

Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid-Ongrid di Lahan Tandus Desa Curah Cottok

Adriana Anteng Anggorowati¹ Rasional Sitepu² Andrew Joewono³

¹ Jurusan Teknik Kimia & Mahasiswa PSPPI, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

² Jurusan Teknik Elektro & Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

³ Jurusan Teknik Elektro & Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

✉ andrew_sby@ukwms.ac.id.

Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid-Ongrid 9000 wp 5.5 kW 3 phase bertujuan untuk mendapatkan cadangan air pada lahan pertanian produktif di lahan tandus. Pelaksanaan kegiatan dilakukan dari hasil diskusi dengan perangkat desa Curah Cottok, masyarakat, serta hasil survei lokasi. Air tanah hasil pemompaan dipergunakan mengairi lahan pertanian, sewaktu musim kemarau. Cara mendapatkan air adalah dengan membuat sumur bor sampai kedalaman antara 40 hingga 50 meter. Air ditampung pada lokasi dataran yang tinggi untuk di alirkan ke lahan pertanian di bawahnya. Untuk menggerakkan sistem pemompaan tersebut digunakan pembangkit listrik energi surya-hybrid (On-Grid). Alat ini akan mengubah energi sinar matahari dengan panel surya sebanyak 36 lembar. Setiap keping mampu menghasilkan energi sebesar 250Wp. Serangkaian panel surya tersebut diletakkan di dataran yang mendapatkan paparan sinar matahari tegas. Energi sinar matahari diubah menjadi energi listrik, secara langsung (on-grid), dengan alat inverter pompa on-grid, dan dikombinasikan dengan listrik PLN/genset (hybrid). Untuk menggerakkan sistem pemompaan air yang terdiri dari pompa celup berdiameter 4 inci, daya yang dibutuhkan 5,5 Hp, listrik 3 phase. Hasil pemompaan air sampai di permukaan sebanyak 10 liter setiap detik. Untuk keberlanjutan alih teknologi dan pengembangannya, masyarakat desa dikenalkan dengan teknologi yang digunakan melalui kegiatan pelatihan pembangkit tenaga listrik dari energi sinar matahari yang diaplikasikan pada pompa air sumur dalam.

Kata kunci : Pompa kedalaman, Tenaga Surya (on grid)-Hybrid, lahan tandus, air tanah

Diajukan: 28 Desember 2020

Direvisi: 10 Februari 2021

Diterima: 3 Maret 2021

Dipublikasikan online: 10 Maret 2021

Pendahuluan

Penguatan pangan dan energi merupakan suatu kepentingan masyarakat yang utama didalam kehidupan ini. Daerah yang ditinjau untuk diterapkannya hasil penelitian yang sudah pernah dilaksanakan adalah desa Curah Cottok, kecamatan Kapongan, kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Daerah ini merupakan lahan perkebunan mangga (tanaman buah batang keras), dengan kecenderungan daerah tandus dengan tanah padas, seperti terlihat di Gambar 1. Berdasarkan observasi lapangan (wawancara dengan masyarakat dan kepala desa), daerah ini hanya dapat dimanfaatkan produktif maksimal pada waktu musim hujan. Sedangkan, pada musim kemarau tidak dapat di manfaatkan untuk pertanian, karena lahan ini merupakan lahan yang kering (dalam satu tahun, 4-5 bulan musim penghujan, 7-8 bulan musim kering). Untuk lahan perkebunan, kebutuhan air didapat dari daerah dataran yang lebih rendah, diangkut dan digunakan untuk menjaga kelembapannya membutuhkan biaya yang besar.



Gambar 1. Kondisi lahan desa Curah Cottok dan lokasi penempatan peralatan yang akan diterapkan

Cara mensitasi artikel ini:

Anggorowati, A. A., Sitepu, R. Joewono, A. (2021) Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid-Ongrid di Lahan Tandus Desa Curah Cottok. *Buletin Profesi Insinyur* 4(1) 013-017

Beberapa informasi/data Desa Curah Cottok sebagai berikut :

Desa : Curah Cottok

Kecamatan : Kapongan

Kabupaten : Situbondo

Provinsi : Jawa Timur

Telp. : 085303380080

Demografi dan Jumlah Penduduk Miskin

- a. Jumlah penduduk : 1580 Jiwa
- b. Jumlah kepala keluarga : 565 KK
- c. Jumlah warga miskin : 338 KK (Pendapatan rata-rata per bulan perkeluarga antara Rp. 200.000 s.d Rp. 500.000,-)
- d. Mata pencaharian masyarakat :
 - i. Petani : 27 %
 - ii. Buruh tani : 40 %
 - iii. PNS : 0.6 %
 - iv. Peternak : 31 %
 - v. Home Industri : 1 %
 - vi. Pedagang Keliling : 0.3 %
 - vii. Pembantu Rumah Tangga : 0.3 %
 - viii. Tukang Batu/kayu : 0.8 %
 - ix. Sopir, makelar, Tukang Becak : 1.2 %

Permukaan tanah di desa ini mempunyai ketinggian rata-rata antara 10 hingga 30 meter di atas permukaan laut. Peta lokasi Desa Curah Cottok seperti terlihat dalam Gambar 2 (Cottok, 2017).



Gambar 2. Peta Desa Curah Cottok

Perbandingan musun hujan dan kemarau yaitu 4 bulan musim hujan dan musim kemarau 8 bulan, dengan rata-rata curah hujan 795 mm/tahun, suhu udara rata-rata 31°C. Desa Curah Cottok memiliki luas 247,890 Ha, terdiri dari dataran rendah dengan luas 131,945 Ha dan dataran yang lebih tinggi seluas 115,945 Ha, dengan rincian wilayah terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Wilayah menurut Penggunaan (Cottok, 2017)

No.	Wilayah menurut Penggunaan	Luas (Ha)
1	Pemukiman	32
2	Persawahan	82
3	Perkebunan	10,05
4	Kuburan	0,8
5	Pekarangan	5,655
6	Taman	0
7	Perkantoran	0,2
8	Lahan pemeliharaan ternak	5
9	Lahan usaha perikanan	0,1
10	Prasarana umum lainnya	115,945
Total luas		247,890

Mata pencaharian masyarakat desa, kebanyakan sebagai petani, buruh tani dan bekerja serabutan. Masyarakat melakukan kegiatan bertani dimusim penghujan, karena lahan pertanian dapat produktif dengan adanya air yang memadai. Sewaktu musim kemarau, lahan menjadi tidak dapat produktif karena kurangnya air, sehingga masyarakat bekerja sebagai buruh pada perkebunan mangga, penjaga kebun tanaman kayu (kayu jati, sengon), serta bertugas mencari air untuk pengairan lahan tersebut. Dengan kondisi tersebut, kesejahteraan warga tidak bisa meningkat dengan pemasukan yang tidak dapat diprediksikan.

Desa curah cottok merencanakan pembuatan embung (area penyimpan cadangan air) dari air di kedalaman yang terletak di dataran tertinggi di desa tersebut. Lokasi disiapkan di lahan tanah desa, serta sudah direncanakan dalam Rencana Pengembangan Jangka Menengah Desa.

Lokasi embung cadangan air ini terletak di daerah yang belum teraliri listrik PLN. Namun karena lokasi ada di dataran tinggi maka mempunyai keuntungan mendengar paparan sinar matahari yang sangat tegas, sehingga menjadikan ide untuk mendapatkan cadangan air dengan memompa air yang berada di kedalaman dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya hybrid. Ini dapat dilaksanakan untuk mewujudkan impian masyarakat desa tersebut memiliki cadangan air yang cukup untuk kebutuhan pertanian mereka.

Air didapat dengan melakukan pembuatan sumur bor hingga kedalaman 40 meter dan memasukkan pompa celup/submersibel ke dalam sumur bor tersebut. Energi listrik yang diperlukan didapat dari konversi energi surya-hybrid (energi listrik dari sinar matahari dan dikombinasikan dengan energi listrik genset) yang berteknologi dan bernilai ekonomis jangka panjang.

Teknologi peralatan yang diaplikasikan ini adalah luaran penelitian dengan kapasitas air hasil pemompaan 1 liter per detik (Joewono & Sitepu, 2016) .

Dalam melaksanakan kegiatan ini, generasi muda di desa diikuti sertakan pada kegiatan pelatihan pembangkit listrik energi surya dan aplikasi pompa sumur dalam, sehingga keberlanjutan kegiatan ini siap untuk dilaksanakan. Dokumentasi kegiatan seperti terlihat pada Gambar 3. Peralatan teknologi yang digunakan, dapat dioperasikan dengan mudah, serta meningkatkan pengetahuan pengoperasian dan pemeliharaan, sehingga tercipta alih teknologi, ketrampilan dalam operasi tenaga surya untuk pemompaan air.



Gambar 3. Dokumentasi pelatihan pembangkit listrik tenaga matahari, diikuti generasi muda desa curah Cottok.

Oleh karena itu, kegiatan penerapan produk teknologi tepat guna kepada masyarakat ini dapat dilaksanakan untuk memberikan solusi dan harapan, terhadap permasalahan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan cadangan air yang akan disimpan di embung desa, untuk melakukan kegiatan pertanian produktif sepanjang musim.

Dengan adanya kegiatan ini, semangat dan harapan masyarakat akan semakin kuat untuk bekerja menghasilkan produk pertanian yang bernilai ekonomis, dan mengakibatkan kesejahteraan masyarakat meningkat.

Prioritas permasalahan adalah mendapatkan cadangan air untuk memenuhi kebutuhan pertanian disaat musim kemarau, dengan tenaga surya hybrid.

Tujuan dari pelaksanaan program penerapan teknologi tepat guna kepada masyarakat ini dengan alat yang dapat menyedot/memompa air dari kedalaman sumur dalam, dengan menggunakan teknologi tenaga surya-hybrid on-grid, dan airnya ditampung di embung (penampungan air), sehingga air tersebut dapat dialirkan secara gravitasi untuk sarana pertanian produktif.

Alat yang diciptakan merupakan teknologi pengolahan energi terbarukan yang tidak memerlukan biaya operasional tinggi, sehingga penggunaan peralatan ini tidak membebani pendanaan dari masyarakat desa mitra. Secara jangka panjang mendukung pelaksanaan RPJMD (Rencana Pengembangan Jangka Menengah Desa), untuk membuat areal Agrowisata di lokasi penempatan peralatan.

Disamping untuk pertanian, sesuai dengan RPJMD desa mitra, maka dengan adanya alat penyedot air ini, maka rencana agrowisata yang dibuat oleh kelompok desa dalam menambah usaha dapat direalisasikan.

Metode

Pelaksanaan kegiatan yang dilakukan yaitu, mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga surya-hybrid (on-grid) untuk menggerakkan pompa air di kedalaman, dengan langkah berikut (Joewono dkk, 2017a):

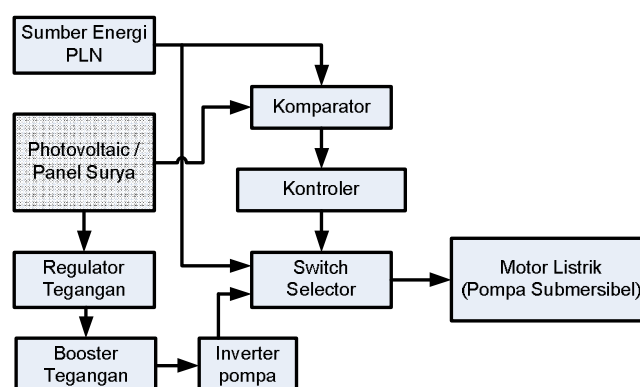
1. Kegiatan ini melibatkan pihak Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya sebagai tempat utama dalam merancang peralatan dan menyiapkan peralatan yang akan diaplikasikan, mitra pemerintahan desa, dan ketua BUMDesnya, sebagai pemilik ide operasional dan lahan tempat peralatan diaplikasikan, serta warga desa, yang membantu dalam pelaksanaan kegiatan ini, sehingga masyarakat desa dapat secara langsung merasakan dampak positif dari peralatan yang terpasang.

2. Kegiatan observasi diawali dengan wawancara masyarakat, serta penyesuaian dengan rencana pengembangan desa, yaitu mencari dan mendapatkan air sebagai cadangan untuk digunakan kegiatan pertanian produktif, yang ditempatkan didataran tinggi bukit desa.

Pembangkit listrik tenaga surya-hybrid untuk pemompaan air dikedalaman ini direalisasikan dengan beberapa tahapan. Pada tahap perancangan, disertai pengujian fungsional komponen/bagian yang dirancang. Diagram blok sistem alat, seperti pada Gambar 4.

Tahapan yang dilakukan meliputi (Joewono dkk, 2019):

1. Perancangan sistem Konversi Energi Listrik dari Panel Surya.
Perancangan rangkaian penghubungan panel surya 250Wp dengan pengatur tegangan yang berfungsi menstabilkan tegangan listrik DC yang dihasilkan dari konversi panel surya. Tegangan listrik DC yang dihasilkan dinaikkan dengan booster tegangan, dan dikonversikan menjadi tegangan listrik AC oleh inverter, dan disalurkan tegangan listrik AC ke switch selektor hingga mampu mengendalikan pompa air celup/submersibel.
2. Perancangan sistem Pembanding
Perancangan rangkaian pembanding berfungsi mendeteksi energi listrik yang akan digunakan pada sistem kelistrikan hybrid ini, jika energi listrik dari sistem panel surya, mampu untuk menggerakkan motor pompa air celup/submersibel tersebut, maka selektor akan menghubungkan sumber energi listrik ke motor pompa tersebut, apabila energi listrik dari sistem panel surya tidak mampu, maka sumber listrik dari genset/PLN yang akan digunakan, sehingga pada sistem pembangkit listrik tenaga surya on-grid hybrid ini, mempunyai nilai efisiensi penggunaan sumber listrik dari PLN/genset.
3. Perancangan Rangkaian Pengendali
Rangkaian pengendali, berfungsi mengendalikan sistem dalam memilih sumber-sumber energi listrik yang akan digunakan dalam mengefisienkan energi listrik yang digunakan.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Peralatan (Joewono dkk, 2017b)

4. Perancangan Rangkaian Inverter Penggerak Motor AC Pompa Air Celup (Submersibel)

Rangkaian inverter pompa, berfungsi untuk mengubah sumber listrik DC dari sistem panel surya, menjadi sumber listrik AC, sehingga mampu menggerakkan motor pompa air tersebut

Realisasi peralatan yang dibuat, meliputi :

1. Pembuatan housing photovoltaic luasan per paket 72 m² (36 keping, 250wp).
2. Pembuatan rangkaian regulator tegangan.
3. Pembuatan rangkaian komparator.
4. Pembuatan rangkaian *controller* dan *selector* energi.
5. Pengaturan sistem inverter (konversi tegangan DC ke AC), on grid untuk menggerakkan pompa air dikedalaman.
6. Mengaplikasikan energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya hybrid, untuk menggerakkan pompa air celup / submersibel, dengan spesifikasi pompa celup/submersibel 4 inci 5.5Hp

Teknologi yang diaplikasikan, adalah peralatan yang terintegrasi dalam satu operasi: perangkat panel surya terdiri 36 lembar dengan kekuatan 250 Wp perlembar, total 9000Wp, perangkat kontroler tegangan sistem panel surya ongrid, dengan hasil maksimum 5,5kW 3 phase 380V, untuk menggerakkan pompa air dikedalaman dengan kekuatan 5.5 Hp, yang akan menghasilkan air 10 liter per detik.

Dengan langkah kerja sebagai berikut :

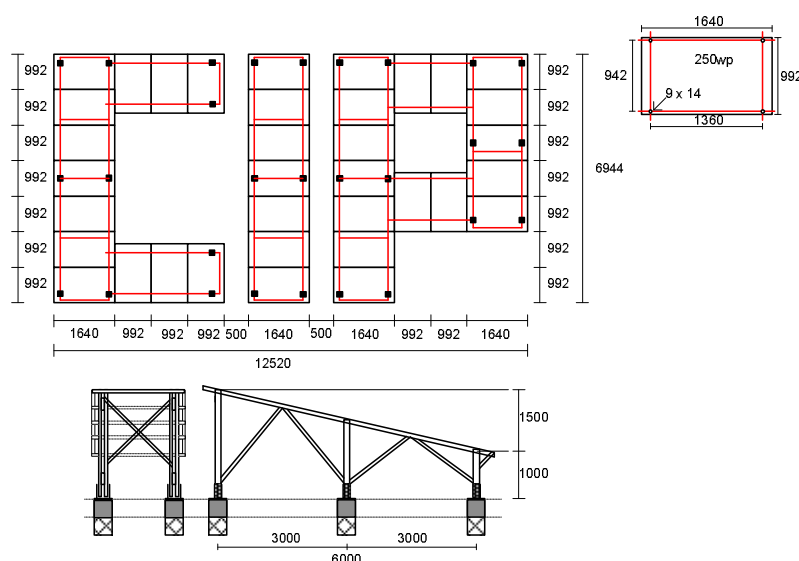
1. Pembuatan rancangan konstruksi panel surya dan sistem kendali, dilakukan di Kampus Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Pembuatan dan pemasangan infrastruktur pendukung dilakukan di lokasi desa, yaitu membuat tempat sistem pengendali peralatan pembangkit listrik tenaga energi surya-hybrid, sumur bor sebagai sumber air, dan embung tempat cadangan air.
3. Setelah pekerjaan pendukung tersebut selesai, maka peralatan dipasang di lokasi sekaligus dilakukan uji coba dengan masyarakat yang sudah dikenalkan cara

melakukan proses operasi dan pemeliharaannya. (sebagai pendampingan proses alih teknologi)

4. Proses diseminasikan kepada masyarakat dilakukan secara paralel, sewaktu uji coba peralatan, dan pendampingan cara pengoperasiannya dan dilakukan serah terima peralatan kepada pemerintahan desa (mitra kepala desa), sebagai aset desa dari hibah RISTEKDIKT
5. Monitoring jarak jauh melalui media online secara insidental, dan mencari pemecahan masalah, apabila terdapat masalah dalam pengoperasian peralatan.

Hasil Kerja

Dari analisa situasi, permasalahan mitra dan rancangan yang disesuaikan dengan kebutuhan untuk mencapai tujuan, maka dibuat Pembangkit Listrik Energi Surya-Hybrid (ongrid) Untuk menggerakkan pompa air celup/submersibel. Sistem ini diterapkan untuk memompa air sumur bor di kedalaman, 40 meter di bawah tanah, menggunakan pompa submersibel 4 inci, daya 5.5 hp, 3 phase 380 V. Energi listrik yang dibutuhkan didapatkan dari konversi energi sinar matahari dikonversikan menjadi energi listrik, menggunakan panel surya 250 wp sebanyak 36 keping (total 9000 wp). Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dikuatkan dengan *voltage booster* yang mendukung *inverter solar water pump* secara on-grid, sehingga pompa air dapat beroperasi. Ketika energi listrik hasil konversi energi sinar matahari sudah memenuhi kebutuhan energinya, secara otomatis, sistem pompa akan beroperasi. Gambar konstruksi peletakkan panel surya seperti terlihat di Gambar 5. Sedangkan hasil implementasinya terlihat pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8. Gambar 6 memperlihatkan peralatan terpasang panel surya 250 wp sebanyak 36 lembar atau setara dengan 9000 wp. Gambar 7 memperlihatkan proses pemasangan peralatan yang melibatkan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Unika Widya Mandala Surabaya. Sedangkan Gambar 8 memperlihatkan keterlibatan organisasi Persatuan Insinyur Indonesia dalam kegiatan ini.



Gambar 5. Konstruksi Panel surya 250 wp, 36 lembar (9000 Wp)



Gambar 6. Tampak peralatan terpasang; panel surya 250 wp, 36 lembar (9000 Wp)



Gambar 7. Proses Pemasangan Peralatan (Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Unika Widya Mandala Surabaya, sebagai calon insinyur Indonesia)



Gambar 8. Peranan Insinyur Indonesia dalam membangun masyarakat indonesia (latar belakang peralatan terimplementasi)

Kesimpulan

Perancangan dan implementasi pembangkit listrik dengan panel surya 250 Wp sebanyak 36 lembar di desa Curah Cottok, Jawa Timur telah dipaparkan. Hasilnya peralatan yang diciptakan dan terpasang dapat menghasilkan pemompaan air, 10 liter per detik dengan waktu kerja selama 6 jam, sehingga dalam 1 hari mendapatkan air 216.000 liter, dan dapat ditambahkan dengan energi listrik dari genset/PLN.

Kegiatan tidak hanya terbatas pada instalasi, tapi juga pelatihan kepada masyarakat khususnya pemuda setempat sehingga kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan dapat dilakukan langsung secara mandiri.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih pada RISTEKDIKTI-Risbang dengan program PPTTG 2019, atas bantuan pendanaan kegiatan, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang memberikan dorongan dan bantuan sarana kegiatan, dan Pemerintahan desa serta masyarakat Curah Cottok, yang selalu bersemangat untuk memajukan daerahnya.

Referensi

- Cottok, P. d. (2017). <https://curahcottok.wordpress.com/>. Retrieved Desember 10, 2020, from <https://curahcottok.wordpress.com/>: <https://curahcottok.wordpress.com/>
- Joewono, A., & Sitepu, R. (2016). *LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING dengan judul " Perancangan Sistem Elektrik Tenaga Hybrid untuk Pemfilteran Air Tanah"* . Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Joewono, A., Sitepu, R., & Anteng, A. (2019). *LAPORAN AKHIR PROGRAM PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA KEPADA MASYARAKAT 2019, dengan judul "Alat Pembangkit Listrik Energi Surya-Hybrid (ON-GRID) Untuk Pemompa Air Dikedalaman Sebagai Pengairan Lahan Tandus Di Desa Curah Cottok, Kan Situbondo Jawa Timur.* Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Joewono, A., Sitepu, R., RA, P., & Pranjoto, H. (2017). Alat Pemompa Air Di Kedalaman Dengan Energi Surya-Hybrid Untuk Pengairan Lahan Tandus Di Desa Curah Cottok, Kecamatan Kapongan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. *Seminar SENDIMAS 2017* (pp. B-16). Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- Joewono, A., Sitepu, R., RA, P., & Pranjoto, H. (2017). *LAPORAN AKHIR PDPT KE MASYARAKAT 2017, dengan judul "Alat Pemompa Air di Kedalaman dengan Energi Surya-Hybrid untuk Pengairan Lahan Tandus di Desa Curah Cottok, Kec. KAPONGAN, Kab. SITUBONDO, JAWA TIMUR".* Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.