	-	Penelitian Disertasi Doktor
40	FIP	PLS	Keterlibatan Pekerja Sektor Informal Dalam Learning Society Di Kampung Inggris Pare Kediri	Pendidikan Luar Sekolah	Wiwin Yulianingsih, S.Pd., M.Pd.	0027077909	III/c	S-2	P	44.900.000	-	Penelitian Disertasi Doktor
41	FE	Manajemen	Perilaku Sharing Konten Online Pada Pemasaran Viral: Pengujian Empiris Berdasarkan Perspektif Social Psychology	Pemasaran	Yessy Artanti, S.E., M.Si.	0003017804	III/d	S-2	P	47.500.000	-	Penelitian Disertasi Doktor
42	FMIPA	Matematika	Bilangan Ramsey Sisi terhubung untuk Pasangan Graf Padanan dan Graf Lintasan	Matematika	Budi Rahadjeng, S.Si., M.Si.	0013116903	III/d	S-2	P	51.100.000	-	Penelitian Disertasi Doktor
43	FMIPA	Biologi	Eksplorasi Faktor Immunosurveillance Terhadap Sel-sel Kanker Melalui Studi Produksi Sitokin Imunosupresif Oleh Sel-Sel Breast Cancer Dan Sel-Sel Imun Dengan Pemberian Ekstrak Kulit Batang <i>Plumeria rubra</i> Secara Invitro	Bidang Kesehatan Umum Lain Yang Belum Tercantum	Dra. Nur Kuswanti, M.Sc.St.	0022116402	IV/a	S-2	P	47.500.000	-	Penelitian Disertasi Doktor

44	FMIPA	Biologi	Efektifitas Portofolio Elektronik terhadap Perkuliahan Langsung dan Daring sebagai Model Penilaian Literasi Ilmiah pada Teori Evolusi	Pendidikan Biologi	Muji Sri Prastiwi, S.Pd., M.Pd.	0006038005	III/b	S-2	P	50.000.000	-	Penelitian Disertasi Doktor
45	FIP	PLB	Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Komputer Untuk Meningkatkan Kesadaran Fonemik Peserta Didik Tunarungu Di SLB Bagian B Karya Mulia Surabaya	Pendidikan Luar Biasa	Drs. Wagino, M.Pd.	0016086104	IV/a	S-2	L	55.000.000	20.000.000	Penelitian Disertasi Doktor
46	FMIPA	Kimia	Pabrikasi Kosmetik Nanogold Untuk Mendukung Industri Kosmetik Dalam Negeri	Kimia	Prof. Dr. Titik Taufikurohmah, S.Si., M.Si. Dr. I Gusti Made Sanjaya, M.Si. Ir. Siti Tjahjani, M.Kes.	0013046805 0004126505 0012055404	IV/a IV/b IV/a	S-3 S-3 S-2	P L P	500.000.000	-	Penelitian Unggulan Strategis Nasional
47	FE	Manajemen	Model Peningkatan Produktivitas Berbasis Lingkungan Pada Industri Kecil Olahan Kopi Untuk Penguatan Industri Minuman Koridor Jawa	Manajemen	Prof. Dr. Dewie Tri Wijayati Wardoyo, M.Si. Dr. Erina Rahmadyanti, S.T., M.T. Diah Wulandari, S.T., M.T.	0029016005 0013087905 0005037804	IV/b IV/a III/c	S-3 S-3 S-2	P P P	135.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
48	FE	Manajemen	Model Pemberdayaan Desa Pesisir Untuk Ketangguhan Ekonomi Masyarakat Nelayan Di Kabupaten Pasuruan	Manajemen	Dwiarko Nugrohoseno, S.Psi., M.M. Wiwin Yulianingsih, S.Pd., M.Pd. Drs. Hasan Dani, M.T.	0009046806 0027077909 0016066405	III/d III/c IV/a	S-2 S-2 S-2	L P L	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
49	FMIPA	Fisika	Superkapasitor Dengan Elektroda Berbasis Bahan Alam	Fisika	Lydia Rohmawati, S.Si., M.Si. Woro Setyarsih, S.Pd., M.Si. Prof. Dr. Tukiran, M.Si.	0010058402 0002047103 0028126604	III/c III/d IV/b	S-2 S-2 S-3	P P L	80.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
50	FT	Teknik Informatika	Rancang Bangun Measurement Tool Cobit 5 Untuk Pengembangan Tata Kelola E-Learning (Vi-Learn) Unesa	Teknologi Informasi	Drs. Bambang Sujatmiko, M.T. Drs. H. Soeparno, M.T. Andi Kristanto, S.Pd., M.Pd.	0019056503 0001116506 0018118002	III/c IV/a III/c	S-2 S-2 S-2	L L L	73.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
51	FMIPA	Kimia	Mini laboratorium IPAL sebagai prototipe pada pengolahan limbah laboratorium kimia sebagai upaya pada pelestarian lingkungan	Kimia	Dr. Nuniek Herdyastuti, M.Si. Prof. Dr. Sari Edi Cahyaningrum, M.Si. Rusmini, S.Pd., M.Si.	0010117004 0029127002 0012067905	IV/b IV/b IV/a	S-3 S-3 S-2	P P P	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
52	FT	Teknik Mesin	Rancang Bangun Knalpot Mesin Diesel Berteknologi Diesel Particulate Trap (DPT) untuk Mereduksi Opasitas Gas Buang dalam Mendukung Program Langit Biru	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)	Drs. I Made Muliatna, M.Kes. Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, M.T.	0004065502 0015125302	IV/b IV/d	S-2 S-3	L L	60.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
53	FE	Ekonomi Islam	Model Pemberdayaan Industri Kecil Menengah (IKM) Produk Pangan Melalui Sertifikasi Halal Di Jawa Timur	Ekonomi Syariah	Dr. H. Moch. Khoirul Anwar, S.Ag., MEI. Dr. A'asy Fahrullah, S.Sos., M.Si. Ahmad Ajib Ridwan, S.Pd., M.SEI.	0018097608 0004108109 0018078504	IV/a III/b III/b	S-3 S-3 S-2	L L L	74.500.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi

No.	Fak.	Jurusan	Judul	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana Diterima Rp.	Dana Tambahan Rp.	Jenis Penelitian
54	FMIPA	Kimia	Desain Model Laboratorium Virtual Kimia Anorganik Berbasis Blended Learning untuk Meningkatkan Literasi Kimia	Pendidikan Kimia	Kusumawati Dwiningsih, S.Pd., M.Pd. Drs. Sukarmin, M.Pd. Muchlis, S.Pd., M.Pd. Dina Kartika Maharani, S.Si., M.Sc.	0018047604 0009116704 0015097203 0006068204	III/d IV/a IV/a IV/a	S-2 S-2 S-2 S-2	P L L P	50.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
55	FT	PKK	Optimalisasi Pemanfaatan Ekstrak Umbi Rumput Teki (Cyperus Rotundus L) Sebagai Bahan Perawatan Flek Pada Kulit Wajah	Bidang Kesehatan Umum Lain Yang Belum Tercantum	Sri Dwiyantri, S.Pd., M.PSDM. Dra. Hj. Siti Sulandjari, M.Si.	0006027901 0031035903 - - -	III/c IV/b - - -	S-2 S-2 - - -	P P - - -	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
56	FIK	Pend. Olah Raga	Aplikasi Penggunaan Program Android Untuk Monitoring Prediksi Kebugaran Atlet Dengan Model Diskriminan	Ilmu Olah Raga	Prof. Dr. Nurhasan, M.Kes. Dr. Soni Sulistyarto, M.Kes. Bayu Agung Pramono, S.Pd., M.Kes. Hijrin Fithroni, S.Or., M.Pd.	0029046301 0021117802 0030038802 0725088703 -	IV/e III/d III/b III/b -	S-3 S-3 S-2 S-2 -	L L L L -	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
57	FT	PKK	Eksplorasi dan Optimasi Fermentasi Ragi Buah Cair dan Bubuk Sebagai Bahan Pengembang Alami Alternatif pada Produksi Roti Manis yang Sehat	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tataboga, Busana, Rias Dll)	Dra. Lucia Tri Pangesthi, M.Pd. Dra. Veni Indrawati, M.Kes. - - -	0028096702 0013076008 - - -	IV/a IV/b - - -	S-2 S-2 - - -	P P - - -	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
58	FT	Teknik Mesin	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Berbasis Solar Cell TiO2, PLT-Biogas dan Fuel cell dengan Pemanfaatan bahan baku Lokal untuk Menciptakan Kemandirian Energi Listrik di Daerah Pedesaan/Terpencil	Teknik Energi	Aris Ansori, S.Pd., M.T. Dr. Muhaji, S.T., M.T. Bellina Yunitasari, S.Si., M.Si. Dr. Soeryanto, M.Pd.	0030037800 0013096103 0024068703 0018046005 -	III/c IV/c III/b IV/a -	S-2 S-3 S-2 S-3 -	L L P L -	80.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
59	FT	PKK	Pemetaan Hantaran Pengantin Di Jawa Timur Sebagai Wujud Pelestarian Ragam Budaya Nusantara	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tataboga, Busana, Rias Dll)	Dra. Arita Puspitorini, M.Pd. Dra. Rahayu Dewi Soeyono, M.Si. Dr. Mutimmatul Faidah, S.Ag., M.Ag. - -	0016085903 0024116304 0017057411 - -	IV/a III/c III/d - -	S-2 S-2 S-3 - -	P P P - -	55.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
60	FT	Teknik Mesin	Rancang Bangun Alat Pelapisan Logam Sistem Portable	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)	Arya Mahendra Sakti, S.T., M.T. Aditya Prapanca, S.T., M.Kom. Dyah Riandadari, S.T., M.T. Hanna Zakiyya, S.T., M.T.	0009027903 0001117406 0027037803 0003098901 -	IV/a IV/a III/d III/b -	S-2 S-2 S-2 S-2 -	L L P P -	140.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
61	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Trainer Motor Servo untuk Mata Kuliah Sistem Pengaturan di Laboratorium Sistem Kendali Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya	Teknik Elektro	Endryansyah, S.T., M.T. Puput Wanarti Rusimanto, S.T., M.T. - - -	0031036406 0022067003 - - -	III/d IV/a - - -	S-2 S-2 - - -	L P - - -	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
62	FT	PKK	Inovasi Jilbab Modern untuk Mendukung UKM Jilbab Gresik	Desain Produk	Irma Russanti, S.Pd., M.Ds. Dra. Yulistiana, M.PSDM. - - -	0022017501 0011076107 - - -	IV/b IV/a - - -	S-2 S-2 - - -	P P - - -	80.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi

63	FE	Pendidikan Ekonomi	Upaya Percepatan Ketahanan Pangan Melalui Pengolahan Dan Pemanfaatan Tepung Terong Di Kabupaten Sidoarjo	Pemasaran	Prof. Dr. Bambang Suratman, M.Pd. Siti Sri Wulandari, S.Pd., M.Pd. Triesninda Pahlevi, S.Pd., M.Pd. Dr. Tri Sudarwanto, S.Pd., MSM.	0012125004 0029048004 0010118603 0009037504	IV/e III/b III/b III/c	S-3 S-2 S-2 S-3	L P P L	70.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
64	FE	Pendidikan Ekonomi	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Ekonomi Syariah Pada Mata Pelajaran Ekonomi Lintas Peminatan Berbasis Pendekatan Saintifik Sma Jurusan IPA	Pendidikan Ekonomi	Dr. Luqman Hakim, S.Pd., S.E., M.SA. Dr. H. Moch. Khoirul Anwar, S.Ag., MEL. Riza Yonisa Kurniawan, S.Pd., M.Pd. Triesninda Pahlevi, S.Pd., M.Pd.	0015027305 0018097608 0031018601 0010118603	III/d IV/a III/c III/b	S-3 S-3 S-2 S-2	L L L P	120.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
65	FT	PKK	Pengaruh Proporsi Ekstrak Buah Mengkudu (Morinda Citrifolia L) Dan Tepung Beras Terhadap Hasil Sediaan Kosmetik Lulur Tradisional Berantioksidan Untuk Perawatan Kulit	Kesehatan Masyarakat	Dr. Maspiyah, M.Kes. Dra. Hj. Suhartiningih, M.Pd. Dra. Dewi Lutfiati, M.Kes.	0001046411 0022115702 0018116102	IV/c IV/b III/d	S-3 S-2 S-2	P P P	80.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
66	FT	PKK	Kayu manis dan Cengkih sebagai Alternatif Pewarna Rambut Alami	Bidang Kesehatan Umum Lain Yang Belum Tercantum	Nia Kusianti, S.Pd., M.Pd. Dra. Anneke Endang Karyaningrum, M.Pd. Biyani Yesi Wilujeng, S.Pd., M.Pd.	0017127706 0025055404 0024118403	III/c IV/b III/b	S-2 S-2 S-2	P P P	70.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
67	FIP	Kurikulum & Teknologi Pendidikan	Standarisasi Kualitas Dan Higienitas Empon-Empon Berbasis Potensi Lokal Sebagai Upaya Peningkatan Eksistensi Industri Produk Herbal Dan Nilai Ekspor Produk Herbal Indonesia	Teknologi Pendidikan	Prof. Dr. Rusijono, M.Pd. Dr. Pirim Setiarso, M.Si. Mirwa Adiprahara Anggarani, S.Si., M.Si.	0011026111 0027086003 0021048603	IV/d III/d III/b	S-3 S-3 S-2	L L P	140.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
68	FT	Teknik Elektro	Standarisasi Preparasi Dan Prosedur Pewarnaan Batik Menggunakan Pewarna Alam Sebagai Wujud Penguatan Dan Pengembangan UMKM Batik Andalan Koridor Ekonomi (KE) Jawa	Teknik Pertekstilan (Tekstil)	Dr. Agus Budi Santosa, M.Pd. Dr. Asri Wijastuti, M.Pd.	0022085805 0013106103	IV/a IV/b	S-3 S-3	L P	135.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
69	FBS	Pend. Bahasa Daerah	Pengembangan Creative Writing berbasis Integrative Writing Models berbantuan Myers-Briggs Type Indicators (MBTI) untuk menunjang Literacy Competen dan Mendukung Millenium Development Goals(MDGs)	Pendidikan Bahasa (dan Sastra) Indonesia	Prof. Dr. Darni, M.Hum. Dr. Murdiyanto, M.Hum.	0026096502 0010025505	IV/d IV/b	S-3 S-3	P L	60.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
70	FBS	Pend. Bhs & Sastra Inggris	Pengembangan Pembelajaran Bahasa Inggris Dengan Model Project Based Learning (PjBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi dan Berpikir Kreatif Siswa SMK	Pendidikan Bahasa (dan Sastra) Inggris	Arik Susanti, S.Pd., M.Pd. Anis Trisusana, S.S., M.Pd. Dra. Pratiwi Retnaningdyah, M.Hum., M.A., Ph.D.	0005027803 0018018304 0003086706	III/c III/b IV/a	S-2 S-2 S-3	P P P	60.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
71	FMIPA	Fisika	Fabrikasi Core-shell Fe3O4@SiO2 Nanopartikel dan Aplikasinya sebagai Filter Air	Fisika	Dr. Munasir, S.Si., M.Si. Dr. Zainul Arifin Imam Supardi, M.Si.	0017116901 0007076302	IV/b III/d	S-3 S-3	L L	120.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi

72	FT	PKK	Up Cycle Fashion Ramah Lingkungan	Kriya Tekstil	Dra. Ratna Suhartini, M.Si. Dra. Hj. Juhrah Singke, M.Si.	0031126708 0018105402	IV/c IV/c	S-2 S-2	P P	65.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
73	FISH	PMP-Kn	Pengembangan Model Pembudayaan Empat Pilar Kebangsaan untuk Membangun Nasionalisme Tingkat Satuan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di Sidoarjo Jawa Timur Menuju Generasi Indonesia 2025	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	Prof. Dr. Sarmini, M.Hum. Prof. Dr. Warsono, M.S.	0008086803 0019056003	IV/d IV/e	S-3 S-3	P L	140.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
74	FMIPA	Biologi	Implementasi Bioinsektisida Mikroba Dan Nabati Dalam Formula Foto-Protektan Untuk Mewujudkan Agroekosistem Berkelanjutan	Biologi (dan Bioteknologi Umum)	Dr. Mahanani Tri Asri, M.Si. Dr. Yuliani, M.Si. Dr. Tarzan Purnomo, M.Si.	0024076703 0021076801 0005056503	IV/b IV/c IV/a	S-3 S-3 S-3	P P L	120.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
75	FISH	PMP-Kn	Pengembangan Model Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan (PKN) Berbasis Pendidikan Multikultur Untuk Membangun Jati Diri Keindonesiaan Bagi Generasi Muda Di Surabaya Jawa Timur	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	Dr. Hj. Raden Roro Nanik Setyowati, M.Si. Prof. Dr. Sarmini, M.Hum.	0025086704 0008086803	IV/c IV/d	S-3 S-3	P P	140.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
76	FE	Manajemen	Model Transformasi Iptek Dalam Spesialisasi Kerja & Kerjasama Untuk Penguatan UMKM Industri Hijab Berkearifan Lokal Di Kabupaten Gresik	Manajemen	Dr. Jun Surjanti, S.E., M.Si. Prof. Dr. H. Yoyok Soesatyo, S.H., M.M. Sanaji, S.E., M.Si. Setya Chendra Wibawa, S.Pd., M.T.	0012066704 0016124903 0015047111 0008057908	IV/c IV/e III/b III/b	S-3 S-3 S-2 S-2	P L L L	80.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
77	FMIPA	Matematika	Pengembangan Model Profesional Guru SMP untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Literasi Matematika Siswa	Pendidikan Matematika	Dr. Tatag Yuli Eko Siswono, S.Pd., M.Pd. Dr. Pradnyo Wijayanti, M.Pd. Abdul Haris Rosyidi, S.Pd., M.Pd.	0008077106 0009046905 0018117405	IV/a III/d III/c	S-3 S-3 S-2	L P L	75.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
78	FISH	PMP-Kn	Analisis dan Pengembangan Model Pembelajaran Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan (PPKn) Berbasis Karakter Untuk Membangun Budaya Anti-Korupsi Bagi Generasi Muda di Surabaya Jawa Timur	Bidang Sosial Lain Yang Belum Tercantum	Dr. Totok Suyanto, M.Pd. Dr. Harmanto, S.Pd., M.Pd.	0004046307 0001047104	IV/b IV/a	S-3 S-3	L L	115.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
79	FT	Teknik Informatika	Rancang Bangun Automatic Programming Assessment Tool untuk Praktikum Pemrograman dasar	Teknik Informatika	Rina Harimurti, S.Pd., M.T. Andi Iwan Nurhidayat, S.Kom., M.T. Asmunin, S.Kom., M.Kom. Anita Qoiriah, S.Kom., M.Kom.	0017126805 0027107802 0010017709 0025016903	III/d III/b III/b IV/a	S-2 S-2 S-2 S-2	P L L P	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
80	FISH	PMP-Kn	Pengembangan Bahan Ajar Pendidikan Anti-Korupsi (PAK) Berbasis Karakter Lokal Pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) untuk Membangun Budaya Anti Korupsi Bagi Generasi Muda di Surabaya	Bidang Sosial Lain Yang Belum Tercantum	Drs. I Made Suwanda, M.Si. Listyaningsih, S.Pd., M.Pd. Dr. Agus Suprijono, M.Si.	0009075708 0020027505 0011016705	IV/a III/c IV/c	S-2 S-2 S-3	L P L	80.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi

81	FIK	Pend. Olah Raga	Pengembangan Model Pembelajaran Blended Learning Berbasis Schoology Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Atlet Pelatnas Cabang Olahraga Atletik	Pendidikan Olahraga dan Kesehatan	Dr. Anung Priambodo, S.Pd., M.Psi.T. Dr. Agus Hariyanto, M.Kes. Vega Candra Dinata, S.Pd., M.Pd.	0003077204 - 0016086702 0007078305 -	IV/a IV/b III/b	S-3 S-3 S-2	L L L	70.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
82	FMIPA	Kimia	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mata Kuliah Kimia Dasar Berwawasan Green Chemistry Dalam Rangka Mewujudkan Green Education	ILMU PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (MIPA)	Mitarlis, S.Pd., M.Si. Dr. Utiya Azizah, M.Pd. Bertha Yonata, S.Pd., M.Pd.	0004027004 0015076503 0022068201 - -	IV/b IV/c III/c	S-2 S-3 S-2	P P P	120.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
83	FT	Teknik Elektro	Inovasi Modul Ajar Online Plus Kit Teknik Digital Berbantuan Software Proteus Melalui Pendekatan Hybrid Learning Untuk Meningkatkan Kecakapan Peserta Didik	Teknik Elektro	Nur Kholis, S.T., M.T. Muhamad Syarifuddin Zuhrie, S.Pd., M.T. Reza Rahmadian, S.ST., M.EngSc. Drs. Edy Sulistiyo, M.Pd.	0021057204 0025067709 0016038401 0020046403 -	III/d III/c III/b IV/c	S-2 S-2 S-2 S-2	L L L L	70.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
84	FT	Teknik Elektro	Rancang Bangun Perangkat Pembelajaran Teknik Pengaturan Dengan Software Matrix Laboratory Melalui Pendekatan Inquiry Based Learning Berorientasi Pada Kebutuhan Industri	Teknik Elektro	Subuh Isnur Haryudo, S.T., M.T. Ir. Achmad Imam Agung, M.Pd. Rifqi Firmansyah, S.T., M.T. Mahendra Widartono, S.T., M.T.	0020087506 0018066802 0704038901 0020038306 -	III/d IV/a III/b III/b	S-2 S-2 S-2 S-2	L L L L	90.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
85	FT	Teknik Elektro	Deteksi Kerusakan dan Perbaikan Dokumen Digital Menggunakan Metode Fragile Watermarking	Teknik Elektro	Dr. Wiryanto, M.Si. Naim Rochmawati, S.Kom., M.T. Dr. Hj. Euis Ismayati, M.Pd.	0029056506 0003127502 0024125705 - -	IV/a III/a IV/c	S-3 S-2 S-3	L P P	130.000.000	15.000.000	Penelitian Strategis Nasional Institusi
86	FIP	PGSD	Pengembangan Model Buku Teks Literasi Lintas Bidang Studi Berbasis Etnopedagogis Pada Mahasiswa PGSD Di Universitas Negeri Surabaya	Pgsd	Ganes Gunansyah, S.Pd., M.Pd. Neni Mariana, S.Pd., M.Sc., Ph.D. Drs. Suprayitno, M.Si.	0029018005 0021118101 0020066711 - -	III/c III/d IV/b	S-2 S-3 S-2	L P L	60.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
87	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Aplikasi Motion Sensing Dengan Wireless Body Area Network Berbasis Android Smartwatch	Teknik Telekomunikasi	Eppy Yundra, S.Pd., M.T., Ph.D. Pradini Puspitaningayu, S.T., M.T. Arif Widodo, S.T., M.Sc. Unit Three Kartini, S.T., M.T., Ph.D.	0019097602 0029068803 0014098702 0021027602 -	III/c III/b III/b III/d	S-3 S-2 S-2 S-3	L P L P	65.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi
88	FMIPA	Biologi	Efektivitas Pakan "Fermege" Hasil Fermentasi Berbahan Eceng Gondok, Ampas Tahu Dan Kangkung Dalam Memicu Pertumbuhan Kambing Usia Pertumbuhan Dan Produktivitas Kambing Usia Reproduksi	Biologi (dan Bioteknologi Umum)	Dra. Evie Ratnasari, M.Si. Dra. Herlina Fitrihidajati, M.Si.	0008096009 0026026302 - - -	IV/b IV/b	S-2 S-2	P P	50.000.000	-	Penelitian Strategis Nasional Institusi

89	FT	PKK	Pengaruh Jumlah Gula Dan Konsentrasi Larutan Asam Jawa Terhadap Sifat Organoleptik Sambal Goreng Kering Sebagai Kondimen Nasi Uduk Instan	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tataboga, Busana, Rias Dll)	Dra. Dwi Kristiastuti Suwardiah, M.Pd. Ir. Asrul Bahar, M.Pd.	0025125704 0007086006 - - -	IV/b IV/a	S-2 S-2	P L	90.000.000		- Penelitian Strategis Nasional Institusi
90	FMIPA	Fisika	Pemanfaatan Pasir Gunung Kelud sebagai Pasir Cetak pada Proses Pengecoran Logam untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Pengecoran di Home Industri	Teknik Material (Ilmu Bahan)	Dzulkiifli, S.Si., M.T. Mochamad Arif Irfa'i, S.Pd., M.T. Diah Wulandari, S.T., M.T. Drs. Supardiyono, M.Si.	0019047004 0007028102 0005037804 0018126403 -	III/c III/b III/c IV/b	S-2 S-2 S-2 S-2	L L P L	90.000.000		- Penelitian Strategis Nasional Institusi
91	FISH	Pend. Sejarah	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) Berbasis Nilai Didaktis Moral dan Patriotisme Hikayat Hang Tuah Untuk Membangun Jiwa Nasionalisme Bagi Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Surabaya	Sejarah (Ilmu Sejarah)	Drs. Yohanes Hanan Pamungkas, M.A. Drs. Agus Trilaksana, M.Hum.	0001016057 0024126703 - - -	III/d IV/a	S-2 S-2	L L	70.000.000		- Penelitian Strategis Nasional Institusi
92	FT	PKK	Optimalisasi Pembuatan dan Pengembangan Produk Makanan Olahan Biji Rambutan Sebagai Pilot Plan untuk Skala Industri Menuju Ketahanan Pangan Unggulan Koridor Ekonomi Jawa	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tataboga, Busana, Rias Dll)	Dr. Meda Wahini, M.Si. Dr. Wiwik Sri Utami, M.P. Dr. Prima Retno Wikandari, M.Si. Dr. Meini Sondang Sumbawati, M.Pd.	0022086101 0005086705 0015116402 0015056104 -	IV/a IV/b III/d IV/a	S-3 S-3 S-3 S-3	P P P P	125.000.000		- Penelitian Strategis Nasional Institusi
93	FMIPA	Kimia	Pengembangan Biomaterial Kolagen Hidroksiapatit Kitosan Untuk Restorasi Jaringan Tulang (Bone Graft)	Kimia	Prof. Dr. Sari Edi Cahyaningrum, M.Si. Dr. Nuniek Herdyastuti, M.Si.	0029127002 0010117004 - - -	IV/b IV/b	S-3 S-3	P P	135.000.000	20.000.000	Penelitian Berbasis Kompetensi
94	FBS	Pend. Bhs & Sastra Indonesia	Pengembangan Keterampilan Menulis Berbasis Psychowriting untuk Menunjang Literacy Writing	Pendidikan Bahasa (dan Sastra) Indonesia	Dr. Syamsul Sodik, M.Pd. Dr. Yuni Pratiwi, M.Pd. Drs. Slamet Setiawan, M.A., Ph.D.	0013026601 0003066108 - 0008066806 -	IV/a S3 IV/a	S-3 S3 S-3	L L L	115.000.000		- Penelitian Berbasis Kompetensi
95	FMIPA	Fisika	Metode Baru untuk Mengukur Parameter Tsunami secara Cepat dan Akurat	Geofisika	Prof. Dr. Madlazim, M.Si. Tjipto Prastowo, Ph.D.	0005116510 0003026702 - - -	IV/d IV/a	S-3 S-3	L L	120.000.000		- Penelitian Berbasis Kompetensi
96	FE	Manajemen	Pengembangan Model Prediksi Krisis Dan Sistem Peringatan Dini Sebagai Upaya Mengantisipasi Terjadinya Krisis Perbankan Di Indonesia	Manajemen	Dr. Musdholifah, S.E., M.Si. Dr. Ulil Hartono, S.E., M.Si.	0003067807 0002107609 - - -	IV/a III/c	S-3 S-3	P L	105.000.000		- Penelitian Berbasis Kompetensi
97	FT	Teknik Informatika	Determinasi Tingkat Keparahan Osteoarthritis Berbasis First Order (FO), Second-Order, Run Length Matrices Menggunakan Linear Vector Quantization (LVQ)	Teknik Biomedika	Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T.	0002097901	III/c	S-3	P	90.000.000		- Penelitian Pasca Doktor

98	FBS	Pend. Sendratasik	Konservasi Wayang Topeng Jombang Sebagai Upaya Membangun Kembali Nilai-Nilai Budaya Bangsa	Senitari	Dr. Setyo Yanuartuti, M.Si. Dr. Anik Juwariyah, M.Si. Joko Winarko, S.Sn., M.Sn. Drs. Peni Puspito, M.Hum.	0015016902 0013046804 0026037604 0026025604	IV/a IV/b III/b III/d	S-3 S-3 S-2 S-2	P P L L	130.000.000	20.000.000	Penelitian Penciptan dan Penyajian Seni
99	FMIPA	Fisika	Pengembangan Model Uji Kompetensi Lulusan Kependidikan Mipa Berorientasi Kebutuhan Abad XXI Dan KKNi	Fisika	Dr. Wasis, M.Si. Dr. Raden Sulaiman, M.Si. Dr. Elok Sudibyo, M.Pd. Bertha Yonata, S.Pd., M.Pd.	0003126707 0026036701 0004077004 0022068201	IV/c IV/a IV/a III/c	S-3 S-3 S-3 S-2	L L L P	150.000.000	-	Penelitian Pengembangan Unggulan Perguruan Tinggi
Grand Total										9.392.645.000	400.000.000	

Salinan sesuai dengan Keputusan yang asli.
Kepala Biro Umum dan Keuangan

BUDIARSO
NIP 196005131980101002

Ditetapkan di : Surabaya
Pada tanggal : 9 Februari 2018
Rektor,

ttd

WARSONO
NIP 196005191985031002