

# CABARAN PROJEK BIOGAS BERASASKAN KOMUNITI DI NEGERI SABAH

## CHALLENGES OF COMMUNITY-BASED BIOGAS PROJECTS IN SABAH

Maine Suadik<sup>1</sup>  
Yusten Karulus<sup>2</sup>  
Bayre Suadik<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Social Sciences and Humanities, Universiti Malaysia Sabah (UMS), Malaysia,  
(E-mail: maine@ums.edu.my)

<sup>2</sup> Centre for the Promotion of Knowledge and Language Learning, Universiti Malaysia Sabah (UMS), Malaysia,  
(E-mail: yusten@ums.edu.my)

<sup>3</sup> Kent Teachers' Training Campus, Sabah, Malaysia, (E-mail: bayresuadik@yahoo.com)

### Article history

**Received date** : 13-10-2023  
**Revised date** : 14-10-2023  
**Accepted date** : 26-11-2023  
**Published date** : 29-12-2023

### To cite this document:

Suadik, M., Karulus, Y., & Suadik, B. (2023).  
Cabaran projek biogas berasaskan komuniti di  
Negeri Sabah. *Journal of Islamic, Social, Economics  
and Development (JISED)*, 8 (59), 318 – 327.

**Abstrak:** *Potensi penghasilan tenaga biogas daripada bahan buangan haiwan ruminan untuk mengubah kawasan luar bandar Sabah yang masih kekurangan akses terhadap sumber tenaga elektrik yang stabil, membuka ruang untuk projek ini diangkat sebagai sebuah program pembangunan berasaskan komuniti di negeri ini. Kajian ini telah menyiasat persepsi komuniti lokal berkenaan cabaran-cabaran utama pelaksanaan projek pembangunan biogas berasaskan komuniti untuk menentukan potensinya diimplementasikan di Sabah. Bagi tujuan ini, penyelidikan kualitatif telah dijalankan di daerah Keningau dan Kota Belud. Hasil kajian menunjukkan, pemahaman komuniti yang masih terbatas berkenaan projek biogas adalah antara cabaran utama yang perlu ditangani jika projek biogas hendak dilaksanakan melibatkan komuniti. Keterbatasan pemahaman informan yang antara lain digambarkan oleh pola pandangan mereka yang cenderung memberikan respons tidak pasti, memperlihatkan terdapat keperluan untuk penglibatan komuniti diperluas dalam aktiviti perkongsian ilmu berkenaan projek biogas. Antara cabaran lain yang dikenalpasti dalam kajian ini ialah permasalahan modal yang tinggi untuk memula dan menyelenggara projek, juga kekangan logistik akibat kesukaran membawa dan memindahkan peralatan berteknologi tinggi ke kawasan-kawasan luar bandar yang terpencil. Menangani cabaran pelaksanaan sesuatu program pembangunan adalah penting dilakukan pada peringkat awal pelaksanaan untuk mempertingkatkan potensinya mencapai matlamat yang disasarkan melalui proses penambahbaikan.*

**Kata Kunci:** *Biogas, Keselamatan Tenaga, Tenaga Boleh Diperbaharui, Tenaga Elektrik, Pembangunan Berasaskan Komuniti*

**Abstract:** *The potential of harnessing biogas energy from ruminant animal waste to revolutionise the access to stable electricity in rural Sabah paves the way for elevating this project into a community-based development program in the state. This study investigated the local community's perceptions regarding the primary challenges in implementing community-based biogas development projects to determine their feasibility in Sabah. For this purpose, qualitative research was conducted in the districts of Keningau and Kota Belud. The study revealed that the community's limited understanding of the biogas project stands as a significant challenge that needs to be addressed for successful implementation within the community. The informants' limited understanding, exemplified by their tendency to provide uncertain responses, underscores the necessity for increased community involvement in knowledge-sharing activities concerning biogas projects. Among the other challenges identified in this study are the high initial and operational costs of the project, alongside logistical constraints arising from difficulties in transporting and manoeuvring high-tech equipment to remote areas. Addressing these challenges early in the project's initiation is crucial to augment its potential to achieve the targeted goals through the improvement process.*

**Keywords:** *Biogas, Energy Security, Renewable Energy, Electrical Energy, Community Based Development*

---

## Pengenalan

Kepentingan tenaga dalam mengekalkan tamadun manusia tidak boleh dipandang enteng. Di peringkat global, banyak negara semakin serius dalam melakukan usaha pembangunan sektor tenaga demi untuk mewujudkan keselamatan dan kelestarian tenaga, serta mengurangkan kebergantungan kepada sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui (Igliński *et al.*, 2012). Jerman, Kanada dan China misalnya memberikan fokus kepada penghasilan tenaga boleh dibaharui daripada angin dan tenaga solar. Manakala Sweden pula sangat komited untuk mengurangkan kebergantungan kepada minyak fosil dengan melakukan pelaburan besar-besaran kepada sumber tenaga hidro dan nuklear. Di Malaysia, di bawah Rancangan Malaysia ke-12 (2023-2025), negara telah menyasarkan lonjakan kemapanan dalam sumber tenaga antaranya melalui penerusan strategi menyeluruh yang telah dilaksanakan dalam Rancangan-rancangan Malaysia sebelum ini. Usaha ini termasuk merencanakan lagi penghasilan sumber tenaga boleh diperbaharui, seperti biogas, sisa pepejal bandar, solar, dan kuasa mini-hidro.

Malaysia menekankan peri penting peranan sektor tenaga terhadap pertumbuhan ekonomi. Selama bertahun-tahun, ia telah memberikan sumbangan yang ketara kepada Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) negara, menciptakan pekerjaan, memainkan peranan penting dalam perdagangan antarabangsa, dan secara signifikan meningkatkan pendapatan negara. Komitmen negara dalam mengembangkan sumbangan sektor tenaga kepada pembangunan ekonomi adalah termaktub dalam Dasar Tenaga Nasional (2022-2040) yang menyasarkan agar bekalan tenaga boleh diperbaharui dan kos efektif dapat dibangunkan menjelang tahun 2040. Dasar Tenaga Nasional menekankan peranan asas sektor tenaga dalam mendorong visi 'Wawasan Kemakmuran Bersama 2030' (WKB 2030). Visi ini bertujuan untuk meningkatkan standard kehidupan seluruh rakyat Malaysia dengan mempromosikan pembangunan inklusif, serta menangani ketidakseimbangan kekayaan dan pendapatan yang pada akhirnya dapat membentuk Malaysia sebagai negara yang makmur dan berwibawa (Dasar Tenaga Nasional 2022-2040). Bagi meningkatkan pembangunan ekonomi dan menjadikan Malaysia sebuah negara dengan status berpendapatan tinggi, peningkatan produktiviti dalam sektor tenaga turut disasarkan dalam dasar (Dasar Tenaga Nasional 2022-2040). Selain itu, adalah menjadi matlamat dasar

untuk membentuk nilai tambah yang tinggi terutamanya terhadap industri hulu (*upstream*)<sup>1</sup>, di samping mendorong kemunculan sektor ekonomi baharu yang menjanjikan pendapatan dan kehidupan yang lebih baik kepada masyarakat. Pendekatan bersepadu dalam dasar ini bukan sahaja menjamin masa depan sektor tenaga yang mapan, tetapi juga melancarkan perjalanan Malaysia ke arah mencapai kemakmuran dan kekuatan ekonomi.

Di negeri Sabah, wujud kerjasama yang baik merentas sektor dalam kalangan pihak berkepentingan termasuk beberapa jabatan di bawah Kementerian Tenaga dan Sumber Asli, dan Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan. Pelbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kapasiti tenaga boleh diperbaharui dalam negeri antaranya dengan memanfaatkan potensi pengeluaran tenaga biojisim daripada bahan buangan industri kelapa sawit, dan menggalakkan penghasilan tenaga biogas daripada bahan buangan haiwan<sup>2</sup>. Antara inisiatif pembangunan sumber tenaga daripada biogas di negeri ini adalah projek yang dijalankan di kawasan Jabatan Perkhidmatan Veterinar di daerah Keningau. Projek ini telah berjaya menghasilkan tenaga biogas daripada najis lembu yang telah dapat digunakan untuk menghasilkan tenaga elektrik dan bahan api. Kejayaan projek ini memberikan harapan kepada penangan masalah ketidakstabilan bekalan tenaga di sesetengah kawasan luar bandar Sabah. Dalam memahami dengan lebih terperinci kapasiti biogas daripada bahan buangan haiwan ruminan untuk memastikan matlamat keselamatan tenaga dapat dicapai di negeri ini, kajian telah dilakukan mengenai potensi projek biogas dikembangkan ke sesetengah kawasan luar bandar dan pedalaman Sabah yang masih berdepan masalah akses terhadap tenaga elektrik yang stabil. Juga untuk menilai kesesuaian pendekatan pembangunan berasaskan komuniti atau *community based development* (CBD) diaplikasikan dalam membangunkan projek biogas.

### **Penelitian Berasaskan Pendekatan Kualitatif**

Kertas kerja ini telah membincangkan persepsi komuniti lokal terhadap cabaran-cabaran pembangunan sumber tenaga biogas daripada bahan buangan haiwan ruminan untuk menentukan potensi dan kesesuaian projek ini dilaksanakan berasaskan komuniti. Untuk tujuan ini, daerah Keningau dan Kota Belud telah dikenalpasti sebagai lokasi penyelidikan yang sesuai kerana kedua-dua kawasan ini merupakan antara kawasan demonstrasi projek pembangunan pertanian termasuk penternakan di negeri Sabah. Kajian ini telah dilakukan dengan mengaplikasikan pendekatan kualitatif untuk mengenalpasti cabaran-cabaran yang perlu ditangani dalam mempertingkatkan potensi kejayaan projek dilaksanakan di kedua-dua komuniti. Pemilihan peserta penyelidikan antaranya dipengaruhi oleh keyakinan awal pengkaji bahawa tahap pengetahuan dan penglibatan komuniti dalam aktiviti penternakan akan mampu mendedahkan dengan lebih baik realiti sebenar cabaran yang dihadapi komuniti terlibat dalam projek.

Sebahagian besar informan dalam kajian ini ialah dalam kalangan mereka yang menjalankan aktiviti penternakan haiwan ruminan<sup>3</sup>. Temubual berstruktur menggunakan panduan soalan telah dilakukan terhadap seramai 141 informan iaitu 76 orang dari daerah Kota Belud, dan 65 orang dari daerah Keningau. Kesemua informan ditemubual untuk mendapatkan pandangan mereka mengenai cabaran pembangunan biogas untuk dilaksanakan dalam komuniti. Juga untuk memperoleh pemahaman mereka berhubung dimensi ekonomi, sosial dan budaya projek biogas. Temubual mendalam telah turut dilakukan terhadap lapan orang individu yang

<sup>1</sup> Ia merupakan satu proses cari gali minyak mentah/ gas asli yang bermula dari aktiviti eksplorasi, penggerudian (*drilling*), pengeluaran dan penyimpanan (Portal Rasmi Jabatan Kastam Diraja Malaysia).

<sup>2</sup> Najis dan urin haiwan ruminan adalah antara sumber tenaga biogas yang telah dikenalpasti di negeri Sabah.

<sup>3</sup> Terdiri daripada lembu, kerbau, dan kambing.

mempunyai banyak pengetahuan dan terlibat aktif di peringkat pembentukan polisi dan pelaksanaan projek biogas di Sabah. Ini termasuk beberapa orang kakitangan di Jabatan Haiwan dan Ternak, Jabatan Pertanian dan para pemimpin kampung.

Pemerhatian telah memperkaya data yang diperoleh daripada temubual berstruktur dan temubual mendalam. Pemerhatian ditumpukan kepada proses penghasilan biogas daripada najis lembu di Jabatan Perkhidmatan Haiwan dan Perusahaan Ternak (JPHPT) di daerah Keningau. Turut diperhatikan ialah amalan penternakan haiwan ruminan oleh penduduk di daerah Keningau dan Kota Belud. Pakej Perisian Statistik untuk Sains Sosial (SPSS) telah digunakan untuk menganalisis data daripada temubual berstruktur. Namun, analisis data hanya dibuat secara deskriptif untuk mengenal pasti trend dan korelasi data, bukan untuk menguji hipotesis. Sementara itu, data daripada temu bual mendalam dan nota lapangan bagi pemerhatian ditranskripsi ke dalam bentuk teks untuk memudahkan analisis kandungan dilakukan. Data daripada temu bual berstruktur, temu bual mendalam dan pemerhatian membolehkan kaedah triangulasi dilakukan untuk memastikan keabsahan data.

### **Projek Pembangunan Sumber Tenaga Boleh Baharu: Faedah dan Risiko**

Penyusutan berterusan dalam sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui menuntut agar penerokaan dilakukan terhadap sumber tenaga alternatif yang boleh diperbaharui. Perkembangan teknologi dan peningkatan kemampuan dalam kaedah pengeluaran biogas meletakkan harapan yang besar untuk biogas dijadikan sumber tenaga alternatif yang penting. Penghasilan biogas sebagai sumber tenaga mengurangkan ketergantungan kepada bahan api fosil yang merupakan penyumbang utama kepada perubahan iklim (Igliński *et al.*, 2012). Malaysia pada masa kini mempunyai kebergantungan yang tinggi kepada tiga sumber bahan api fosil yang utama untuk penghasilan tenaga iaitu arang batu, gas asli, dan petroleum. Namun, sementara projek pembangunan tenaga sering kali dikatakan mempunyai manfaat ekonomi dan sosial yang besar kepada manusia, ia pada masa yang sama berpotensi memberikan kesan negatif kepada alam sekitar. Menurut VijayaVenkataRaman dan Goic (2012) dan Koprowski *et al.* (2012), pembakaran bahan api fosil ini melepaskan gas rumah hijau (GHG) yang akan menyebabkan gangguan terhadap kestabilan iklim dan kemerosotan alam sekitar. Justeru, kebergantungan berterusan kepada bahan api fosil dikhuatiri bukan sahaja akan mengancam kemerdekaan dan keselamatan bekalan tenaga dalam jangka masa panjang, tetapi juga menimbulkan permasalahan-permasalahan lain yang sering ditemukan dalam perbincangan mengenai perubahan iklim dan risiko bencana (O'Brien, 2006) serta hak dan keadilan alam sekitar (Hayward, 2007; Gonzalez, 2015). Kesemua permasalahan ini sudah tentu akan mempengaruhi keyakinan, penerimaan dan sokongan komuniti terhadap sesuatu projek pembangunan.

Pembangunan sumber tenaga boleh diperbaharui, terutamanya yang bergantung kepada teknologi terkini, bukan sahaja memberikan implikasi yang besar terhadap masyarakat dan alam sekitar, tetapi juga membawa bersama jaringan cabaran dan peluang yang kompleks untuk sains, kejuruteraan dan dasar (Chu & Majumdar, 2012; Aithal & Aithal, 2016). Kajian terhadap penghasilan tenaga biojisim daripada tumbuhan biomassa mendapati, meskipun ia menyebabkan pengurangan kebergantungan kepada sumber tenaga tidak boleh diperbaharui dan menjanjikan kelestarian alam sekitar, namun ia menggalakkan perubahan signifikan dalam corak penggunaan tanah (Goh & Lee, 2010; Apergis & Payne, 2010). Ini bermakna, jika biojisim ingin dijadikan sebagai sumber tenaga yang utama, terdapat kebimbangan akan kesannya terhadap guna tanah daripada memfokuskan kepada tanaman makanan kepada tanaman komersial untuk industri. Situasi ini kemudian menimbulkan persoalan berkenaan

kesan jangka panjangnya kepada status dan dasar keselamatan makanan negara. Isu keselamatan tenaga *versus* keselamatan makanan adalah antara cabaran pelaksanaan projek biogas berasaskan komuniti yang semakin mendapat perhatian para ilmunan (Gunatilake & Abeygunawardena, 2011; Karp & Richter, 2011; Perrone & Hornberger, 2014).

Penelitian terhadap kajian-kajian lepas turut memperlihatkan kewujudan cabaran berkait proses penghasilan tenaga yang tidak mapan terhadap kesihatan manusia (Khoiyangbam, 2011; Lavaine & Neidell, 2017). Bagi menangani isu ini, di sesetengah negara penilaian impak sosial dan alam sekitar perlu dilaksanakan terlebih dahulu melalui aktiviti perundingan dengan komuniti tempatan sebelum sesuatu projek pembangunan tenaga dilaksanakan. Ia dilakukan bagi memastikan maklumat lengkap berkenaan impak sesebuah projek dapat diperolehi lebih awal, bersesuaian dengan peraturan, tidak mengabaikan penyertaan awam, dan telah mengambil kira kesan-kesannya terhadap manusia dan alam sekitar (Khoiyangbam, 2011). Tatacara melaksanakan sesebuah program pembangunan sebegini mewujudkan keseimbangan antara penghasilan tenaga, kebajikan masyarakat dan pemeliharaan alam sekitar, yang seterusnya mewujudkan corak pembangunan yang lebih bertanggungjawab.

Dengan meningkatnya keperluan untuk memperkukuh keselamatan dan kemapanan tenaga, penulisan-penulisan terdahulu (antaranya seperti Chu & Majumdar, 2012; Aithal & Aithal, 2016; Goh & Lee, 2010; Apergis & Payne, 2010; Khoiyangbam, 2011; Nurain & Er, 2013) memperlihatkan kemunculan pelbagai bentuk cabaran baharu yang perlu ditangani dalam menyelaraskan matlamat ekonomi dengan kebajikan manusia dan kelestarian ekologi bagi sesebuah program pembangunan tenaga. Oleh itu, kajian telah dilakukan untuk mengenalpasti cabaran-cabaran yang sedang dan mungkin dihadapi jika biogas hendak dijadikan sebagai projek pembangunan berasaskan komuniti di negeri Sabah. Cabaran-cabaran ini perlu ditangani dengan baik untuk mengoptimalkan manfaat projek ini kepada masyarakat, mengelakkan atau meminimalkan kesan negatifnya terhadap manusia dan alam sekitar, serta mempertingkatkan motivasi dan penglibatan komuniti dalam projek yang hendak dilaksanakan.

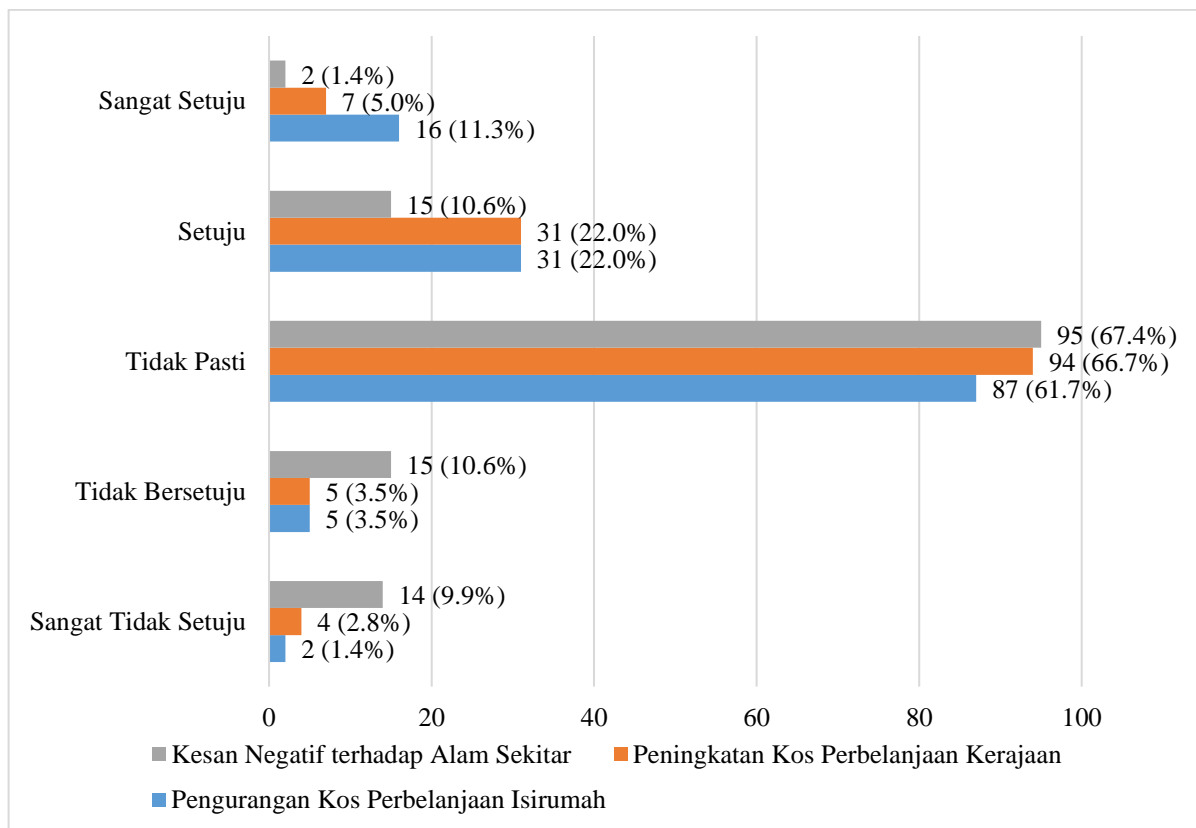
### **Projek Biogas Berasaskan Komuniti: Peluang dan Cabaran**

Kejayaan dan kegagalan program pembangunan berasaskan komuniti ditentukan antara lain oleh penerimaan dan penglibatan aktif masyarakat dalam sesebuah program (Paolini *et al.*, 2018). Keputusan dan komitmen masyarakat untuk bersama-sama menjayakan sesuatu program pula ditentukan oleh sejauhmana mereka memahami misi dan visi program tersebut serta impaknya kepada kehidupan mereka. Puppala *et al.* (2023) menggariskan beberapa cabaran kepada pelaksanaan projek berasaskan teknologi tinggi meliputi aspek ekonomi, sosial, operasi, dan teknikal, juga sikap masyarakat yang terlibat. Kajian mendapati, antara cabaran utama yang dikenal pasti dalam pelaksanaan projek biogas sebagai sebuah program pembangunan berasaskan komuniti di negeri Sabah ialah keterbatasan pengetahuan dalam kalangan komuniti sasaran berkenaan projek yang hendak dilaksanakan.

Sebagaimana yang ditunjukkan dalam Rajah 1, penelitian mendapati, sebahagian besar informan menyatakan ketidakpastian mengenai kesan projek ini terhadap alam sekitar (67.4%), perbelanjaan isirumah (61.7%) dan perbelanjaan kerajaan (66.7%). Kajian seumpamanya memperlihatkan bahawa pengetahuan yang terbatas didapati menjadi antara aspek yang akan mempengaruhi motivasi komuniti untuk terlibat di dalam projek (Aziizah *et al.*, 2018). Keseluruhan 56% peserta dalam kajian ini mengakui tidak pernah mendengar tentang biogas yang dihasilkan daripada bahan buangan haiwan ruminan sebagai sumber tenaga alternatif.

Keadaan ini menuntut untuk inisiatif dilakukan bagi menyebarkan maklumat dan pendidikan yang komprehensif kepada seluruh masyarakat.

Selain itu, kekangan ekonomi juga didapati menjadi cabaran utama yang berpotensi menghambat pelaksanaan projek biogas berasaskan komuniti. Cabaran ekonomi ini dikaitkan dengan kos keseluruhan projek yang tinggi meliputi kos permulaan, kos penyelenggaraan, kos untuk membina jaringan antara kawasan tapak projek dan pusat perkhidmatan, ketidakupayaan untuk membayar tenaga pakar, dan ketiadaan skim bantuan kerajaan. Perbincangan di bahagian ini akan mengupas cabaran-cabaran pelaksanaan projek biogas di negeri Sabah daripada perspektif komuniti tempatan.



**Rajah 1: Kesan Projek Pembangunan Biogas**

Sumber: (Kerja Lapangan, 2019)

Sebagaimana perbincangan dalam kajian-kajian lepas (Mechor Juinis *et al.*, 2011; Puppala *et al.*, 2023; Karp & Richter, 2011), keupayaan kewangan yang kukuh adalah antara prasyarat memulakan sesebuah program pembangunan berasaskan komuniti. Modal tinggi dan kos pelaburan besar yang diperlukan dalam melaksanakan projek biogas diakui kebanyakan informan berkemungkinan akan berada di luar kemampuan ekonomi mereka. Antara keperluan modal untuk memulakan projek termasuk penyediaan tapak dan pembinaan tangki *digester* daripada konkrit mahupun gentian kaca (*fibreglass*). Anggaran kos pembinaan bagi tangki *digester* daripada konkrit pada tahun 2011 di Sabah ialah RM45,800.00 bagi tangki berkeluasan 32 meter padu (Mechor Juinis *et al.*, 2011). Sejumlah 22.6 peratus informan menyatakan kebimbangan tentang cabaran yang berkaitan dengan usaha membawa peralatan berteknologi tinggi ke kawasan pedalaman. Ini menonjolkan kepentingan untuk diwujudkan perancangan strategik dan sokongan teknikal untuk menangani halangan logistik dalam melaksanakan projek

biogas. Oleh itu, skim bantuan yang bersesuaian adalah inisiatif yang perlu diwujudkan untuk memastikan kejayaan projek tersebut di Sabah.

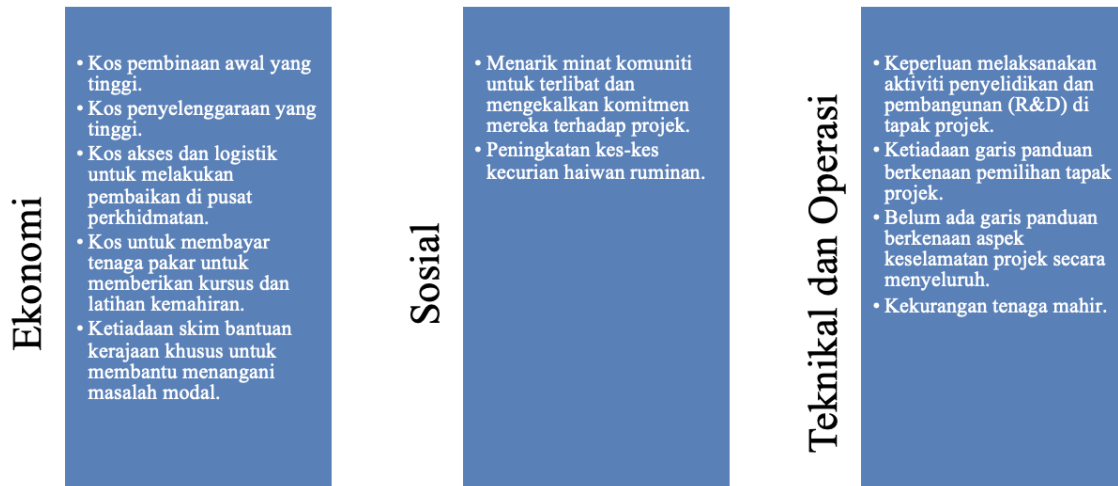
Antara cabaran logistik yang lain ialah berkait keupayaan komuniti untuk menampung kos penyelenggaraan projek secara berterusan (Puppala *et al.*, 2023). Kos penyelenggaraan ini meliputi kos pembaikan jika kebocoran gas berlaku pada tangki *digester* akibat tekanan gas yang tinggi, juga diperlukan pada ketika gas yang dihasilkan oleh tangki *digester* tidak berupaya untuk menghidupkan janakuasa kerana mengandungi wap air yang tinggi, atau pada ketika najis haiwan ruminan yang masuk ke dalam tangki penghadam bercampur dengan rumput kasar dan membentuk lapisan hadapan yang keras di permukaan sehingga menghambat pengeluaran gas (Mechor Juinis *et al.*, 2011). Kos penyelenggaraan yang tinggi sering kali dikaitkan dengan kesukaran mengakses kepakaran dari pusat perkhidmatan yang lazimnya terletak jauh dari kawasan pedalaman.

Projek biogas sebagai satu bentuk pembangunan berasaskan teknologi tinggi memerlukan kemahiran dan kepakaran dalam pengendaliannya (Puppala *et al.*, 2023). Dalam konteks Sabah, ketersediaan tenaga kerja tempatan yang mahir dalam projek biogas dikhuatiri masih terhad. Jika projek pembangunan biogas hendak dilaksanakan dalam komuniti, mereka perlu dibekalkan set kemahiran dan latihan untuk membolehkan mereka memperoleh pemahaman menyeluruh dan berupaya mengendalikan projek secara mandiri. Oleh yang demikian, peruntukan khusus adalah diperlukan untuk mengupah tenaga pakar untuk memberikan kursus dan memantau projek di sepanjang pelaksanaan. Kursus dan latihan ini amat penting kerana ia berkait rapat dengan peningkatan minat dan komitmen penduduk untuk terlibat dalam projek pembangunan berasaskan komuniti yang hendak dilaksanakan.

Bagi memastikan kejayaan sesebuah projek pembangunan berasaskan komuniti, pelbagai aktiviti penyelidikan dan pembangunan (R&D) perlu dilaksanakan untuk mengatasi masalah-masalah teknikal yang berpotensi menghalang kelancaran projek. *Key informan* semasa temubual misalnya menekankan keperluan untuk R&D dilakukan bagi membangunkan sistem kawalan dan pemantauan yang cekap di kawasan tapak projek. Aktiviti ini penting untuk membangun pelan perancangan bagi menangani masalah kecurian haiwan ruminan yang didapati semakin berleluasa di kawasan luar bandar. R&D juga penting dilakukan untuk mencari cara meminimumkan perbelanjaan berkaitan dengan pembelian, pengendalian dan penyelenggaraan peralatan. Selain untuk membangunkan pangkalan data yang bertujuan merekodkan perkembangan projek dan alat analisis yang dapat digunakan untuk memastikan data yang direkodkan dapat dimanfaatkan untuk tujuan penambah baikkan projek. Namun, penanganan terhadap cabaran ini sudah tentu akan mempunyai implikasi kewangan tertentu.

Beberapa penulisan berkait aspek teknikal dan operasi projek pembangunan tenaga alternatif memperlihatkan peri penting pemilihan tapak projek biogas untuk dilakukan dengan berhati-hati bagi meningkatkan tahap keselamatan penduduk, haiwan dan alam sekitar di sekitar kawasan projek (Khoiyangbam, 2011; Lavaine & Neidell, 2017). Kajian memperlihatkan, walaupun 41.1 peratus informan bersetuju dan sangat bersetuju bahawa kawasan pedalaman tanpa bekalan elektrik adalah tapak projek yang paling sesuai, namun rata-rata mereka menyatakan kebimbangan akan kesan projek ini terhadap aspek keselamatan dan kesihatan. Bagi menangani halangan berkait keselamatan, beberapa penulisan terdahulu (umpamanya Puppala *et al.*, 2023 dan Aithal & Aithal, 2016) menekankan keperluan menjalankan penyelidikan saintifik untuk menyediakan garis panduan dan peraturan berkaitan ciri-ciri kawasan yang sesuai dijadikan tapak projek. Justeru, kajian berkenaan impak sosial dan alam

sekitar adalah diperlukan sebelum projek dimulakan secara meluas dalam komuniti. Sebagai satu bentuk projek pembangunan berteknologi tinggi yang baharu hendak dikembangkan di kawasan pedalaman, garis panduan berkenaan ciri-ciri keselamatan projek kepada penduduk, haiwan dan alam sekitar juga perlu digubal.



**Rajah 2: Cabaran Pelaksanaan Projek Biogas**

Sumber: (Kerja Lapangan, 2019)

Kajian ini menekankan keperluan khusus program pembangunan berasaskan pendekatan partisipasi yakni untuk pihak perancang pembangunan menawarkan cara kreatif bagi menangani isu-isu dan cabaran yang menghalang kejayaan sesuatu program pembangunan. Cabaran ekonomi umpamanya boleh ditangani melalui kajian mendalam terhadap kos pembinaan awal, penyelenggaraan, dan logistik projek pembangunan biogas. Kajian ini penting untuk mengidentifikasi kos perbelanjaan projek yang boleh dikurangkan tanpa mengabaikan aspek kualiti dan keselamatan. Selain pengenalan skim bantuan khas daripada pihak kerajaan, kolaborasi dan galakan pelaburan daripada pihak lain, seperti pertubuhan bukan kerajaan (NGO), sektor swasta dan agensi antarabangsa juga boleh membantu dalam mengurangkan bebanan kos yang terpaksa ditanggung komuniti yang terlibat dalam mengendalikan projek. Beberapa isu dan cabaran pelaksanaan biogas berasaskan komuniti di Sabah ditunjukkan dalam Rajah 2.

Pengetahuan terbatas informan berkenaan kesan-kesan pembangunan projek biogas di dalam kajian ini memanggil untuk lebih banyak aktiviti *knowledge dissemination* dianjurkan dalam masyarakat. Antara yang boleh dilakukan ialah mengadakan sesi taklimat, bengkel, dialog atau perbincangan terbuka untuk memberi peluang kepada penduduk mendapatkan maklumat berkenaan projek termasuk berkenaan kepentingan dan manfaat projek kepada mereka. Maklumat ini juga boleh dicetak dalam bentuk brosur, risalah dan buletin atau berkongsi mengenainya melalui platform media sosial. Dalam projek pembangunan berasaskan komuniti, adalah penting untuk komuniti diberikan ilmu pengetahuan sepenuhnya berkenaan projek untuk membolehkan mereka membuat keputusan yang termaklum berkait dengan projek.



## Kesimpulan

Penggunaan teknologi tinggi dalam penjanaaan sumber tenaga boleh diperbaharui merupakan salah satu strategi keselamatan tenaga yang penting di Malaysia. Namun sejauh mana teknologi tinggi dapat dimanfaatkan dalam memperkukuhkan keselamatan tenaga adalah bergantung kepada keupayaan sesuatu program pembangunan tenaga yang dirancang untuk mencapai matlamat pelaksanaan yang sering kali berdepan pelbagai cabaran. Dalam konteks Sabah, kejayaan projek biogas daripada haiwan ruminan untuk menyumbang dalam mencapai matlamat keselamatan tenaga adalah bergantung kepada sejauh mana ia dapat menangani halangan-halangan ekonomi, sosial, operasi dan teknikal yang dikenal pasti berpotensi untuk menghambat usaha ini. Kajian ini dengan itu mencadangkan beberapa langkah berkesan untuk menangani cabaran tersebut antaranya melalui pelbagai bentuk penjanaaan dana, aktiviti *knowledge dissemination* dalam masyarakat dan aktiviti penyelidikan.

Secara umumnya, walaupun dengan tahap pengetahuan mengenai projek biogas daripada bahan buangan haiwan ruminan yang terbatas, rata-rata peserta penyelidikan menyatakan sokongan mereka kepada projek ini. Keadaan ini memperlihatkan bahawa projek pembangunan biogas sebagai sumber tenaga boleh diperbaharui akan berpotensi besar untuk dibangunkan sebagai sebuah projek pembangunan berasaskan komuniti di negeri ini. Kajian ini diharap akan dapat memberi maklumat kepada pihak pembuat dasar dan pemegang taruh yang lain berhubung persepsi komuniti tempatan terhadap potensi biogas sebagai sumber tenaga alternatif di Sabah. Keperluan untuk memperkukuh dasar tenaga yang boleh diperbaharui dalam negara adalah sangat penting untuk membawa teknologi tinggi dalam pengeluaran tenaga di hadapan pintu masyarakat luar bandar. Diharapkan projek pembangunan biogas daripada bahan buangan haiwan ruminan akan dapat diangkat sebagai strategi keselamatan tenaga pro masyarakat miskin dan terpinggir di negeri ini.

## Rujukan

- A.H. Mechor Juinis, Samto Sulah, Alexius Jalani, Teddy M. Denis, Daud Yusof, Mat Jaidin Mohd. Yassin, Kennedy Juani, Abdullah Mohd. Salleh, Marius Gapang, Thomas Sugara, Ag.Sahriol Pg. Kahar, Arik Sarabih & Crisphen Clement. (2011). *Pemanfaatan kumbahan kandang ternakan lembu tenusu menjadi bahan yang berguna*. Kota Kinabalu: Jabatan Perkhidmatan Haiwan dan Perusahaan Ternak.
- Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2010). Production of clean energy by anaerobic digestion of phytomass—new prospects for a global warming amelioration technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(6), 1653-1659.
- Aithal, P. S., & Aithal, S. (2016). Opportunities & challenges for green technology in 21st century. *International Journal of Current Research and Modern Education (IJCRME)*, 1(1), 818-828.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656-660.
- Aziizah, K. N., Setiawan, I., & Lelyana, S. (2018). Hubungan tingkat pengetahuan tentang dampak rokok terhadap kesehatan rongga mulut dengan tingkat motivasi berhenti merokok pada mahasiswa Universitas Kristen Maranatha. *SONDE (Sound of Dentistry)*, 3(1), 16-21.
- Chu, S., & Majumdar, A. (2012). Opportunities and challenges for a sustainable energy future. *Nature*, 488(7411), 294-303.
- Goh, C. S., Tan, K. T., Lee, K. T., & Bhatia, S. (2010). Bio-ethanol from lignocellulose: status, perspectives and challenges in Malaysia. *Bioresource Technology*, 101(13), 4834-4841.
- Gonzalez, C. G. (2015). Environmental justice, human rights, and the global south. *Santa Clara J. Int'l L.*, 13, 151.

- Gunatilake, H. M., & Abeygunawardena, P. (2011). Energy security, food security, and economics of sugarcane bioethanol in India. *Asian Development Bank Economics Working Paper Series*, 255.
- Hastuti, D. (2009). Aplikasi teknologi biogas guna menunjang kesejahteraan petani ternak. *Mediagro*, 5(1).
- Hayward, T. (2007). Human rights versus emissions rights: Climate justice and the equitable distribution of ecological space. *Ethics & International Affairs*, 21(4), 431-450.
- Igliński, B., Buczkowski, R., Iglińska, A., Cichosz, M., Piechota, G., & Kujawski, W. (2012). Agricultural biogas plants in Poland: investment process, economical and environmental aspects, biogas potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4890-4900.
- Karp, A., & Richter, G. M. (2011). Meeting the challenge of food and energy security. *Journal of Experimental Botany*, 62(10), 3263-3271.
- Khoiyangbam, R. S. (2011). Environmental implications of biomethanation in conventional biogas plants. *Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment*, 2(2).
- Koprowski, M., Przybylak, R., Zielski, A., & Pospieszńska, A. (2012). Tree rings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) as a source of information about past climate in northern Poland. *International Journal of Biometeorology*, 56, 1-10.
- Lavaine, E., & Neidell, M. (2017). Energy production and health externalities: Evidence from oil refinery strikes in France. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 4(2), 447-477.
- Ministry of Energy, Green Technology and Water Malaysia (KeTTHA). (2010). *National Green Technology Policy*.
- O'Brien, G., O'keefe, P., Rose, J., & Wisner, B. (2006). Climate change and disaster management. *Disasters*, 30(1), 64-80.
- Perrone, D., & Hornberger, G. M. (2014). Water, food, and energy security: scrambling for resources or solutions?. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 1(1), 49-68.
- Puppala, H., Peddinti, P. R., Tamvada, J. P., Ahuja, J., & Kim, B. (2023). Barriers to the adoption of new technologies in rural areas: the case of unmanned aerial vehicles for precision agriculture in India. *Technology in Society*, 74, 102335.
- VijayaVenkataRaman, S., Iniyar, S., & Goic, R. (2012). A review of climate change, mitigation and adaptation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 878-897.
- Weiland, P. (2010). Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 849-860.