

RANCANG BANGUN AERATOR MENGGUNAKAN PENGGERAK MOTOR SATU FASA DAN SISTEM OTOMATISASI BERBASIS SMART RELAY

Abdul Gafar Arsaf*, Iswadi Hasyimrosma**

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, Riau
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: abdul.gafar2882@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Oxygen in the water is obtained from 2 processes specifically the first is, photosynthesis by water plants and the second is aeration which included in the diffusion process. Aerator is a device that serves to produce oxygen through the diffusion process for the needs of living creatures in the water. Aerators themselves have several types, those are ; gravity aerator (gravity influence), surface aerator (surface), diffusier aerator (mixing), turbine aerator (windmill), and combination. The aerators which designed here are aerator type of turbine (turbine aerator) similar to the aerator used in the research area generally. The purpose in the making of an aerator with this automatic system is to simplify the management and also to reduce the operational costs of the ponds. Aerator is made using 2 pieces of waterwheel with each pin having the same 6 blades with a mill used in ponds at the research site. As the basis of the automation system, the aerator is a smart relay programmed with 2 input which are the light sensor and the sensor temperature parameters in the programming obtained from the results of research on dissolved oxygen levels in the water. From the results of the testing, when dissolved oxygen levels are relatively high in the range of 30mg/L light intensity > 100,000 lux and for temperature < 350 C. Then the results of the data retrieval is made into the input parameters in the programming. The results of the device testing shows that the performance which is as expected. Aerator can work well in increasing oxygen from 8mg/L – 14.4mg/L in 45 minutes and the controller work as programmed when dissolved oxygen level below standard with indication of light intensity < 40 lux and temperature >350 C.

Keyword : Aerator, Dissolve Oxygen, Smart Relay

1. Pendahuluan

Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu kabupaten yang berada di provinsi Riau yang teritorinya mencakupi daratan serta perairan. Kecamatan Bantan merupakan salah satu daerah yang memiliki perairan yang lebih luas dibandingkan daratannya. Yang mengakibatkan masyarakatnya memiliki banyak pekerjaan dibidang perikanan dan perairan. Tambak ikan dan udang dikelola oleh masyarakat secara internsif. Salah satu ciri tambak intensif adalah terdapatnya penggunaan kincir air (aerator) yang berfungsi untuk memperbanyak sentuhan air dengan udara yang selanjutnya berguna untuk memproduksi oksigen yang sangat dibutuhkan oleh ikan atau udang di dalam tambak. Secara umum, para petani tambak ikan ataupun udang yang ada di kecamatan Bantan, kabupaten Bengkalis ini masih menggunakan aerator yang

berpenggerak motor bakar. Penggunaan motor bakar memiliki kekurangan diantaranya: rendahnya efisiensi dan membutuhkan bahan bakar yang harganya relative lebih mahal.

Selain dari itu, aerator yang banyak digunakan oleh petani saat ini masih bersifat manual, dimana penggunaannya masih dilakukan berdasarkan pengalaman di lapangan tanpa mempertimbangkan berapa sebenarnya jumlah dan mutu oksigen yang dibutuhkan oleh tambak ikan atau udang tersebut. Dalam rangka mengupayakan terpenuhinya oksigen baik secara mutu dan jumlahnya, maka pengembangan aerator ini akan dilengkapi dengan alat pengendali otomatis yang bisa memerintahkan kepada aerator untuk beroperasi sesuai dengan yang diinginkan.

Alat ini diharapkan dapat menurunkan biaya operasional tambak dan juga diharapkan

akan mempermudah pengelolaan tambak dengan penambahan sistem kontrol yang akan bekerja secara otomatis.

2. Landasan Teori

2.1 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut yang terdapat pada perairan bersumber dari proses fotosintesis dan proses difusi dari udara bebas. Menurut (Schmittou, 1991) 90-95% oksigen terlarut yang terdapat pada perairan disuplai dari proses fotosintesis kemudian oleh proses difusi udara bebas. Faktor yang mempengaruhi kecepatan proses fotosintesis dan konsentrasi oksigen terlarut di perairan adalah suhu, cahaya, konsentrasi nutrisi, spesies fitoplankton yang hidup di perairan, kelimpahan plankton, turbulensi, dan faktor lainnya.

2.1.1 Intensitas cahaya matahari

Seperti telah dibahas sebelumnya bahwa proses fotosintesis menyumbang 90-95% oksigen terlarut didalam air. Dimana kita ketahui bahwa cahaya matahari merupakan salah satu faktor pendukung terjadinya proses fotosintesis. Jadi, banyaknya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh suatu perairan akan meningkatkan proses fotosintesis tumbuhan di perairan tersebut. Dengan meningkatnya proses fotosintesis maka kadar oksigen terlarut di air juga akan meningkat.

2.1.2 Suhu

Suhu pada perairan mempengaruhi seberapa banyak air dapat mengikat oksigen. Semakin tinggi suhu air, semakin berkurang kemampuan air untuk mengikat oksigen. Suhu air dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang mengenai perairan. Pada suatu sisi intensitas cahaya matahari yang semakin tinggi akan meningkatkan proses fotosintesis untuk menghasilkan oksigen terlarut namun sebab dari tingginya intensitas matahari adalah naiknya suhu perairan yang mengurangi kemampuan air untuk mengikat oksigen. Suhu yang baik bagi perairan adalah berkisar antara 26.50 C – 30.50 C dipermukaan dan 26.2-290 C untuk suhu pada dasar perairan (Widiyaastuti, 2004).

2.1.1 Aerator

Kadar oksigen terlarut didalam air didapat dari 2 proses yakni proses fotosintesis dan proses difusi. Dari kedua proses tersebut

yang dapat kita lakukan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air adalah melalui proses difusi dengan menggunakan teknik aerasi. Aerator merupakan alat yang berfungsi menghasilkan oksigen melalui proses difusi untuk kebutuhan makhluk hidup di perairan. Berikut beberapa tipe aerator diantara :

- *Gravity* aerator (Pengaruh gaya berat)

Aerasi dengan menggunakan aerator gravitasi merupakan penambahan oksigen terlarut dalam air dengan memanfaatkan energi pada saat air turun melalui ketinggian tempat terhadap permukaan air. Jenis aerator ini banyak digunakan untuk budidaya khususnya pembesaran ikan karena konstruksi sederhana dan biayanya murah. Berikut ini contoh dari aerasi dengan menggunakan aerasi *gravity*. Prinsip kerjanya menjatuhkan air sehingga terjadi kontak air dengan udara yang lebih banyak.

- *Surface* aerator (Permukaan)

Aerasi menggunakan aerator permukaan menggunakan luas permukaan untuk mempercepat laju difusi udara khususnya oksigen ke dalam badan air. Pada aerasi permukaan terjadi agitasi (perusakan lapisan film yang dapat mempercepat difusi oksigen. Prinsip kerjanya mencampurkan air yang telah ada dalam kolam dengan cara memancarkan ke udara atau membuat permukaannya menjadi luas (bergelombang).

- *Diffusier* aerator (mencampurkan)

Aerasi menggunakan aerator difusi ini memasukan udara atau oksigen ke dalam badan air dalam bentuk gelembung dan oksigen ditransfer dari gelembung ke dalam air. Efektifitas laju tranfer oksigen kedalam air dipengaruhi ukuran gelembung dan lama waktu gelembung dalam air. Prinsip kerjanya mencampurkan udara beroksigen dalam air sehingga lebih banyak air yang bersinggungan dengan udara.

- *Turbine* aerator (kincir)

Prinsip kerjanya memanfaatkan turbin agar terjadi difusi oksigen dari udara kedalam badan air.

- Kombinasi

Yaitu perpaduan antara dua atau lebih aerator seperti yang disebutkan di atas.

2.2 Smart Relay

Smart relay yang dapat dilihat pada gambar 1 pada dasarnya adalah sebuah PLC yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinu seperti pada sistem – sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol 2 keadaan (*On/Off*) saja, tetapi dilakukan secara berulang – ulang. Terdapat 2 tipe *smart relay* yaitu tipe *compact* dan tipe modular. Perbedaannya adalah pada tipe modular dapat ditambahkan *extension module* sehingga dapat ditambahkan *input* dan *output*.

Cara kerja *smart relay* pertama adalah :

1. Memeriksa kondisi *input*, *Smart relay* akan memeriksa setiap *input* yang ada. Kemudian semuanya akan diinputkan ke dalam memori.
2. Mengeksekusi program pada suatu *instruksi*, sehingga kerja *smart relay* adalah berdasarkan program. Setiap kondisi ditentukan oleh programnya.
3. Mengatur status pada perangkat keluaran.



Gambar 1. Smart Relay (Schneider, 2016)

2.3 Motor

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian digunakan untuk memutar pompa, *fan*, ataupun *blower*, mengangkat beban, menggerakkan kompresor dll. Motor listrik memiliki efisiensi 60%-95%. Inilah sebabnya banyak mesin yang kerjanya kini telah digantikan oleh motor.

2.4 Gearbox

Gearbox digunakan untuk memperkuat torsi pada motor. Semakin lambat putaran motor akibat penambahan gear maka semakin

kuat torsi yang dihasilkan. Dengan kata lain *gearbox* juga dapat digunakan sebagai pengubah kecepatan putar suatu motor. *Gearbox* sendiri memiliki rasio dari sepasang roda gigi. Rasio dari sepasang roda gigi adalah perbandingan antara jumlah putaran roda gigi masukan dan jumlah 1 putaran penuh roda gigi keluaran. Roda gigi dengan jumlah gigi lebih banyak akan membuat putaran lebih kecil dibanding roda gigi yang sedikit.

3. Metodologi

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini berupa studi literatur kepustakaan dan membaca teori-teori yang berkaitan dengan topik baik dari buku-buku referensi, teks pendukung yang dimiliki, ataupun jurnal yang relevan dan menunjang pembuatan tugas akhir ini. Selain studi literatur penulis juga melakukan tanya jawab/bimbingan dengan dosen pendamping mengenai masalah-masalah yang timbul selama pengerjaan alat berlangsung. Kemudian pembuatan alat, menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, kemudian merangkainya dan memprogram *smart relay* sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan pengambilan data di lapangan.

Setelah melaksanakan langkah diatas, langkah selanjutnya yang harus dilakukan diantaranya adalah :

1. Pengujian

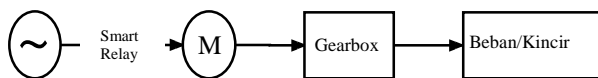
Setelah alat berhasil dibuat, dilakukan pengujian diantaranya :

- Apakah alat tersebut aktif atau mulai bekerja sesuai dengan yang diinginkan.
- Pengambilan data kadar oksigen terlarut sebelum dan sesudah aerator bekerja dengan cara mengukur kadar oksigen terlarut sebelum aerator bekerja kemudian setelah aerator bekerja selama 30 – 45 menit dan mengukur kembali kadar oksigen terlarut setelah aerator tidak bekerja selama 30 menit.

2. Membuat Kesimpulan

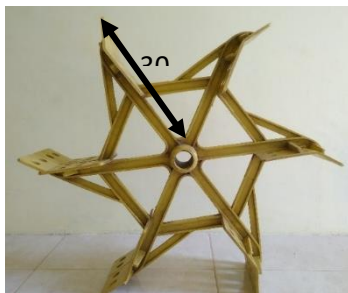
Dari hasil rancang bangun alat maka akan diperoleh kesimpulan dari alat yang dibuat.

4. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Line diagram Aerator

4.1. Kincir



Gambar 3. Kincir

Kincir yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3. Kincir tersebut memiliki 6 sudu. Kincir yang digunakan ini sama dengan kincir yang digunakan pada tambak yang menjadi tempat penelitian. Pemilihan kincir yang identik adalah untuk mendapatkan hasil pengontrolan oksigen yang sama dengan aerator yang menggunakan motor bakar pada tempat penelitian. Kemudian untuk pemasangannya diperairan menurut (Mawardi, et al., 2012) bahwa sudu-sudu yang dimiliki oleh kincir di tenggelamkan sedalam 3 cm kedalam permukaan air.

4.2. Motor Induksi 1 Fasa

Pada umumnya masyarakat menggunakan aerator dengan motor bakar sebagai tenaga penggerak. Dimana setelah berkembangnya motor listrik, begitu banyak keunggulan dari penggunaan motor listrik sebagai penggerak dibandingkan motor bakar. berikut diantaranya:

- Biaya operasional yang murah
- Ukuran yang lebih kecil
- Perawatan relatif lebih mudah
- Pengoperasian lebih mudah dan
- Dapat dikontrol dengan mudah (dalam tugas akhir ini menggunakan *smart relay*)

Tabel 1. Spesifikasi Motor Penggerak

Daya	1 HP
Voltage	220 volt
Putaran	1400 rpm
Berat	20 kg

Penggunaan motor dengan sumber 1 fasa dipilih untuk memudahkan pengelola tambak dalam penyediaan sumber listrik. Seperti yang telah disampaikan pada pendahuluan skripsi ini bahwa pemasangan listrik 3 fasa memerlukan izin serta biaya yang relatif mahal. Sedangkan pemilihan daya 1 HP adalah pada efisiensi motor listrik yang hampir 2 kali lebih baik dari motor bakar yang memiliki daya 7 HP.

4.3. Gear Box

Putaran yang diinginkan sebagai keluaran dari aerator sesuai dengan referensi adalah 100 rpm sedangkan putaran dari motor adalah 1400 rpm. Jadi, dibutuhkan *gearbox* dengan rasio 14.



Gambar 4. Gearbox

Hasil rancangan gearbox :

Perlambatan

$$\text{Rasio } 50 = \frac{1400}{\text{rpm gear besar}}$$

$$\text{rpm gear besar} = \frac{1400}{50} = 28 \text{ rpm}$$

Kemudian dipercepat

$$\text{Rasio } 4 = \frac{\text{rpm gear kecil}}{28}$$

$$\text{rpm gear kecil} = 4 \times 28 = 112 \text{ rpm}$$

Rasio yang digunakan pertama adalah perlambatan 1:50 yang menghasilkan keluaran 28 rpm, kemudian gearbox kedua mempercepat putaran 28 rpm menjadi 4 kali lebih cepat menjadi 112 rpm. Putaran 112 rpm ini dibuat

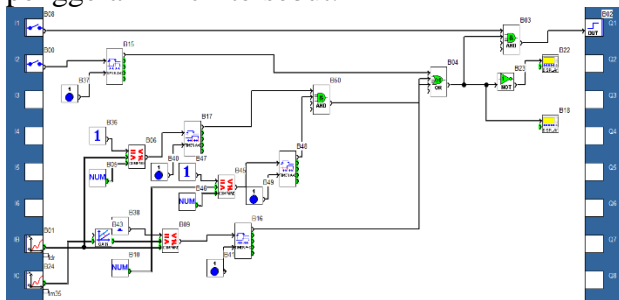
untuk memperhitungkan error putaran yang dimiliki motor dan rugi-rugi pada transmisi.

4.4. Controller

Smart relay disini berfungsi sebagai pengontrol motor yang menggerakkan aerator. *Smart Relay* adalah pengontrol yang bekerja berdasarkan Input berupa tegangan. Program smart relay dibuat agar saat kadar oksigen terlarut dibawah standar aerator akan menyala. Indikasi dari rendahnya kadar oksigen terlarut seperti yang telah dibahas sebelumnya adalah intensitas cahaya dan suhu pada perairan. Jadi, apabila sensor cahaya dan sensor suhu memberikan tegangan kepada input *smart relay* maka tegangan tersebutlah yang akan diolah oleh *smart relay* yang nantinya akan menentukan *output* dari smart relay tersebut.

Sensor yang digunakan sebagai input untuk mengetahui besaran intensitas cahaya adalah *LDR (light dependent resistor)* dan sebagai sensor yang digunakan sebagai input untuk mengetahui besaran suhu diperairan adalah *LM35*.

Kemudian sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan port IB dan IC pada smart relay yang dapat membaca tegangan analog dari sensor. Kemudian untuk output langsung dihubungkan dengan sumber listrik dari motor listrik penggerak kincir tersebut.



Gambar 5. Program *smart relay* menggunakan *software zelio soft 2*

Gambar diatas merupakan keseluruhan dari program yang digunakan smart relay untuk mengontrol aerator dengan menggunakan *FBD (Functional Block Diagram)*. 2 input I1 dan I2 adalah input digital dan 2 input IB dan IC adalah *input* analog. Pada program smart relay, input (I1) adalah sebagai saklah *on/off controllern*.

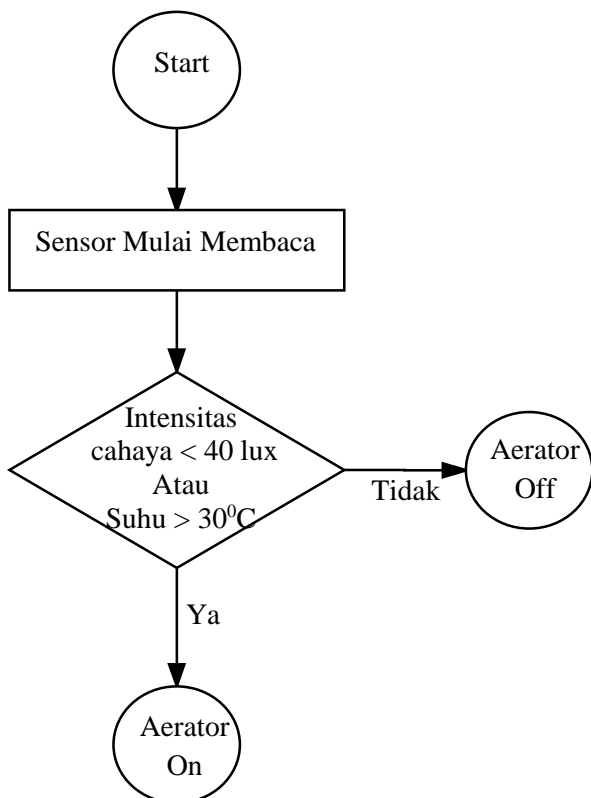
Input (I2) adalah input digital (0/1) yang apabila diberi sinyal on (1) maka aerator di jalankan menggunakan timer yang ada pada

smart relay, input (IB dan IC) berturut-turut adalah sensor cahaya dan sensor suhu yang berfungsi untuk mengontrol aerator secara otomatis berdasarkan parameter yang didapat dari hasil penelitian sebelumnya dan pengambilan data kadar oksigen terlarut pada tambak.

Pemrograman parameter input IB (sensor cahaya) menurut pengambilan data dilapangan dan hasil penelitian sebelumnya didapatkan bahwa kadar oksigen terlarut didalam air tercukupi apabila tegangan keluaran dari sensor cahaya (*LDR*) ≤ 0.2 volt. Prinsip kerja dari sensor cahaya sendiri adalah semakin besar intensitas cahaya, maka tegangan keluaran dari sensor tersebut akan semakin kecil begitu juga sebaliknya.

Pemrograman input IC (sensor suhu) berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dan pengambilan data dilapangan didapatkan bahwa suhu terbaik bagi perairan adalah $10^0\text{ C} - 30^0\text{ C}$ dengan toleransi $\pm 5\%$. Prinsip kerja dari sensor suhu sendiri adalah semakin besar suhu yang terukur, maka tegangan keluaran dari sensor tersebut akan semakin besar begitu juga sebaliknya. Maka untuk suhu $> 35^0\text{ C}$ terbaca oleh sensor dengan tegangan > 0.35 volt. Jadi apabila tegangan keluaran dari sensor melebihi 0.35 volt mengindikasikan bahwa air sudah tidak mampu mengikat oksigen sesuai standar. Maka *controller* akan memerintahkan aerator untuk bekerja.

Dari hasil penelitian dan data penelitian sebelumnya maka smart relay memiliki beberapa kondisi untuk mengontrol aerator yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Flow Chart Program

Pada gambar 7 diatas saat intensitas cahaya > 40 lux, smart relay memerintahkan aerator untuk berhenti dengan waktu tunda sebab dari hasil penelitian pada saat pagi hari yang masih tidak begitu cerah dengan pembacaan intensitas cahaya 40 – 80.000 lux kadar oksigen masih rendah.

4.5. Hasil Pengujian Aerator

Pengujian aerator secara keseluruhan dari sistem kontrol dan kinerja aerator sendiri Alhamdulillah berjalan lancar atas izin Allah Subhanahuwata'ala. Untuk pengujian aerator menggunakan sistem otomatisasi berbasis smart relay yang telah diprogram menggunakan input berupa sensor cahaya dan suhu berjalan sesuai dengan yang diprogramkan tanpa ada kendala. Kemudian untuk pengujian sebelum dan sesudah aerator bekerja pada hari minggu tanggal 13 agustus 2017 data kadar oksigen terlarut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengambilan data oksigen terlarut sebelum dan sesudah aerator bekerja

NO.	Waktu	DO	Keterangan
1	7.00 WIB	8 mg/L	Aerator <i>Off</i>
2	7.30 WIB	10 mg/L	Aerator <i>On</i>
3	7.45 WIB	14.4 mg/L	Aerator <i>On</i>
4	8.15 WIB	12 mg/L	Aerator <i>Off</i>

Setelah dilakukan pengujian aerator pada kolam yang terdapat dilingkungan Universitas Riau pada keadaan aerator bekerja dan tidak bekerja didapatkan data seperti tabel diatas. Dari data hasil pengujian aerator diatas dapat kita simpulkan hasil bahwa :

- Pada saat aerator bekerja selama 30 menit kadar oksigen terlarut meningkat dari 8 mg/L – 10 mg/L dan setelah 45 menit meningkat lagi menjadi 14.4 mg/L.
- Kemudian setelah aerator di matikan selama 30 menit kadar oksigen turun dari 14.4 mg/L – 12 mg/L.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perancangan, pengujian serta analisa dan juga membandingkannya dengan teori-teori penunjang, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aerator dapat bekerja dengan baik dalam meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air.
2. Dari pengujian didapatkan hasil bahwa aerator dapat meningkatkan kadar oksigen dari 8 mg/L – 14.4 mg/L dalam waktu 45 menit.
3. *Controller* bekerja dengan baik mengontrol waktu aerator bekerja pada saat intensitas cahaya < 40 lux dan berhenti dengan waktu tunda apabila intensitas cahaya > 40 lux dan akan berhenti seketika jika intensitas cahaya > 100.000. Serta walaupun dalam keadaan siang hari apabila suhu diperairan tinggi yang mengakibatkan

- suhu > 350 C maka akan memerintahkan aerator untuk bekerja.
4. Dalam pemasangannya di tambak aerator harus menggunakan kayu/tali yang mengikat bagian kiri dan kanan aerator untuk menjaga keseimbangan.

Daftar Pustaka

- Mawardi, I., Sumardi & Turmizi, 2012. *Desain Dan Pengembangan Material Kincir Tambak Dari Komposit Polimer Gfrp*, Aceh: Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Monier, J., 2016. *schneider-electric*. [Online] Available at: www.schneider-electric.com/en/roduct-range/531-zelio-logic/
- Schmittou, 1991. *cage culture : a method of fish production in indonesia*, jakarta: Central Research Institute For Fisheries.
- Widiyaastuti, E., 2004. *Ketersediaan Oksigen Terlarut Selama 24 Jam Secara Vertikal pada Lokasi Perikanan Keramba Jaring Apung di Waduk Ir. H. Juanda, Purwakarta*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.