

**PENGEMBANGAN MODEL DESA MANDIRI ENERGI
DENGAN MEMANFAATKAN SUMBER ENERGI TERBARUKAN
STUDI KASUS DESA SASIIL**

Muhammad Zainur Ridlo

Magister Teknik Sistem, Universitas Gadjah Mada, JL. Teknik Utara No.3, Yogyakarta 55821
Indonesia

Zainurridlo26@gmail.com

Bakti Setiawan

Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan, Universitas Gadjah Mada, JL. Grafika No.2,
Yogyakarta

Bobi.setiawan@yahoo.com

Suhanan

Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, JL Grafika No.2, Yogyakarta
suhanan@ugm.ac.id

Abstrak

Untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Desa Sasiil, perlu diterapkannya model desa mandiri energi yang nantinya dapat menjawab permasalahan yang ada di Desa Sasiil, beberapa permasalahan yang ada yaitu permasalahan dalam hal elektrifikasi, ekonomi, dan pendidikan. Desa mandiri energi ini nantinya diharapkan dapat menjadi jalan keluar untuk menyelesaikan permasalahan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia di Desa Sasiil. Permasalahan utama di Desa Sasiil adalah elektrifikasi yang dibutuhkan untuk hunian masyarakat, industri rumahan dan penunjang pendidikan. Secara umum, mayoritas produsen listrik di Indonesia dipasok dari sumber fosil. Sedangkan untuk distribusi menuju kepulauan terkendala oleh sulitnya akses untuk menuju kepulauan, maka dari itu perlu dilakukannya kajian analisa potensi dan pengembangan sumber energi terbarukan yang terdapat di desa ini. Studi ini meneliti skenario elektrifikasi untuk memasok 1198 KK dengan kebutuhan 2.587.680 kWh per tahunnya dengan memanfaatkan perangkat lunak HOMER Energy Modeling untuk skenario sistem hibrida dan kajian sosial dengan metode in depth interview. Perangkat lunak HOMER Energy Modeling digunakan untuk melakukan analisis yang optimal untuk sebuah sistem energi hibrida. Menganalisa sumber energi terbarukan dari angin dan surya untuk dirancang skenario suatu sistem agar dapat mencukupi kebutuhan elektrifikasi dan dilakukan edukasi kepada masyarakat tentang pengenalan dan pengetahuan lebih dalam tentang teknologi dengan sumber energi terbarukan. Kajian sosial dilakukan dengan cara menganalisa hasil wawancara yang dilakukan kepada pejabat desa, tokoh masyarakat, dan masyarakat. Menselaraskan tiga aspek yaitu aspek teknik, aspek ekonomi dan aspek sosial dapat mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada suatu proyek pengembangan teknologi dengan sumber energi terbarukan.

Kata Kunci: Perencanaan Energi, Desa Mandiri Energi, Energi Hibrida

Abstract

To increase economic growth and the welfare of the Sasiil Village community, it is necessary to apply an energy independent village model that can later answer the problems in Sasiil Village, some of the problems are electrification, economics, and education. This energy independent village is expected to be a way out to resolve the problem by utilizing the natural resources available in Sasiil Village. The main problem in Sasiil Village is the electrification needed for community housing, home industry and education support. In general, the majority of electricity producers in Indonesia are supplied from fossil sources. Meanwhile, distribution to the islands is constrained by the difficulty of access to islands, therefore it is necessary to conduct an analysis of the potential and development of renewable energy sources found in this village. This study examines electrification scenarios to supply 1198 households with 2,587,680 kWh per year by utilizing the HOMER Energy Modeling software for hybrid system scenarios and social studies using in depth interview methods. The HOMER Energy Modeling software is used to conduct optimal analysis for a hybrid energy system. Analyzing renewable energy sources from

wind and solar to design a system scenario to meet the needs of electrification and educate the public about the introduction and deeper knowledge about technology with renewable energy sources. Social studies are carried out by analyzing the results of interviews conducted with village officials, community leaders, and the community. Aligning three aspects namely technical aspects, economic aspects and social aspects can overcome the problems that often occur in a technology development project with renewable energy sources

Keywords: Energy Plant, Energy Independent Village, Hybrid Energy.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 17.499 pulau yang terbentang dari sabang sampai merauke sehingga dapat dikategorikan termasuk negara dengan kepulauan terbesar. Dengan kondisi tersebut maka kerap timbul permasalahan yaitu tentang pemerataan pembangunan dan kestabilan ekonomi pada tiap daerah, sedangkan pertumbuhan penduduk yang terus bertambah berdampak pula pada kebutuhan pemenuhan energi listrik untuk mensuplai kebutuhan rumah tangga, industri, sarana dan prasarana daerah. Ketersediaan energi listrik di Indonesia yang mayoritas masih bergantung pada energi fosil belum bisa memenuhi permintaan kebutuhan listrik yang dibutuhkan oleh daerah khususnya di kepulauan dan daerah yang sulit di jangkau oleh aliran listrik PLN.

Peningkatan kebutuhan konsumsi energi di Indonesia meningkat kisaran 1,3% per tahun (BPPT Indonesia, 2017). Dengan adanya fakta yang terjadi di lapangan maka dapat diketahui bahwa *demand* energi yang terus meningkat belum dapat di imbangi dengan *supply* yang mencukupi, dibuktikan bahwa tingkat rasio elektrifikasi nasional berada di 97,1%, dengan rincian PLN 94,56%, Non-PLN 2,36%, dan LSTHE 0,12% (ESDM, 2018). Pengembangan energi baru dan terbarukan adalah langkah yang tepat untuk memenuhi kebutuhan elektrifikasi nasional terutama pada daerah yang sulit dijangkau oleh distribusi jaringan dari PLN karena ketersediaan sumber daya alam yang sangat melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi seperti, energi surya, energi angin, energi air, biomassa dan sebagainya. Sumber energi untuk pengaplikasian pada pembangkit berbasis energi terbarukan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pada daerah yang belum teraliri listrik khususnya daerah kepulauan, daerah terpencil dan daerah yang memiliki sumber energi yang besar.

Pengembangan dan pengelolaan energi terbarukan telah tertuang pada peraturan presiden NO.22 Tahun 2017 dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang harus berprinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna menciptakan kemandirian energi dan ketahanan energi nasional berkesesuaian dengan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dicanangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui *Commission Development* (CSD), yang mencakup 17 tujuan dengan 169 capaian terukur. *Sustainable Energy Development* (SED) merupakan salah satu dari 17 tujuan SDGs. Target SED adalah ketersediaan energi yang *affordable, reliable, dan sustainable for all* (KESDM, 2017).

Pemanfaatan energi terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam hal pengembangan kawasan untuk daerah yang mempunyai keadaan minim infrastruktur, karena ketersediaan infrastruktur merupakan penunjang penting dalam pertumbuhan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) dan dapat meningkatkan kemandirian perekonomian pedesaan seperti yang tertulis dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD, 2016). Sebagai

contoh studi kasus yang dilakukan pada Desa Sasiil yang belum terjangkau aliran listrik PLN berdampak besar pada peningkatan taraf ekonomi, pendidikan dan komunikasi.

Desa Sasiil yang merupakan bagian dari kepulauan Madura tepatnya pada Kecamatan Sapeken, Kabupaten Sumenep terdiri dari tiga pulau dan empat dusun, yaitu Dusun Karang Kongo, Dusun Makasar, Dusun Saredeng Besar, dan Dusun Saredeng Kecil. Dengan total jumlah luasan daerah seluas 4.52988 KM², jumlah KK 1.202 yang beranggotakan 3.809 jiwa.

Penduduk Desa Sasiil yang mayoritas bekerja sebagai nelayan dan usaha kecil menengah kondisi saat ini masih memanfaatkan generator listrik bahan bakar solar untuk memenuhi kebutuhan elektrifikasi hunian, tempat ibadah, sekolah, dan fasilitas umum desa. Dengan kondisi tersebut maka pasokan bahan bakar untuk membangkitkan generator listrik sangat bergantung pada kondisi cuaca dan alam menentukan bisa atau tidaknya sarana transportasi pengiriman bahan bakar berlayar menuju pulau tersebut. Kondisi alam yang buruk mengakibatkan pengiriman pasokan bahan bakar terhambat dan harga yang berubah secara fluktuatif.

Terhambatnya pengiriman pasokan bahan bakar dan fluktuatifnya harga yang kerap terjadi menghambat masyarakat untuk melakukan aktifitas yang membutuhkan aliran listrik. Melihat permasalahan kerap terjadi maka dibutuhkan kajian tentang analisa potensi sumber energi baru dan terbarukan yang ada di Desa Sasiil yang dapat diimplementasikan dalam suatu sistem untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang nantinya diharapkan dapat mendukung pengaplikasian desa mandiri energi.

Desa mandiri energi adalah suatu wilayah pembangunan perdesaan dalam rangka penciptaan lapangan kerja, pengurangan pengangguran, kemiskinan dan mampu memproduksi energi sendiri untuk kebutuhan dan mampu menciptakan peluang untuk mengembangkan kapasitas produksi (Tim Nasional Pengembangan BBN, 2006). Dalam pengembangannya desa mandiri energi harus memenuhi beberapa kriteria dan untuk mencapai tujuan tertentu. Beberapa tujuan yang dimaksud antara lain adalah ditujukan untuk penciptaan lapangan kerja, pengurangan tingkat kemiskinan dan penyediaan energi di pedesaan, lokasi desa nelayan, desa tertinggal, dan desa transmigrasi, harus ada kelembagaan dan skala usaha koperasi, kelompok usaha kecil dan menengah.

Pengaplikasian desa mandiri energi pada Desa Sasiil diharapkan dapat menjawab permasalahan yang ada sehingga nantinya dapat mempercepat pembangunan infrastruktur, meningkatkan perekonomian, dan pemanfaatan sumber daya alam terbarukan yang merupakan bahan bahasan dalam RPJMD. Dengan pengaplikasian desa mandiri energi pada Desa Sasiil ini maka secara tidak langsung warga dapat mengetahui tentang wawasan energi baru dan terbarukan serta pengaplikasian teknologinya, sehingga nantinya warga dapat mengambil andil dalam pengelolaan dan pengoperasian pengaplikasian pembangkit dengan sumber energi terbarukan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat teridentifikasi permasalahan yang terjadi yaitu untuk mengkaji tentang analisis potensi penerapan energi hibrida untuk pemenuhan kebutuhan listrik, analisis keekonomian dan meningkatkan pengetahuan serta tingkat kepercayaan masyarakat sekitar dalam penerapan teknologi hibrida dengan sumber energi baru dan terbarukan sebagai pendukung penerapan desa mandiri energi.

Penelitian dan kajian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat yang besar terhadap dunia pendidikan yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan kawasan

dengan cara memanfaatkan sumber energi terbarukan khususnya di daerah kepulauan yang sulit dijangkau, dalam ranah bisnis penelitian ini dapat dijadikan landasan awal untuk mengetahui nilai investasi, dan dalam ranah sosial kemasyarakatan, penelitian ini dapat menjadi tambahan wawasan kepada masyarakat tentang energi baru dan terbarukan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode mix method. Mix method adalah suatu metode penelitian yang mengkombinasikan antara metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian dimana data-data yang dihimpun berupa angka dan menggunakan statistik. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan kuesioner dan observasi. Sedangkan penelitian kualitatif digunakan untuk meneliti kondisi objektif yang alamiah untuk mendapatkan data yang mendalam dan mengandung makna yaitu data yang sebenarnya (Fajarsari, 2014). Penelitian ini dilakukan beberapa tahap mulai dari studi pendahuluan, identifikasi sistematis penelitian, pengumpulan data dan tahapan pengolahan data, dan terakhir tahapan analisis dan kesimpulan. Dalam penelitian berikut akan dikaji aspek teknik dan sosial.

Aspek teknik berikut mengkaji tentang analisis potensi pengembangan sumber energi terbarukan dengan pengaplikasian pada suatu sistem hibrida pada studi kasus Desa Sasiil. Sumber energi terbarukan yang dimanfaatkan pada sistem energi hibrida berikut adalah sumber energi surya dan energi angin menggunakan data sekunder yang terdapat pada software HOMER energy modelling.

Sistem energi hibrida adalah sebuah sistem pembangkit listrik yang mengombinasikan dua sumber energi atau lebih dengan tujuan untuk menyuplai energi yang andal dengan kualitas daya yang baik. Sistem energi hibrid juga biasa digunakan untuk menekan angka besarnya investasi dan operasional dari penyediaan energi listrik. Pembangunan energi hibrid ini membutuhkan komponen yang memiliki distribusi arus searah (DC) dan sistem distribusi arus bolak balik (AC), baterai untuk penyimpanan energi, konverter dan sistem pengaturan beban. Komponen tersebut dapat terkoneksi dalam berbagai jenis konfigurasi yang bergantung dari jenis klasifikasi daya keluarannya (Rekioua, D., & Matagne, 2012). Energi hibrid sendiri dalam penerapannya dapat berupa gabungan dari berbagai jenis sumber energi, baik berupa gabungan dari energi konvensional dengan energi terbarukan maupun menggunakan energi terbarukan seluruhnya.



Gambar 1. Sistem Energi Hibrid

HOMER Energy Modeling adalah suatu perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasi dan mengoptimasi model sistem pembangkit listrik skala kecil (micropower). Perangkat lunak ini mengevaluasi desain sistem pembangkit listrik baik yang tersambung ke

jaringan listrik atau pun yang tidak tersambung (Permana, Ditto Adi; Wibawa, 2013). Dalam penggunaannya, *HOMER Energy Modeling* membutuhkan masukan data-data yang hendak digunakan sebagai parameter kalkulasi dari dalam mengoptimasi hasil simulasi. Parameter-parameter tersebut meliputi lokasi, beban, jenis sumber energi, data potensi energi dan skenario dari sistem energi yang hendak diterapkan.



Gambar 2. Sistem Energi Hibrid

Studi tentang aspek sosial perlu dilakukan untuk upaya sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat agar lebih menegerti dan paham tentang pemanfaatan sumber dan teknologi energi terbarukan. Aspek sosial diterapkan mulai dari tahap penyusunan rencana program, pelaksanaan program dan operasi & perawatan. Sinkronisasi antara aspek teknik, ekonomi dan sosial diperlukan untuk mendapatkan hasil pembangkit energi terbarukan yang sustainable karena dari masing-masing aspek memiliki permasalahan dan konflik tersendiri. Ketika telah tersinkronisasi dari tiga aspek tersebut maka dapat meminimalkan munculnya permasalahan-permasalahan seperti : Confusing of the project application, misunderstanding, misconception antara beberapa pihak yang terkait dalam pengembangan teknologi energi terbarukan.

Wawancara dilakukan kepada beberapa responden terpilih yaitu kepala desa yang diwakili oleh sekretaris desa, dan tiga orang perwakilan dari warga. Wawancara dilakukan di waktu terpisah selama 3 hari dan sosialisai pengenalan energi terbarukan dan desa mandiri energi kepada masyarakat dilaksanakan selama 2 hari. Lama pengambilan data aspek sosial berikut di karenakan akses transportasi yang harus ditempuh menggunakan kapal nelayan. Beberapa point yang menjadi dasar dari wawancara adalah ketersediaan aliran listrik PLN, tingkat kebutuhan warga pada listrik, permasalahan yang terajadi di desa yang belum terselesaikan, pengetahuan warga tentang desa mandiri energi, pengetahuan warga tentang energi terbarukan, minat warga tentang perkembangan teknologi, kesediaan warga tentang pengembangan pembangkit dengan sumber energi terbarukan.

Penghitungan aspek teknis menggunakan perangkat HOMER energy modelling untuk memudahkan dalam melakukan simulasi sistem energi hibrida dan menggunakan data sekunder, lalu dilakukan kajian sosial dengan cara melakukan interview kepada warga sembari memberikan pengenalan lebih dalam tentang energi terbarukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

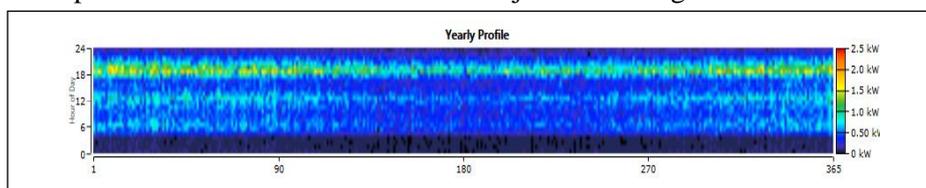
Data berikut berdasarkan data dari NASA Meterorology dan Solar Energy Database yang tersedia dan dapat diunduh langsung dari perangkat lunak HOMER Energy Modeling. Pengumpulan data dilakukan pada lokasi yang terpilih (Desa Sasiil) untuk pengaplikasian energi hibrida pada koordinat $7^{\circ}05'45.0''S$ $115^{\circ}45'29.3''E$. Data potensi energi surya dan energi angin yang tersedia di Desa Sasiil di tampilkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Iradiasi dan Kecepatan Angin Desa Sasiil

Bulan	Iradiasi dan Kecepatan Angin	
	Average of Monthly Wind Velocity (m/s)	Monthly Solar Irradiation (kWh/m ² /day)
Januari	4.87	5.53
Februari	5.08	5.64
Maret	3.69	6.14
April	4.10	5.98
Mei	5.58	5.89
Juni	6.40	5.61
Juli	6.77	5.92
Agustus	6.70	6.60
September	5.99	7.26
Oktober	4.72	7.28
November	3.68	6.52
Desember	3.57	5.68

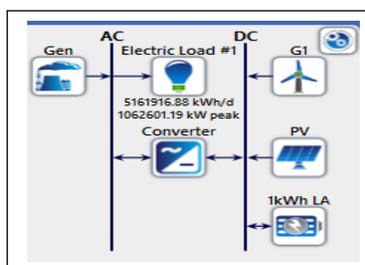
Tabel 1 menunjukkan bahwa potensi energi angin tertinggi pada bulan Juli kisaran 6.77 m/s dan terendah pada periode Desember 3.57 m/s. Untuk potensi surya tertinggi pada bulan Agustus-Oktober dengan potensi kisaran 6.60 hingga 7.28 kWh/m²/hari dan potensi terendah hanya pada bulan Januari yaitu 5.53 kWh/m²/hari.

Kondisi desa yang tidak teraliri listrik dari PLN dan hanya menggunakan generator bahan bakar solar untuk elektrifikasi, maka dapat diambil keputusan untuk membuat skenario *off-grid*. Untuk memenuhi kisaran 1.202 rumah tangga yang didalamnya terdapat aktifitas masyarakat dengan kebutuhan energi kisaran 1.884.099.661,2 kWh per tahun. Dapat dimodelkan menjadi suatu sistem komunal atau komunitas karena luasan lokasi yang tidak terlalu besar dapat mempermudah distribusi kelistrikan menuju rumah warga.



Gambar 4. Profil Beban Listrik Tahunan

Skenario *off-grid* pada sistem hibrid terdiri dari kebutuhan elektrifikasi, generator diesel, panel surya, turbin angin, baterai, dan konverter. Gambar skematik sistemenergi hibrida dengan skenario *off-grid* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skematik Skenario *off-grid* pada sistem energi hibrid

Hasil optimasi dari sistem *off-grid* sistem energi hibrida tanpa menggunakan generator atau jaringan PLN, didapatkan kapasitas optimal dari sistem hibrida yang dapat memasok kebutuhan listrik di Desa Sasiil seperti yang tertera pada tabel 2 dengan total energi yang dihasilkan sistem ini adalah 2.331.607.029 kWh per tahun

Tabel 2. Konfigurasi Optimal dari sistem hibrid *off-grid*

Perhitunga Daya				
Komponen	Kincir Angin	Baterai	Panel Surya	Konverter
Kapasitas	1.200.000kW	3.581.779 strings	806.550 kW	547.904 kW
Produksi	865.933.579 kWh/tahun	675.359.043 kWh/tahun	1.465.673.450 kWh/tahun	1.349.970.685 kWh/tahun
Total Produksi		2.331.607.029 kWh per tahun		

Aspek sosial yang telah dikaji melalui wawancara secara mendalam yang mendapatkan respon baik dari masyarakat dan penambahan pengetahuan masyarakat tentang energi terbarukan juga diterima dengan baik. Latar belakang pendidikan dan pengetahuan masyarakat yang masih rendah membuat mayoritas masyarakat kurang akan pengetahuan mengenai energi baru dan terbarukan serta desa mandiri energi, maka perlu dilakukannya edukasi lebih intensif.

4. PENUTUP

Simpulan

Studi analisi potensi sumber energi terbarukan yang diaplikasikan pada sistem energi hibrida untuk memenuhi kebutuhan listrik di Desa Sasiil, Kecamatan Sapeken, Kabupaten Sumenep sangat dibutuhkan sebagai langkah awal untuk pengaplikasian model desa mandiri energi dengan dasar permintaan listrik di Desa Sasiil kisaran 1.884.099.661,2 kWh per tahunnya, setelah dilakukan kajian maka diketahui potensi sumber energi terbarukan yang dikombinasikan pada suatu sistem hibrida yaitu kisaran 2.331.607.029 kWh per tahunnya.

Pentingnya pengembangan desa mandiri energi di Desa Sasiil karena faktor tidak pemerataan pembangunan yang ada di Indonesia sangat terasa di Desa Sasiil, sehingga tingkat pendidikan, ekonomi, komunikasi, dan pengetahuan tentang perkembangan zaman sangat minim. Minimnya pengetahuan warga tentang teknologi energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan pengembangan desa mandiri energi telah terselesaikan dengan adanya wawancara secara mendalam serta edukasi kepada masyarakat.

Saran

Dalam penelitian ini ada beberapa rekomendasi yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan penelitian terkait pengembangan model desa mandiri energi dengan sumber energi terbarukan terutama di Desa Sasiil ditambah dengan dukungan dari program pemerintah untuk pemanfaatan sumber daya alam dan peningkatan ekonomi masyarakat dan peningkatan sumber daya manusia serta mengundang investor asing untuk mengembangkan model desa mandiri energi di Desa Sasiil.

Besarnya potensi sumber energi terbarukan ditambahkan dengan keindahan dan belum tercemarnya alam di kawasan Desa Sasiil sangat cocok untuk pengembangan destinasi wisata yang nantinya dapat menjadi icon untuk Kabupaten Sumenep bahkan Provinsi Jawa Timur.

5. DAFTAR PUSTAKA

BPPT Indonesia. (2017). *Indonesia Energy Outlook 2017. Clean Energy Technology Development*

Initiatives.

- ESDM. (2018). *content-rasio-elektifikasi-2018*.
- Fajarsari. (2014). *PENGEMBANGAN MODEL PENGELOLAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO YANG BERKELANJUTAN*. 1–14.
- KESDM. (2017). *RENCANA UMUM ENERGI NASIONAL*. Retrieved from <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-rencana-umum-energi-nasional-ruen.pdf>
- Permana, Ditto Adi; Wibawa, U. U. (2013). *Studi Analisis Pembangkit Listrik Hybrid (Diesel-Angin) di Pulau Karimunjawa*. 1–8.
- Rekioua, D., & Matagne, E. (2012). Green Energy and Technology. In *Green Energy and Technology*. <https://doi.org/10.2174/97816080528511120101>
- RPJMD. (2016). RANCANGAN PEMBANGUNAN JANGKA MENENGAH DAERAH. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tim Nasional Pengembangan BBN. (2006). *Konsep Desa Mandiri Energi*.