

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

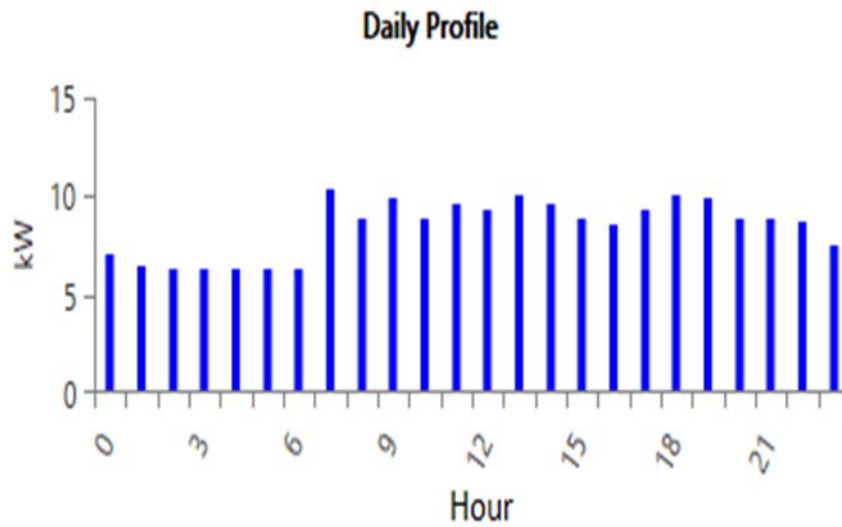
Hasil pelaksanaan penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Mikrohidro di Desa Lalumpe Minahasa Untuk Mendukung Program Desa Mandiri Energi dan Kebijakan *Green Economy*” telah dicapai pada tahun pelaksanaan I adalah sebagai berikut:

1. Data

Data yang dikumpulkan adalah data beban listrik konsumen rumah tangga untuk desa Lalumpe yang mengambil sampel pada 55 kepala keluarga di dusun Tulaun desa Lalumpe Minahasa tersaji sebagai berikut pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Waktu Pembebanan	Total Beban (kW)
00.00 - 01.00	11,56
01.00 - 02.00	11,26
02.00 - 03.00	11,26
03.00 - 04.00	11,26
04.00 - 05.00	11,26
05.00 - 06.00	11,32
06.00 - 07.00	18,53
07.00 - 08.00	15,89
08.00 - 09.00	17,79
09.00 - 10.00	15,99
10.00 - 11.00	17,16
11.00 - 12.00	16,76
12.00 - 13.00	18,21
13.00 - 14.00	17,16
14.00 - 15.00	15,81
15.00 - 16.00	15,41
16.00 - 17.00	16,76
17.00 - 18.00	18,13
18.00 - 19.00	17,80
19.00 - 20.00	15,99
20.00 - 21.00	16
21.00 - 22.00	15,70
22.00 - 23.00	13,60
23.00 - 00.00	12,70
Total (kW) =	363,28

Berdasarkan data beban listrik yang diperoleh dari Dusun Tulaun, Desa Lalumpe, Minahasa diperoleh bahwa jumlah beban listrik untuk keperluan domestic rumah tangga sebesar 363,28 kW. Dimana beban terendah yaitu sebesar 11,26 kW, sedangkan beban puncak yang terjadi di Dusun Tulaun, Desa Lalumpe, Minahasa terjadi pada pukul 06.00 – 07.00 dengan penggunaan listrik sebesar 18,53 kW.



Pada Gambar 1 dapat diamati bahwa kebutuhan listrik masyarakat tidak banyak dibandingkan dengan daerah perkotaan. Konsumsi listrik primer di dusun nelayan ini adalah karena kebutuhan rumah tangga akan penerangan, kipas angin, televisi, penanak nasi, dan lemari es (*cool storage*).

Survey pengukuran langsung di Sungai Tulaun yang berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH) dilakukan oleh Tim peneliti untuk mengetahui potensi debit air dan tinggi jatuh air sungai seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran debit dan tinggi jatuh air sungai Tulaun yang berpotensi untuk lokasi PLTMH

Potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro berdasarkan variabel debit air yang terukur pada 3 kategori rendah, sedang dan tinggi dapat dilihat pada Tabel 2.

	Rendah	Sedang	Tinggi
Debit air [m^3/s]	0,5	0,6	0,7
Head / Tinggi jatuh air) [m]	3	3	3
Efisiensi	0,85	0,85	0,85
Power [kW]	12,5	15	17,5

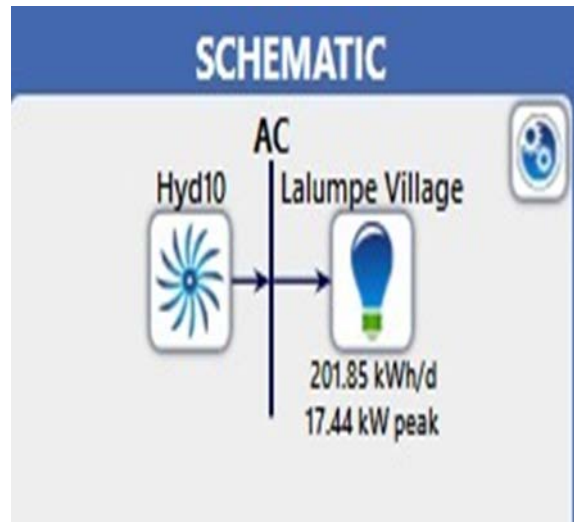
Data hasil pengukuran dan perhitungan tersebut sangat penting untuk diketahui, sebagai dasar pertimbangan mendesain pekerjaan sipil maupun pekerjaan elektrikal- mekanikal suatu perancangan pembangunan PLTMH.

2.2 Hasil Analisis

Hasil dari empat skematik sistem pembangkit listrik pedesaan (*rural electrification*) yang telah dilakukan pada perangkat lunak HOMER disajikan sebagai berikut:

2.2.1 Skenario 1

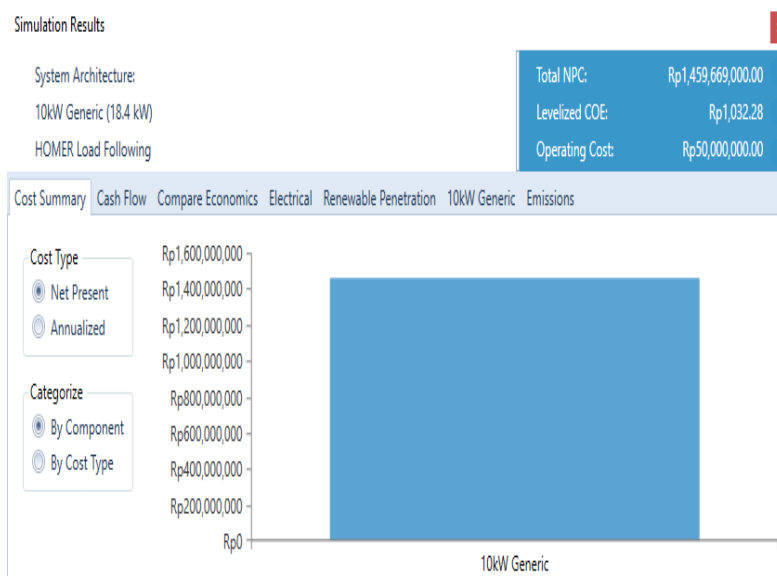
Sistem pembangkit listrik Skematik 1 dirancang dengan 100% sumber daya mikro hidro seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skematik sistem pembangkit yang disuplai oleh 100% mikrohidro

Pembangkit listrik off-grid menggunakan teknologi energi terbarukan telah menjadi sumber yang lebih dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan daerah pedesaan dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya lokal berupa energi air sungai.

Skenario 1 ini difokuskan pada penggunaan teknologi energi terbarukan berbasis sumber tunggal seperti sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Hasil simulasi HOMER yang dianalisis disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Hasil simulasi HOMER untuk Skenario 1



Gambar 5. Produksi listrik bulanan Model Skenario 1

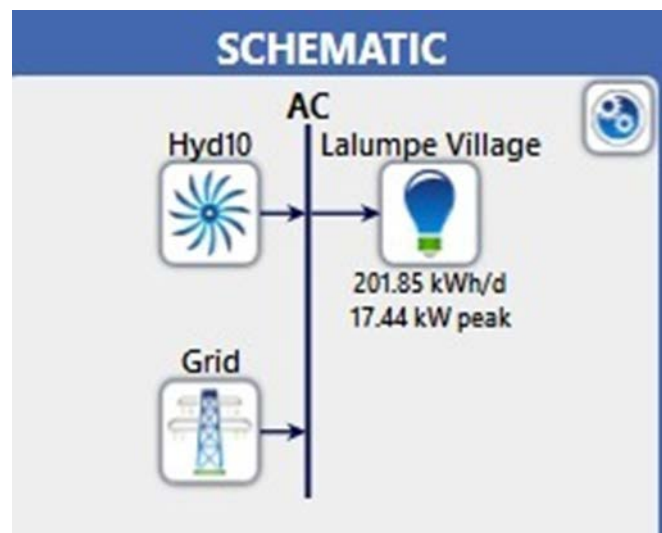
Berdasarkan hasil simulasi HOMER, biaya energi (Cost of Energy) sebesar Rp 1.032/kWh dan Net Present Cost (NPC) sebesar Rp 1.459.000.000.

Sistem 100% energi terbarukan ini menghasilkan sekitar 144.949 kWh/tahun dengan kelebihan pembangkitan listrik sebesar 69.346 kWh/tahun membuat desa mandiri energi dari energi terbarukan oleh mikro hidro.

2.2.2 Skenario 2

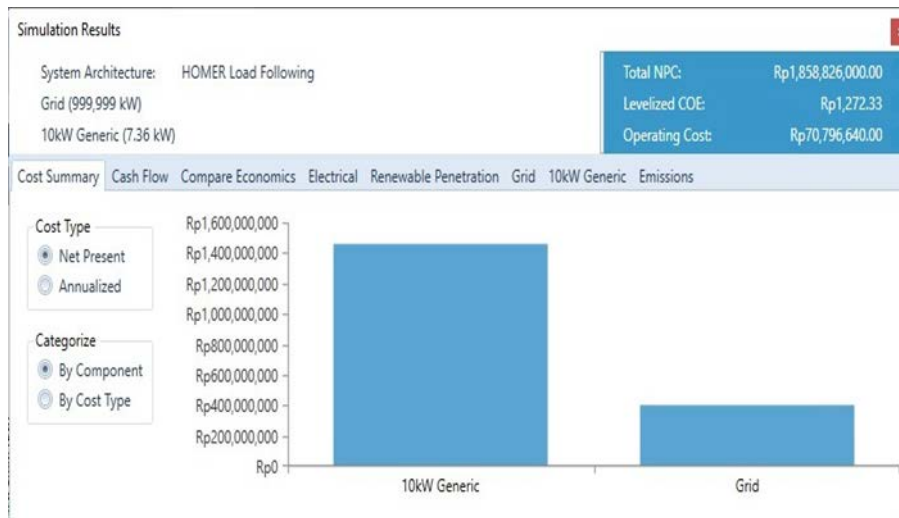
Sistem berbasis sumber terbarukan memiliki masalah pasokan yang tidak konsisten, karena karakteristik tidak tetap (intermiten) di bawah berbagai kondisi iklim, yang mempengaruhi produksi energi. Untuk mengatasi masalah ini dan menyediakan pasokan energi dengan cara yang dapat diandalkan, sistem berbasis sumber terbarukan ini dapat dikombinasikan dengan jaringan listrik yang disuplai PLN.

Sistem pembangkit listrik pedesaan (*rural electrification*) Skenario 2 dirancang terdiri dari mikro hidro dan jaringan listrik yang disuplai oleh PLN sebagai sumber listrik ke desa seperti yang dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6. Skematik 2 sistem pembangkit listrik yang disuplai oleh 100% mikro hidro dan jaringan listrik PLN

Skematik ini telah difokuskan pada penggunaan teknologi berbasis sumber tunggal energi terbarukan seperti sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro serta jaringan listrik PLN. Hasil simulasi HOMER yang dianalisis disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Hasil simulasi Skenario 2



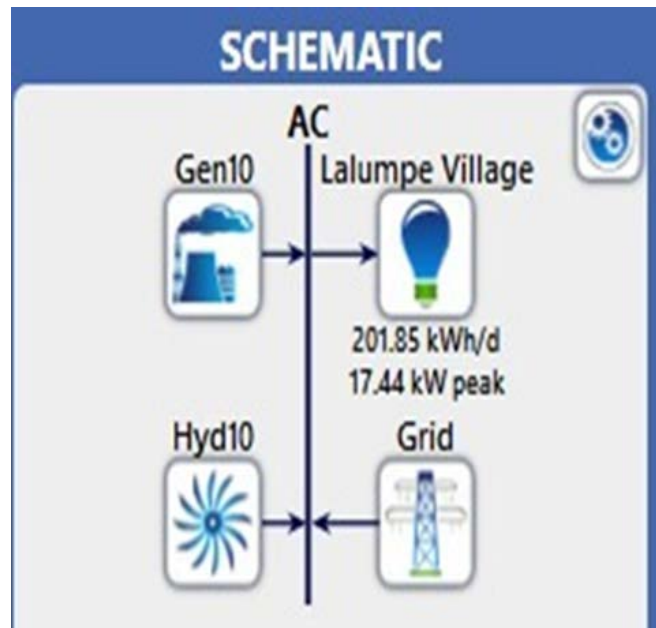
Gambar 8. Produksi listrik bulanan Model Skenario 2

Sistem hybrid ini menyediakan listrik ke desa dengan Cost of Energy (CoE) 1.272 Rupiah/kWh dan Net Present Cost (NPC) sekitar Rp. 1.858.826.000 untuk kebutuhan masyarakat pedesaan. Dari Gambar 2.9 terlihat bahwa fraksi energi terbarukan adalah sekitar 76% dari pasokan listrik untuk kebutuhan listrik desa.

Apalagi sistem ini memiliki biaya energi yang wajar untuk harga jaringan PLN sekitar Rp. 1.500/kWh. Sistem hibrida terbarukan ini merupakan sumber energi yang lebih efektif dan andal, pemerintah Indonesia dapat memainkan peran penting untuk mengatasi krisis energi dengan memfasilitasi daerah pedesaan dengan sistem tersebut.

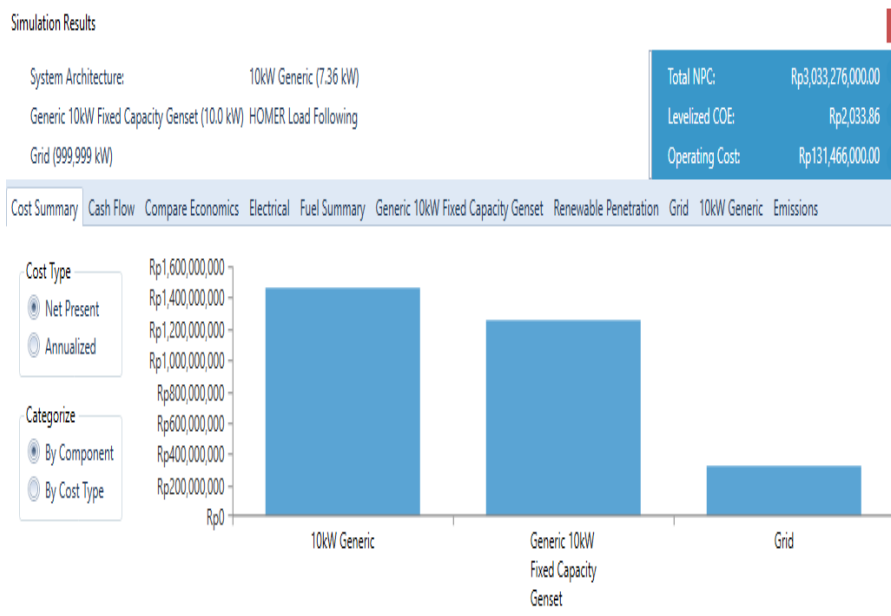
2.2.3 Skenario 3

Skenario 3 untuk sistem pembangkit listrik pedesaan (rural electrification) dirancang terdiri dari mikro hidro, diesel dan jaringan PLN untuk menyuplai listrik ke desa seperti yang dijelaskan pada Gambar 9.



Gambar 9. Skenario 3 sistem pembangkit listrik yang disuplai oleh mikro hidro, diesel dan jaringan listrik PLN

Model skematik ini telah digabungkan dengan menggunakan beberapa sumber seperti sistem tenaga mikrohidro, diesel, dan jaringan PLN. Hasil simulasi HOMER yang dianalisis disajikan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Hasil simulasi HOMER untuk Skenario 3



Gambar 11. Produksi listrik bulanan Model Skenario 3

Hasil yang diperoleh dari analisis biaya mengungkapkan bahwa kombinasi 10 kW hydro, jaringan listrik PLN, dan diesel generator merupakan biaya tertinggi untuk studi kasus ini dengan Cost of Energy (CoE) sebesar Rp. 2.000 dan total Net Present Cost (NPC) sebesar Rp. 3.000.000.000. Dari Gambar 11 terlihat bahwa fraksi energi terbarukan adalah sekitar 74% dari pasokan listrik untuk kebutuhan listrik desa.

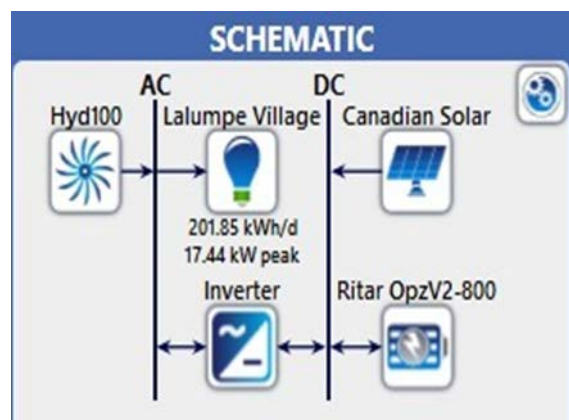
Untuk Skenario 3, emisi gas rumah kaca (GRK) akibat penggunaan bahan bakar solar telah dihitung oleh perangkat lunak dan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Emisi GRK Skenario 3 karena pemanfaatan diesel

	VALUE	Units
<i>Carbon Dioxide</i>	15,279	Kg/year
<i>Carbon Monoxyde</i>	43.1	Kg/year
<i>Unburned Hydrocarbon</i>	1.57	Kg/year
<i>Particulate Matter</i>	2.51	Kg/year
<i>Sulfur Dioxide</i>	55.5	Kg/year
<i>Nitrogen Oxydes</i>	69.3	Kg/year

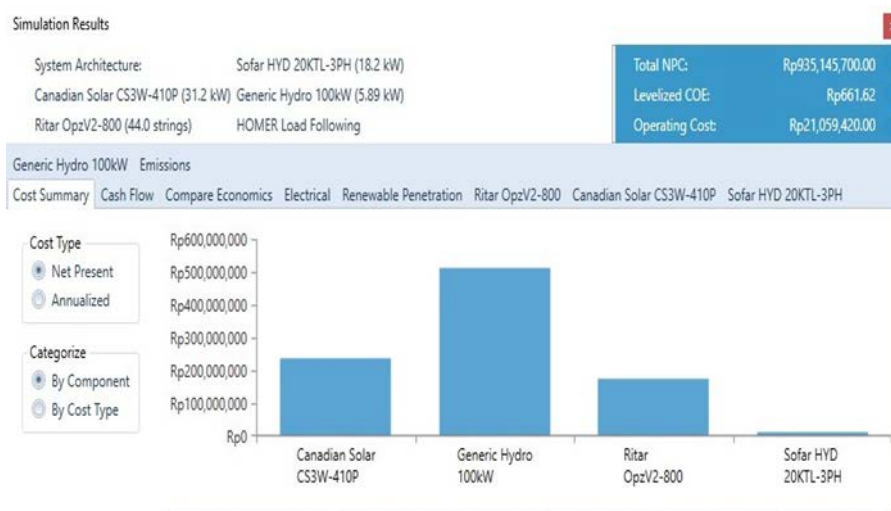
2.2.4 Skenario 4

Untuk skenario 4 sistem pembangkit listrik pedesaan (rural electrification) dirancang terdiri dari mikrohidro, fotovoltaiik, dan baterai untuk memasok beban listrik desa seperti yang dijelaskan pada Gambar 12.



Gambar 12. Skenario 4 sistem pembangkit listrik yang disuplai oleh mikro hidro, PV dan baterai

Model skematik ini terdiri dari sistem hybrid yang mengintegrasikan sumber energi terbarukan berupa mikrohidro dan tenaga surya. Hasil simulasi HOMER yang dianalisis disajikan pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Hasil simulasi HOMER untuk Skenario 4



Gambar 14. Produksi listrik bulanan Model Skematik 4

Hasil yang diperoleh dari analisis biaya diketahui bahwa kombinasi hidro 5,89 kW, Sofar HYD 18,2 kW, Canadian Solar 31,2 kW dan baterai Ritar 440 string adalah biaya terendah untuk studi kasus ini dengan biaya energi (CoE) sebesar Rp. 661 dan total Net Present Cost (NPC) sebesar Rp 935.145.700. Fraksi terbarukan dapat 100% dari sistem model hibrida ini untuk memberi daya pada desa.

Studi ini membandingkan kinerja sistem yang diusulkan dan menunjukkan bahwa sistem tersebut layak secara tekno-ekonomi berdasarkan Net Present Cost dan Cost of Energy. Rangkuman perbandingan model skematik, Cost of Energy (COE), Net Present Cost (NPC), capital cost, serta lifetime disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan kajian ekonomis 4 skenario

MODEL	CoE	NPC
100% Microhydro	Rp. 1.032	Rp. 1.45 M
Micro hydro +Grid	Rp. 1.272	Rp. 1.8 M
Micro hydro +Grid +Diesel	Rp. 2.033	Rp. 3 M
Micro hydro +Solar+Battery	Rp. 661	Rp. 0.9 M

Kajian ini menyajikan analisis kelayakan empat skematik pemberdayaan masyarakat dusun di Indonesia, studi kasus di Desa Lalumpe. Konfigurasi sistem yang berbeda dari sistem pembangkit listrik dianalisis dalam HOMER dengan mensimulasikan model sistem pembangkit listrik. Model pembangkit listrik desa pertama menggunakan 100% sumber daya hidro, sistem kedua menggunakan tenaga air dan grid, sistem ketiga menggunakan hidro, grid, dan diesel, dan sistem keempat menggunakan mikrohidro, PV, dan baterai. Solusi terbaik berdasarkan analisis biaya adalah fraksi 100% dari energi terbarukan yang menggabungkan sumber daya mikro hidro dan PV.

Sumber energi terbarukan berbasis mikro hidro yang diusulkan dalam penelitian ini dapat digunakan di daerah pedesaan terpencil untuk membuat desa mandiri energi. Analisis lebih lanjut dari rincian pekerjaan teknis untuk studi kelayakan mikro hidro harus diperluas untuk mengimplementasikan rencana tersebut.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Jenis, identitas dan status luaran wajib dan luaran tambahan adalah dimuat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Jenis, identitas dan status luaran wajib dan luaran tambahan

No	Capaian Luaran	Identitas	Status
1.	Buku dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Studi Kasus Sungai Tulaun di Desa Lalumpe Minahasa)”	Buku (Terbit ber-ISBN: 978-623-413-177-2)	Publikasi oleh Penerbit Ahlimedia
2.	HKI Buku “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Studi Kasus Sungai Tulaun di Desa Lalumpe Minahasa)”	Sertifikat HKI	Registered (Terdaftar)
3.	Publikasi artikel ilmiah dengan judul “Comparative Study of <i>Microhydro Model System for Powering the Sub-Village of Tulaun Lalumpe Minahasa in Indonesia</i> ” di The 8th International Exchange and Innovation Conference on Engineering & Sciences (IEICES 2022) http://www.tj.kyushu-u.ac.jp/en/igses/ieices/	Full paper submitted and accepted &presented in the ICEICES 2022.	Accepted (Diterima untuk publikasi)

Capaian luaran wajib adalah buku dengan judul “**Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Studi Kasus Sungai Tulaun di Desa Lalumpe Minahasa)** yang covernya seperti pada Gambar 15 telah terbit dengan nomor ISBN 978-623-413-177-2 yang dapat diakses pada tautan https://books.google.co.id/books/about?id=rsiZEAAAQBAJ&redir_esc=y. Sertifikat HKI buku seperti pada Gambar 16. Capaian luaran tambahan adalah publikasi ilmiah pada internasional konferens internasional ICICES 2022 yang artikel lengkapnya (*full paper*) telah diterima untuk publikasi dengan bukti Letter of Acceptance (LOA) terdapat pada Gambar 17, Gambar 18 dan Gambar 19.



PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
STUDI KASUS DI SUNGAI TULAUN DESA MINAHASA

MEITA RUMBAYAN
RILYA RUMBAYAN
CHRISTY PASIOWAN
FALDY MANAHAMP



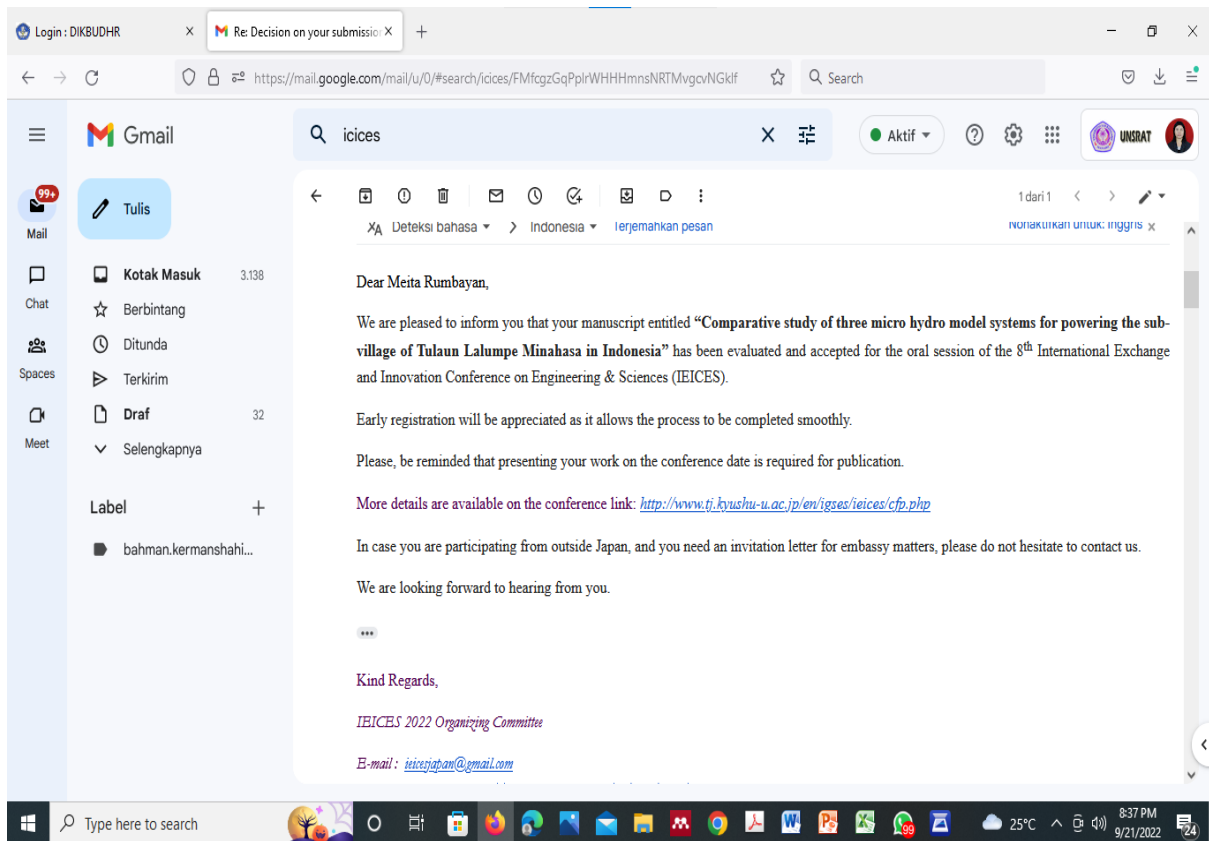
Gambar 15. Cover Buku Luaran Wajib PDUPT



Gambar 16. Surat pencatatan HKI buku luaran



Gambar 17. Bukti Sertifikat Publikasi di Internasional Conference Kyushu University, Japan



Gambar 18. Letter of Acceptance untuk Artikel ilmiah di Konferensi Internasional ICICES 2022 di Kyushu University, Jepang

Comparative study of micro hydro model systems for powering the sub-village of Tulaun Lalumpe Minahasa of North Sulawesi Province, Indonesia

Meita Rumbayan^{1*}, Rilya Rumbayan², Christy Pasiowan³, Stefi Elkana⁴, Naomi V Panjaitan⁵

¹Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia

²Manado State Polytechnics, Indonesia

³Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia

⁴Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia

⁵Tokyo International University, Tokyo, Japan

*Corresponding author email: meitarumbayan@unsrat.ac.id

Abstract: *In this work, we conduct a comparative study to meet the energy demands of a rural village in Indonesia, Tulaun Village, Lalumpe, Indonesia. We utilize different scenarios of rural power systems based on four models of the micro hydro system. The first model of energy-independent village is 100% micro hydro supply. The second model is a combination between micro hydro and the grid. The third model is a combination of micro hydro, grid, and diesel. The fourth model is a combination of 3 sources that consists of micro hydro, solar PV, and battery. The load demand data were obtained based on the communities' electricity needs of 55 households in the village. The Hybrid Optimization Model for Renewable Energy (HOMER) was selected to analyze this techno-economic feasibility study. The best option is the fourth model based on the result in terms of the cost of electricity (COE), and environmental emission consideration.*

Keywords: Micro hydro; Energy Independent Village; HOMER, Indonesia

Gambar 19. Bukti Submit Artikel pada Konferensi Internasional ICICES 2022

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

Realisasi kerjasama dan kontribusi mitra secara *in-kind* dan *in-cash* pada penelitian ini adalah sebagai berikut mitra sebagai pengguna mendampingi Tim peneliti untuk pengambilan data di lokasi dan menyediakan data pendukung.

Bukti pendukung realisasi kerjasama tertuang dalam surat pernyataan kesediaan mitra oleh kepala desa Lalumpe Minahasa pada Gambar 20.



NOTA KESEPAKATAN



Yang bertanda tangan di bawah ini :

Pemerintah Desa:

Nama : Roger Nonutu
Jabatan : Kepala Desa Lalumpe
Institusi : Pemerintah Desa
Alamat : Kantor Kepala Desa Lalumpe, Kecamatan Kombi, Kabupaten Minahasa

Ketua Tim:

Nama lengkap : Dr.Eng. Meita Rumbayan, ST, M.Eng
NIP : 197605192000032001
Perguruan Tinggi Asal : Universitas Sam Ratulangi

menyatakan setuju dan bersedia bekerjasama dalam pelaksanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat di desa Lalumpe, Kecamatan Kombi, Kabupaten Minahasa.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut nota kesepakatan ini akan diatur kemudian.

Nota kesepakatan ini berlaku tahun 2022-2023 dibuat rangkap dua dan bermeterai cukup.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Minahasa , 11 Februari 2022

Yang Menyatakan,

Kepala Desa Lalumpe

Ketua Tim Peneliti



Roger Nonutu



Dr.Eng. Meita Rumbayan, ST, M.Eng

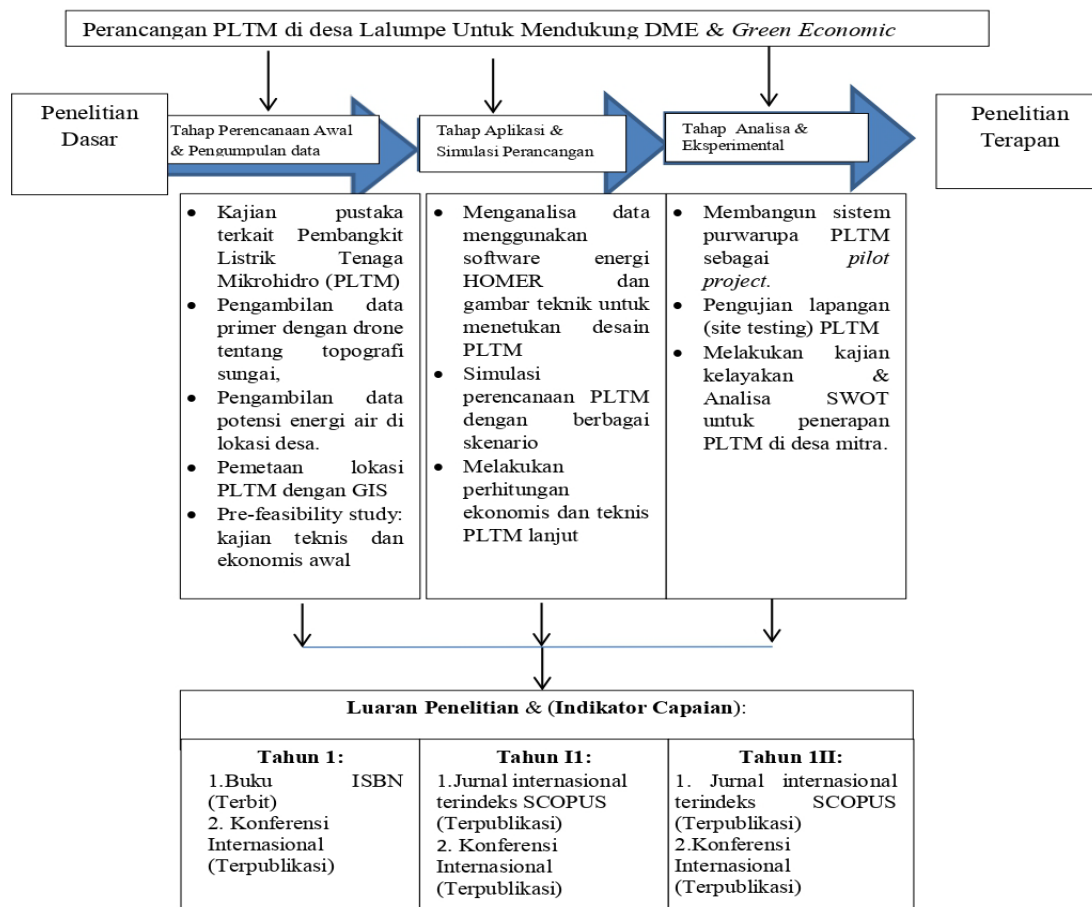
Gambar 20. Surat Pernyataan Mitra untuk bekerjasama dalam penelitian

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala pelaksanaan penelitian adalah situasi pandemi COVID-19 yang mengakibatkan mobilitas penelitian terbatas, namun pelaksanaannya tetap dilaksanakan dengan protokol kesehatan yang ketat untuk tahap perancangan dan pengambilan data di Sungai Tulaun yang terletak di desa Lalumpe Minahasa.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Berdasarkan panduan penelitian dan pengabdian masyarakat edisi XIII Revisi [12], usulan ini mengikuti Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) untuk penelitian dasar. Pada tahun I, tahap perencanaan awal dan pengumpulan data dengan TKT 1 terdiri dari metode kajian pustaka terkait PLTM, pengambilan data primer dengan drone tentang topografi sungai, pengambilan data potensi energi air untuk kelistrikan, pemetaan lokasi dengan GIS dan metode kajian teknis dan ekonomis awal dengan hasil pre-feasibility study untuk energi listrik dan bangunan sipil dengan mengikuti roadmap penelitian seperti pada Gambar 21 dan Gambar 22.



Gambar 21. Rencana tahap penelitian selanjutnya dan indikator luaran

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Rumbayan, M., Sompie. S. Ruindungan, D., Panjaitan, V.N. (2021) Model of solar energy utilization in Bunaken Island Communities., IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 739 012082. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/739/1/012082>.
2. Rumbayan, M., Sompie. S. Ruindungan, D., Panjaitan, V.N. (2021) Design of a Photovoltaics Stand-Alone System for a Residential Load in Bunaken Island Using HOMER., IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 927 012039. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/927/1/012039/pdf>.
3. Rumbayan, M., Sompie. S. Ruindungan, D., Sambul, A.M. (2019), The concept of the internet of things framework for remote monitoring of solar home system, Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing Volume 1402, Issue 4, 2020, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1402/4/044006>
4. Rumbayan, M., Sompie, S., Nakanishi Y., (2019) Empowering remote island communities with renewable energy : a preliminary study of Talaud Island., IOP Conference Series Earth and Environmental Science 257:012024. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/257/1/012024>
5. Rumbayan, M, Sompie, S, Rumbayan R. (2020) Penerapan Teknologi Tepat Guna Berbasis Energi Terbarukan di desa Kiama Kabupaten Kepulauan Talaud, JPM: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang Vol. 1, No. 2, November 2020, pp. 97-104, <https://jurnal.stie.asia.ac.id/index.php/jpm/article/view/297/13>.
6. Mantiri, H., Rumbayan, M., Mangindaan, G. (2018) Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Sungai Moayat Desa Kobo Kecil Kota Kotamobagu, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol 7, No.3, Universitas Sam Ratulangi
7. Rumbayan M and Nagasaka K, (2017) Development of power system infrastructure model for the island communities: A case study in a remote island of Indonesia, International Conference on Advanced Mechatronic Systems, ICAMechS | vol: 2017-December | issue : | 2018-03-14 | Conference Proceeding.
8. Haryani, T., Hardoyo W, Hidayat A (2015) Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga mikrohidro di Saluran Irigasi Mataram, Jurnal Hidroteknik no 1 Vol II, Institute Teknologi Surabaya.
9. Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro di Bendungan Semantok, Nganjuk Jawa Timur, Jurnal Hidroteknik no 1 Vol II, Institut Teknologi Surabaya.
10. Hernawan Aji Nugroho, Sunardi (2017) Perancangan dan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Jurnal Ilmu Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI) Vol. 3, No. 2, Desember 2017
11. Global Sustainable Energy Solutions (2020) Microhydro Power System Guideline, Wordbank.
12. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi. (2021) Panduan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Kampus Merdeka Perguruan Tinggi Penyelenggara Pendidikan Akademik Edisi XIII Revisi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi..