



## *Introduction of cow manure biogas using the HDPE geomembrane model in Pinogu, Gorontalo*

Bambang Susilo<sup>1</sup>, Hendrix Yulis Setyawan<sup>1</sup>, Muhammad Arwani<sup>2</sup>, Kiki Fibrianto<sup>1</sup>, Yudin Yudiawan Maksum<sup>3</sup>, Azwar Lahusin<sup>3</sup>, Irwan Bempah<sup>4</sup>, Wafa Nida Faida Azra<sup>1</sup>, Riska Ayu Lestari<sup>1</sup>, Rizki Putra Samudra<sup>1</sup>, Arya Nugraha Hananto<sup>1</sup>, Muhammad Bagaskara Wiratirta<sup>1</sup>, Essa Noer Bhakty Mulia<sup>1</sup>, Amelia<sup>1</sup>, Fahmi Akbar Yuliansyah<sup>1</sup>, I Kadek Olin Adi Wiguna<sup>1</sup>, Djatmiko Bagus Wibowo<sup>1</sup>


<sup>1</sup> Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia, Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup> Bappeda Litbang Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia

<sup>4</sup> Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

 [susilo@ub.ac.id](mailto:susilo@ub.ac.id)

 <https://doi.org/10.31603/ce.8342>

### **Abstract**

*Pinogu sub-district is an organic area in Bone Bolango district, Gorontalo province with abundant cattle potential. Behind a large number of cows in the Pinogu area, a new problem arises in the form of cow manure scattered on the streets. One of the technologies developed to overcome this problem is the introduction of biogas as a solution for utilizing cow manure which is environmentally friendly renewable energy. The digester model produced is a tubular HDPE (high-density polyethylene) geomembrane that has the advantages of being cheap, durable, and suitable for construction in the Pinogu area which has shallow groundwater characteristics. The process of constructing the digester was carried out for 10 days at the house of a resident in Pinogu Induk Village with the stages of site survey, design of the biogas installation unit, introduction, and training on constructing the digester to test the flame. Gas can be used after 5 days of filling cow dung into the digester. In addition to biogas, the remaining results of fermentation and degradation of cow dung can be used as liquid or solid organic fertilizer. It is hoped that with the construction of the HDPE geomembrane model biogas, the community will be able to take advantage of the potential of cow dung as an alternative fuel or renewable energy that is environmentally friendly.*

**Keywords:** *Alternative fuel; Biogas; Geomembrane*

## **Pengenalan biogas kotoran sapi menggunakan model geomembran HDPE di Kecamatan Pinogu, Gorontalo**

### **Abstrak**

Kecamatan Pinogu merupakan kawasan organik di kabupaten Bone Bolango provinsi Gorontalo yang memiliki potensi sapi yang melimpah. Dibalik banyaknya jumlah sapi yang ada di kawasan Pinogu menimbulkan masalah baru berupa kotoran sapi yang berceceran di jalanan. Tujuan dari pengabdian ini adalah mengenalkan biogas sebagai *pilot project* untuk memanfaatkan potensi limbah kotoran sapi menjadi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Model digester biogas yang diinisiasi adalah digester geomembran HDPE (*high density polyethylene*) berbentuk tubular yang memiliki keunggulan murah, tahan lama dan mudah dibangun di daerah *enclave*. Proses pembuatan digester dilakukan selama 10 hari di rumah warga Desa Pinogu Induk dengan tahapan survei lokasi, desain unit instalasi biogas, pengenalan, dan pelatihan

pembuatan digester untuk uji nyala api. Gas dapat digunakan setelah 5 hari pengisian kotoran sapi ke dalam digester. Diharapkan dengan dibangunnya biogas model geomembran HDPE, masyarakat dapat memanfaatkan potensi kotoran sapi sebagai bahan bakar alternatif atau energi terbarukan yang ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** Bahan bakar alternatif; Biogas; Geomembran

## 1. Pendahuluan

Kecamatan Pinogu merupakan satu-satunya kecamatan di Indonesia yang terletak di tengah kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. Kecamatan Pinogu terdiri dari lima desa yaitu Pinogu Induk, Pinogu Permai, Tilonggibila, Dataran Hijau, dan Bangio. Luas wilayah kecamatan Pinogu yaitu 406,78 km<sup>2</sup> dengan kekayaan alam yang sangat melimpah. Namun, dibalik kekayaan alam tersebut, akses menuju Pinogu sangat terbatas dan tidak tersedia akses yang memadai. Pinogu memiliki jumlah penduduk sekitar 2156 orang dengan sebagian besar penduduknya bermata pencaharian petani (65%) sekaligus peternak sapi. Sapi-sapi yang ditenakkan oleh masyarakat Pinogu merupakan jenis sapi bali (*Bos Javanicus Domesticus*). Banyaknya sapi yang dimiliki oleh masyarakat dan dilepas liarkan dapat menghasilkan limbah kotoran sapi dalam jumlah banyak. Namun dibalik itu, masyarakat Pinogu belum menyadari bahwa kotoran ternak dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Pengolahan kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas yang ramah lingkungan merupakan cara yang sangat menguntungkan, karena mampu memanfaatkan lingkungan tanpa merusak. Hal tersebut akan membantu siklus ekologi agar tetap terjaga. Manfaat lain mengolah kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas adalah pupuk organik untuk tanaman, selain itu juga dapat meningkatkan pendapatan karena mengurangi biaya kebutuhan pupuk dan pestisida. Biaya energi untuk memasak dan konsumsi energi tak terbarukan yaitu BBM juga akan mengalami pengurangan. Pemenuhan keperluan energi rumah tangga di pedesaan seperti Pinogu diperlukan upaya yang sistematis untuk menerapkan energi alternatif. Tiap sapi mampu menghasilkan kotoran sebanyak 20 kg per hari yang dapat menghasilkan biogas sebanyak 1-1.2 m<sup>3</sup> untuk memenuhi kebutuhan memasak selama 2,32-2,78 jam (Adityawarman *et al.*, 2015).

Jenis konstruksi unit pengolah (*digester*) biogas yang dapat dibangun di Indonesia terdapat 3 model, yaitu digester permanen (*fixed dome digester*), *digester* dengan tampungan gas mengapung (*floating dome digester*) dan digester dengan tutup plastik. Unit biogas yang diterapkan di kecamatan Pinogu mengadopsi model digester dengan tutup plastik atau reaktor geomembran HDPE. Biogas diproduksi melalui proses anaerobik oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi tanpa oksigen. Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi. Gas yang dihasilkan sebagian besar terdiri atas gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Hasil biogas dari kotoran ternak akan mudah terbakar apabila kandungan CH<sub>4</sub> lebih dari 50%, sedangkan kandungan CH<sub>4</sub> yang berasal dari kotoran sapi kurang lebih 60% (Sari & Anzani, 2018). Temperatur yang ideal pada proses fermentasi untuk pembentukan biogas berkisar 30°C Mikroorganisme. Selanjutnya, tumbuh-lambat dalam reaktor biogas anaerobik, seperti bakteri metanogen, bisa mendapatkan keuntungan dari yang dipertahankan dalam bioreaktor.

Berdasarkan pemaparan permasalahan di atas, maka teknologi biogas menggunakan bak digester dari bahan geomembran *high density polyethylene* dipilih sebagai solusi alternatif permasalahan yang ada karena lebih mudah dalam pembuatan dan terjangkau. Sehingga, tujuan dari pengabdian ini adalah mengenalkan biogas sebagai *pilot project* untuk memanfaatkan potensi limbah kotoran sapi menjadi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

## 2. Metode

Kegiatan pengenalan serta pembuatan biogas ini dilakukan selama Oktober-November 2022 yang bertempat di desa Pinogu Induk, kecamatan Pinogu, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. Kegiatan ini melibatkan kerja sama antara pemerintah daerah, masyarakat, dosen, asisten ahli, praktisi serta mahasiswa. Tahapan penting dalam kegiatan ini adalah survei lokasi, perancangan unit instalasi biogas, dan pengujian nyala api. Persiapan program dilaksanakan dengan studi lapang di UB Forest, Karangploso yang kemudian dilakukan perancangan biogas di Laboratorium Mekatronik Biosistem, Universitas Brawijaya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Survei lokasi biogas

Survei lokasi dilakukan oleh tim *matching fund* Universitas Brawijaya dengan pendamping dan tim dosen. Proses survei dilakukan untuk meninjau lokasi yang tepat untuk penempatan atau pembangunan digester biogas ([Gambar 1](#)). Berdasarkan hasil survei, pembangunan digester biogas dilaksanakan di Desa Pinogu Induk, kecamatan Pinogu.



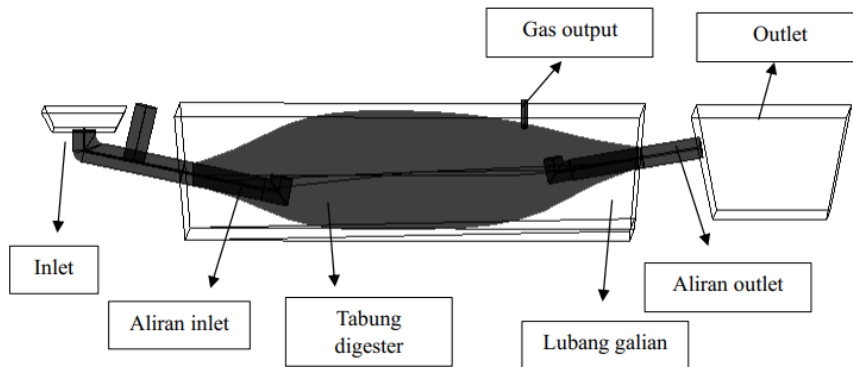
Gambar 1. Survei lokasi di Pinogu Induk

Jenis reaktor biogas yang memungkinkan untuk dibangun adalah jenis digester tabung polietilen dengan jenis membrane polietilen berupa HDPE (*High Density Polyethylene*). Jenis digester tabung polietilen telah digunakan di beberapa Negara seperti Vietnam, Bolivia, Kamboja, Argentina, Meksiko, Cina, Ekuador dan lain-lain. Rancangan awal digester tipe ini dikembangkan oleh [Pound et al. \(1981\)](#) di Taiwan dengan nama "*Red mud PVC*" bag yang kemudian menjadi cikal bakal pengembangan jenis digester *low cost polyethylene*. Digester tabung berbiaya rendah biasanya memerlukan bahan yang fleksibel dan dapat menyesuaikan dengan tempat mereka dipasang (lubang galian).

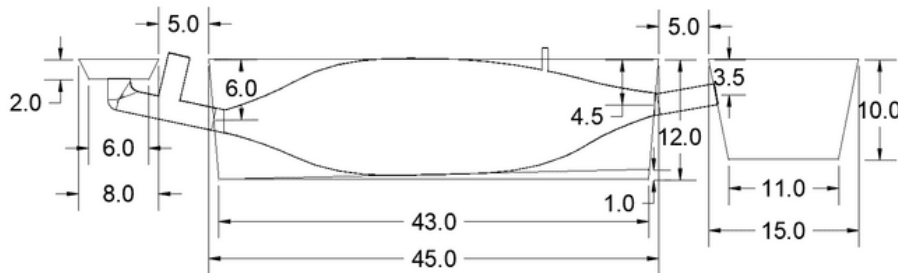
Oleh karena itu, material yang umumnya digunakan berupa LDPE (*Low Density Polyethylene*), HDPE (*High Density Polyethylene*) dan PVC (*Polyvinyl Chloride*) (Marti-Herrero & Cipriano, 2012). Jenis material tersebut dipilih karena memiliki kemampuan untuk menahan tekanan air dan udara, tahan terhadap perubahan cuaca dan tidak mempengaruhi proses fermentasi.

### 3.2. Perancangan unit instalasi biogas

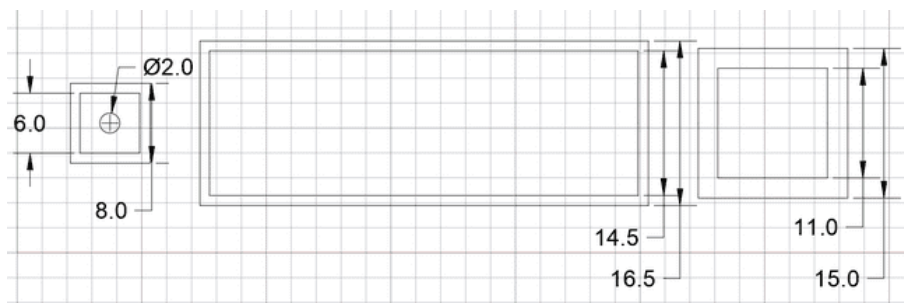
Proses perancangan unit biogas dilakukan di Laboratorium Mekatronika Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Proses perancangan dilakukan untuk menginstal unit biogas yang dibangun di desa Pinogu Induk. Desain instalasi unit biogas dari kotoran sapi yang akan diterapkembangkan disajikan pada Gambar 2-4.



Gambar 2. Desain 3D bangun digester biogas



Gambar 3. Tampak samping rancangan bangun biogas



Gambar 4. Tampak atas rancang bangun biogas

Instalasi pengolahan biogas menggunakan bak digester dari bahan geomembran HDPE yang akan dibangun dengan menerapkan tipe pembangkit *horizontal continous feed* atau tipe *plug-flow*. Unit biogas terdiri dari beberapa bagian yaitu bak pengisi, bak digester, dan bak outlet.

- a. Bak pengisi (*inlet*) digunakan untuk memasukkan bahan baku berupa kotoran padat dan cair sapi. Bak pengisi berbentuk persegi berukuran 80 x 80 cm yang terbuat dari bata. Bak pengisi juga diberi katup *outlet* sederhana dari pipa PVC ukuran 4 inci yang dilengkapi dengan kawat penyaring. Bahan baku kotoran sapi dicampur dengan air dan diaduk, perbandingan jumlah air dengan kotoran sapi adalah 1:2 (10 kg kotoran sapi dan 20 liter air). Hasil adukan dimasukkan ke dalam bak pencerna (*digester*) melalui katup *outlet* setelah melewati kawat penyaring. Tujuan dilakukan penyaringan agar bahan baku yang masuk ke dalam *digester* tidak mengandung serat yang berukuran besar dan terlalu kasar. Serat kasar di sini ialah sampah atau kotoran kandang selain kotoran ternak, seperti batang dan daun keras, sisa batang rumput dan kotoran lainnya yang sebagian besar adalah sisa pakan ternak yang terlalu kasar. Hal ini dapat menimbulkan buih dan residu di dalam reaktor yang dapat mengurangi kinerja dari pembangkit itu sendiri. Penyaringan juga dimaksudkan untuk memisahkan kotoran sapi sebagai bahan baku organik pembangkit dengan bahan anorganik lain terutama pasir dan batu-batu kecil.
- b. Bak *digester* (tengah) merupakan bak pencerna yang dibuat dari kantong plastik *geomembrane polyethylene* dengan bentuk tubular yang memiliki diameter 120 cm. Dinding galian *digester* juga dipasang bata dan dicor menggunakan semen. Kapasitas bak pencerna dapat mencapai volume 4000 liter, sehingga panjang kantong plastik yang dibutuhkan 4,3 meter. Tebal kantong plastik *polyethylene* yang berhasil didapatkan memiliki ketebalan 0,15 mm. Agar diperoleh kekuatan yang lebih besar maka kantong plastik perlu dirangkap dua. Selanjutnya bak *digester* ditempatkan dalam lubang galian yang telah dipasang batu bata pada dindingnya. Penempatan ini dimaksudkan untuk menahan tekanan cairan yang ada dalam bak *digester*.
- c. Bak *outlet* merupakan tempat penampung kotoran hasil fermentasi biogas. Setelah melalui proses fermentasi dan degradasi untuk menghasilkan biogas, kotoran yang ada dalam bak *digester* akan keluar sering dengan penambahan kotoran dan juga tekanan yang ada dalam bak *digester*. Hasil samping dari biogas berupa kotoran yang selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair atau padat.

### 3.3. Pengenalan dan pelatihan pembuatan *digester*

Tahap pertama adalah penyiapan material. Penyiapan material dilakukan untuk menyiapkan segala keperluan yang akan digunakan dalam konstruksi biogas. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembangunan konstruksi biogas meliputi bata merah, pasir, semen, *geomembran* HDPE, dan pipa paralon. Banyaknya bahan yang digunakan menyesuaikan dengan *digester* yang akan dibangun, semakin besar desain *digester* maka material yang dibutuhkan juga akan semakin banyak. Untuk penentuan jumlah material yang digunakan dapat didiskusikan atau dikonsultasikan dengan orang yang lebih berpengalaman terkait dengan konstruksi. Pada pembangunan *digester* ini dilakukan dengan ukuran galian 5 m x 1,75 m dengan kedalaman 2 m yang memerlukan kurang lebih 1.500 buah bata merah, 5 m<sup>3</sup> pasir dan 5 karung semen untuk pembangunan.

Kedua, pembuatan galian lubang. Penggalian lubang dilakukan pada tempat dimana *biodigester* akan ditempatkan. Proses penggalian dapat dilakukan secara vertikal, sehingga hasil yang didapatkan lebih praktis ([Gambar 5](#)). Sebelum dilakukan

penggalian, dilakukan pemasangan patok terlebih dahulu agar lubang galian sesuai dengan desain awal. Apabila kedalaman galian telah sesuai dengan rancangan maka bagian dasar dan pinggir diratakan dengan menggunakan sekop atau cangkul. Tanah hasil galian ditempatkan tidak jauh dari sisi lubang galian, untuk memudahkan dalam melakukan timbunan kembali.



Gambar 5. Pembuatan lubang galian digester

*Ketiga*, pemasangan lantai dan dinding. Setelah galian lubang selesai, tahapan selanjutnya adalah pemasangan lantai kerja. Pemasangan lantai dilakukan sebagai fondasi untuk pemasangan untuk dinding dan lantai untuk penempatan *chamber*. *Keempat*, pembuatan *inlet* dan *outlet*. *Inlet* merupakan tempat untuk memasukkan kotoran sapi yang telah dilarutkan, sementara *outlet* merupakan tempat hasil fermentasi biogas yang ditampung. Pada *inlet*, biasanya terdapat tutup untuk mencegah benda asing untuk masuk ke dalam digester, sementara pada *outlet* merupakan tempat untuk pengambilan bio slurry yang selanjutnya dapat digunakan sebagai pupuk organik padat maupun cair (Gambar 6).



Gambar 6. Pembuatan lubang *inlet* dan *outlet*

*Kelima*, pengecekan tabung digester. Pengecekan *chamber*/digester dilakukan untuk memastikan *chamber* yang telah dibuat dapat digunakan dengan baik tanpa ada kecacatan atau kebocoran serta sesuai dengan lubang yang telah dibuat. *Keenam*, pemasangan pipa. Instalasi pipa untuk *inlet* dilakukan sebelum penempatan tabung digester dalam lubang galian. Proses instalasi pipa dilakukan untuk memastikan panjang pipa sudah sesuai dengan desain awal sehingga sistem biogas dapat bekerja dengan baik. Instalasi pipa *output* gas dibuat untuk penyaluran gas dari digester ke penampungan gas kemudian ke kompor (Gambar 7).



Gambar 7. Pemasangan pipa (*inlet, outlet dan gas*)

*Ketujuh*, pemasangan kompor. Instalasi kompor dilakukan untuk memasang kompor pada saluran keluaran gas. Sebelum pemasangan kompor perlu dilakukan modifikasi pada kompor karena kompor yang digunakan pada sistem biogas sedikit berbeda dengan kompor biasa. Kompor yang digunakan adalah kompor yang telah dihilangkan spuyernya dan dinyalakan dengan pemantik. *Kedelapan*, pengisian digester. Pengisian dilakukan dengan mengisi *chamber/digester* dengan kotoran sapi. Kotoran sapi digunakan sebagai bahan utama fermentasi untuk pembentukan biogas (Gambar 8).



Gambar 8. Proses pengisian digester

### 3.4. Uji coba nyala api

Kotoran sapi yang beberapa hari berada di dalam digester atau bak pengisi, setelah proses fermentasi mulai memproduksi gas. Proses fermentasi hingga terproduksi gas berlangsung selama 5 hari dihitung dari pengisian kotoran pertama kali. Produksi gas ditandai dengan mengembungnya plastik penampung yang berada di atas digester. Gas yang terperangkap dalam plastik penampung lalu akan mengalir melalui pipa instalasi yang tersambung dengan kompor. Pipa instalasi juga dipasang sebuah pengaman atau tabung kontrol gas untuk menghindari kebocoran pipa sebelum dihubungkan dengan kompor. Uji coba kompor dilakukan untuk melihat nyala api dari gas yang telah diproduksi (Gambar 9). Apabila nyala api berwarna biru maka diindikasikan bahwa setelan udara pada kompor sudah tepat dan kualitas biogas yang dihasilkan sudah baik dan dapat digunakan untuk keperluan memasak (Adeo & Selan, 2022).



Gambar 9. Uji nyala kompor biogas

## 4. Kesimpulan

---

Memanfaatkan potensi kotoran sapi untuk dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan merupakan solusi untuk permasalahan masyarakat Pinogu, sehingga perlu adanya proyek percontohan untuk memperkenalkan biogas. Potensi limbah kotoran sapi yang selama ini belum dimanfaatkan oleh masyarakat Pinogu karena kurangnya wawasan terkait teknologi dalam pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi energi telah teratasi dengan inisiasi biogas geomembran sebagai teknologi tepat guna yang dapat diterapkan di kawasan *enclave* seperti Kecamatan Pinogu. Biogas geomembran dapat mengatasi ketergantungan masyarakat Pinogu terhadap sumber daya alam biomassa berasal hutan konservasi serta bergantung pada LPG yang sulit didapatkan dan harganya relatif tinggi.

## Ucapan Terima Kasih

---

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah menghadirkan KEDAIREKA yang menghubungkan perguruan tinggi dengan pelaku usaha maupun industri untuk saling bekerja sama melalui program *Matching Fund*. Terima kasih penulis sampaikan kepada BAPPEDA Bone Bolango, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Bone Bolango, seluruh mahasiswa dan anggota tim pelaksana kegiatan *Matching Fund* atas dedikasi dan kerja samanya. Serta masyarakat Kecamatan Pinogu yang telah memberikan izin dan dukungan hingga program pengenalan dan pembangunan biogas dapat terlaksana dengan baik.

## Daftar Pustaka

---

- Adityawarman, A. C., Salundik, S., & Cyrilla, L. (2015). Pengolahan Limbah Ternak Sapi Secara Sederhana di Desa Pattalassang Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 3(3), 171-177.
- Adoe, D. G. H., & Selan, R. N. (2022). Pengenalan Teknologi Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan di Desa Tubuhue. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), 808-812.
- Martí-Herrero, J., & Cipriano, J. (2012). Design Methodology for Low Cost Tubular Digesters. *Bioresource Technology*, 108, 21-27.



- Pound, B., Bordas, F., & Preston, T. R. (1981). Characterisation of Production and Function of A 15m<sup>3</sup> Red-Mud PVC Biogas Digester. *Tropical Animal Production*.
- Sari, D., & Anzani, N. A. (2018). Experiments of Biogas Production from Elephant Dung with Addition of Cow Urine. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 3(April), 444-448.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License

---