

RANCANG BANGUN SIMULASI MINI ASTRO (AERATOR STORAGE) UNTUK TAMBAK UDANG

Salman Ali Akbar H.R., Husein Mubarak, S.T., M.Eng

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia

Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

12524083@students.uii.ac.id

155241305@uui.ac.id

Abstrak—Aerasi merupakan salah satu kebutuhan penting bagi pembudidaya tambak. Petani tambak biasanya menggunakan mesin diesel yang dikombinasikan dengan kincir air sebagai alat untuk aerasi. Biaya operasional dan perawatan mesin diesel membutuhkan anggaran yang besar. Oleh karena itu peneliti menyarankan mengganti mesin diesel dengan sistem energi cadangan bernama *Aerator Storage (ASTRO)*. Astro ini menggunakan sumber tenaga listrik dari PLN dilengkapi dengan sumber tenaga cadangan untuk mengatasi pemadaman listrik. Penggunaan relay *Automatic Transfer Switch (ATS)* sebagai kontrol otomatis untuk mengganti sumber tenaga penggerak aerator pada saat terjadi pemadaman. Pada penelitian ini, penulis merancang simulasi mini ASTRO yang dimana memiliki daya yang lebih kecil dari alat ASTRO yang sesungguhnya. Pengujian dilakukan dengan cara mencari efisiensi dan durasi baterai pada alat simulasi mini ASTRO di dua kondisi cuaca (cerah dan hujan). Hasil dari pengujian ini telah sesuai dengan indikator kinerja yang telah ditentukan dengan tetap bekerjanya aerator disaat terjadi pemadaman listrik.

Kata kunci—*Aerator, Baterai (aki), Relay ATS, Inverter, Energi Alternatif*

I. PENDAHULUAN

Tambak udang adalah salah satu mata pencaharian dari masyarakat di desa Jogoboyo, Purwodadi, Purworejo. Salah satu hal yang menarik dari mata pencaharian ini adalah penghasilan yang dari setiap panennya dapat dikatakan besar, walaupun modal yang dibutuhkan juga besar. Selain itu dapat dikatakan mata pencaharian ini cukup beresiko, karena sedikit kelalaian dapat menyebabkan penambak udang gagal panen sehingga mengalami rugi besar.

Salah satu faktor perlu diperhatikan dalam melakukan usaha ini adalah pada aerator. Aerator berfungsi untuk memberikan sirkulasi oksigen pada air agar udang mendapatkan oksigen yang cukup untuk hidup. Pada saat udang berumur lebih dari 40 hari, aerator harus menyala 24 jam tanpa berhenti. Jika aerator mati untuk beberapa jam maka udang akan kekurangan oksigen, sehingga udang-udang tersebut akan mengalami stress dan akhirnya mati. Hal ini dapat menyebabkan penambak udang gagal panen. Selain itu aerator yang dipakai kebanyakan masyarakat Jogoboyo pada saat ini masih menggunakan tenaga diesel, yang mana walaupun memiliki tenaga yang besar akan tetapi memerlukan biaya operasional yang tinggi. Hal ini menyebabkan penghasilan penambak udang kurang optimal.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diusulkan sebuah sistem baru dengan menggunakan tenaga listrik. Berdasarkan Survey beberapa penambak udang dapat disimpulkan bahwa apabila energy penggunaan energy listrik dapat mengurangi biaya operasional hingga 50%. Namun keluhan dari penambak udang dalam penggunaan tenaga listrik pada aerator adalah aerator dapat mati tiba-tiba saat pemadaman listrik bergilir oleh PLN. Untuk menanggulangi hal tersebut sistem dilengkapi dengan sumber tenaga cadangan berupa aki sebagai energy cadangan. Sistem ini dapat menyuplai aerator saat listrik sedang padam. Alat ini diberi nama astro yang merupakan singkatan dari *aerator storage*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Power Supply (Charger)

Power supply secara umum ialah sebuah sistem filter penyearah (*rectifier-filter*) yang dapat mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC[1]. Sudah banyak rangkaian power supply yang ada dan sangat membantu untuk pekerjaan. Power supply ini juga dapat berfungsi sebagai pengisian untuk alat elektronik. Umumnya digunakan dalam pengisian baterai yang dimana sumber listriknya menggunakan tegangan AC. Komponen rangkaian charger sederhana dapat menggunakan transformator dan penyearah. Tambahan rangkaian kompleksnya dapat menambahkan diode zener sebagai tegangan acuan dan transistor untuk mengatur tegangannya.

B. Dioda Penyearah

Dioda terbuat dari silikon. Sifat dari silikon berbeda dengan konduktor biasa karena silikon tidak memiliki sifat penghantar dan isolasi. Dioda memiliki dua kawat terminal yang disebut anoda (positif) dan katoda (negatif). Salah satu penggunaan terpenting adalah sebagai penyearah gelombang AC untuk dirubah ke gelombang DC. Ada dua macam dioda penyearah yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. Untuk dapat menghasilkan penyearah setengah gelombang hanya perlu menggunakan satu buah diode[2]. Sedangkan untuk penyearah gelombang penuh menggunakan empat buah diode.

C. Transformator

Transformator sudah banyak digunakan untuk sistem tenaga listrik maupun rangkaian elektronik. Dalam sistem tenaga listrik, untuk memindahkan energi dari satu rangkaian ke rangkaian listrik lainnya tanpa merubah frekuensi disebut transformator[3]. Ada dua jenis transformator yang sering digunakan dalam rangkaian elektronik yaitu transformator

step up dan transformator step down. Trafo step up merupakan jenis trafo yang memiliki lilitan kumparan sekunder yang lebih banyak daripada kumparan primernya yang berfungsi untuk meningkatkan tegangan listrik, dan biasanya digunakan dalam mesin-mesin pembangkit listrik. Sedangkan trafo step down merupakan jenis trafo yang memiliki lilitan kumparan primer yang lebih banyak daripada kumparan sekundernya, berfungsi sebagai mengurangi tegangan. Biasanya digunakan dalam charger dan adapter sebuah elektronik.

D. Baterai

Baterai adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia reversible (dapat berbalikan) dengan memiliki efisiensi yang tinggi[4]. Ada banyak jenis baterai yang telah diciptakan. Salah satunya adalah baterai lead-acid. Baterai ini sering digunakan pada kendaraan bermotor dan sebagai energy cadangan untuk memback-up sebuah sistem atau beban[4].

E. Inverter

Inverter adalah perangkat yang dapat mengubah tegangan searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa jenis inverter, salah satunya adalah inverter gelombang sinus murni (*pure sine wave*). Inverter jenis memiliki keluaran gelombang sinus murni sehingga lebih efisien daripada jenis inverter yang lain[5]. Gelombang atau bentuk gelombang adalah suatu grafik yang menyatakan sinyal sebagai fungsi dari waktu. Sedangkan bentuk gelombang sinus merupakan pengulangan tanpa henti dari suatu osilasi antara dua nilai puncak, yaitu puncak negative dan puncak positif.

F. Relay ATS (Automatic Transfer Switch)

Relay adalah sebuah saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromagnetik yang memiliki dua bagian yaitu coil dan separangkat kontak saklar atau switch. ATS (*automatic transfer switch*) merupakan saklar yang bekerja secara otomatis, dan alat ini dirancang untuk mendukung power suplai[6]. Semua relai ATS memiliki 3 bagian, yaitu [7]:

- Kontak untuk menghubungkan dan memutuskan beban ke sumber energy
- Mekanisme memindahkan kontak dari satu energi ke energi yang lainnya.
- Unit kontrol otomatis untuk memantau kondisi sumber daya agar dapat beroperasi dengan baik.

Alat ini merupakan saklar power inverter dengan PLN yang sudah full automatic, jadi berguna untuk menghidupkan dan menghubungkan power inverter ke beban secara otomatis pada saat sumber listrik pada PLN padam/mati.

G. Payback Period (PBP)

Payback Period adalah teknik untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan sebuah proyek untuk mengganti biaya awal dari pendapatan yang dihasilkan[8]. Beberapa alasan teknik PBP sering digunakan dalam mengevaluasi sebuah investasi antara lain [9]:

- Teknik ini sangat mudah diaplikasikan dan dimengerti.

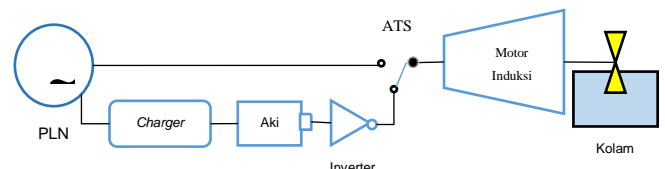
- Teknik yang memudahkan manajer untuk mengukur resiko investasi dengan memeriksa berapa lama untuk memulihkan biaya investasi.
- Teknik yang sering digunakan oleh perusahaan kecil dan menengah karena sederhana dan mudah dipahami.

Adapun rumus PBP [8]:

$$PBP = \frac{\text{Investasi (modal awal)}}{\text{Keuntungan}} \quad (1)$$

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Alat

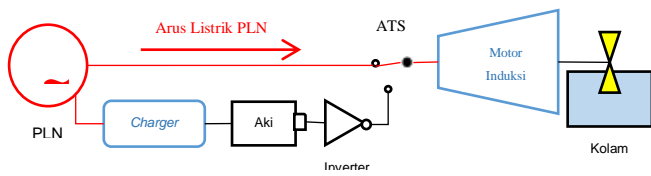


Blok Diagram ASTRO

Simulasi mini ASTRO terdiri dari power supply sederhana (*charger*), baterai, rakitan inverter sinus 1 fase 100 W dan relay *automatic transfer switch* (ATS). Rangkaian power supply disini hanya menggunakan transformator step down, dan diode bridge sebagai penyearah gelombang penuhnya. Transformator akan menurunkan tegangan listrik dari sumber PLN (220V) menjadi 24 V dan dioda bridge sebagai penyerah dari tegangan AC menjadi tegangan DC. Baterai yang akan digunakan adalah tipe VRLA dengan tegangan 12V dan kapasitas sebesar 7,2 Ah. Baterai ini memiliki kemampuan untuk menstabilkan tegangan pada saat pengisian supaya tidak mengalami *over charge*. Hal ini dikarenakan tipe ini memiliki katub yang dapat mengontrol siklus tegangan tetap stabil. Karena output baterai masih memiliki tegangan DC, maka dibutuhkan pendukung yaitu inverter. Inverter yang digunakan adalah rangkaian dari beberapa komponen yaitu amplifier sebesar 100W dan transformator step up. Cara kerja inverter ini mengaktifkan amplifier dengan bersumber baterai (aki) dengan ditambahkan sinyal gelombang sinus menggunakan software audacity, dan menyalurkan tegangan yang dihasilkan menuju transformator step up untuk dinaikkan tegangannya. Sistem ini dilengkapi relay ATS yang digunakan sebagai saklar otomatis untuk mengontrol sumber energi listrik dari PLN ke energy cadangan dan sebaliknya. Beban yang digunakan adalah kipas yang memiliki daya sebesar 18 W dengan baling-baling sebanyak 6 daun.

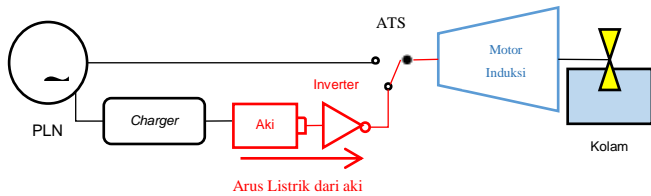
B. Cara Kerja Sistem

Proses kerja diawali dengan mengisi daya baterai (aki) dari listrik PLN, sekaligus mengaktifkan relay pada kondisi NO dan memutar motor induksi (kipas) pada sistem. Kondisi NO akan bekerja pada saat adanya arus listrik menuju ke relay ATS. Pada situasi ini aerator akan terus disuplai oleh listrik PLN, seperti pada ilustrasi gambar dibawah ini.



Gambar Sistem ketika sumber listrik dari PLN

Pada saat sumber listrik padam, sistem akan menggunakan energi cadangan baterai (aki) yang secara otomatis mengganti kondisi saklar relay ATS. Ilustrasinya dapat terlihat pada gambar dibawah.



Gambar Sistem ketika sumber listrik dari baterai

Pada saat sumber listrik PLN padam, relay ATS akan berubah kondisi menjadi NC dimana relay akan mengganti sumber listrik PLN ke sumber energi cadangan pada baterai. Karena beban kipas untuk memutar kincir membutuhkan tegangan AC maka ditambahkan inverter sebagai pengubah tegangan dari baterai.

C. Metode Pengujian dan Analisis Alat

Pengujian sistem dilakukan dua kali yaitu pada saat kondisi cuaca hujan serta mengukur V, I, P pada charger, baterai, dan kipas. Untuk mengukur V, I pada tegangan DC menggunakan multimeter, sedangkan pada tegangan AC menggunakan alat ukur beban untuk mengetahui V, I, dan P. Hasil pengukuran akan digunakan untuk menghitung efisiensi setiap komponen. Perhitungan Efisiensi mengabaikan nilai rugi-rugi dan cos phi pada alat yang sedang diujikan. Serta menghitung biaya PBP untuk mengetahui berapa lama waktu yang sedang dibutuhkan kembalinya investasi yang dikeluarkan.

Metode analisis yang akan digunakan dalam penelitian adalah untuk menghitung durasi baterai pada saat kondisi charge dan discharge serta efisiensinya. Untuk mengetahui durasi baterai pada kondisi charge maupun discharge dapat menggunakan rumus berikut :

$$t_{charger} = \frac{V_{aki} * I_{aki}}{V_{charger} * I_{charger}} \quad (2)$$

Dimana :

- t_{charge} = Durasi Baterai (Jam)
- V_{aki} = Tegangan Baterai (V)
- I_{aki} = Kapasitas Baterai (Ah)
- $V_{charger}$ = Tegangan Charger (V)
- $I_{charger}$ = Arus Charger (A)

$$t_{discharge} = \frac{V_{aki} * I_{aki}}{P_{beban}} \quad (3)$$

Dimana :

- $t_{discharge}$ = Durasi Baterai (Jam)
- V_{aki} = Tegangan Aki (V)
- I_{aki} = Kapasitas Aki (Ah)
- P_{beban} = Daya Beban (W)

Untuk mengetahui efisiensi dapat menggunakan rumus berikut :

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} * 100\% \quad (4)$$

Dimana :

- η = Efisiensi,
- P_o = Daya Output (W)
- P_i = Daya Input (W)

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Hasil Pengukuran Sumber Listrik PLN

TABEL 1
HASIL PENGUKURAN PADA BEBAN

Kondisi Cerah						
Alat/Be ban	Input			Output		
	V	I	P	V	I	P
Charger	211V	0,023A	3,6W	28V	0,12A	3,36W
Kipas	213V	0,17A	21W	212V	0,15A	20W
Kondisi Hujan						
Alat/Be ban	Input			Output		
	V	I	P	V	I	P
Charger	211V	0,023A	3,6W	28V	0,12A	3,36W
Kipas	211V	0,14A	19W	210V	0,13A	18W

Pengamatan dilakukan dalam dua kondisi cuaca, dapat terlihat bahwa daya input untuk charger sebesar 3,6 W dan outputnya sebesar 3,36W. Hasil tersebut akan digunakan untuk mengetahui efisiensi dari charger. Efisiensi dari charger tersebut adalah 93,3%. Hasil efisiensi akan digunakan untuk menghitung durasi pengisian pada baterai. Waktu pengisian baterai setelah dihitung dengan efisiensi charger sebesar 93,3% adalah 7,7 jam. Proses pengisian pada baterai tidak dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, karena output yang dihasilkan akan sama. Pengamatan pada beban kipas adalah untuk mencari efisiensinya dan digunakan sebagai acuan untuk simulasi. Pada saat kondisi cerah daya input yang dihasilkan sebesar 21W dengan output 20W. Dengan demikian dapat dicari efisiensi menggunakan rumus (4) yang menghasilkan sebesar 95,2%. Pada saat kondisi cuaca hujan mengalami penurunan tegangan yang menghasilkan daya input sebesar 19W dengan daya output sebesar 18W, jadi memiliki efisiensi sebesar 94,7%.

B. Hasil Pengukuran Sumber Sistem ASTRO

TABEL 2
HASIL PENGUKURAN PADA BEBAN

Kondisi Cerah						
Alat/Be ban	Input			Output		
	V	I	P	V	I	P
Tanpa beban	13V	0,52A	6,76W	163V	0A	0W
Kipas	13V	1,04A	13,52 W	163V	0,1A	10W
Kondisi Hujan						
Alat/Be ban	Input			Output		
	V	I	P	V	I	P
Tanpa beban	13V	0,52A	6,76W	163V	0A	0W
Kipas	13V	1,04A	13,52 W	163V	0,1A	10W

Dari tabel dapat terlihat bahwa kondisi cuaca tidak mempengaruhi kerja pada sistem astro yang menggunakan energi cadangan. Namun tegangan yang dihasilkan oleh simulasi adalah sebesar 163V. Hal ini disebabkan oleh inverter yang kurang optimal karena menggunakan amplifier class AB yang hanya mampu menghasilkan tegangan maksimal 163V. Jadi efesiensi setelah dihitung menggunakan rumus (4) adalah sebesar 73%. Karena sistem energi cadangan menggunakan aki maka perlu diketahui durasi pengosongan pada aki tersebut. Untuk mengetahui durasi pengosongan dapat menggunakan rumus (3). Setelah dihitung, durasi pengosongan pada baterai dengan kondisi efesiensi alat sebesar 73% adalah 6,83 jam. jadi baterai akan habis dalam pemakaian kurang lebih selama 6 jam. Sistem cadangan ini dimaksudkan untuk membackup energi pada saat terjadi pemadaman bergilir PLN.

C. Perhitungan Biaya *Payback Period* (PBP)

TABEL 3
HARGA ALAT-ALAT ASTRO

No	Alat dan Bahan	Harga	Total
1	Charger Aki	Rp. 160.000,-	Rp.160.000,-
2	Baterai VRLA	Rp. 2.650.000,- * 3	Rp. 7.950.000,-
3	Inverter	Rp. 2.824.468,-	Rp. 2.824.468,-
4	Relay ATS	Rp. 25.000,-	Rp. 25.000,-
	Total Biaya		Rp. 10.959.468,-

Biaya operasional petani tambak dalam sekali panen jika menggunakan sistem lama yaitu mesin diesel untuk menggerakkan kincir air sebesar enam juta rupiah. Namun jika penambak menggunakan energi listrik dari PLN dapat menurunkan biaya operasional sebesar 50%. Untuk sekali panen membutuhkan waktu selama 3 bulan. Metode PBP akan digunakan untuk mengetahui berapa lama kembalinya investasi atau modal awal dan menggunakan rumus (1). Setelah dilakukan perhitungan didapatkan PBP sebesar

3,6531 atau dapat dibulatkan menjadi 4 kali panen. Jadi untuk mengembalikan biaya awal yang digunakan membeli alat dan bahan tersebut memerlukan waktu selama 12 bulan atau 1 tahun.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem simulasi mini astro yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil efesiensi dari sistem astro lebih rendah dari efesiensi acuan, karena tegangan yang dihasilkan oleh inverter hanya mampu sebesar 163 Volt.
2. Sistem simulasi mini astro dapat bekerja secara efektif karena jumlah energi yang tersimpan lebih banyak daripada energi output atau energi yang dibutuhkan kipas untuk bekerja.
3. Sistem simulasi mini astro bekerja dengan baik pada saat terjadi pemadaman listrik PLN.
4. Dalam pembuatan sistem astro membutuhkan biaya yang cukup mahal namun biaya tersebut dapat kembali dalam jangka waktu selama 1 tahun.
5. Sistem listrik PLN dapat mengurangi biaya operasional sebesar 50% dibandingkan menggunakan sistem mesin diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Wicaksono, "Rancang Bangun Catu Daya Tegangan Tinggi AC Dengan Mode Switching," *Skripsi*, 2016.
- [2] B. Erwanda, "Rancang Bangun Transformator Step Up 220 V / 5 KV. 0, 5 A. 50Hz.," *Transform. Step Up*, 2016.
- [3] H. Berahim, *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*, Buku Pertama. Yogyakarta: ANDI OFFSET, 1991.
- [4] S. Hidayatullah, "Sistem Monitoring Baterai Mobil Listrik," *Skripsi*, 2016.
- [5] B. D. Bangun, "Rancang Bangun Inverter Sinus Murni DC ke AC Berdaya Rendah Berbasis Mikrokontroler Atmega328," *Jurnal*, 2017.
- [6] J. A. Oladosu, R. O. Amuge, and A. A. Baruwa, "Development of an Intelligent Automatic Transfer Switch for Single Phase Electrical," *Ann. Fac. Eng. Hunedoara – Int. J. Eng.*, vol. 1, no. February, pp. 1–6, 2016.
- [7] A. F. Agbetuyi, A. A. Adewale, J. O. Ogunluyi, and D. S. Ogunleye, "Design and Construction of an Automatic Transfer Switch for a Single Phase Power Generator," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 2, no. May, pp. 1–8, 2011.
- [8] S. P and P. N, "A Fundamental Study On Long-term Investment Decision," *Int. J. Manag. Res. Rev.*, vol. 2, no. 5, pp. 761–766, 2012.
- [9] M. K. Al-Ani, "A strategic framework to use payback period (PBP) in evaluating the capital budgeting in energy and oil and gas sectors in Oman," *Int. J. Econ. Financ. Issues*, vol. 5, no. 2, pp. 469–475, 2015.