

## **INTEGRATED AUTOMATION PUMP SEBAGAI ALTERNATIF PENGHEMATAN ENERGI**

**Putu Oka Sutrisna<sup>1</sup>, I Ketut Sukaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sistem Tenaga, Institut Teknologi Nasional Malang

*E-mail: iputu.sutrisna@danone.com*

### **ABSTRAK**

Dalam implementasinya untuk memantau debit air ke bagian *water treatment* digunakan *flowmeter* untuk mendapatkan hasil debit air, dan juga ditambahkan sensor ultrasonik yang terhubung ke kontroler yang menghasilkan data ketinggian. Selanjutnya data ketinggian air, data debit air dan tarif biaya pada motor pompa air yang akan ditampilkan melalui website untuk sistem pengontrolan jarak jauh karena kecepatan pengiriman data, efisiensi dan jangkauannya luas. Namun, masih perlu dihubungkan ke suatu perangkat kontrol untuk dapat melakukan monitoring piranti listrik dari jarak jauh. Tujuan penelitian adalah perancangan *integrated automation pump* sebagai alternatif penghematan energy. Metode penelitian menggunakan perancangan *integrated automation pump* menggunakan *picobox* adalah perancangan rangkaian *power supply*, perancangan rangkaian sensor arus AC, perancangan rangkaian RTC, dan perancangan rangkaian mikrokontroler. Berdasarkan hasil penelitian, Berdasarkan hasil pengujian penggunaan metode Iterasi Lambda yang biasa digunakan pada operasi ekonomis sistem tenaga listrik, ternyata juga secara efektif bisa diterapkan dalam operasi ekonomis penggunaan motor pompa air. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, penjadwalan operasi motor pompa air yang optimal adalah pada perhitungan Iterasi ke-10, dengan hasil perhitungan motor pompa air pertama harus memompa volume sebesar 59 m<sup>3</sup>. Penjadwalan ini juga berimbas pada penurunan biaya operasi motor pompa yang diestimasikan dalam satu siklus pengisian menjadi Rp 6.214,- dalam satu siklus pengisian. Total efisiensi energi dari inovasi ini adalah sebesar 11.880 Kwh/tahun dengan penghematan biaya sebesar Rp. 13.068.000. hal ini berarti metode Iterasi Lambda mampu mereduksi biaya sebesar 34,1%.

**Kata Kunci:** *Integrated Automation Pump, Energi, Water Treatment*

### **ABSTRACT**

*In its implementation, to monitor water discharge to the water treatment section, a flowmeter is used to obtain water discharge results, and an ultrasonic sensor is also added which is connected to the controller which produces height data. Furthermore, water level data, water discharge data and cost rates for water pump motors will be displayed via the website for remote control systems because of the speed of data transmission, efficiency and wide coverage. However, it still needs to be connected to a control device to be able to monitor electrical devices remotely. The research objective is to design an integrated automation pump as an energy saving alternative. The research method using integrated automation pump design using a picobox is power supply circuit design, AC current sensor circuit design, RTC circuit design, and microcontroller circuit design. Based on the research results, based on the results of*

*testing the use of the Lambda Iteration method which is commonly used in economical operations of electric power systems, it turns out that it can also be effectively applied in economical operations using water pump motors. From the results of the calculations that have been carried out, the optimal water pump motor operation scheduling is in the 10th iteration calculation, with the calculation results that the first water pump motor must pump a volume of 59 m<sup>3</sup>. This scheduling also has an impact on reducing the operating costs of the pump motor which is estimated in one filling cycle to Rp. 6,214,- in one filling cycle. The total energy efficiency of this innovation is 11,880 Kwh/year with cost savings of Rp. 13,068,000. This means that the Lambda Iteration method is able to reduce costs by 34.1%.*

*Keywords: Integrated Automation Pump. Energy, Water Treatment*

## **PENDAHULUAN**

Sistem otomatis dalam dunia industri ataupun perusahaan sangat beragam jenisnya diantaranya yaitu system kontrol sms, sistem *packing*, sistem *water level control*, sistem *room temperature control*, *manufacturing robot*, dan lain-lain. Cooper (2008), menyebutkan sistem kontrol sms merupakan sistem yang digunakan untuk menjamin kontinuitas persediaan air dalam sebuah sistem kontrol pompa yang akan digunakan untuk berbagai keperluan. Disamping sederhana, sistem kontrol sms tersebut banyak diterapkan dalam dunia industri misal industri minuman, industri pengolahan air bersih, pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Sistem kontrol sms biasanya menggunakan sensor analog ataupun penggunaan peralatan yang berbasis digital, semisal penggunaan PLC (Dayanu, dkk, 2018). Penggunaan sistem digital pada rumah tangga atau industri kecil akan menimbulkan biaya yang sangat besar sehingga tidak cocok untuk digunakan walaupun mempunyai kehandalan yang tinggi.

Dalam perkembangannya sistem otomasi terintegrasi (*automation system*) melalui system komputerisasi ini banyak digunakan untuk pengontrolan yang system pengendaliannya melalui panel-panel distribusi utama. Menurut Ibnu (2009),

dalam kondisi operational normal, pompa sumber yang letaknya sekitar 200 meter dari lokasi pabrik hidup secara terus menerus untuk mensuply air baku ke tangki storage. Bahkan saat kebutuhan air sudah cukup di tangki storage, pompa sumber akan terus hidup untuk mensuply bahan baku. Demikian juga pompa transfer dari tangker, bisa hidup walaupun kondisi air baku di storage tank sudah penuh yang merupakan salah satu pemborosan energi. Motor pompa air juga membutuhkan *Variable Speed Drive* (VSD), untuk mengatur kecepatan motor pompa air dengan batasan awal sebesar 55% kapasitas tangki *raw water* yang terdapat pada bagian *Water Treatment Plant* (WTP) sampai dengan batasan 95% kapasitas (Sartika, dkk, 2017).

Komponen peralatan instalasi pompa memegang peranan penting dalam mendistribusikan air bersih. Pemeriksaan fisik dan pemeliharaan harus dilakukan secara berkala sebagai langkah monitoring. Pemantauan (monitoring) untuk mencegah terjadinya gangguan pada instalasi. Penangsang (2014), menyebutkan bahwa monitoring yang baik dibutuhkan pengawasan secara *realtime* yang dapat dikontrol langsung oleh petugas pemeliharaan. Dalam implementasinya untuk memantau debit air ke bagian *water*

*treatment* digunakan *flowmeter* untuk mendapatkan hasil debit air, dan juga ditambahkan sensor ultrasonik yang terhubung ke kontroler yang menghasilkan data ketinggian. Selanjutnya data ketinggian air, data debit air dan tarif biaya pada motor pompa air yang akan ditampilkan melalui website untuk sistem pengontrolan jarak jauh karena kecepatan pengiriman data, efisiensi dan jangkauannya luas. Namun, masih perlu dihubungkan ke suatu perangkat kontrol untuk dapat melakukan monitoring piranti listrik dari jarak jauh. Dengan demikian, diperlukan perancangan *integrated automation pump* sebagai alternatif penghematan energy.

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal, Desa Mambal, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Penelitian dilakukan mulai bulan Juni-Agustus 2023. Responden penelitian adalah manajer dan staf produksi sejumlah 25 orang. Dalam mengumpulkan data dan informasi sebagai bahan perencanaan alat pada proses ini dilakukan dengan

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada *automation control* terintegrasi dengan *water treatment* dengan penambahan sensor berbasis komputerisasi PLC yang terintegrasi dengan *system water treatment* untuk mengontrol mati dan hidupnya pompa sumber, serta putaran pompa sesuai kebutuhan/kondisi air baku di storage tank. Sistem kerjanya antara lain:

cara observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk mengumpulkan data/informasi yang efektif. Dalam memperoleh data dalam penelitian ini, maka digunakan beberapa teknik pengolahan dan analisa data, setelah melakukan pengumpulan data dan melakukan pengamatan di perusahaan, selanjutnya data-data tersebut diolah. Pengoperasian sistem tenaga listrik pada frekuensi konstan selalu diusahakan pada daya seimbang apabila memenuhi syarat total daya yang dibangkitkan oleh generator sama dengan total beban yang diminta oleh sistem. Pada kondisi tertentu, terutama pada saat daya beban yang diminta sistem rendah, memungkinkan tidak semua generator bekerja. Perancangan yang akan dilakukan dalam pembuatan *integrated automation pump* adalah perancangan rangkaian *power supply*, perancangan rangkaian sensor arus AC, perancangan rangkaian RTC, dan perancangan rangkaian mikrokontroler. Andrianto (2013), kinerja pompa dihasilkan oleh kecepatan motor yang digambarkan dengan laju aliran yang dialirkan, kenaikan tekanan yang dicapai, penyerapan daya pada kopling, efisiensi dan NPSH.

pertama, saat storage tank full, maka pompa sumber akan otomatis mati. Kedua, saat tangki sumber low level, maka pompa sumber akan otomatis diturunkan frekuensi putarannya. Ketiga, saat storage tank full, maka pompa unloading tangker tidak bisa dihidupkan, yang dijabarkan secara rinci sebagai berikut.



Gambar 1. *Integrated Automation Pump*

Berdasarkan hasil penelitian, pada Gambar 1 merupakan perancangan sistem keseluruhan pada *Integrated Automation Pump* dengan menggunakan sensor ultrasonik pada tangki *Water Treatment Plant* (WTP), sensor ultrasonik memiliki luaran analog dengan output tegangan 0 s.d. 10 volt disertai modul tambahan IC L293D. IC ini menghasilkan 2 output sinyal analog, dan dapat terkoneksi ke analog input *Programmable Logic Controllers* (PLC). Hasil pengolahan sensor akan diolah oleh kontroller dengan logika algoritma Iterasi Lambda untuk mengendalikan kecepatan motor pompa air dengan menggunakan *Variable Speed Drive* (VSD). Dengan mengatur nilai frekuensi pada tegangan output AC yang keluar dari *Variable Speed Drive* (VSD), maka kecepatan

putar motor pompa air akan berubah serta debit air juga akan ikut berubah. Untuk mengetahui konsumsi energi yang dibutuhkan oleh kedua motor pompa air pada tangki *Water Treatment Plant* (WTP) digunakan powermeter dengan penambahan modul MAX485 yang berguna sebagai komunikasi serial dan mentransfer data dengan kecepatan maksimum 30 Mbps. Selanjutnya, untuk menghidupkan dan mengatur kecepatan pada motor pompa air tersebut tergantung dengan pembacaan sensor ketinggian yang diolah oleh algoritma iterasi lambda. Ketika ketinggian air yang terdapat pada tangki *Water Treatment Plant* (WTP) terbaca pada nilai tertentu, maka *Programmable Logic Controllers* (PLC) memberikan sinyal kontrol agar untuk menggerakkan kedua motor pompa air dengan rasio

tertentu pula menggunakan *Variable Speed Drive (VSD)*. Dengan demikian secara logis dapat berimbang pada tingkat

konsumsi daya, tingkat konsumsi energi dan tingkat konsumsi biaya masing-masing motor pompa.

Tabel 1. Tabulasi Iterasi Lambda kedua Pompa Air

IterasiKe-	(Rp/Liter)	VolumeAir(m <sup>3</sup> )	Pompa (m <sup>3</sup> )
1	50,00	97,614	51,421
2	60,00	117,114	61,709
3	59,00	115,192	60,681
4	55,84	109,02	57,430
5	56,20	109,723	57,800
6	56,85	110,993	58,469
7	57,20	111,676	58,829
8	57,36	111,871	58,932
9	57,35	111,969	58,983
10	57,36	111,988	58,993

Sumber: Diolah Data Primer, 2023

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 1 diatas, maka data koefisien unit motor pompa air, dengan kapasitas daya motor pompa air sebesar 4kW, debit air sebesar 10 liter/detik, memiliki debit air sebesar 12 liter/detik. Dengan memasukkan semua variable pada Tabel 1 pada masing-masing karakteristik motor pompa air maka didapatkan persamaan fungsi biaya pada masing-masing motor pompa pada persamaan fungsi biaya motor pompa:  $F1 = 0,486P^2 + 0,018P + 1500.....(1)$ . Dengan memasukkan batasan unit pompa air pada kapasitas kerja terbaik (40-80% kapasitas) maka akan muncul *constraint* untuk masing-masing pompa. Sebagaimana terlihat pada persamaan  $25,452 < P1 < 101,816.....(1)$ . Dengan demikian, hasil iterasi Lambda sampai dengan iterasi ke-11 yang sudah konvergen didapatkan volume tanki sebesar 112 m<sup>3</sup> atau 112.000 liter. Dalam perhitungan biaya motor pompa air yang optimal dengan menggunakan fungsi biaya motor pompa air pada persamaan:  $F1 = 0,486(59)^2 + 0,018(59) + 1500$ , sehingga Total Biaya

setiap siklus pengisian adalah  $F1+F2 = Rp 6.214,-$  (pembulatan ke atas). Total efisiensi energi dari inovasi ini adalah sebesar 11.880 Kwh/tahun dengan penghematan biaya sebesar Rp. 13.068.000. Hal ini berarti metode Iterasi Lambda mampu mereduksi biaya sebesar 34,1%. Menurut, Zuriman (2013), dalam merancang mesin pompa air otomatis untuk penyaluran air dari tangki ke kran pengambilan air dapat dirancang dengan menggunakan pompa DC, kran *solenoid valve* dan *real time clock*, dimana pompa berfungsi untuk mengisi air ke dalam tangki dan kran *solenoid valve* berfungsi sebagai kran elektrik, sedangkan *real time clock* digunakan sebagai tempat penyimpanan waktu untuk melakukan penyaluran di waktu yang telah ditetapkan sebelumnya untuk penyaluran air dapat diterapkan dengan menentukan terlebih dahulu waktu sistem *on* dan waktu sistem *off*.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengujian penggunaan metode Iterasi Lambda yang biasa digunakan pada operasi

ekonomis sistem tenaga listrik, ternyata juga secara efektif bisa diterapkan dalam operasi ekonomis penggunaan motor pompa air. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, penjadwalan operasi motor pompa air yang optimal adalah pada perhitungan Iterasi ke-10, dengan hasil perhitungan motor pompa air pertama harus memompa volume sebesar 59 m<sup>3</sup>. Penjadwalan ini juga berimbang pada penurunan biaya operasi motor pompa yang diestimasi dalam satu siklus pengisian menjadi Rp 6.214,- dalam satu siklus pengisian. Total efisiensi energi dari inovasi ini adalah sebesar 11.880 Kwh/tahun

dengan penghematan biaya sebesar Rp. 13.068.000. hal ini berarti metode Iterasi Lambda mampu mereduksi biaya sebesar 34,1%. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan melibatkan lebih banyak motor pompa yang digunakan dalam operasi paralel motor pompa air. Disisi lain penggunaan metode kecerdasan buatan juga layak dipertimbangkan agar mendapatkan konvergensi yang lebih baik. Kombinasi dengan kendali konvensional seperti PID controller juga layak dipertimbangkan agar menghasilkan respon motor pompa yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto H. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler Avr Atmega16*. Bandung: Informatika Bandung.
- Cooper P, Tchobanoglous G, Garbus Ro, Hart Rj, Reh Cw, Sloan Lg. 2008. *Performance Of Centrifugal Pumps*. In: *Pumping Station Design*. Elsevier; 21(3): P. 101-111.
- D. Dayanu, I. Baubau, S. Tenggara, And S. Valve. 2018. *Prototype Pengontrol Pengisian Tandon Air Secara Paralel Menggunakan Solenoid Valve Berbasis Atmega 2560*, Jurnal Ilmu Komputer, 7(2):30–35.
- Ibnu, El Hurry. 2009. *Studi Sistem Automatik Pada Gedung Untuk Sistem Hvac (Heating System, Ventilating And Air Conditioning) Berbasis Direct Digital Controller (Studi Kasus Pada Pabrik "X" Di Cibitung)*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro 12(2):19-27.
- N. Sartika, A. G. Abdullah, And D. L. Hakim. 2017. *Scheduling Economical Thermal Power Plant 500 Kv Java-Bali System Using Lagrange Multiplier*. IOP Conf Ser Mater Sci Eng, 180 (2): 120-128.
- Penangsang, O. 2014. *Pemanfaatan Pompa Air PLTS Untuk Pemenuhan Ketersediaan Air Penyiram Tanaman Pada Program Ecogarden Sdit Al Uswah*. Jurnal Pengabdian Masyarakat Lppm Its, 2(1):7-15.
- Zuriman A. 2013. *A Simple Method For Operating The Three-Phase Induction Motor On Single Phase Supply*. Int J Eng Trends Technol, 5(1):13–21.