

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengelolaan Lingkungan

Pengelolaan diartikan sebagai pendekatan yang bersifat sintesis dengan tidak membiarkan pemecahan berjalan sendiri-sendiri, artinya bahwa pengelolaan lingkungan harus dilaksanakan secara menyeluruh dan terpadu sehingga pengelolaan lingkungan bukanlah pengelolaan yang dilakukan atas lingkungannya tetapi merupakan pengelolaan dari segala kegiatan manusia dalam batas kendala dengan mempertimbangkan faktor ekologi yang ada (Kuswaroyo dalam Effi, 2006).

Pengelolaan lingkungan hidup menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi:

a. Aspek perencanaan

Aspek perencanaan adalah penetapan suatu tujuan setelah memperhatikan faktor – faktor pembatas dalam mencapai tujuan tersebut serta menetapkan langkah – langkah untuk mencapai tujuan tersebut (Tarigan dalam Trias, 2011).

b. Aspek pemanfaatan

Aspek pemanfaatan sumber daya alam yang dilakukan harus berdasarkan Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH). Namun, dalam UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah diatur bahwa jika suatu daerah belum menyusun RPPLH maka pemanfaatan sumber daya alam dilaksanakan berdasarkan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.

c. Aspek pengendalian

Aspek pengendalian menurut UU Nomor 32 Tahun 2009 meliputi pengendalian terhadap pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang meliputi pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan.

d. Aspek pemeliharaan

Aspek pengendalian menurut UU Nomor 32 Tahun 2009 dilakukan melalui upaya konservasi sumber daya alam, pencadangan sumber daya alam dan/atau pelestarian fungsi atmosfer.

e. Aspek pengawasan

Menurut Keraf dalam Trias (2011) pengawasan lingkungan bertujuan untuk mencegah dan menghentikan dampak kerusakan lingkungan hidup yang lebih parah. Pengawasan merupakan faktor penting dari perlindungan dan pengelolaan lingkungan yang akan sangat menentukan berhasilnya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sekaligus menjawab harapan public tentang pentingnya perlindungan lingkungan hidup. Kegagalan dalam pengawasan dan penegakan hukum terhadap pelaksanaan perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, dan pemeliharaan lingkungan hidup sama artinya dengan kegagalan melaksanakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

f. Aspek penegakan hukum

Aspek penegakan hukum dalam UU Nomor 32 Tahun 2009 meliputi pengaturan sanksi yang tegas (pidana dan perdata) bagi pelanggaran terhadap baku mutu, pelanggaran AMDAL (termasuk pejabat yang menerbitkan izin tanpa adanya AMDAL atau UKL-UPL), pelanggaran dan penyebaran produk rekayasa genetika tanpa hak, pengelola limbah B3 tanpa izin, melakukan dumping tanpa izin, memasukkan limbah ke NKRI tanpa izin dan melakukan pembakaran hutan. Penegakan hukum lingkungan menurut Siahaan dalam Trias (2011) dibagi ke dalam tiga pokok yaitu:

1. Tindakan preemtif

Tindakan preemtif adalah tindakan antisipasi yang bersifat mendeteksi secara lebih awal berbagai faktor korelasi kriminogen yaitu faktor-faktor yang memungkinkan terjadinya kerusakan atau pencemaran lingkungan.

2. Tindakan preventif

Tindakan preventif adalah serangkaian tindakan nyata yang bertujuan mencegah perusakan atau pencemaran lingkungan.

3. Tindakan represif

Tindakan represif adalah serangkaian tindakan yang dilakukan oleh petugas hukum melalui proses hukum pidana karena perbuatan yang dilakukan oleh pelaku telah merusak atau mencemari lingkungan.

2.2 Desa Mandiri Energi (DME)

Merujuk pada Permen ESDM No.32 tahun 2008, Desa Mandiri Energi diartikan sebagai desa yang menghasilkan energi yang bersifat baru dan terbarukan, termasuk memenuhi dan menyediakan minimal 60% kebutuhannya bagi desa itu sendiri.

Desa Mandiri Energi dapat diartikan juga sebagai desa melalui pendayagunaan potensi sumberdaya setempat dapat menghasilkan energi terbarukan dimana masyarakatnya memiliki kemampuan memenuhi lebih dari 60% kebutuhan energi (listrik dan bahan bakar). Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam memanfaatkan energi terbarukan mencakup aspek keberlanjutan, *regional development*, dan ramah lingkungan. Keberlanjutan disini dapat diartikan sebagai energi yang dapat dimanfaatkan secara terus menerus tanpa batas waktu, sehingga tidak terbentur dengan permasalahan keterbatasan sumber daya energi. *Regional development* diartikan sebagai upaya pembangunan dalam pengembangan kemandirian berbasis kelebihan yang ada pada masing-masing daerah dan bersifat regional. Aspek ramah

lingkungan menyempurnakan konsep kemandirian energi yang selaras dengan lingkungan, non eksploitasi dan tidak berdampak buruk di kemudian hari.

Dilihat dari segi ekonomi, tujuan desa mandiri energi untuk menciptakan lapangan kerja, berkurangnya kemiskinan untuk mensubstitusi bahan bakar dan menciptakan kegiatan ekonomi produktif (Fatin, 2010). Aspek pemberdayaan masyarakat merupakan aspek penting dalam pengembangan Desa Mandiri Energi. Dalam konteks ini pemberdayaan masyarakat diartikan sebagai upaya meningkatkan kemampuan atau kapasitas masyarakat dalam memanfaatkan sumberdaya yang ada untuk peningkatan kesejahteraan, martabat dan keberdayaan (Nasdin, 2006). Bentuk kegiatan yang dilakukan dapat berupa penguatan lembaga masyarakat, meningkatkan tingkat partisipasi masyarakat, pembangunan desa secara berkelanjutan, penguatan usaha kecil dan menengah, dan mengembangkan prasarana berbasis masyarakat (Wijaya, 2011). Pemberdayaan masyarakat merupakan langkah mengikutsertakan partisipasi masyarakat dalam pembangunan nasional dengan melibatkan masyarakat dalam keseluruhan proses, ketrampilan analitis dan perencanaan pembangunan yang dimulai dari daerah tempat mereka berkarya (Moeliono et.al, 1994). Berdasarkan penjabaran tersebut, pengembangan Desa Mandiri Energi sejatinya tidak dapat dipisahkan dari keterlibatan dan partisipasi masyarakat secara aktif dalam semua tahapan prosesnya.

Di Indonesia Desa mandiri energi merupakan konsep baru yang sedang dikembangkan. Dasar dalam pengembangan desa mandiri energi merujuk pada usaha menuju swasembada energi diartikan desa dapat mencukupi kebutuhan energinya, tanpa mengandalkan energi dari luar. Pijakan dalam konsep kemandirian energi ini melalui pemanfaatan energi terbarukan dan pemberdayaan masyarakat. Upaya dalam meningkatkan kemampuan dan kapasitas masyarakat dalam pendayagunaan sumber daya yang ada dengan tujuan peningkatan kesejahteraan, martabat dan keberdayaan diartikan sebagai pemberdayaan masyarakat (Nasdian, 2006).

Pada dasarnya terdapat dua tipe pengembangan desa mandiri energi. Pertama tipe desa yang dikembangkan dengan sumber non pertanian seperti penggunaan mikrohidro, tenaga surya, dan biogas. Kedua tipe desa yang dikembangkan dengan sumber pertanian seperti *biofuel* dan *agrofuel*. Untuk desa mandiri energi yang berbasis bahan bakar nabati diperlukan kehati-hatian dalam pengelolaannya agar tidak mengganggu keseimbangan ekosistem karena memanfaatkan sumber yang sudah dikelola sebagai sumber pangan yakni tumbuhan. Dalam mendukung konsep Desa mandiri energi diperlukan juga perangkat, peraturan, dan dukungan finansial yang memberikan kemudahan bagi pengembangan desa mandiri energi (Fitrin, 2010).

Dalam pengembangan teknologi untuk membangun pembangkit sumber energi diawali dengan identifikasi potensi energi terbarukan di desa setempat, perancangan sistem pembangkit, dan pelaksanaan pembangunan sistem pembangkit. Dalam mendukung keberlangsungan sistem pembangkit dan jaringannya, dilakukan pelatihan yang melibatkan tokoh masyarakat, perangkat desa, dan pengurus kelembagaan yang bertugas sebagai pengelola yang telah dibentuk sebelumnya.

2.3 Limbah Ternak

Dalam arti luas limbah merupakan sisa dari suatu kegiatan manusia yang tidak memiliki nilai ekonomis dan cenderung dibuang baik berupa padat, cair ataupun gas. Limbah jika dibiarkan terlalu lama maka akan menyebabkan penyakit atau merugikan, selain itu merupakan bahan yang tidak berarti dan tidak berharga limbah bisa berarti sesuatu yang tidak berguna dan dibuang oleh kebanyakan orang karena mereka menganggapnya sebagai sesuatu yang tidak berguna. Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik dari proses industri maupun domestik (rumah tangga, yang lebih dikenal sebagai sampah), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis atau bersifat merugikan (<http://www.pps.unud.ac.id>).

Limbah peternakan merupakan material buangan yang dihasilkan dari sisa semua kegiatan yang dilakukan dalam usaha peternakan. Limbah ternak adalah bahan buangan yang dihasilkan dari sisa kegiatan metabolisme ternak, yang terdiri atas feses, urin, keringat dan sisa metabolisme yang lain (Sudiarto, 2008).

Pada dasarnya ternak dapat digolongkan menjadi empat, yaitu golongan ternak besar, ternak sedang, ternak kecil dan unggas. Sapi, kerbau dan kuda termasuk dalam golongan ternak besar. Golongan ternak sedang antara lain kambing dan domba. Sementara yang tergolong ke dalam ternak kecil antara lain kelinci dan marmot (Setiawan, 2007).

Sapi merupakan golongan ternak besar karena termasuk penghasil kotoran terbesar dibandingkan golongan ternak lainnya (Setiawan, 2007). Sapi juga digolongkan dalam hewan ruminansia yang menghasilkan gas didalam sistem pencernaanya (Haryati, 2006).

Di Indonesia peternak sapi rata-rata memiliki 2-5 ekor sapi dengan lokasi yang tersebar. Secara terintegrasi dengan sistem pertanian penanganan limbah kotoran ternak sapi sulit dilakukan. Sapi yang memiliki berat badan 400 kg menghasilkan limbah kotoran ternak sebanyak 20 kg per ekor per hari (Avcioglu et al, 2012). Dampak negatif terhadap lingkungan dapat diminimalisasi dengan penanganan limbah yang baik, seperti pencemaran lingkungan pada tanah, air maupun udara serta meminimalisasi penyebaran penyakit menular. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi usaha dalam mengeliminasi dampak negatif dari kegiatan peternakan sapi terhadap lingkungan seperti adanya rumusan kebijakan dan tersedianya teknologi pengolahan limbah (Setiawan, 2007).

2.4 Pengembangan dan Pemanfaatan Biogas

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menjawab kebutuhan energi alternatif (Wahyuni, 2008). Proses produksi dari bahan-bahan organik dengan memanfaatkan bakteri merupakan proses dalam menghasilkan gas dalam biogas. *Anaerobic digestion* merupakan proses degradasi bahan organik yang tidak memerlukan oksigen dan gas

yang dihasilkan berupa metana (CH₄) sebesar lebih dari 50%. Gas lain yang terkandung dalam biogas yaitu karbon dioksida (CO₂), dan beberapa kandungan gas lain dengan presentase kecil antara lain *hydrogen sulfide* (H₂S) dan ammonia (NH₃) serta *hydrogen* dan (H₂), nitrogen sulphur, kandungan air (Saputri et.al., 2014).

Prinsipnya biogas dihasilkan dari hampir semua jenis material organik yang melalui proses produksi, akan tetapi untuk sistem biogas sederhana yang sesuai hanya menggunakan material organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urin (air kencing) hewan ternak (Rahayu et al, 2009). Dalam proses fermentasi akan menghasilkan gas metan dalam jumlah banyak bersama karbondioksida dan gas methan tersebut dapat dibakar. Gas methan merupakan gas yang tidak beracun, tidak ada bau dan tidak ada warna (Indartono, 2005).

2.4.1 Bahan Baku Biogas

Di Indonesia salah satu sektor usaha unggulan yang setiap tahun mengalami peningkatan yaitu sektor peternakan. Saat ini, permintaan terhadap produk hasil peternakan berupa daging, telur, dan susu juga mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Masyarakat pedesaan yang memelihara 2-5 ekor ternak merupakan sektor peternakan dalam skala usaha kecil. Dalam skala usaha besar peternak biasanya memelihara secara intensif dengan jumlah puluhan sampai ratusan ternak (Wahyuni,2011).

Tabel 2. Produksi Kotoran Ternak

Hewan Ternak	Berat Ternak (kg/ekor)	Jumlah Kotoran (kg/hari)
Sapi Potong	400	20
Sapi Perah	500	25
Ayam Petelur	2,0	0,06
Ayam Pedaging	1,5	0,045
Babi Dewasa	90	4,5
Domba	40	2

Sumber: Abdeshahian et al,2016

Data tabel diatas terlihat bahwa kotoran sapi menghasilkan kotoran ternak segar paling banyak diantara yang lainnya. Pengelolaan dengan baik merupakan salah satu solusi untuk

mengurangi dampak negatif limbah peternakan. Dalam menghasilkan energi dan pupuk organik dapat menggunakan limbah peternakan seperti kotoran padat dan cair sebagai bahan baku biogas. Umumnya, produksi biogas dari seekor sapi berkisar 600-1000 liter biogas per hari, sedangkan kebutuhan energi untuk memasak satu keluarga rata-rata 2000 liter biogas per hari. Merujuk hal tersebut dibutuhkan 2-3 ekor sapi guna memenuhi kebutuhan energi untuk memasak satu keluarga (Wahyuni, 2011).

Tabel 3. Potensi Produksi Gas

Ternak	TS (%)	Produksi Biogas (m³/kgTS)
Kotoran Sapi (segar)	25-30	0,6- 0,8
Kotoran Domba (segar)	18-25	0,3-0,4
Kotoran Unggas	10-29	0,3-0,8
Darah	18	0,3-0,6
Rumen	12-16	0,3-0,6

Sumber: Abdeshahian et.al,2016

Dampak positif lainnya sebagai solusi permasalahan lingkungan dan meningkatkan penghasilan peternak dengan melakukan pengelolaan limbah peternakan yang baik. Pupuk yang dihasilkan dari pengolahan limbah dapat digunakan sendiri atau bisa dijual (Wahyuni, 2011).

2.4.2 Komposisi Biogas

Biogas dihasilkan dari proses penguraian material organik dibantu mikroorganisme pada kondisi tanpa oksigen (*anaerob*) dalam memproduksi gas. Selama proses fermentasi imbalanced C/N sangat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Jika imbalanced C/N sebesar 25-30 maka mikroorganisme perombak dapat beraktivitas secara optimum. Produksi metana yang rendah dapat disebabkan imbalanced C/N tinggi pada bahan organik. Nitrogen dengan kadar yang rendah mempengaruhi imbalanced C/N tinggi. Perkembangbiakan mikroorganisme pengurai sangat membutuhkan nitrogen sebagai sumber energi. Bau busuk yang berlebihan ditimbulkan dari imbalanced C/N rendah yang menyebabkan nitrogen bebas dan berakumulasi dalam bentuk

amonia (Wahyuni, 2011). Beberapa bahan organik dengan rasio C/N yang berbeda-beda dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Rasio C/N Dari Beberapa Bahan Organik

Bahan	Rasio C/N
Kotoran Bebek	8
Kotoran Manusia	8
Kotoran Ayam	10
Kotoran Kambing	12
Kotoran Babi	18
Kotoran Domba	19
Kotoran Kerbau/sapi	24
Enceng Gondok	25
Kotoran Gajah	43
Batang Jagung	60
Jerami Padi	70
Jerami Gandum	90
Serbuk Gergaji	Diatas 200

Sumber: Wahyuni, 2011

Jenis bahan baku yang digunakan menentukan komposisi biogas yang dihasilkan. Biogas rata-rata menghasilkan gas dengan kadar metana sebesar 55-75 %. Penurunan kualitas dari pembakaran biogas dapat terjadi karena terdapat beberapa senyawa yang dihasilkan dengan sifat tersebut. Komposisi biogas dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Komposisi Penyusun Biogas

Jenis Gas	Volume (%)
Metana (CH ₄)	50-70
Karbondioksida (CO ₂)	30-50
Nitrogen (N ₂)	0,5-3
Hidrogen (H ₂)	1-5
Oksigen (O ₂)	0,1
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	Sedikit sekali

Sumber: Cordova et.al, 2022

Dalam pengaplikasiannya, untuk memanaskan dan menghasilkan energi listrik dapat menggunakan biogas sebagai gas *alternative*. Jumlah gas metan sangat mempengaruhi kemampuan biogas sebagai sumber energi. Pada produksi gas metan setiap 1 m³ sebanding

dengan 10 kwh dan sebanding dengan 0,6 *fuel oil*. Energi yang dihasilkan oleh biogas sebagai pembangkit tenaga listrik sebanding dengan 60-100 watt lampu durasi 6 jam penerangan.

Tabel 6. Nilai Kesetaraan Biogas dan Energi yang dihasilkan

Aplikasi	1 m³ setara dengan
Penerangan	60-100 watt lampu bohlam selama enam jam
Memasak	Dapat memasak tiga jenis bahan makanan untuk keluarga (5-6 orang)
Pengganti bahan bakar	0,7 kg minyak tanah
Tenaga	Dapat menjalankan satu motor tenaga kuda selama dua jam
Pembangkit tenaga listrik	Dapat menghasilkan 1,25 kwh listrik

Sumber: Kristoferson dan Bolkaders, 1991

Fenomena pemanasan global disebabkan oleh efek gas rumah kaca salah satunya dari gas metan (CH₄). Dampak yang ditimbulkan dari gas metan 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas karbondioksida (CO₂). Dalam mengatasi masalah global, terutama efek gas rumah kaca yang berakibat pada perubahan iklim dibutuhkan upaya positif dalam pengurangan gas metan secara lokal (Wahyuni, 2008).

2.4.3 Proses Biologis Terbentuknya Biogas

Proses pembusukan dari material organik dengan bantuan mikroorganisme dalam keadaan anaerob merupakan proses produksi biogas. Material organik yang digunakan seperti limbah berupa feses hewan, manusia, dan sampah organik domestik. Mikroorganisme melalui proses fermentasi melakukan proses produksi gas dengan material organik tersebut (Haryati, 2006). Waktu yang dibutuhkan dalam proses fermentasi 7 sampai 10 hari pada suhu optimum 35 °C dan pH optimum pada range 6,4 – 7,9 untuk menghasilkan biogas. Bakteri anaerob seperti Methanobacterium, Methanobacillus, Methanococcus dan Methanosarcina merupakan bakteri pembentuk biogas (Wahyuni, 2011). Melalui empat tahap dalam proses kerja mikroorganisme untuk mengubah bahan organik menjadi biogas Khalid et.al (2011), yaitu:

a. Hidrolisis (Pemecahan Polimer)

Tahap awal dari proses fermentasi yaitu hidrolisis. Tahap ini bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa asam organik, glukosa, etanol, CO₂ dan senyawa hidrokarbon lainnya merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis. Mikroorganisme sebagai sumber energi akan memanfaatkan senyawa ini untuk melakukan aktivitas fermentasi.

b. Asidogenesis (Pembentukan Asam)

Komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap awal menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam yang disebut tahap pengasaman. Asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol, dan sedikit butirat, gas karbon dioksida, hydrogen, dan ammonia merupakan produk akhir dari gula-gula sederhana yang dihasilkan pada tahap ini.

c. Asetogenesis (Pembentukan Asam)

Bakteri asetogenik (bakteri yang memproduksi asetat dan H₂) seperti *Syntrobacter wolinii* dan *Syntrophomas wolfie* mengubah asam propionat, asam butirat dan etanol menjadi asam asetat. Tahap ini terjadi akibat adanya proses fermentasi karbohidrat yang diproduksi menjadi H₂, CO₂ dan asam asetat..

d. Metanogenesis (Pembentukan Methan)

Produk lanjutan dari tahap pengasaman seperti gas metan, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas dihasilkan dari bakteri metanogen seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methano bacterium* (Wahyuni, 2013).

Tabel 7. Jenis Bakteri Methanogenik

Bakteri	Substrat
Methanobacterium Formicum	CO, H ₂ , HCHO
Methanobacterium Omelianski	Alkohol Primer dan Sekunder
Methanobacterium Sohngeniei	Asetat, Butirat
Methanobacterium Suboxydans	Butirat, Valerat, Kaproat
Methanobacterium Mazei	Asetat, Butirat
Methanobacterium Vanielli	Format, H ₂
Methanobacterium Methanica	Asetat, Butirat
Methanobacterium Karkerii	Methanol, Asetat, Format, HCHO
Methanobacterium Barkerii	H ₂ + CO ₂ , Methanol, Asetat
Methanobacterium Thermoautotrophicum	H ₂ + CO ₂

Sumber: Basuki, 2000

Salah satu faktor kunci dalam menentukan keberhasilan pada proses penanganan limbah cair organik secara biologi yaitu mikroba. Berbagai tahapan dalam perombakan material organik membutuhkan keberadaan mikroba tersebut. Menurut Basuki (2000) terdapat dua jenis bakteri yang sangat berpengaruh dalam perombakan ini, yaitu:

1. Bakteri pembentuk asam

Bakteri ini mampu merombak karbohidrat kompleks, termasuk selulosa, hemiselulosa, protein dan lipida. Bakteri tersebut yaitu Escherichia, Aerobacter, Pseudomonas dan Flavobacterium alcaligenes,.

2. Bakteri pembentuk gas metan

Bakteri ini melakukan sintesa terhadap gas hidrogen dan CO₂ sehingga menghasilkan gas metan.

2.4.4 Proses Pembuatan Biogas

Kotoran ternak ruminansia besar, ruminansia kecil, unggas dan ternak lainnya merupakan material organik dalam pembuatan biogas dari limbah peternakan. Prinsipnya proses terbentuknya biogas dari material tersebut sama dengan material lainnya (Wahyuni, 2011). Adapun tahapan dalam pembuatan biogas dari material kotoran sapi dengan model digester *fixed dome* yaitu:

1. Persiapkan kotoran ternak segar (2-3 hari)

2. Campurkan air dengan perbandingan kotoran dan air adalah 1: 1, setelah itu diaduk. Hasil campuran masukkan ke dalam digester. Awal proses isian material dimasukkan sampai batas optimal pada outlet
3. Selama 7-14 hari didiamkan terlebih dahulu
4. Hari ke 14 dilakukan pengeluaran gas pertama yang terkumpul dibagian atas kubah digester hingga bau gas tidak terdeteksi.
5. Pengisian bahan (kotoran ternak) yang dicampur dengan air dengan perbandingan yang sama ke dalam digester dilakukan setiap hari
6. Untuk mendeteksi adanya biogas yang terbentuk, alat kontrol gas yang terpasang dilakukan pengecekan secara rutin.
7. Pestisida, disinfektan, air detergen dan air sabun dilarang dimasukkan ke dalam digester biogas

2.4.5 Unit Pembuatan Biogas

Dalam proses pembuatan biogas biodigester merupakan komponen utama dalam menunjang keberhasilan terbentuknya gas pada proses yang berlangsung. Biodigester merupakan tempat dimana material organik diurai oleh bakteri secara anaerob (tanpa udara) menjadi gas CH_4 dan CO_2 . Biodigester harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses fermentasi anaerob dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya, biogas dapat terbentuk pada 4-5 hari setelah digester diisi. Produksi biogas yang banyak umumnya terjadi pada 20-25 hari dan kemudian produksinya turun jika biodigester tidak diisi kembali (Suyitno et.al, 2010).

2.4.5.1 Pertimbangan Dalam Pembuatan Biodigester

Didalam proses pembangunan instalasi biogas harus dilakukan secara seksama sehingga terhindar dari kesalahan konstruksi yang akan berpengaruh terhadap produksi biogas. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembangunan biodigester (Wahyuni, 2011), yaitu:

1. Menentukan Lokasi Penempatan Digester Biogas

Langkah awal dalam membangun instalasi biogas adalah menentukan lokasi yang tepat agar produksi biogas dapat berjalan optimal. Ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi penetapan digester, diantaranya jarak digester dengan sumber bahan baku, sumber air dan tempat pemakaian biogas.

Dalam meminimalisasi risiko kebocoran gas dan biaya pemasangan instalasi pipa yang tinggi, sebaiknya tempat pemakaian biogas berdekatan dengan lokasi penempatan digester. Jarak antara digester dan letak penempatan kompor di dapur kurang lebih 20 m. Kondisi lahan juga penting untuk diperhatikan. Luas minimum lahan sekitar 18 m² dengan permukaan yang datar serta struktur tanah yang padat dan kompak. Untuk mencegah genangan air, sebaiknya lokasi penempatan lebih tinggi dari areal sekitarnya.

2. Menentukan Ukuran Digester

Ukuran digester biogas ditentukan berdasarkan jumlah bahan baku yang tersedia setiap hari, jangka waktu penyimpanan, dan presentase penyimpanan gas. Biasanya bahan baku yang dimasukkan ke dalam digester mengalami fase fermentasi selama 40 hari. Tempat pengolahan juga harus dapat menampung 40% gas yang diproduksi dalam jangka waktu 24 jam. Pemilihan digester biogas juga harus disesuaikan dengan kebutuhan energi per hari, sehingga tidak ada gas yang terbuang.

Pada prinsipnya digester yang dibangun memiliki ukuran yang terlalu kecil, maka digester tidak dapat menampung seluruh kotoran yang dihasilkan setiap harinya. Sebaliknya, jika ukuran digester terlalu besar, maka gas yang diproduksi tidak maksimal sehingga tekanan yang dihasilkan tidak cukup besar untuk mendorong kotoran lumpur yang telah terfermentasi (*sludge*) keluar melalui *outlet*. Akibatnya, *sludge* akan menempati ruang penampung gas dan bercampur dengan gas yang dihasilkan.

Tabel 8. Volume dan Produksi Biogas

Kapasitas Digester (m³)	Jumlah kebutuhan bahan per hari (kg)	Waktu Digesterifikasi (hari)	Produksi gas per hari (m³)
4	25	80	1,4
6	40	75	1,8
8	48	83	2,2
10	60	83	3,1
15	90	83	4,2

Sumber: Semin et al (2014)

3. Memilih Jenis Digester

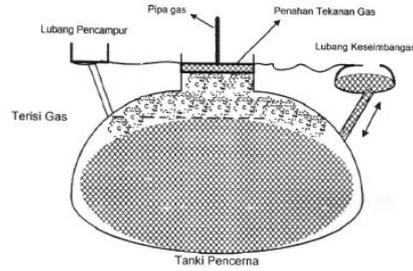
Digester yang banyak digunakan di negara berkembang pada umumnya berupa tangki tertutup yang kedap udara. Model digester bermacam-macam tergantung dari jenis bahan baku yang digunakan, temperatur dan bahan konstruksi. Bahan baku konstruksi yang lazim ditemukan untuk membuat digester adalah batu bata, baja, beton, plastik dan *fiber glass*.

Menurut Suyitno, et.al (2010) Dari segi konstruksi, digester dibedakan menjadi:

a. *Fixed dome* (kubah tetap).

Digester jenis ini mempunyai volume tetap. Seiring dengan dihasilkannya biogas, terjadi peningkatan tekanan dalam reaktor (biodigester). Karena itu, dalam konstruksi biodigester jenis kubah tetap, gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor. Indikator produksi gas dapat dilakukan dengan memasang indikator tekanan. Umumnya, digester jenis ini dibangun di dalam tanah

Dengan bahan konstruksi berupa batu bata, batu, pasir dan semen. Desain digester ini dibuat sedemikian rupa sehingga kedap udara (Wahyuni, 2011).

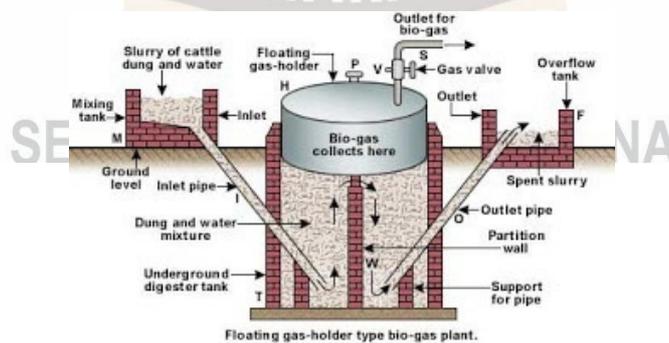


Gambar 1. Digester jenis kubah tetap (*fixed dome*)

(Sumber: Suyitno, et al, 2010)

b. Floating drum (Kubah Apung)

Digester tipe ini terdapat bagian reaktor yang dapat bergerak seiring dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian kubah dapat dijadikan indikasi bahwa produksi biogas sudah dimulai atau sudah terjadi. Bagian yang bergerak tadi juga berfungsi sebagai pengumpul biogas. Dengan model ini, kelemahan tekanan gas yang berfluktuasi pada reaktor biodigester jenis kubah tetap dapat diatasi sehingga tekanan biogas dapat dijaga konstan. Kelemahannya adalah membutuhkan ketrampilan khusus untuk membuat tampungan gas yang dapat bergerak. Kelemahan lainnya yaitu material dari tampungan biogas yang dapat bergerak juga harus dipilih dari material yang tahan korosi dan otomatis harganya lebih mahal.



Gambar 2. Digester jenis kubah apung (*floating dome*)

(Sumber: Suyitno, et.al, 2010)

c. Digester *Fiber Glass*

Digester ini terbuat dari bahan *fiber glass* sehingga lebih efisien dalam penanganannya dan mudah dipindahkan. Digester ini hanya terdiri dari satu bagian, yaitu sumur pencernaan yang berfungsi ganda sebagai tempat fermentasi dan penyimpan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruang tanpa sekat. Saat ini, digester *fiber glass* banyak digunakan untuk skala rumah tangga dan industri.

Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dari beberapa macam digester yang telah berkembang di Indonesia (Wahyuni, 2011) sebagai berikut:

Tabel 9. Kelemahan dan Kelebihan Beberapa Jenis Digester

Beton/Bata	Fiber Glass	Plastik
Pembangunan harus teliti, membutuhkan waktu lama dalam pembangunannya	Produk pabrik, sistem knock down sangat kedap udara, waktu pemasangan singkat	Konstruksi sederhana, waktu pasang singkat
Tidak dapat dipindahkan	Dapat dipindah, mudah direnovasi	Dapat dipindah tetapi cukup berisiko
Jika terjadi kebocoran susah untuk dideteksi	Jika terjadi kebocoran mudah dideteksi dan diperbaiki	Jika terjadi kebocoran sulit diperbaiki
Biaya konstruksi agak mahal	Biaya konstruksi agak mahal	Biaya konstruksi murah
Operasional mudah, kotoran langsung disalurkan ke dalam reaktor	Operasional mudah, kotoran langsung disalurkan ke dalam reaktor	Operasional agak rumit, kotoran dimasukkan dengan tangan
Daya tahan tergantung pada pembuatan	Daya tahan kuat, kuat segala cuaca, tahan 10-15 tahun	Daya tahan sangat kurang dan mudah rusak

Menurut Suyitno, et.al (2010) dari segi aliran bahan baku untuk reaktor biogas, biodigester dibedakan menjadi:

1. Bak (*batch*)

Biodigester jenis bak, bahan baku ditempatkan di dalam suatu wadah (bak) dari sejak awal hingga selesainya proses *digestion*. *Biodigester* jenis ini umumnya digunakan pada tahap

eksperimen untuk mengetahui potensi gas dari limbah organik atau digunakan pada kapasitas biogas yang kecil.

2. Aliran (*continuous*)

Biodigester jenis mengalir ini, aliran bahan baku dimasukkan dan residu dikeluarkan pada selang waktu tertentu. Lamanya bahan baku berada dalam reaktor *digester* disebut dengan waktu retensi (*retention time/RT*).

2.4.5.2 Kondisi Biodigester Yang Baik

Tujuan utama dari pembuatan *biodigester* adalah membuat suatu tempat kedap udara supaya bahan organik dapat terurai secara biologi yaitu dengan bantuan bakteri alami. Hasil dari proses penguraian bahan organik tersebut dapat dihasilkan gas yang mengandung CH₄ dengan konsentrasi yang tinggi (Suyitno et.al, 2010). Untuk itu pada saat membuat *biodigester*, maka perlu diperhitungkan beberapa hal, yaitu:

1. Lingkungan *anaerob*

Biodigester harus tetap dijaga dalam keadaan *anaerob* yaitu tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen (O₂). Udara mengandung O₂ sebanyak 21 vol% sehingga jika memasuki *biodigester* dapat menyebabkan penurunan produksi metana. Penyebabnya adalah bakteri alami untuk proses penguraian bahan organik yang membutuhkan kondisi kedap udara, sehingga jika terdapat udara yang mengandung O₂ menyebabkan bakteri berkembang secara tidak sempurna.

2. Temperatur dalam *biodigester*

Di Indonesia sebagai negara tropis dalam proses fermentasi pembuatan biogas membutuhkan bakteri *mesophilic* yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur 35-37°C. Untuk itu, *biodigester* yang dibangun di Indonesia tidak perlu dipanasi. *Biodigester* yang dibangun di dalam tanah juga mempunyai keuntungan tersendiri, yaitu temperatur dalam *biodigester* cenderung konstan sehingga baik untuk pertumbuhan bakteri. Temperatur

dimana bakteri ini bekerja secara optimum adalah pada 35-45°C. Menurut Khalid et.al (2011) pada proses biodegradasi, temperatur harus di bawah 65°C karena di atas 65°C terjadi denaturasi enzim. Namun, kondisi termofilik memiliki keunggulan tertentu, seperti laju degradasi sampah organik yang lebih cepat, produksi biomassa dan gas yang lebih tinggi, lebih sedikit viskositas limbah dan penghancuran patogen yang lebih tinggi.

3. Derajat Keasaman dalam biodigester

Bakteri alami pengurai bahan organik dapat berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam, yaitu pH antara 6,6-7,0. Derajat keasaman dalam biodigester sangat dipengaruhi oleh bahan baku yang berupa bahan organik. Hal ini disebabkan pada tahap awal fermentasi dapat terbentuk asam, maka pH akan turun.

4. Kebutuhan Nutrisi

Bakteri fermentasi membutuhkan beberapa bahan nutrisi tertentu dan sedikit logam. Kekurangan salah satu nutrisi atau bahan logam yang dibutuhkan dapat memperkecil proses produksi metana.

5. Kadar Padatan (TS)

Tiap jenis bakteri memiliki nilai “kapasitas kebutuhan air” tersendiri. Bila kapasitasnya tepat, maka aktivitas bakteri juga akan optimal. Proses pembentukan biogas mencapai titik optimum bila konsentrasi bahan kering terhadap air adalah 7%-9%.

6. Pengadukan

Pada digester yang besar, sistem pengaduk menjadi sangat penting. Tujuannya untuk mengurangi pengendapan dan menyediakan populasi bakteri yang seragam sehingga tidak terdapat lokasi yang “mati” dimana tidak terjadi proses *digestion* karena tidak terdapat bakteri.

7. Pengaruh Starter

Starter yang mengandung bakteri methanogen diperlukan untuk mempercepat proses fermentasi anaerob.

2.4.6 Pemeliharaan dan Perawatan Instalasi Biogas

Perawatan yang paling penting untuk alat penghasil biogas yaitu menjaga kebersihan dan menjaga kalau terjadi kebocoran. Jika timbul kebocoran, perlu cepat dilakukan penambalan agar gas tidak terbuang percuma. Pembersihan alat dilakukan setiap enam bulan sekali. Hal ini penting dilakukan karena dasar lubang tabung mudah timbul kerak kotoran dan mudah berkarat (Setiawan, 2007).

Ada beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pemeliharaan dan perawatan instalasi biogas sehingga dapat digunakan secara kontinyu dan meminimalisasi kerusakan (Tarigan et al,2010). Adapun langkah-langkah tersebut sebagai berikut:

1. Hindarkan reaktor/instalasi dari gangguan anak-anak, tangan jahil, ataupun dari ternak yang dapat merusak reaktor/instalasi dengan cara memagar dan memberi atap supaya air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor
2. Isilah selalu pengaman gas dengan air sampai penuh. Jangan biarkan sampai kosong karena gas yang dihasilkan akan terbuang melalui pengaman gas
3. Apabila reaktor tampak mengencang karena adanya gas tetapi gas tidak mengisi penampung gas, maka luruskan selang dari pengaman gas sampai reaktor, karena uap air yang ada di dalam selang dapat menghambat gas mengalir ke penampung gas. Lakukan hal tersebut sebagai pengecekan rutin
4. Cegah air masuk ke dalam reaktor dengan menutup tempat pengisian disaat tidak ada pengisian reaktor
5. Berikan pemberat di atas penampung gas (misalnya dengan karung-karung bekas) supaya mendapatkan tekanan di saat pemakaian

6. Bersihkan kompor dari kotoran saat memasak ataupun minyak yang menempel

2.4.7 Hasil Samping Biogas

Proses produksi biogas akan dihasilkan limbah atau sisa bahan organik. Limbah dari digester biogas tersebut ternyata memiliki nilai manfaat yang cukup tinggi, yaitu dapat dijadikan sebagai pupuk organik. Bahkan pupuk tersebut dapat langsung digunakan untuk memupuk tanaman (Wahyuni,2011).

Limbah biogas merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin, dan lain-lain tidak dapat digantikan oleh pupuk kimia. Pupuk organik dari biogas telah dicobakan pada tanaman jagung, bawang merah, dan padi.

Limbah yang keluar dari *digester* biogas berbentuk lumpur yang mengandung cairan dan padatan. Limbah tersebut umumnya disebut dengan istilah *sludge*. Limbah tersebut akan keluar secara otomatis ketika *digester* diisi dengan bahan organik yang baru. Limbah dari *digester* untuk sementara akan mengalir ke bak penampungan melalui lubang pengeluaran digester. Limbah yang keluar dari *digester* dapat diolah menjadi pupuk cair dan pupuk padat. Kedua jenis pupuk tersebut bersifat organik. Untuk menghasilkan kedua pupuk tersebut cukup mudah.

1. Pupuk Cair Organik

Adapun proses mendapatkan pupuk cair organik dari limbah instalasi biogas adalah sebagai berikut:

- a. Ambil *sludge* dengan menggunakan ember
- b. Tampung dalam wadah penampungan yang lebih besar, dapat berupa tong plastik
- c. Terlebih dahulu lakukan penyaringan sehingga yang tersaring hanya cairan, sementara padatan dipisahkan. Biarkan cairan yang sudah disaring selama 2 hari agar partikel-partikel mengendap sehingga cairan yang dihasilkan lebih bening seperti air teh

- d. Cairan bening tersebut dapat ditambahkan dengan rempah seperti tepung jahe, kunyit atau bahan alami lainnya yang dapat berfungsi sebagai pestisida nabati. Pupuk cair pun siap digunakan atau dapat dikemas

2. Pupuk Padat Organik

Sementara itu, proses pembuatan pupuk padat organik dari limbah *digester* biogas adalah sebagai berikut:

- a. Saring *sludge*, terutama limbah padat, dan masukkan dalam bak penampungan. Biarkan sekitar 7 hari atau hingga kering
- b. Tambahkan *starter* seperti EM4 atau stardex, lalu lakukan pengadukan agar *starter* tercampur merata dengan bahan, biarkan beberapa hari
- c. Lakukan pembalikan pada hari ke-14 dan ke-28
- d. Setelah 4-5 minggu, sudah menjadi pupuk organik padat dan siap digunakan.

2.4.8 Biogas dan Aplikasinya

Pada prinsipnya dalam memanfaatkan limbah ternak menjadi biogas, diperlukan beberapa syarat yang terkait dengan aspek teknis, infrastruktur, manajemen dan sumber daya manusia. Jika faktor tersebut dapat dipenuhi, maka pemanfaatan limbah ternak menjadi biogas sebagai penyedia energi di pedesaan dapat berjalan dengan optimal (Kaharudin dan Sukmawati, 2010).

Pada prinsipnya terdapat sepuluh faktor utama yang dapat mempengaruhi optimasi pemanfaatan limbah ternak menjadi biogas (Kaharudin dan Sukmawati, 2010) yaitu:

a. Ketersediaan Ternak

Jenis, jumlah dan sebaran ternak disuatu daerah dapat menjadi potensi bagi pengembangan biogas. hal ini karena biogas dijalankan dengan memanfaatkan kotoran ternak. Untuk menjalankan biogas skala individu atau rumah tangga diperlukan kotoran ternak 2-4 ekor sapi dewasa.

b. Kepemilikan Ternak

Jumlah ternak yang dimiliki oleh peternak menjadi dasar pemilihan jenis dan kapasitas biogas yang dapat digunakan. Bila ternak sapi dewasa yang dimiliki lebih dari 4 ekor, maka dapat dipilih biogas dengan kapasitas yang lebih besar (berbahan fiber atau semen) atau beberapa biogas skala rumah tangga.

c. Pola Pemeliharaan Ternak

Ketersediaan kotoran ternak perlu dijaga agar biogas dapat berfungsi optimal. Kotoran ternak lebih mudah didapatkan bila ternak dipelihara dengan cara dikandangkan dibandingkan dengan cara digembalakkan.

d. Ketersediaan Lahan

Untuk membangun biogas diperlukan lahan disekitar kandang yang luasnya bergantung pada jenis dan kapasitas biogas. Lahan yang dibutuhkan untuk membangun reaktor biogas skala terkecil (skala rumah tangga) adalah 14 m².

e. Tenaga Kerja

Untuk mengoperasikan biogas diperlukan tenaga kerja yang berasal dari peternak/pengelola itu sendiri. Hal ini penting untuk mengingat biogas dapat berfungsi optimal bila pengisian kotoran ke dalam reaktor dilakukan dengan baik serta dilakukan perawatan peralatannya.

f. Manajemen limbah/kotoran

Manajemen limbah/kotoran terkait dengan penentuan komposisi padat-cair kotoran ternak yang sesuai untuk menghasilkan biogas, frekuensi pemasukan kotoran, dan pengangkutan atau pengaliran kotoran ternak ke dalam reaktor. Bahan baku reaktor biogas adalah kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1:3. Frekuensi pemasukan kotoran ternak dilakukan setiap satu atau dua hari sekali. Pemasukan kotoran ini dapat dilakukan dengan cara diangkut atau melalui saluran.

g. Kebutuhan Energi

Sumber energi dari biogas dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan jika ketersediaan sumber energi lain terbatas. Bila sumber energi lain tersedia maka peternak dapat diarahkan untuk mengolah kotoran ternaknya menjadi kompos.

h. Jarak (kandang-reaktor-rumah)

Agar pemanfaatan energi biogas dapat optimal sebaiknya antara kandang, reaktor dan rumah tidak terlampau jauh.

i. Pengelolaan Hasil Samping

Pengelolaan hasil samping biogas ditujukan untuk memanfaatkannya menjadi pupuk cair dan pupuk padat (kompos).

j. Sarana Pendukung

Sarana pendukung berupa peralatan kerja digunakan untuk mempermudah/meringankan pekerjaan/perawatan instalasi biogas.

Selain sepuluh faktor di atas, kemauan peternak/pelaku untuk menjalankan instalasi biogas dan merawatnya serta memanfaatkan energi biogas menjadi modal utama dalam pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas.

Terdapat beberapa aspek-aspek lainnya yang mempengaruhi dalam pengembangan teknologi biogas. Aspek-aspek tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

SEKOLAH PASCASARJANA

Tabel 10. Persyaratan Pengembangan Biogas Menurut Sulaeman (2008) dan Wiji (2010)

No	Parameter	Syarat	
		Sulaeman (2008)	Andreas (2010)
1	Teknis		
	a. Kondisi lahan	Sesuai untuk peralatan biogas	-
	b. Ketersediaan lahan	Luasan lahan 18m ³	-
	c. Ketersediaan ternak	2 ekor sapi	2 ekor sapi
	d. Pemeliharaan ternak	Dikandangkan	Intensif
	e. Jarak(kandang-biogas-rumah)	Terjangkau	20-30 m
	f. Energi lain (listrik, minyak tanah,kayu bakar,elpiji)	Tidak ada	-
	g. Peralatan dan sarana	Mudah	-
	h. Cara aplikasi	Bisa berjalan dengan baik	Mudah
	i. Alih teknologi	Ada program Pemda Setempat	-
	j. Tanggapan dari Pemda setempat		Ada dukungan pemerintah setempat
2	Ekonomi		
	a. Biaya aplikasi	Terjangkau	-
	b. Pengaruh pada pendapatan	Nyata	Ada nilai tambah
	c. Pemanfaatan/pemasaran hasil	Mudah	Mudah
3	Sosial		
	a. Kesesuaian terhadap budaya/kebiasaan	Tidak bertentangan	Masyarakat mau menerima
	b. Ketersediaan tenaga kerja	Mampu dan cukup	Cukup
	c. Persepsi dan minat menggunakan biogas	>60 persen	-
	d. Kecenderungan membiayai sendiri penggunaan biogas	>60 persen	-
4	Manajemen		
	a. Pengelolaan biogas	Ada pengelola	Dibentuk
	b. Akses ke sumber biaya/modal	Akses mudah	kelompok Akses mudah
5	Lingkungan		
	a. Dampak	Tidak ada dampak negatif	Mengurangi pencemaran
	b. <i>Zero Waste</i>	Terpenuhi	

2.5 Aspek Ekologi/Lingkungan Pemanfaatan Biogas

2.5.1 Sistem Tanam Ternak dengan Pendekatan Konsep *Zero Waste*

Konsep pertanian terpadu telah diterapkan di Indonesia sejak petani mengenal pertanian. Pada tahun 1970-an mulai diperkenalkan sistem usahatani terpadu yang didasarkan pada hasil-hasil pengkajian dan penelitian dan kemudian secara bertahap muncul istilah-istilah pola tanam (*cropping pattern*), pola usahatani (*cropping system*) sampai akhirnya muncul istilah sistem usahatani (*farming system*), dan akhirnya muncul istilah sistem tanam ternak (*crop livestock system-CLS*) (Wahyuni, 2017).

Pola integrasi antara tanaman dan ternak merupakan perpaduan antara kegiatan peternakan dan pertanian. Pola ini sangat menunjang dalam penyediaan pupuk kandang di lahan pertanian, sehingga pola ini sering disebut dengan pola peternakan tanpa limbah. Hal ini dikarenakan limbah peternakan digunakan untuk pupuk, sedangkan limbah pertanian digunakan untuk pakan ternak. Integrasi antara hewan ternak dan tanaman dimaksudkan untuk memperoleh hasil usaha yang optimal, dan dalam rangka memperbaiki kondisi kesuburan tanah. Interaksi antara ternak dan tanaman harus saling melengkapi, mendukung dan saling menguntungkan, sehingga dapat mendorong peningkatan efisiensi produksi dan meningkatkan keuntungan hasil usaha tani (Atmojo, 2007).

Saat ini di Indonesia telah dikembangkan di beberapa daerah integrasi tanaman ternak antara sapi dan padi dengan konsep *zero waste production system* yaitu seluruh limbah dari ternak dan tanaman didaur ulang dan dimanfaatkan kembali ke dalam siklus produksi. Energi biogas yang dihasilkan akan dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari seperti memasak, lampu penerangan, genset, dll. Keluaran limbah biogas (*sludge/slurry*) yang berbentuk padat dimanfaatkan sebagai kompos, dan yang berbentuk cairan dimanfaatkan menjadi pupuk cair untuk tanaman (Direktorat Jenderal Peternakan, 2010).

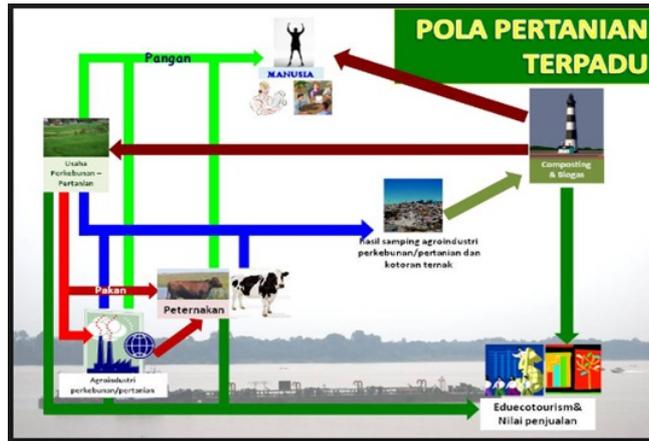
Dengan menerapkan sistem integrasi tanam ternak pengalokasian sumberdaya secara optimal, produksi dan pendapatan yang diperoleh petani dapat meningkat. Dengan kata lain, konsep integrasi usaha tani ini bertujuan meningkatkan pendapatan petani. Selain itu, dampak dari peningkatan pendapatan ini dapat meningkatkan kesejahteraan petani yaitu peningkatan barang konsumsi untuk kepuasan hidup, peningkatan status sosial dan peningkatan kebahagiaan. Dengan kondisi perekonomian yang semakin membaik maka berdampak pula pada perkembangan pertanian. Hal ini sebagai bentuk dukungan pada petani untuk tetap berusahatani dikarenakan dengan adanya integrasi usahatani ini dapat meningkatkan taraf hidup petani.

Tabel 11. Potensi Limbah Pertanian Untuk Pakan Ternak

No	Komoditas	Potensi
1	Jagung	
	- Bobot daun di bawah tongkol	2,2 – 2,6 ton/ha
	- Bobot brangkasan diatas tongkol	1,3 – 2,0 ton/ha
	- Tongkol (ratio to product ratio/RPR=0,273)	1,6 ton/ha
2	Padi	3,78 – 5,1 ton/ha
3	Kelapa Sawit	10,011 ton/ha/tahun

Catatan: konsumsi pakan setiap 1 unit ternak (UT) adalah 35%

Faktor keberhasilan dalam pengembangan pola integrasi tanaman ternak seperti sapi dan padi sangat ditentukan oleh kapasitas sumberdaya peternak. Dalam pelaksanaan pengembangan kapasitas peternak yaitu dengan menumbuhkan kesadaran para peternak dalam setiap aktivitas pengembangan peternakan seperti peternak sapi, dilakukakn dari, oleh, dan untuk peternak. Pelaksanaan pengembangan peternak dengan nuansa partisipatif, sehingga prinsip kesetaraan, transparansi, tanggung jawab, akuntabilitas, serta kerjasama, menjadi muatan-muatan baru dalam pemberdayaan peternak (Abdullah et al, 2015).



Gambar 3. Konsep Pola Pertanian Terpadu

Sumber : <https://ekabees.wordpress.com/integrated-farming-system/>

Aktivitas *Zero Waste* sendiri dapat diartikan sebagai "... sebuah aktivitas dengan meniadakan limbah dari suatu proses produksi dengan cara mengelola proses produksi yang terintegrasi dengan minimisasi, segregasi dan pengolahan limbah" (Sulaeman, 2008).

Berdasarkan pengertian di atas dinyatakan bahwa pelaku industri harus berupaya untuk meminimalkan limbah yang dihasilkan dan apabila masih tetap dihasilkan limbah maka diupayakan pengolahan dan menghasilkan produk yang aman tetapi memiliki nilai ekonomis. Jika dilihat dari proses produksi perlu dilakukan upaya aktivitas pencegahan pencemaran (*pollution prevention*) meliputi keseluruhan dari proses produksi seperti memilih bahan baku yang murni, menggunakan alat proses yang efisien-efektif dalam pemakaian bahan-energi-air, melakukan perawatan peralatan untuk optimalisasi proses, dan SDM yang cakap dalam proses produksi dan mengelola lingkungan (Sulaeman, 2008).

Dalam melakukan proses meniadakan limbah dilakukan dengan dua cara yaitu Pertama, proses produksi yang efisien-efektif dijalankan dengan dukungan faktor pendukung produksi yang juga optimum. Secara teoritis dan praktis hal yang tidak mungkin dilakukan dengan meniadakan 100% limbah dari proses produksi. Dengan tingkat efisiensi-efektivitas yang paling optimum sekalipun, limbah tetap dihasilkan, tetapi kuantitasnya sangat sedikit. Jumlah limbah yang sedikit ini harus dilakukan pengelolaan dengan baik agar tidak mencemari

lingkungan. Kedua, dilakukan pengolahan limbah yang dihasilkan jika terdapat keterbatasan dalam mencapai kondisi efisien-efektif dalam proses produksi. Dengan dilakukan pengolahan maka secara aktual limbah menjadi tidak ada. Persepsi yang lebih baik adalah jika limbah sudah dipandang sebagai bahan baku untuk memproduksi barang tertentu yang tentu bernilai ekonomis (Sulaeman, 2008).

2.5.2 Reduksi Gas Rumah Kaca

2.5.2.1 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca merupakan istilah yang saat ini muncul seiring dengan menggemanya isu pemanasan global dan perubahan iklim yang dampaknya telah dirasakan di berbagai wilayah Indonesia. Istilah gas rumah kaca muncul untuk menggambarkan fungsi dari atmosfer bumi seperti rumah kaca yang berfungsi sebagai penahan panas untuk keluar dari sistem sehingga mengakibatkan perubahan suhu bumi. Pada kisaran panjang gelombang tampak gas-gas rumah kaca memiliki kemampuan untuk meneruskan hampir 90% radiasi matahari.

Inframerah merupakan salah satu bentuk perubahan dari keseluruhan radiasi matahari yang masuk ke bumi menjadi gelombang panjang. Radiasi inframerah merupakan keseluruhan radiasi yang telah dipancarkan oleh benda-benda bumi. Dalam prosesnya gas-gas rumah kaca ini dapat dimasuki oleh radiasi surya, akan tetapi untuk radiasi inframerah tidak diijinkan keluar. Akibatnya, adanya akumulasi energi radiasi di Bumi sehingga suhu bumi mengalami peningkatan. Bumi mengalami proses penyerapan sebagian energi matahari dan sisanya dipantulkan kembali. Gas rumah kaca pada lapisan troposfer bumi memiliki kemampuan untuk memancarkan sebagian besar radiasi matahari, tetapi juga memiliki kemampuan untuk menahan radiasi inframerah yang terkandung dalam pantulan tersebut. Ketika gas rumah kaca menyelimuti Bumi dengan kadar yang berlebihan, pantulan radiasi inframerah akan terperangkap di atmosfer sehingga suhu bumi mengalami peningkatan yang lebih panas daripada suhu normal dalam jangka waktu yang lama (Cengel, 1997).

Dalam laporan IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*) mengatakan bahwa pada abad ke-20 Bumi mengalami kenaikan suhu sebesar 0,6°C dibandingkan dengan suhu tahun 1750 pada masa awal industrialisasi. Suhu Bumi diperkirakan akan terus meningkat pada tahun 2100 hingga 2°C dengan rata-rata peningkatan sebesar 0,1°C - 0,2°C/decade selama 5 dekade kedepan (IPCC,1997). Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan yang kecil dari angka-angka peningkatan suhu Bumi tanpa disadari akan merugikan bagi kelanjutan hidup manusia.

Dalam laporan IPCC sumber emisi gas rumah kaca dapat dikelompokkan menjadi enam kategori antara lain energi, proses industri, penggunaan zat pelarut dan produk-produk lainnya, sektor pertanian, tata guna lahan dan kehutanan, serta limbah (IPCC,2006). Sektor pertanian memberikan emisi $\leq 1/5$ dari total emisi global, dengan besar sumbangan emisi CH₄ dan N₂O sekitar 18%. Sedangkan sisanya disumbang oleh sektor energi, transportasi dll sebesar 68%. Berbagai upaya dilakukan dalam sektor pertanian dan diharapkan mampu menurunkan emisi gas rumah kaca setara 1,2 – 3,2 GT/C per tahun. Adapun gas-gas yang tergolong sebagai gas rumah kaca yaitu karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogenoksida (N₂O), hidroflorokarbon (HFC), perflorokarbon (PFC) dan sulfurheksaklorida (SF₆). Keenam gas rumah kaca tersebut merupakan gas-gas berdasarkan Protokol Kyoto yang dianggap bertanggung jawab dalam peningkatan pemanasan global. Gas-gas tersebut memiliki potensi dalam pemanasan global dengan memperhitungkan potensi CO₂ atau dikenal sebagai *Global Warming Potential* (GWP). GWP merupakan besaran efek radioaktif gas rumah kaca jika dibandingkan dengan CO₂ (Purwanta, 2009). GWP menunjukkan sekian ton CO₂ setara dengan satu ton gas rumah kaca lainnya.

Tabel 12. Jenis-jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global

Gas Rumah Kaca	Rumus Kimia	Nilai Potensi Pemanasan Global
Karbondioksida	CO ₂	1
Metana	CH ₄	23
Dinitrogen Oksida	N ₂ O	296

Sumber: IPCC, 2006

Dalam pemanasan global kegiatan di sektor pertanian memberikan kontribusi besar dalam emisi gas rumah kaca. Penyiraman pupuk secara periodik pada lahan pertanian menghasilkan jumlah emisi yang tidak sedikit. Total emisi di sektor pertanian untuk pupuk dan peternakan menyumbang emisi gas rumah kaca sebesar 38% dan 31% (Anonim,2007).

Pada tahun 2030 emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh peternak susu dan daging diprediksikan akan meningkat hingga 60%. Proses fermentasi didalam pencernaan maupun dalam proses pembusukkan kotoran sapi maupun kerbau mampu menghasilkan gas metana (CH₄). Dalam laporan FAO dengan judul *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Option* (2006) menyatakan bahwa dari sektor peternakan menyumbang emisi gas rumah kaca sebesar 18%, dimana 9% merupakan CO₂ yang dihasilkan dari proses penggunaan lahan, 37% adalah CH₄ yang dihasilkan dari fermentasi pencernaan dan pembusukan kotoran, sedangkan 65% N₂O bersumber dari pupuk. Jika dilihat angka yang dihasilkan dari sektor peternakan lebih besar dari efek pemanasan global yang dihasilkan oleh penggabungan sektor transportasi dunia.

2.5.2.2 Upaya Penurunan Gas Rumah Kaca

Organisasi asuhan PBB, Badan Meteorologi Dunia atau WMO (World Meteorological Organization) merupakan organisasi asuhan PBB yang peduli terhadap upaya penurunan gas rumah kaca. Tahun 1979 WMO telah mengadakan Konferensi Iklim Dunia yang pertama kali (Fralinda, 2011). Pada konferensi tersebut diperlihatkan bukti-bukti ilmiah yang berhubungan antara pengaruh kegiatan manusia dan sistem iklim. Dari pertemuan tersebut diambil sebuah kesimpulan bahwasanya kegiatan manusia yang dapat meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca ternyata mampu menaikkan suhu bumi dan dapat menyebabkan *global warming*.

Pertemuan di Austria dilakukan WMO bekerjasama dengan Program Lingkungan PBB (*UNEP-United Nation Environment Programme*) tahun 1985 dengan tujuan untuk melihat dampak karbondioksida dan gas rumah kaca terhadap iklim. Dari hasil pertemuan tersebut terbentuklah IPCC (*Intergovermental Panel of Climate Change*) pada tahun 1988 dengan

tujuan melakukan antisipasi terhadap bahaya peningkatan konsentrasi gas rumah kaca bagi kehidupan manusia (Wardhana, 2007).

Pembentukan INC (*Intergovernmental Negotiating Committee*) tahun 1990 melalui majelis umum PBB dengan tujuan untuk merundingkan sebuah pertemuan mengenai perubahan iklim. Pada Desember 1997 INC mengadakan COP (*Conference of Parties*) di Kyoto, Jepang. Dari konferensi tersebut lahirlah sebuah kesepakatan yang mengatur tentang usaha-usaha dalam penurunan emisi gas rumah kaca oleh Negara-negara maju, secara individu atau bersama-sama. Kesepakatan tersebut dinamakan Protokol Kyoto yang merupakan sarana teknis guna mencapai tujuan Konvensi Perubahan Iklim. Sasaran dalam *Protokol Kyoto* yaitu untuk melakukan reduksi gas rumah kaca sebesar 5% dibawah level tahun 1990 dalam periode waktu 2008 hingga 2012 (Pasal ke-3 (1) *Kyoto Protocol*,1998).

Kepedulian terhadap bahaya peningkatan gas rumah kaca ditunjukkan Indonesia dengan turut berperan aktif dalam menghadiri berbagai konvensi internasional. Pada ajang pertemuan internasional UNFCCC tahun 2007 Indonesia dipercaya sebagai tuan rumah COP (*Conference of Parties*) ke-13 di Bali. Dalam pertemuan tersebut menghasilkan kesepakatan Bali Action Plan yang ditindaklanjuti Pemerintah Indonesia dengan mengeluarkan Perpres No.61 Tahun 2011 mengenai Rencana Aksi Nasional, Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (terdiri dari 12 pasal). Dalam Perpres tersebut Presiden menginstruksikan setiap kepala daerah untuk menurunkan emisi gas rumah kaca di daerah masing-masing sesuai potensi penurunan yang memungkinkan.

Dalam menindaklanjuti segala kesepakatan internasional tersebut, Presiden Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca dalam pertemuan G-20 di Pittsburg sebesar 26% menggunakan usaha nasional dan mencapai 41% dengan bantuan internasional. Alokasi penurun gas rumah kaca dititiberatkan pada 5 sektor utama yaitu limbah, industri, pertanian, energi dan transportasi, dan lahan gambut.

Tabel 13. Alokasi Penurunan Gas Rumah Kaca Nasional Tahun 2020

Sektor	Target Penurunan (Gton CO ₂ e)	
	26%	41%
Kehutanan dan Lahan Gambut	0.672	1.039
Pertanian	0.008	0.011
Energi dan Transportasi	0.036	0.056
Industri	0.001	0.005
Limbah	0.048	0.078
Total	0.767	1.189

Sumber: Murniningtyas, 2011

2.5.2.3 Mitigasi dan Adaptasi Gas Rumah Kaca di Jawa Tengah

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Tahun 2009, tingkat emisi Indonesia diperkirakan akan meningkat dari 1,72 Gton CO₂(e) di tahun 2000 menjadi 2,95 Gton CO₂(e) pada tahun 2010. Berdasarkan perhitungan pada tahun 2010 dengan menggunakan data dasar tahun 2008, tingkat emisi CO₂(e) di Jawa Tengah setelah dikurangi penyerapan oleh tanaman kehutanan sebesar 2.893.444 ton CO₂(e) mencapai 29.418.849 ton CO₂(e) dengan rincian sumber penyumbang emisi sebagai berikut:

Tabel 14. Tingkat Emisi CO₂(e) Jawa Tengah

Sumber	Emisi dalam ton CO ₂ (e)
Energi	23.965.516
Sampah	3.973.819
Industri	1.724.788
Limbah Cair	1.691.370
Pertanian	875.664
Peternakan	79.976
Perikanan	79.976
Proses Produksi dalam Industri	Belum dihitung

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2009)

Dalam menghadapi permasalahan perubahan iklim global, Pemerintah Republik Indonesia berkomitmen untuk berperan aktif mengurangi emisi gas rumah kaca. Komitmen tersebut diimplementasikan dengan ditetapkannya Inpres Nomor 3 Tahun 2010 tentang Program Pembangunan Berkelanjutan dan Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN GRK). Peraturan tersebut mengamanatkan kepada Gubernur untuk ikut serta menurunkan emisi gas rumah kaca dan

mewajibkan penyusunan Rencana Aksi Daerah (RAD) Penurunan Emisi GRK sebagai bagian dari RAN GRK.

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dalam menindaklanjuti Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 memiliki komitmen yang sama dalam upaya menurunkan emisi gas rumah kaca dengan menerbitkan Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 050/17 Tahun 2012 tanggal 8 Maret 2012 mengenai Pembentukan Tim Koordinasi Penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Tengah Tahun 2010-2020 dan Keputusan Sekretaris Daerah Provinsi Jawa Tengah selaku Ketua Tim Koordinasi Penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Nomor 050/011601 tanggal 20 Maret 2012 tentang Pembentukan Kelompok Kerja Penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca.

Pada sektor pertanian timbulnya emisi gas rumah kaca terutama disebabkan oleh tahap pemupukan dan pengolahan lahan. Pemupukan dan pengolahan pada lahan pertanian yang tergenang air menyebabkan timbulnya proses anaerob. Proses anaerob menyebabkan timbulnya gas metan. Penggunaan pupuk, baik kimia maupun organik, pada lahan-lahan yang terendam akan meningkatkan produksi gas metan yang memiliki potensi pemanasan global cukup tinggi. Tingginya produksi metan ini dipengaruhi oleh luas lahan yang tergenang dan lamanya genangan.

Pada sektor peternakan, emisi gas rumah kaca banyak ditimbulkan oleh budidaya ternak ruminansia. Terdapat dua proses ternak ruminansia menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu proses sendawa (*enteric fermentation*) dan pengolahan limbah. Selain dipengaruhi oleh jumlah populasi ternak, emisi gas rumah kaca yang timbul juga dipengaruhi teknik pengolahan limbah. Semakin tertutup sistem pengolahan limbah yang digunakan, maka emisi gas rumah kaca terutama gas metan yang timbul akan semakin besar. Gas metan yang timbul dapat

membahayakan atmosfer jika tidak dimanfaatkan. Penanganan limbah pada ternak akan mempertimbangkan teknik pengolahan dan sekaligus pemanfaatan gas yang timbul.

Upaya alternatif mitigasi yang dilakukan Pemerintah Jawa Tengah dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dalam sektor pertanian dan peternakan antara lain pengendalian penggunaan pupuk kimia, peningkatan penggunaan pupuk organik dan biomassa, pembangunan biogas limbah ternak sapi, penggunaan limbah pertanian dan makanan ternak lokal, pemuliaan ternak jangka panjang.

2.5.2.4 Inventarisasi Gas Rumah Kaca dengan Pedoman IPCC

Dalam menyusun inventarisasi gas rumah kaca menggunakan pedoman dari IPCC. Selain itu, juga menggunakan dua pedoman lainnya untuk melengkapi yaitu IPCC *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* yang diterima IPCC tahun 2000 dan *the Good Practice Guidance on Land Use, Land-Use Change and Forestry* (GPG for LULUCF) yang pada tahun 2003 diterima oleh IPCC (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Metodologi estimasi perhitungan emisi gas rumah kaca terdiri dari lima jilid. Pada jilid pertama menggambarkan langkah dasar dalam perkembangan inventaris dan petunjuk umum mengenai emisi gas rumah kaca berdasarkan pengalaman dari tahun 1980. Petunjuk untuk pendugaan dari berbagai sektor ekonomi terdapat pada jilid dua sampai lima. Dalam pendugaan emisi gas rumah kaca terdapat 3 metode yang digunakan yaitu Metode Tier-1, Metode Tier-2 dan Metode Tier-3 (IPCC,2006).

IPCC memiliki tugas utama dalam mempublikasikan laporan khusus yang berkaitan dengan topik-topik yang relevan dengan implementasi *UN Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). IPCC memiliki tujuan untuk menilai informasi ilmiah yang relevan dengan perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia, dampak perubahan iklim serta kegiatan pilihan untuk melakukan kegiatan adaptasi dan mitigasi.

Dalam melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca dibutuhkan ketelitian yang dikelompokkan dalam tiga tingkat ketelitian. Tier merupakan istilah yang digunakan untuk tingkat ketelitian perhitungan dalam kegiatan inventarisasi gas rumah kaca. Tingkat ketelitian dalam perhitungan yang terkait dengan data dan metode perhitungan yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

a. Tier-1

Dalam Tier-1 estimasi perhitungan berdasarkan pada data aktifitas dan factor emisi default IPCC. Tier-1 terdapat sumber data aktivitas yang tersedia secara global (misalnya laju deforestasi, statistic produksi pertanian, peta tutupan lahan global, pemakaian pupuk, data populasi ternak, dan lain-lain).

b. Tier-2

Dalam Tier-2 estimasi perhitungan berdasarkan pada data aktifitas yang lebih akurat dan factor emisi default IPCC atau factor emisi spesifik suatu Negara atau suatu pabrik. Dalam Tier-2 data aktifitas yang digunakan lebih terperinci sesuai dengan besaran-besaran yang telah ditetapkan pada daerah tertentu dan kategori penggunaan lahan sumber emisi yang lebih rinci misalnya berbagai sumber N seperti pupuk organik, sisa tanaman, mineralisasi N dan tanah organik, pupuk anorganik. Untuk populasi ternak sudah menggunakan sub kategori khusus berdasarkan umur, pengelolaan limbah dan pemberian pakan.

c. Tier-3

Pada Tier-3 perhitungan estimasi didasarkan pada metode spesifik suatu Negara dengan data aktifitas yang lebih akurat (pengukuran secara langsung) dan faktor emisi spesifik suatu Negara atau suatu pabrik. Tier-3 juga bisa digunakan untuk pengelompokkan lebih rinci mengenai populasi ternak menurut hewan, usia, berat badan, dan lain-lain. Pemeriksaan kualitas, audit, validasi serta pendokumentasian harus dijalankan dalam model-model pada Tier-3 ini.

Ketersediaan data dan tingkat kemajuan suatu Negara atau pabrik dalam hal penelitian guna menyusun sebuah metodologi atau menentukan faktor emisi yang spesifik dan berlaku bagi Negara atau pabrik tersebut merupakan indikator dalam menentukan Tier inventarisasi gas rumah kaca.

Untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi ketidakpastian secara umum digunakan Tier yang lebih tinggi, akan tetapi kompleksitas dan sumber daya yang diperlukan untuk melakukan inventarisasi juga ikut meningkat dengan Tier yang lebih tinggi. Pada prinsipnya kombinasi dari Tier dapat digunakan jika memang dibutuhkan, misalnya Tier-1 untuk karbon tanag dan Tier-2 untuk biomassa (Kementrian Lingkungan Hidup, 2012).

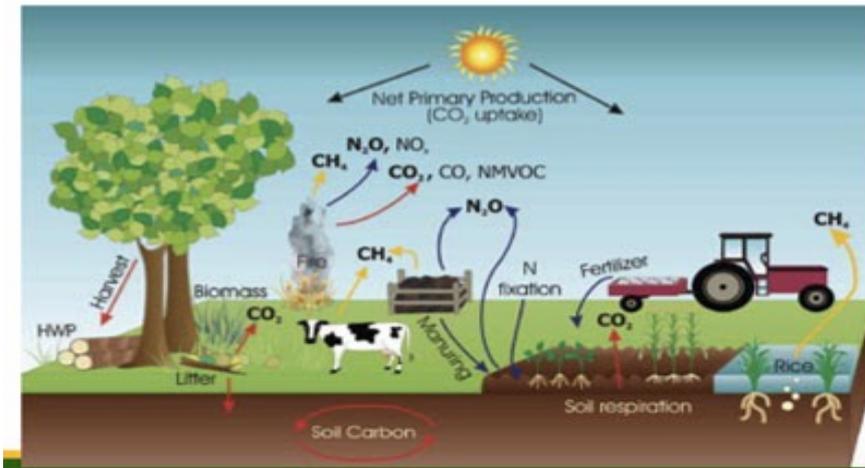
2.5.2.5 Emisi Gas Rumah Kaca dari Sektor Peternakan

Salah satu sektor yang berkontribusi dalam peningkatan suhu global yaitu sektor peternakan yang berasal dari kotoran dan ekstraksi hewan. Dalam kontribusinya sektor peternakan menyumbang gas metana (CH_4), karbondioksida (CO_2), dinitrogen oksigen (N_2O), dan ammonia yang dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam karena adanya kegiatan/aktivitas manusia. Metode perhitungan emisi gas rumah kaca yang berasal dari sektor peternakan dapat dilihat dari emisi gas metana (CH_4) yang berasal dari fermentasi enterik ternak dan gas dinitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak (Kementrian Linkungan Hidup,2012).

Sektor peternakan masuk kedalam sektor *AFOLU* (*Agriculture, Forest and Other Land Use System*). Terdapat banyak proses yang menyebabkan emisi dan penyerapan gas rumah kaca yang tersebar salah satunya bersumber dari sektor peternakan dalam sektor *AFOLU* (IPCC,2006).

Emisi gas non-karbondioksida (CO_2) yang menjadi fokus untuk sektor *AFOLU* (*Agriculture, Forest and Other Land Use System*) yaitu gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O). Adapun sumber utama emisi gas rumah kaca di sektor *AFOLU* dan proses

perpindahannya di ekosistem dapat dilihat pada gambar 4. dibawah ini (Kementrian Lingkungan Hidup,2012).



Gambar 4. Sumber Utama Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor AFOLU

Sumber: IPCC, 2006

a. Fermentasi Enterik

Dalam sektor peternakan fermentasi enterik merupakan proses yang berlangsung dalam bagian pencernaan dan menghasilkan gas metana (CH_4). Secara umum, jenis ternak yang menghasilkan gas metana (CH_4) yaitu ternak ruminansia seperti domba, kerbau, sapi dan hewan herbivora lainnya. Pada dasarnya ternak ruminansia menghasilkan gas metana (CH_4) lebih tinggi dibandingkan ternak non ruminansia. Dalam sistem pengelolaan kotoran ternak juga menghasilkan gas metana (CH_4) serta gas dinitrogen oksida (N_2O). Didalam sistem pencernaan gas metana (CH_4) yang dihasilkan berasal dari karbohidrat yang terbelah menjadi molekul yang lebih sederhana oleh mikroorganisme yang kemudian diserap kedalam aliran darah. Untuk memperkirakan emisi gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari peternakan menggunakan metode yang membutuhkan informasi sub kategori ternak dan populasi tahunan. Data aktivitas yang diperlukan untuk Tier-1 yaitu data mengenai populasi ternak dan faktor emisi fermentasi enterik dari berbagai jenis ternak (IPCC,2006).

Dalam fermentasi enterik dihasilkan jumlah gas metana (CH₄) yang berkorelasi positif dengan umur, berat hewan, kualitas dan kuantitas asupan makanan serta jenis saluran pencernaan. Untuk mengetahui beban emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik dalam sebuah metode memerlukan beberapa data yang berkaitan dengan populasi tahunan, sub kategori ternak, dan untuk ketelitian lebih tinggi, karakteristik ternak serta pakan ternak. Perhitungan pada Tier-1 diperlukan data aktifitas tentang faktor emisi metana (CH₄) dari fermentasi enterik untuk berbagai jenis ternak serta populasi ternak. (IPCC, 2006). Emisi gas methane (CH₄) dari fermentasi enterik dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CH_{4Enteric} = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^{-6}$$

Dimana:

- CH_{4Enteric} = Emisi gas methane dari fermentasi enterik, Gg CH₄/tahun
 EF_(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH₄ ekor/tahun
 N_(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, Animal Unit
 T = Jenis/kategori ternak

Tabel 15. Faktor Emisi Fermentasi Pencernaan

Produk	Faktor Emisi CH₄ (kg/ekor)
Sapi Perah	61
Sapi Potong	47
Kerbau	55
Kuda	18
Kambing	5
Domba	5
Babi	1

Sumber: IPCC Report, 2006

b. Pengelolaan Kotoran Ternak

Dalam sektor peternakan kotoran ternak yang dihasilkan baik berupa padat maupun cair memiliki potensi dalam menghasilkan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksigen (N₂O) selama proses penyimpanan, pengolahan dan penumpukan. Bagian kotoran yang

terdekomposisi secara anorganik dan jumlah kotoran yang dihasilkan merupakan kotoran ternak yang dapat mempengaruhi jumlah emisi gas rumah kaca.

Kotoran yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh perbedaan pada pakan ternak, seperti pakan ternak berbasis jagung menghasilkan emisi metana yang lebih kecil dibandingkan dengan rumput yang memiliki struktur kasar dan kaya serat didalam lambung lebih banyak memproduksi gas metana (CH₄). Ini dikarenakan jenis pakan ternak berbasis jagung relatif kaya pati sehingga diolah secara berbeda didalam perut. Perhitungan perkiraan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) dari pengelolaan kotoran ternak menggunakan pedoman IPCC 2006.

Faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dapat dilihat pada tabel 16. Faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran dibutuhkan untuk memperkirakan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O). Faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dapat dilihat pada tabel 17. Dalam perkiraan gas rumah kaca beberapa data aktivitas yang dibutuhkan seperti subkategori ternak, populasi tahunan, dan untuk ketelitian lebih tinggi, konsumsi pakan ternak dan karakterisasi ternak (IPCC,2006). Emisi gas methane (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CH_{4\text{Enteric}} = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^{-6}$$

Dimana:

CH₄Kotoran = Emisi gas metana dari kotoran ternak, Gg CH₄/tahun

EF_(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH₄ ekor/tahun

N_(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, Animal Unit

T = Jenis/kategori ternak

Tabel 16. Faktor Emisi Pengelolaan Kotoran Ternak

Produk	Faktor Emisi CH₄ (kg/ekor)
Sapi Perah	31
Sapi Potong	1
Kerbau	2
Kuda	2,19
Kambing	0,2
Domba	0,22
Babi	7
Ayam Buras	0,02
Ayam Boiler	0,02
Ayam Petelur	0,02
Bebek	0,02

Sumber: IPCC Report , 2006

2.6 Pembangunan Berkelanjutan

2.6.1 Konsep Pembangunan Berkelanjutan

Keberlanjutan merupakan istilah pertama kali yang dikenalkan tahun 1987 oleh *World Commision on Environment and Development (Brundtland Commission)* melalui bukunya *Our Common Future*. Dalam buku ini mengenalkan gagasan “Pembangunan Berkelanjutan” dimana konsep –konsep yang terdapat didalamnya sangat menarik dengan pembahasan hubungan antara lingkungan dan pembangunan. Tidak ada masyarakat yang secara tidak sengaja menghambat kemenerusan suatu lingkungan, akan tetapi masalah lingkungan yang terjadi secara terus menerus disebabkan oleh dampak negatif kegiatan manusia yang merupakan tanda bahwa keberlanjutan masih diragukan.

Pembangunan berkelanjutan sendiri didefinisikan sebagai pembangunan yang dapat memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk mencukupi kebutuhan mereka. Terdapat pernyataan bahwa pembangunan berkelanjutan memiliki dua konsep kunci yaitu kebutuhan dan keterbatasan. Kebutuhan diartikan sebagai kebutuhan para fakir miskin di Negara berkembang, sedangkan keterbatasan diartikan sebagai teknologi dan organisasi sosial yang berkaitan dengan kapasitas lingkungan untuk mencukupi kebutuhan generasi sekarang dan masa depan. Dengan mengacu pada dua konsep tersebut

pembangunan berkelanjutan sesungguhnya berangkat dari konsep antroposentrik yang menjadikan manusia sebagai tema sentralnya.

Tantangan yang dihadapi dalam pembangunan berkelanjutan yaitu bagaimana menemukan suatu cara dalam meningkatkan kesejahteraan manusia dengan diiringi penggunaan sumber daya alam secara bijaksana, sehingga sumber daya terbarukan terlindungi dan sumber daya tidak terbarukan tetap akan terpenuhi sesuai tingkat kebutuhan generasi mendatang. Dalam konsep pembangunan berkelanjutan akan muncul ketika terjadi kegagalan dalam proses pembangunan, dimana proses bersifat *top-down* dan jika ditinjau dari aspek lingkungan, sosial dan ekonomi proses pembangunan yang terjadi tidak berkelanjutan. Pada prinsipnya kriteria pembangunan berkelanjutan itu sendiri harus memenuhi empat aspek umum dalam pembangunan yaitu aspek lingkungan, ekonomi, sosial dan teknologi.

2.6.2. Prinsip-Prinsip Pembangunan Berkelanjutan

Konsep keberlanjutan merupakan konsep yang sederhana namun kompleks, sehingga arti dari keberlanjutanpun sangat multidimensi dan multiinterpretasi. Menurut Heal dalam Fauzi (2004) konsep keberlanjutan memiliki dua dimensi yaitu pertama, dimensi waktu dimana keberlanjutan berkaitan erat dengan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Sedangkan kedua dimensi interaksi antara sistem ekonomi dan sistem sumber daya alam dan lingkungan. Aspek keberlanjutan dilihat dari sisi yang berbeda oleh Pezzey (1992) dimana keberlanjutan memiliki pengertian statik dan dinamik. Pengertian keberlanjutan dari sisi static yaitu adanya pemanfaatan sumber daya alam terbarukan dengan laju teknologi yang konstan, disisi lain arti keberlanjutan dari sisi dinamik merupakan pemanfaatan sumber daya alam yang tidak terbarukan dengan tingkat teknologi yang terus berubah.

Para ahli sepakat untuk sementara mengadopsi pengertian yang telah disepakati oleh komisi Brundtland bahwa “Pembangunan berkelanjutan merupakan pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan

datang dalam memenuhi kebutuhan mereka”. Dalam konsep tersebut terdapat dua hal secara implicit yang menjadi perhatian yaitu pertama menyangkut pentingnya memperhatikan kendala sumber daya alam dan lingkungan terhadap pola pembangunan dan konsumsi. Kedua menyangkut perhatian pada kesejahteraan generasi mendatang. Menurut Hall (1998) asumsi keberlanjutan paling tidak terletak pada tiga aksioma dasar yaitu perlakuan masa kini dan masa mendatang yang menempatkan nilai positif dalam jangka panjang, menyadari bahwa asset lingkungan memberikan kontribusi terhadap *economic well-being*, dan mengetahui kendala akibat implikasi yang timbul pada asset lingkungan.

Menurut Permana dalam Fauzi (2004) konsep keberlanjutan mengajukan lima alternatif pengertian yaitu: Pertama, suatu keadaan dikatakan berkelanjutan apabila manfaat yang diperoleh masyarakat tidak berkurang sepanjang waktu dan konsumsi tidak menurun sepanjang waktu. Kedua, keberlanjutan dapat diartikan sebagai kondisi dimana sumber daya alam dikelola dengan baik guna memelihara kesempatan produksi dimasa yang akan datang. Ketiga, keberlanjutan merupakan adanya suatu kondisi dimana sumber daya alam tidak berkurang sepanjang waktu. Keempat, keberlanjutan diartikan sebagai kondisi dimana adanya pengelolaan sumber daya alam guna mempertahankan produksi jasa sumber daya alam. Kelima, keberlanjutan didefinisikan sebagai adanya kondisi keseimbangan dan daya tahan ekosistem terpenuhi.

Disisi lain menurut Haris dalam Fauzi (2004) juga mengungkapkan bahwa konsep keberlanjutan diperinci menjadi tiga aspek pemahaman yaitu: Pertama, keberlanjutan ekonomi merupakan pembangunan yang mampu menghasilkan barang dan jasa secara kontinu guna memelihara keberlanjutan pemerintahan dan menghindari adanya ketidakseimbangan sektoral yang berakibat pada rusaknya produksi pertanian dan industri. Kedua, keberlanjutan lingkungan merupakan sistem keberlanjutan secara lingkungan harus mampu dalam memelihara sumber daya yang stabil, menghindari eksploitasi sumber daya alam dan fungsi

penyerapan lingkungan. Hal ini menyangkut pada pemeliharaan keanekaragaman hayati, stabilitas ruang udara, dan fungsi ekosistem lainnya. Ketiga, keberlanjutan sosial diartikan sebagai sistem yang mampu mencapai kesetaraan, penyediaan layanan sosial meliputi pendidikan, kesehatan, jenis kelamin dan akuntabilitas politik.

Senada dengan pemahaman diatas, menurut Daly (1990) menekankan beberapa aspek mengenai definisi operasional pembangunan berkelanjutan, antara lain:

1. Untuk sumber daya alam terbarukan dimana laju pemanenan harus sama dengan laju regenerasi (produksi lestari)
2. Untuk permasalahan lingkungan dimana laju pembuangan limbah harus setara dengan kapasitas asimilasi lingkungan
3. Untuk sumber energi tidak terbarukan harus dieksploitasi secara *quasisustainable* yang berarti bahwa laju deplesi dapat dikurangi dengan menciptakan energi substitusi.

2.6.3 Strategi Pembangunan Berkelanjutan

Berdasarkan penjabaran berbagai konsep yang ada maka prinsip dasar dari setiap elemen pembangunan berkelanjutan dapat dirumuskan. Menurut Jaya (2004) terdapat empat komponen yang perlu diperhatikan yaitu pemerataan, partisipasi, keanekaragaman, integrasi dan perspektif jangka panjang.

1. Pembangunan yang Menjamin Pemerataan dan Keadilan Sosial

Landasan pembangunan yang berorientasi pada pemerataan dan keadilan sosial harus meliputi meratanya distribusi sumber lahan dan faktor produksi, meratanya peran dan kesempatan perempuan, meratanya ekonomi yang dicapai dengan keseimbangan distribusi kesejahteraan. Pemerataan merupakan sebuah konsep yang relatif dan tidak secara langsung dapat diukur. Dimensi dalam etika pembangunan berkelanjutan merupakan suatu hal yang menyeluruh, kesenjangan pendapatan Negara kaya dan miskin semakin melebar, walaupun pemerataan di banyak Negara sudah meningkat. Aspek etika lainnya yang perlu

menjadi perhatian pembangunan berkelanjutan yaitu prospek generasi masa datang yang tidak dapat dikompromikan dengan aktivitas generasi masa kini.

2. Pembangunan yang Menghargai Keanekaragaman

Pemeliharaan keanekaragaman hayati merupakan prasyarat guna memastikan sumber daya alam selalu tersedia secara berkelanjutan untuk masa kini dan masa mendatang. Keanekaragaman hayati diartikan juga sebagai dasar bagi keseimbangan ekosistem. Pemeliharaan keanekaragaman budaya akan mendorong pemerataan perlakuan terhadap setiap orang dan membuat pengetahuan terhadap tradisi dari berbagai masyarakat dapat lebih dipahami.

3. Pembangunan yang Menggunakan Pendekatan Integratif

Dalam hal ini pembangunan berkelanjutan lebih mengedepankan keterkaitan antara manusia dengan alam. Hal ini diartikan bahwa manusia mempengaruhi alam dengan cara yang bermanfaat atau merusak. Dengan mengacu pada pengertian tersebut maka dalam pelaksanaan pembangunan yang lebih integratif merupakan konsep pelaksanaan pembangunan yang dapat dimungkinkan. Ini merupakan sebuah tantangan utama dalam kelembagaan.

4. Pembangunan yang Meminta Perspektif Jangka Panjang

Masyarakat cenderung menilai bahwa masa kini lebih dari masa depan, implikasi pembangunan berkelanjutan merupakan tantangan yang melandasi penilaian ini. Pembangunan berkelanjutan memiliki syarat pelaksanaan penilaian yang berbeda dengan asumsi normal dalam prosedur *discounting*. Persepsi jangka panjang merupakan perspektif pembangunan yang berkelanjutan. Hingga saat ini kerangka jangka pendek mendominasi pemikiran para pengambil keputusan ekonomi.

2.6.4. Pendekatan Pembangunan Berkelanjutan

Menurut Djajadiningrat (2005) menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan merupakan persepektif jangka panjang. Idealnya keberlanjutan pembangunan membutuhkan pencapaian keberlanjutan dalam hal ekologis, ekonomi, social budaya, politik dan keberlanjutan pertanahan dan keamanan.

1. Keberlanjutan Ekologis

Keberlanjutan ekologis merupakan prasyarat pembangunan demi keberlanjutan kehidupan karena menjamin keberlanjutan eksistensi bumi. Untuk menjamin keberlanjutan ekologis harus diupayakan hal-hal sebagai berikut:

- a. Memelihara integritas tatanan lingkungan supaya sistem penunjang kehidupan di bumi tetap terjaga dan sistem produktivitas, adaptabilitas, dan pemulihan tanah, air, udara dan seluruh kehidupan berkelanjutan
- b. Terdapat tiga aspek yang harus diperhatikan dalam memelihara integritas tatanan lingkungan yaitu daya dukung, daya asimilatif dan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya terpulihkan. Untuk mendukung ketiga aspek tersebut dengan melaksanakan kegiatan yang tidak mengganggu integritas tatanan lingkungan yaitu menghindari konversi alam dan modifikasi ekosistem, mengurangi konversi lahan subur dan mengelola dengan baku mutu ekologis yang tinggi, dan limbah yang dibuang tidak melampaui daya asimilatifnya lingkungan.
- c. Penentuan keberlanjutan proses ekologis dengan memelihara keanekaragaman hayati pada keanekaragaman kehidupan. Sebuah proses yang menjadikan rangkaian jasa pada masa kini dan masa yang akan datang. Ada tiga aspek dalam keanekaragaman hayati yaitu keanekaragaman genetika, spesies dan tatanan lingkungan. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengkonversi keanekaragaman hayati tersebut antara lain dengan menjaga ekosistem alam dan daerah yang representative mengenai kekhasan sumberdaya hayati supaya tidak dimodifikasikan, memelihara seluas mungkin area ekosistem yang

dimodifikasikan untuk keanekaragaman dan keberlanjutan keanekaragaman spesies, konservatif terhadap konversi lahan pertanian.

Dalam pengelolaan pembangunan yang berwawasan lingkungan merupakan hal yang penting untuk keberlanjutan suatu ekosistem. Adapun hal-hal yang dapat dilakukan melalui pencegahan pencemaran lingkungan, rehabilitasi dan pemulihan ekosistem dan sumberdaya alam yang rusak, meningkatkan kapasitas produksi dari ekosistem alam dan binaan manusia.

2. Keberlanjutan Ekonomi

Perspektif pembangunan memiliki dua hal utama dalam keberlanjutan ekonomi. Keduanya memiliki keterkaitan erat dengan tujuan aspek keberlanjutan lainnya. Keberlanjutan ekonomi makro akan menjamin kemajuan ekonomi secara berkelanjutan dan mendorong efisiensi ekonomi melalui reformasi struktural dan nasional.

Dalam keberlanjutan ekonomi makro terdapat tiga elemen utama yaitu efisiensi ekonomi, kesejahteraan ekonomi yang berkesinambungan dan meningkatkan pemerataan serta distribusi kemakmuran. Pencapaian hal tersebut dapat dilakukan melalui kebijaksanaan makro ekonomi yang mencakup reformasi fiskal, meningkatkan efisiensi sektor publik, mobilisasi tabungan domestik, pengelolaan nilai tukar, reformasi kelembagaan, kekuatan pasar tepat guna, ukuran social untuk pengembangan sumberdaya manusia serta peningkatan distribusi pendapatan dan asset.

3. Keberlanjutan Sosial Budaya

Keberlanjutan sosial dan budaya secara menyeluruh dapat dinyatakan dalam keadilan social, harga diri manusia dan peningkatan kualitas hidup seluruh manusia. Terdapat empat sasaran dalam keberlanjutan social dan budaya yaitu:

- a. Adanya stabilitas penduduk dimana pelaksanaannya mensyaratkan komitmen politik yang kuat, kesadaran dan partisipasi masyarakat, memperkuat peranan dan status wanita, meningkatkan kualitas serta efektivitas dan lingkungan keluarga

- b. Adanya pemenuhan kebutuhan dasar manusia yaitu dengan memerangi kemiskinan dan mengurangi kemiskinan absolute. Kesenjangan pada distribusi kemakmuran atau adanya kelas sosial merupakan hambatan dalam tercapainya keberlanjutan pembangunan. Pemenuhan kebutuhan dasar manusia merupakan salah satu cara untuk menghilangkan halangan dalam keberlanjutan social. Mendapatkan akses pendidikan yang merata, pemerataan pemulihan lahan dan peningkatan peran wanita merupakan cara untuk menghilangkan adanya kemungkinan kelas sosial.
- c. Pengakuan dan penghargaan sistem sosial dan kebudayaan seluruh bangsa merupakan cara mempertahankan keanekaragaman budaya. Selain itu, dengan pemahaman dan penggunaan pengetahuan tradisional demi manfaat masyarakat dan pembangunan ekonomi.
- d. Partisipasi masyarakat lokal didorong dalam pengambilan keputusan. Terdapat beberapa persyaratan penting dalam keberlanjutan social antara lain: prioritas harus diberikan pada pengeluaran sosial dan program diarahkan untuk manfaat bersama, investasi pada perkembangan sumberdaya misalnya meningkatkan status wanita, adanya akses pendidikan dan kesehatan, investasi dan perubahan teknologi dan harus selaras dengan distribusi asset produksi yang adil dan efektif harus dilakukan untuk kemajuan ekonomi berkelanjutan, keputusan local mengenai prioritas dan alokasi sumber daya merupakan cara untuk menghindari kesenjangan antar regional desa dan kota.

4. Keberlanjutan Politik

Keberlanjutan politik diarahkan pada respek human right, kebebasan individu dan social untuk berpartisipasi dibidang ekonomi, sosial dan politik, demokrasi yang dilaksanakan perlu memperhatikan proses demokrasi yang transparan dan bertanggung jawab, kepastian kesediaan pangan, air dan pemukiman.

5. Keberlanjutan Pertahanan dan Keamanan

Keberlanjutan keamanan seperti menghadapi dan mengatasi tantangan, ancaman dan gangguan baik dari dalam dan luar yang langsung dan tidak langsung yang dapat membahayakan integritas, identitas, kelangsungan Negara dan bangsa perlu diperhatikan.

2.6.5. Paradigma Keberlanjutan Yang Ditawarkan

Menurut Jaya (2004) mengatakan bahwa pencarian konsep keberlanjutan yang memenuhi harapan semua pihak akan terus berjalan. Pengembangan konsep dan model-model yang telah ada diharapkan akan selalu muncul. Dengan memperhatikan fenomena yang ada saat ini, perubahan paradigma keberlanjutan hendaknya mempertimbangkan aspek berikut:

1. Perilaku generasi kini tidak dapat sepenuhnya menentukan perilaku generasi mendatang
2. Generasi mendatang harus dipastikan memperoleh paling tidak tingkat konsumsi minimum
3. Pergerakan harga sumberdaya alam dan hak kepemilikan terhadap konsumsi di masa yang akan datang harus ditentukan agar sumber daya alam masa kini dapat dihindarkan dari eksploitasi yang berlebihan
4. Dalam situasi pasar tidak berfungsi, intervensi non pasar sangat diperlukan
5. Strategi yang penting dalam menjaga keberlanjutan merupakan intervensi yang benar
6. Untuk menjaga tetap terjadi keberlanjutan dalam pembangunan dibutuhkan komitmen pemerintah dalam menentukan arah dan kebijakan pembangunan baik jangka pendek, menengah dan jangka panjang.

2.6.6 Program dan Strategi Pengelolaan Lingkungan di Indonesia

Gagasan pembangunan berkelanjutan di Indonesia telah diupayakan didalam program dan strategi pengelolaan lingkungan sebagaimana tertuang dalam dokumen Agenda 21 Indonesia. Pada dokumen tersebut Indonesia merumuskan strategi nasional untuk pembangunan berkelanjutan yang dikelompokkan menjadi empat area yaitu:

1. Pelayanan Masyarakat

Pada dasarnya agenda pelayanan masyarakat merupakan perwujudan prinsip social-ekonomi pembangunan berkelanjutan. Agenda ini mendapatkan penekanan utama berdasarkan fakta dimana masih banyaknya penduduk dunia yang hidup dalam tingkat kesejahteraan yang minim. Terdapat enam sub-agenda yang dirumuskan dalam agenda pelayanan masyarakat yaitu pengentasan kemiskinan, perubahan pola produksi dan konsumsi, dinamika kependudukan, pengelolaan dan peningkatan kesehatan, pengembangan perumahan dan pemukiman, sistem perdagangan global, instrument ekonomi serta neraca ekonomi dan lingkungan terpadu.

2. Pengelolaan Limbah

Pengelolaan limbah merupakan agenda kedua dalam Agenda 21 Indonesia. Agenda ini dirumuskan terutama dengan sasaran untuk memperbaiki kondisi dan kualitas lingkungan hidup manusia serta mencegah proses degradasi lingkungan hidup secara keseluruhan. Lima aspek menjadi sasaran utama pengelolaan limbah yakni: perlindungan atmosfer, pengelolaan bahan kimia beracun, pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun, pengelolaan limbah radioaktif serta pengelolaan limbah padat dan cair.

Pengelolaan limbah di Indonesia menyangkut masih kurangnya kapabilitas kelembagaan yang menangani pengelolaan limbah serta kurang memadainya instrument peraturan dalam mendukung pelaksanaan pengelolaan limbah. Dua hal ini menjadi prioritas utama, dimana semakin meningkatnya persoalan-persoalan yang berkaitan dengan limbah. Berkaitan hal tersebut perlu dilakukan upaya-upaya lain yang lebih preventif seperti melalui proses pendidikan masyarakat agar semakin sadar tentang pentingnya pengelolaan limbah secara baik dan benar.

3. Pengelolaan Sumberdaya Tanah

Pengelolaan ini dipandang penting dan didasari oleh pertimbangan bahwa proses-proses pembangunan yang akan terjadi di Indonesia masih akan ditumpukan pada potensi

sumberdaya tanah. Oleh karena itu, sumberdaya tanah dengan segala komponen yang ada didalamnya termasuk air, biota, dan lainnya harus dikelola dengan baik. Terdapat empat sub-agenda dirumuskan dalam hal ini yaitu penatagunaan sumberdaya tanah, pengelolaan hutan, pengembangan pertanian dan pedesaan dan pengelolaan sumberdaya air. Ada empat hal penting yang perlu dicatat dalam hal ini yaitu:

- a. Pemikiran bahwa oleh karena krisis ekonomi yang berkepanjangan serta runtuhnya unit-unit industri yang mengandalkan bahan baku impor, proses-proses eksploitasi sumber daya tanah di Indonesia akan semakin meningkat.
- b. Berbagai upaya pengelolaan sumberdaya tanah harus dilakukan secara terpadu. Ini berarti bahwa pengelolaan tidak boleh dilakukan secara parsial oleh karena keterkaitan yang erat diantaranya. Para pengelola lingkungan di Indonesia harus bekerja keras agar upaya-upaya terpadu dapat ditingkatkan, terutama karena adanya berbagai instansi yang berkaitan dengan aspek-aspek tersebut.
- c. Pengelolaan sumberdaya tanah menyangkut bahwa setiap daerah di Indonesia mempunyai tingkat persoalan yang berbeda, sehingga pilihan-pilihan pengelolaannya juga berbeda. Hal ini berdampak bahwa setiap pemerintah daerah harus secara inovatif merumuskan bentuk-bentuk pilihan pengelolaan lingkungan yang sesuai dengan kondisi dan persoalan didaerahnya masing-masing. Undang-undang Pengelolaan Lingkungan (UUPL) Nomor 23 memberikan kewenangan pengelolaan lingkungan kepada daerah merupakan peluang bagi pemerintah dan masyarakat di daerah untuk mengembangkan model-model pengelolaan lingkungan yang dianggap paling efektif.

4. Pengelolaan Sumberdaya Alam

Pengelolaan sumberdaya alam merupakan agenda keempat dalam Agenda 21 Indonesia. Terdapat tiga sub-agenda yang dirumuskan dalam agenda tersebut yaitu: konservasi keanekaragaman hayati, pengembangan bioteknologi dan pengelolaan terpadu wilayah

pesisir dan lautan. Penanganan bagi ketiga aspek tersebut diarahkan pada upaya-upaya pelestarian dan perlindungan keanekaragaman biologi pada tingkat genetic, spesies dan ekosistem, serta menjamin kekayaan alam, binatang dan tumbuhan di seluruh kepulauan Indonesia.

Kesadaran akan pentingnya menjaga keanekaragaman hayati ini sangat diperlukan tidak hanya untuk kepentingan bangsa Indonesia, tetapi untuk kepentingan masyarakat dunia secara keseluruhan. Upaya-upaya pengelolaan sumberdaya alam tersebut seharusnya diarahkan untuk kepentingan jangka panjang dalam skala yang lebih luas. Pengembangan sistem pendataan dan informasi sumberdaya alam menjadi syarat mutlak berbagai upaya pengelolaan sumberdaya alam.

2.6.7 Pembangunan Berkelanjutan; Masa Depan Energi Terbarukan

2.6.7.1 Energi Terbarukan

Menurut data terbaru, saat ini semakin banyak penduduk menengah kebawah yang memiliki akses menggunakan listrik dengan peningkatan yang lebih cepat dari sebelumnya. Akan tetapi, porsi energi terbarukan tidak tumbuh dengan kecepatan yang sama. Menurut The International Energy Association, di negara-negara berpenghasilan tinggi, efisiensi energi merupakan sumber energi terbesar dimana energi yang dihemat adalah energi yang bisa dipakai di tempat lain.

Dalam 20 tahun terakhir, beberapa negara telah melakukan langkah besar dalam mengurangi intensitas energi. Negara Tiongkok menjadi raksasa dalam hal ini, dengan penghematan energi sejumlah yang dikonsumsi antara tahun 1990 hingga 2010. Meskipun demikian, ekonomi Tiongkok memiliki intensitas energi sekitar dua kali lebih besar daripada Jepang, sehingga masih ada ruang untuk perbaikan lebih lanjut.

Dalam menerapkan semua teknologi efisiensi energi yang tersedia saat ini, dilakukan pemangkasan konsumsi energi secara signifikan menjadi sekitar sepertiga. Namun, hanya

sebagian kecil dari potensi ini yang terealisasi. Melalui kombinasi beberapa teknologi efisiensi energi, desain bangunan yang baik, dan teknologi atap terbarukan yang baru, saat ini sudah dapat dilakukan pembangunan gedung *zero net energy*. Dalam banyak kasus, gedung-gedung tersebut menghasilkan tenaga matahari yang dialirkan ke dalam jaringan untuk dipakai pihak lain.

Turunnya harga per unit solar photovoltaic menjadi sepertiga dari harga pada tahun 2010 telah membantu menempatkan tenaga matahari pada harga yang bisa bersaing dengan pilihan energi tradisional, di tempat yang semakin banyak. Antara tahun 2010 dan 2012, secara global terdapat kenaikan sebesar 4 persen dalam penggunaan energi terbarukan yang modern. tiga perempat disediakan oleh tenaga angin, matahari dan air. Asia Timur memimpin dunia dalam hal ini, dengan porsi 42 persen. Sejak tahun 2010, lebih dari setengah pembangkit listrik baru di seluruh dunia menggunakan energi terbarukan.

Negara-negara berkembang baru menyentuh kulit terluar saja dalam hal potensi penggunaan energi terbarukan. Misalnya, di Asia dan Afrika hanya 10-20% potensi tenaga air yang telah dimanfaatkan, dan potensi tenaga matahari baru mulai dipahami.

2.6.7.2 Kebijakan Energi Terbarukan

Dalam mendukung penerapan energi terbarukan terdapat kebijakan energi terbarukan yang dilaksanakan melalui:

a. Konservasi Energi

Dalam mendorong pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar diperlukan.

- Konservasi di sisi pembangkit, yang didahului oleh audit energi
- Mengurangi pemakaian listrik yang bersifat konsumtif, keindahan, kenyamanan
- Mengganti peralatan yang tidak efisien
- Mengatur waktu pemakaian peralatan listrik

b. Diversifikasi Energi

Upaya penganekaragaman penyediaan dan pemanfaatan berbagai sumber energi dalam rangka optimasi penyediaan energi. Dalam rangka diversifikasi, penggunaan energi dari non-renewable energi resources ke renewable energi resource, seperti:

- Sebuah gagasan dalam upaya mengganti BBM dengan Bio-diesel
- Mendorong pembangunan PLT mikrohidro di pedesaan
- Mengurangi peran pembangkit BBM dan menggantikannya dengan pembangkit non-BBM

c. Intensifikasi Energi

Dalam upaya pencarian sumber energi terbarukan agar dapat meningkatkan cadangan energi guna dimanfaatkan menghasilkan tenaga listrik Pembangunan PLT Angin dengan lokasi tersebar. Pembangunan PLT Hybrid didaerah pedesaan.

2.6.7.3 Keberlanjutan Energi

Bahan Bakar Minyak merupakan energi yang terbanyak digunakan selama periode tahun 2007-2025. Alternatif energi yang mungkin untuk dikembangkan untuk mengurangi konsumsi BBM tergantung dari karakteristik sektor penggunaannya. Untuk sektor rumah tangga, penggunaan minyak tanah dapat digantikan dengan LPG dan hal ini sudah secara bertahap dilakukan. Untuk sektor transportasi dapat digunakan BBN (Bahan Bakar Nabati) baik berupa bio-diesel maupun bio-ethanol meskipun masih banyak kendala dalam praktiknya karena beberapa jenis BBM masih disubsidi serta harga BBN masih cukup mahal. Sedangkan untuk rumah tangga pedesaan yang belum terjangkau jaringan listrik ada beberapa alternatif energi yang bisa dikembangkan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), PLTS, PLTB dan penggunaan biogas untuk memasak.

Dari keempat alternatif teknologi tersebut hanya PLTMH dan biogas yang cukup ekonomis untuk dikembangkan. Pengembangan energi alternatif ini sejalan dengan upaya

diversifikasi energi untuk mendukung program pemerintah yakni terwujudnya energi mix yang optimal pada tahun 2025 yang menargetkan peranan energi baru dan terbarukan sebesar 7%.

Keseluruhan potensi untuk diversifikasi menggunakan energi baru dan terbarukan tersebut dimasukkan dalam skenario alternatif. Menyadari akan adanya beberapa pemangku kepentingan yang akan tidak terpisahkan dalam keberhasilan jangka panjang dari proyek, masing-masing pemangku kepentingan harus dianggap sebagai anggota tim yang akan berhasil atau gagal bersama-sama.

Keberlanjutan diartikan sebagai penciptaan sebuah kondisi dalam masyarakat setempat dimana proyek dapat eksis dan bermanfaat untuk masyarakat selama bertahun-tahun yang akan datang. Kondisi ini termasuk kepemilikan masyarakat, investasi, pemeliharaan dan dukungan yang mencakup semua orang yang mendapat manfaat darinya.

Sebuah konsep kunci dalam memahami dinamika proyek energy terbarukan yang berkelanjutan dalam masyarakat pedesaan yaitu interkoneksi dan hubungan antara pemangku kepentingan yang terlibat. Berbagai pemangku kepentingan perlu diidentifikasi secara jelas, peran dan tugas mereka harus didefinisikan dan dipahami dengan jelas. Kemitraan ini akan menjadi inti dari kesuksesan sebuah proyek.

Masyarakat harus bermitra dengan penyedia layanan yang dapat memberikan pelatihan dan pemeliharaan untuk jangka waktu tertentu. Oleh karena itu, agar teknologi untuk terus bekerja secara efektif, pemeliharaan rutin dan jadwal tetap serta adanya garansi yang sudah dinegosiasikan pada awal proyek. Adapun beberapa karakter proyek-proyek yang memiliki keberlanjutan antara lain:

- a. Murah, ekonomis dan wajar
- b. Teknologi yang sederhana
- c. Berawal dari inisiasi masyarakat
- d. Dilindungi oleh perencanaan menengah dan jangka panjang

- e. Setiap pembangunan harus melakukan proses perencanaan, implementasi, evaluasi hingga pengelolaan

Terdapat beberapa praktek terbaik dari implementasi sukses yang harus disertakan dalam setiap pelaksanaan proyek energi terbarukan yaitu:

1. Pelatihan

Keberlanjutan teknologi energy terbarukan juga akan bergantung pada pelatihan yang efektif dari masyarakat setempat untuk merawat instalasi yang ada. Pelatihan ini sejatinya harus disediakan oleh penyedia layanan yang akan memasang dan mengawasi proses instalasi. Ada beberapa hal-hal yang harus diperhatikan dalam melaksanakan pelatihan yaitu:

- a. Program pelatihan yang baik melibatkan masyarakat penerima bantuan, tokoh masyarakat, stakeholder dan pihak lain yang terkait dalam program tersebut
- b. Gambaran yang jelas mengenai bagaimana sistem bekerja dan jadwal manfaat yang diharapkan
- c. Penjelasan mengenai semua materi yang berhubungan dengan instalasi, dalam format buku dan manual yang mudah dipahami
- d. Pelatihan harus dilakukan bertahap. Jika memungkinkan, waktu harus dialokasikan bagi peserta program pelatihan untuk mencerna dan menunjukkan penguasaan tugas yang lebih sederhana terlebih dahulu, baru kemudian tugas-tugas yang lebih kompleks dijelaskan, model dan penguasaan diperiksa dikemudian hari.

Tujuan dari dilaksanakannya pelatihan ini harus memberikan pengetahuan yang diperlukan dan ketrampilan yang diperlukan untuk sepenuhnya mengoperasikan instalasi sesuai dengan jadwal manfaat yang diharapkan bagi masyarakat.

2. Sosialisasi

Sosialisasi yang baik dari teknologi baru dimulai dan diakhiri dengan mengidentifikasi kebutuhan yang dirasakan oleh masyarakat setempat, dimana sebuah solusi yang jelas dan praktis mengenai teknologi baru dapat digunakan dan manfaatnya dapat dinikmati segera.

Dalam pengaplikasian teknologi baru kesuksesan akan diperoleh jika manfaat yang jelas dan langsung dirasakan masyarakat setempat, dan dapat dikerjakan dengan klarifikasi peran yang jelas dari semua pemangku kepentingan yang terlibat. Sebuah proyek penerapan teknologi baru seharusnya dikomunikasikan dalam menggambarkan kondisi saat ini, dan jelas dalam menunjukkan manfaat dari bagaimana teknologi akan membuat perbaikan objektif. Alat komunikasi seperti “sebelum dan sesudah” grafik dan ilustrasi dapat efektif dalam menunjukkan manfaat positif bagi masyarakat setempat.

Semua pemangku kepentingan yang terlibat dalam teknologi baru harus sering terlibat dalam diskusi sedini mungkin. Hal ini dikarenakan penerapan teknologi baru akan mempengaruhi masing-masing masyarakat yang terlibat akan berbeda. Selain itu, motivasi dari masing-masing pemangku kepentingan tidak akan semua sama. Perlu disadari bahwasannya setiap lapisan dalam sebuah komunitas memiliki masukan yang jelas dan nyata tentang pilihan teknologi, penerapan dan keberlanjutannya.

Mempersiapkan konteks yang sangat baik merupakan elemen penting dalam memperkenalkan teknologi baru dalam percakapan diantara semua pihak yang terlibat dalam proyek tersebut. Yang perlu diingat bahwa jika seseorang memiliki rasa kepemilikan atas perubahan baru yang berguna, masyarakat setempat cenderung untuk berinvestasi lebih untuk keberhasilan proyek dalam jangka panjang.

3. Pemantauan

Pemantauan merupakan kegiatan dimana semua tugas yang relevan dan terkait dengan sebuah proyek ditandai dengan informasi yang jelas dan akurat tentang status terkini

dan tugas yang direncanakan. Sebuah sistem diciptakan agar status tugas terkini untuk masing-masing stakeholder dilakukan pencatatan dan dapat disebarluaskan sesuai dengan kebutuhan, guna menjamin kerangka kerja memiliki proses komunikasi yang baik. Terdapat dua kegiatan utama yang harus dilakukan pemantauan secara terus menerus yaitu:

a. Teknologi

Setiap teknologi baru yang diperkenalkan ke daerah pedesaan, harus ada tugas dan petunjuk yang jelas serta harus dilakukan secara teratur, tergantung pada teknologi yang digunakan. Melakukan pembersihan, pengukuran, pemeriksaan kinerja, dan lain-lain merupakan bagian dari jadwal perawatan normal.

b. Pemangku Kepentingan

Pemantauan dalam hal ini mencakup adanya kesepakatan tugas dan rencana yang telah dibuat diantara masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya. Memastikan adanya interaksi antara kelompok yang berbeda bersifat terbuka dan komunikatif secara khusus menjadwalkan waktu untuk interaksi dan berdiskusi adalah sama pentingnya dengan teknologi itu sendiri.

4. Perawatan

5. Perhatian yang cukup terhadap perawatan dari sebuah sistem dan perangkat keras terpasang sangat penting bagi kelangsungan jangka panjang sebuah proyek. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan perawatan antara lain:

a. Pihak penyedia layanan harus menyediakan jadwal perawatan yang jelas, tidak hanya berlaku pada komponen-komponen yang telah digaransi melainkan melakukan penjaminan terhadap kelangsungan dan kelayakan kerja sebuah instalasi

- b. Jadwal pemeliharaan yang jelas dan objektif harus dibuat oleh penyedia layanan dan mencakup semua biaya sekaligus pengeluaran yang terkait dengan produk, instalasi, pengawasan dan pemeliharaan
- c. Tujuan untuk mengurangi biaya, menjamin kepemilikan dan keberlanjutan proyek dapat dicapai jika masyarakat local melakukan pemeliharaan rutin seperti yang dilakukan oleh teknisi local terlatih
- d. Biaya perawatan juga dapat ditentukan dengan sistem tarif untuk energy yang dihasilkan dan dikonsumsi masyarakat. Pengelolaan proyek energy terbarukan secara efisien dan transparan cukup menguntungkan untuk menutupi biaya pemeliharaan, harus menjadi tujuan proyek yang jelas sejak awal.

2.6.7.4 Kebijakan Strategis Pengelolaan Energi Biogas

Negara Indonesia memiliki komitmen dalam penurunan emisi gas rumah kaca yang telah dituangkan dalam Peraturan Presiden Nomor 61 tahun 2011 yang berisi rencana aksi pemerintah Indonesia dalam menurunkan emisi Gas Rumah Kaca. Sebelum adanya Peraturan Presiden tersebut, Indonesia telah memiliki kebijakan di bidang energi terkait dengan energi terbarukan yaitu Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006 yang berisi tentang arah kebijakan energi Indonesia hingga tahun 2025. Salah satu arahan yang menjadi agenda sektor energi baru-terbarukan dan konservasi energi yang menjadi turunan dari Keputusan Presiden tersebut yaitu pengembangan bioenergi. Cara yang dilakukan dalam menyusun system penyediaan dan pemanfaatan bioenergi yaitu dengan menyediakan bahan baku bioenergi, instalasi konversi bioenergi, distribusi dan pemanfaatan produk dari bioenergi tersebut. Produk yang dihasilkan dari sistem tersebut berupa bahan bakar minyak nabati, bahan bakar gas nabati, bahan bakar padat nabati dan listrik nabati.

Kebijakan strategis pengelolaan energi nasional yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, dimana Pemerintah

Indonesia berprinsip pada diversifikasi energi yang meminimalkan produksi limbah, penggunaan limbah dalam proses produksi, penggunaan limbah untuk manfaat lain, dan mengekstrak unsur yang masih memiliki manfaat yang terkandung dalam limbah, dengan tetap mempertimbangkan aspek sosial, lingkungan hidup dan ekonomi. Selain itu, harus mengutamakan dalam penggunaan teknologi yang ramah lingkungan.

Pada dasarnya kebijakan mengenai pengembangan bioenergi di Indonesia telah dituangkan dalam Undang-Undang Nomor 30 tahun 2007 tentang Energi, dimana dalam undang-undang tersebut memprioritaskan pengembangan dan pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan salah satunya adalah bioenergi. Dalam program pengembangan bioenergi tersebut Pemerintah memprioritaskan pada program pengembangan energi biogas. Hal ini berdasarkan pada kondisi dimana Indonesia memiliki jumlah hewan ternak sebagai bahan baku biogas yang cukup besar, antara lain tiga belas juta ternak sapi perah dan sapi pedaging, serta sekitar lima belas koma enam juta ternak yang setara dengan satu juta unit digester biogas rumah tangga. Dalam program pengembangan Indonesia Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menetapkan bahwa implementasi energi biogas dilaksanakan pada skala rumah tangga dan skala komunal atau industri. Selain itu, dalam pelaksanaannya melalui anggaran pemerintah, kegiatan pembangunan infrastruktur bioenergi, investasi swasta dan secara semi komersial.

Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral berdasarkan Kebijakan Energi Nasional telah mengatur pengembangan energi biogas sebagai energi terbarukan. Hal ini terlihat dari beberapa program yang telah dilakukan Kementerian sebagai bentuk implementasi kebijakan. Program pengembangan biogas non komersil dan semi komersil dituangkan dalam beberapa bentuk seperti Program Desa Mandiri Energi berbasis Biogas, Program Dana Alokasi Khusus Energi Pedesaan, Program Pulau Ikonis Energi Terbarukan,

Pilot Project Pemanfaatan Limbah Cair Sawit Untuk Pembangkit Listrik Pedesaan dan Program Biogas Rumah.

Implementasi pemanfaatan biogas sampai dengan tahun 2014, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dengan menggunakan dana APBN telah membangun sebanyak 2.397 unit digester biogas dan 344 unit dalam proses pembangunan untuk keperluan rumah tangga dengan kapasitas 6 m³ di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Nusa Tenggara. Selain itu, terdapat 54 unit digester biogas komunal dengan kapasitas 20 m³. Program Biogas Rumah (BIRU) juga merupakan program nasional yang diinisiasi oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dalam kerjasama bilateral antara Pemerintah Indonesia dengan Pemerintah Belanda. Dalam implementasinya dilakukan disembarang provinsi dan telah terbangun sekitar 12.000 unit digester. Pendanaan pembangunan biogas berasal dari masyarakat pengguna biogas dan subsidi sebesar dua juta rupiah per rumah tangga.

Dalam pengembangan energi biogas Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memiliki standarisasi berhubungan dengan reaktor biogas seperti SNI 7639 (2011) mengenai standar reaktor biogas (biodigester) serat kaca tipe kubah tetap yang berhubungan dengan syarat mutu serta metode uji, SNI 7826 (2012) mengenai unit penghasil biogas dengan tangki pencerna (digester) tipe kubah tetap dari bahan beton, SNI 7927 (2013) berhubungan dengan jaringan unit biogas dan SNI 8019 (2014) tentang standar mutu biogas bertekanan tinggi. Tujuan dari adanya standarisasi peralatan yang digunakan dari Pemerintah agar kualitas gas bio yang dihasilkan memenuhi standart pemakaian baik ditinjau dari skala rumah tangga maupun komunal.

Penerapan Kebijakan Energi Nasional oleh Pemerintah dalam pengembangan bioenergi berbasis energi biogas mengalami beberapa tantangan. Dalam sektor non-komersial dan semi komersial diperlukan pengembangan model pendanaan yang mengkombinasikan kemampuan masyarakat, swasta (CSR), bantuan Pemerintah melalui lembaga keuangan dan pembentukan

kelembagaan independen untuk pendampingan. Dalam pengaplikasian energi biogas dibutuhkan kepastian dari awal/perencanaan bahwa aspek kelembagaan, teknis (penyediaan bahan baku) telah tersedia. Koordinasi dengan Pemerintah Daerah untuk menyiapkan kebijakan dalam mendukung aspek keberlanjutan unit biogas menjadi prioritas utama dalam pengembangan energi biogas. Peralatan yang relatif mudah dioperasikan oleh masyarakat terutama didaerah pedesaan menjadi faktor penentu keberhasilan pengembangan energi biogas. Melakukan pembinaan, monitoring serta evaluasi sangat dibutuhkan untuk mengetahui sejauh mana keberlanjutan dalam pengembangan energi biogas oleh masyarakat.

2.7 Partisipasi Masyarakat

2.7.1 Pengertian Partisipasi Masyarakat

Menurut Wahyudi Kumorotomo (1999:112-114) partisipasi adalah berbagai corak tindakan massa maupun individual yang memperlihatkan adanya hubungan timbal balik antara pemerintah dengan warganya. Secara umum corak partisipasi warga Negara dapat dibedakan menjadi empat macam:

1. Partisipasi dalam pemilihan (*electoral participation*)
2. Partisipasi kelompok (*group participation*)
3. Kontak antara warga Negara dengan pemerintah (*citizen government contacting*)
4. Partisipasi warga negara langsung

Begitu juga halnya dengan Soetrisno (dalam Tangkilisan, 2005:320) partisipasi ditempatkan sebagai *style of development* yang berarti bahwa partisipasi dalam kaitannya dengan proses pembangunan haruslah diartikan sebagai usaha mentransformasikan sistem pembangunan dan bukan sebagai suatu bagian dari usaha *system maintenance*. Untuk itu, partisipasi seharusnya diartikan sebagai suatu nilai kerja bagi masyarakat maupun pengelola pembangunan sehingga partisipasi berfungsi sebagai mesin pendorong pembangunan.

Dalam pembangunan, partisipasi semua unsur masyarakat dengan kerja sama sukarela merupakan kunci utama bagi keberhasilan pembangunan. Soehardjo (dalam Tangkilisan 2005:321). Dalam hal ini partisipasi berfungsi menumbuhkan kemampuan masyarakat untuk berkembang secara mandiri (*self-reliance*) dalam usaha memperbaiki taraf hidup masyarakat.

Dalam hubungannya dengan pelaku-pelaku yang terlibat dalam aktifitas pembangunan, Nelson (dalam Tangkilisan 2005:323) menyebutkan adanya dua macam bentuk partisipasi, yaitu:

- (1). Partisipasi Horizontal yaitu partisipasi di antara sesama warga atau anggota masyarakat, di mana masyarakat mempunyai kemampuan berprakarsa dalam menyelesaikan secara bersama suatu kegiatan pembangunan:
- (2). Partisipasi Vertikal yaitu partisipasi antara masyarakat sebagai suatu keseluruhan dengan pemerintah, dalam hubungan dimana masyarakat berada pada posisi sebagai pengikut atau klien.

Menurut Jennifer-Mc Cracken-Deepa (1998:126) menjelaskan bahwa Partisipasi merupakan proses dimana pihak-pihak yang terlibat mempengaruhi dan mengendalikan inisiatif pembangunan, keputusan dan sumber-sumber yang mempengaruhi mereka. Partisipasi memiliki sisi yang berbeda, bermula dari pemberian informasi dan metode konsultasi sampai dengan mekanisme untuk berkolaborasi dan pemberdayaan yang memberi peluang bagi *stakeholder* untuk lebih memiliki pengaruh dan kendali.

2.7.2 Bentuk Partisipasi Masyarakat

Bentuk partisipasi yang diberikan masyarakat dalam tahap pembangunan ada beberapa bentuk. Menurut Ericson (dalam Slamet, 1994:89) bentuk partisipasi masyarakat dalam pembangunan terbagi atas tiga tahap, yaitu:

1. Partisipasi di dalam tahap perencanaan (*idea planing stage*). Partisipasi pada tahap ini maksudnya adalah pelibatan seseorang pada tahap penyusunan rencana dan strategi dalam

- penyusunan kepanitian dan anggaran pada suatu kegiatan/proyek. Masyarakat berpartisipasi dengan memberikan usulan, saran dan kritik melalui pertemuan-pertemuan yang diadakan.
2. Partisipasi di dalam tahap pelaksanaan (*implementation stage*). Partisipasi pada tahap ini maksudnya adalah pelibatan seseorang pada tahap pelaksanaan pekerjaan suatu proyek. Masyarakat disini dapat memberikan tenaga, uang ataupun material/barang serta ide-ide sebagai salah satu wujud partisipasinya pada pekerjaan tersebut.
 3. Partisipasi di dalam pemanfaatan (*utilitazion stage*). Partisipasi pada tahap ini maksudnya adalah pelibatan seseorang pada tahap pemanfaatan suatu proyek setelah proyek tersebut selesai dikerjakan. Partisipasi masyarakat pada tahap ini berupa tenaga dan uang untuk mengoperasikan dan memelihara proyek yang telah dibangun.

Partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan dan penyerahan tanggung jawab menurut Hamdi dan Goethe, 1997 dapat dibedakan menjadi:

1. Tidak ada sama sekali (*none*): *outsider* semata-mata bertanggungjawab pada semua pihak, dengan tanpa keterlibatan masyarakat.
2. Tidak langsung (*indirect*): sama dengan tidak ada partisipasi tetapi informasi merupakan sesuatu yang spesifik.
3. Konsultatif (*consultative*): *outsider* mendasarkan atas informasi dengan tidak langsung diperoleh dari masyarakat.
4. Terbagi (*shared*): masyarakat dan *outsider* berinteraksi sejauh mungkin secara bersamaan.
5. Pengendalian penuh (*full control*): masyarakat mendominasi dan *outsider* membantu ketika diperlukan.

2.7.3 Tingkatan Partisipasi Masyarakat

Dalam pembangunan tingkatan pelibatan masyarakat pada dasarnya terbagi dalam delapan tingkatan, dari yang bersifat non-partisipasi sampai pada kekuasaan warga. Menurut Arnstein (1969) tingkatan tersebut adalah:

a. *Manipulation* atau manipulasi

Masyarakat hanya dilibatkan namanya saja sebagai anggota dalam berbagai kegiatan badan penasehat dimana ini merupakan tingkatan yang paling rendah. Dalam tingkatan ini peran serta masyarakat secara nyata jelas tidak ada hanya diselewengkan oleh pihak penguasa sebagai publikasi.

b. *Therapy* atau terapi

Pelibatan peran serta masyarakat dalam perencanaan hanya sebagai kedok dalam tingkatan ini, dimana anggota masyarakat diperlakukan seperti proses penyembuhan pasien dalam terapi oleh para perancang. Pada kenyataannya kegiatan tersebut lebih banyak untuk mengubah pola pikir masyarakat yang bersangkutan daripada mendapatkan masukan dari mereka meskipun masyarakat telah terlibat dalam banyak kegiatan.

c. *Informing* atau pemberian informasi

Pada tingkatan ini merupakan tahap dimana masyarakat mendapatkan informasi yang berkaitan dengan hak-hak, tanggung jawab dan berbagai pilihan. Pada tingkat ini, informasi secara utuh satu arah diberikan masyarakat dari penguasa tanpa adanya kemungkinan untuk diberikan umpan balik, sehingga dalam mempengaruhi penentuan suatu rencana kesempatan masyarakat sangat kecil.

d. *Consultation* atau Konsultasi

Tujuan dari tingkatan ini yaitu mengundang opini masyarakat setelah dilakukannya pemberian informasi. Tingkat keberhasilan dari cara ini termasuk rendah yang disebabkan tidak adanya jaminan akan diperhatikannya kepedulian dan ide dari masyarakat. Cara yang

biasa dilakukan pada tahap ini dengan pertemuan lingkungan, survey tentang pola pikir masyarakat dan dengar pendapat publik.

e. *Placation* dan Perujukan

Pada tingkat ini dalam berbagai hal masih ditentukan oleh pihak yang memiliki kekuasaan, tetapi masyarakat sudah mulai memiliki pengaruh dalam kegiatan yang dilakukan. Dalam pelaksanaannya anggota masyarakat yang memiliki kemampuan akan dimasukkan sebagai anggota dalam lembaga-lembaga kerjasama pengembangan kelompok masyarakat dimana anggota-anggota lainnya merupakan wakil dari berbagai instansi pemerintah. Kedudukan masyarakat yang relatif rendah dan jumlahnya yang terlalu sedikit dibanding dengan anggota yang berasal dari instansi pemerintah, sering kali suara dari masyarakat tidak didengar walaupun usulan dari masyarakat sudah mendapatkan perhatian.

f. *Partnership* atau Kemitraan

Atas kesepakatan bersama dimana kekuasaan dalam berbagai hal dibagi antara masyarakat dengan pihak penguasa terjadi pada tingkatan ini. Pembagian tanggungjawab dalam perencanaan, pengendalian keputusan, penyusunan kebijaksanaan dan pemecahan berbagai permasalahan yang dihadapi telah disepakati. Setelah adanya kesepakatan tersebut maka tidak dibenarkan adanya perubahan-perubahan yang dilakukan secara sepihak.

g. *Delegated Power* atau Pelimpahan Kekuasaan

Pembuatan keputusan pada rencana atau program tertentu merupakan kewenangan dari masyarakat pada tingkatan ini. Masyarakat juga berhak dalam menentukan program-program yang bermanfaat bagi mereka. Pemerintah seharusnya mengadakan tawar-menawar dengan masyarakat dan tanpa memberikan tekanan-tekanan dalam memecahkan suatu permasalahan.

h. *Citizen Control* atau Masyarakat yang Mengontrol

Mengatur program atau kelembagaan yang berkaitan dengan kepentingan masyarakat merupakan tujuan dari adanya kekuatan yang dimiliki masyarakat dalam tingkatan ini. Masyarakat memiliki kewenangan dan dapat mengadakan negosiasi dengan pihak-pihak luar yang hendak melakukan perubahan. Usaha bersama warga dapat langsung berhubungan dengan sumber-sumber dana guna mendapatkan bantuan ataupun pinjaman dana tanpa melalui pihak ketiga.



SEKOLAH PASCASARJANA