

SISTEM KONTROL HIDROLIK BERBASIS ARDUINO PADA GUIDE VANE TURBIN KAPLAN

Agus Sukandi¹, Cecep Slamet Abadi, Ainun Nidhar dan Wahyu Hidayat

Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Politeknik Negeri Jakarta

Email : [1agus.sukandi@mesin.pnj.ac.id](mailto:agus.sukandi@mesin.pnj.ac.id)

ABSTRACT

Kaplan turbine lab tools used student of Energy Converged Engineering and Power Plant Engineering Polytechnic of Jakarta are still using manual controls. Screw serves to adjust the guide vane (blade set) on the side of the water entering the turbine to run into obstacles, due to the lack of maintenance and age of equipment that has exceeded 30 years led to declining performance kaplan turbine. The purpose of this study design is to create a hydraulic system using a controller that is arduino, guide vane settings can be performed automatically. Automatically to this, if the declining controllers generator then took command of guide vane to enlarge openings guide vane, including if the excess controllers generator then took command of guide vane to reduce openings guide vane. In research wake up this engineering an output voltage of any value point lvdt set as a signal the response to a cylinder hydraulic mover to arrange guide vane. Arduino can be programmed to set a value set point in lvdt. arduino can be programmed to read the pace lap (rpm air-) turbine generators with using proximity sensor.

Key word : Turbine Kaplan, Hydraulic, Arduino, Guide Vane

ABSTRAK

Alat praktikum turbin kaplan yang digunakan mahasiswa program studi Teknik Konversi Energi dan Teknik Pembangkit Listrik Politeknik Negeri Jakarta masih menggunakan kontrol manual. Ulir yang berfungsi untuk mengatur guide vane (sudu atur) pada sisi air masuk ke turbin mengalami kendala, dikarenakan minimnya pemeliharaan serta umur dari peralatan yang sudah melebihi 30 tahun menyebabkan menurunnya kinerja turbin kaplan. Tujuan dari penelitian rancang bangun ini ialah dengan membuat sistem hidrolik dengan menggunakan controller yaitu arduino, pengaturan guide vane dapat dilakukan secara otomatis. Otomatis yang dimaksud ialah, jika putaran generator menurun maka controller memberikan perintah pada guide vane untuk memperbesar bukaan guide vane, begitupun sebaliknya jika putaran generator berlebih maka controller memberikan perintah pada guide vane untuk memperkecil bukaan guide vane. Pada penelitian rancang bangun ini tegangan output dari setiap nilai set point LVDT sebagai sinyal respon untuk penggerak silinder hidrolik untuk mengatur guide vane. Arduino dapat diprogram untuk mengatur nilai set point pada LVDT. Arduino dapat diprogram untuk membaca kecepatan putaran (rpm) turbin air- generator dengan menggunakan proximity sensor.

Kata Kunci: Turbin Kaplan, Hidrolik, Arduino, Guide Vane

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi baru terbarukan saat ini telah menjadi fokus utama dalam pengembangan energi pembangkitan listrik di Indonesia. Salah satu energi baru terbarukan yang memiliki potensi paling banyak di Indonesia ialah *hydropower* (energi air) dengan besar potensi sebesar 76.670 *Megawatt* [1]. Politeknik Negeri Jakarta sebagai suatu instansi pendidikan, memiliki peran dalam mengembangkan energi baru terbarukan khususnya energi air.

Usaha yang dilakukan Politeknik Negeri Jakarta dalam memberikan peranan tersebut ialah dengan meningkatkan fasilitas laboratorium berbasis energi, salah satunya ialah alat praktikum turbin kaplan yang telah digunakan oleh mahasiswa program studi Teknik Konversi Energi dan Teknik Pembangkit Listrik. Turbin kaplan ini merupakan simulasi dari Pembangkit Listrik Tenaga Air, sehingga turbin kaplan ini dapat menghasilkan listrik.

Namun dikarenakan minimnya pemeliharaan serta umur yang sudah melebihi 30 tahun, menyebabkan menurunnya kinerja turbin kaplan diikuti dengan rusaknya beberapa komponen. Salah satu komponen turbin kaplan yang mengalami kerusakan ialah ulir yang berfungsi untuk mengatur *guidevane* (sudu atur) pada sisi air masuk ke turbin. Kerusakan tersebut akan menyulitkan praktikan dalam mengatur *guide vane* sehingga data yang diambil dan dianalisa tidak akurat.

Salah satu cara untuk menanggulangi masalah tersebut ialah dengan membuat sistem hidrolik dengan menggunakan *controlleryaitu* Arduino, sehingga pengaturan *guide vane* dapat dilakukan secara otomatis. Otomatis yang dimaksud ialah, jika putaran generator menurun maka *controller* memberikan perintah pada *guide vane* untuk memperbesar bukaan *guide vane*, begitupun sebaliknya. Sehingga dengan adanya sistem kontrol

hidrolik berbasis Arduino ini, diharapkan penggunaan turbin kaplan lebih optimal, pengaturan *guide vane* tidak dilakukan secara manual, serta meminimalisir kerusakan komponen utama turbin kaplan dan komponen pendukungnya.

Tujuan

- Mengaplikasikan sistem kontrol hidrolik pada pengaturan pembukaan *guide valve* turbin kaplan.
- Mengoptimalkan kinerja turbin kaplan.
- Mengenalkan sistem kontrol Arduino pada mahasiswa/i program studi Teknik Konversi Energi dan Teknik Pembangkit Listrik, Politeknik Negeri Jakarta.
- Mengaplikasikan Arduino pada sistem kontrol hidrolik.
- Memudahkan mahasiswa/i Teknik Konversi Energi dan Teknik Pembangkit Listrik Politeknik Negeri Jakarta dalam melakukan praktikum kontrol pembangkit.

Manfaat

- Mengetahui aplikasi *controller* pada pembangkit.
- Mengetahui aplikasi sistem kontrol hidrolik pada pembangkit.
- Sebagai bahan referensi dalam penggunaan kontrol hidrolik di bidang teknik pembangkitan.

Dasar Teori

Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel [2]. Mikrokontroler sendiri adalah *chip* atau IC (*Intergrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer [2]. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkain elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian

menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan [2].

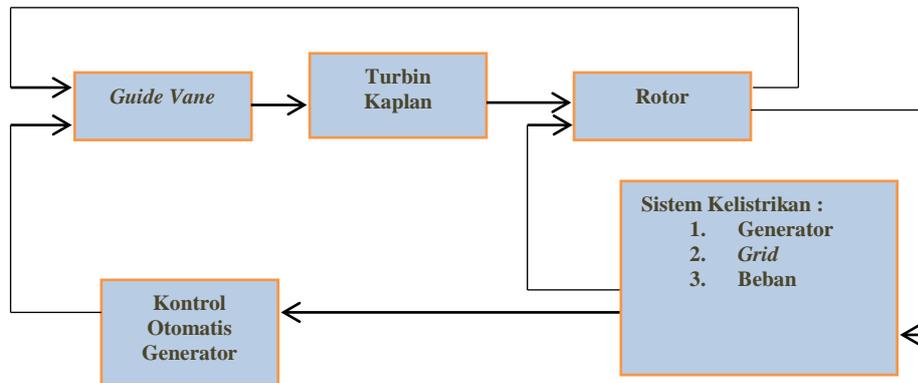
Tabel 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560 [2]

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Atmega2560
Tegangan Operasional	5 V
Tegangan <i>Input</i> (Rekomendasi)	8-12 V
Tegangan <i>Input</i> (Limit)	6-20 V
Pin <i>Digital</i> I/O	54
Pin <i>Analog Input</i>	15 (A0 s.d A15)
Arus DC per Pin I/O	40 mA
Arus DC untuk Pin 3,3 Volt	50 mA
Memori <i>Flash</i>	256 kB, 8 digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRA	8 kB
EEPROM	4 kB
<i>Clock Speed</i>	16 Hz

1. Karakteristik Turbin Kaplan dan *Guide Vane*

Turbin kaplan merupakan salah satu jenis turbin air yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Air, yang berfungsi untuk mengkonversi energi kinetik air menjadi energi mekanik sehingga dapat memutar generator untuk menghasilkan energi listrik.

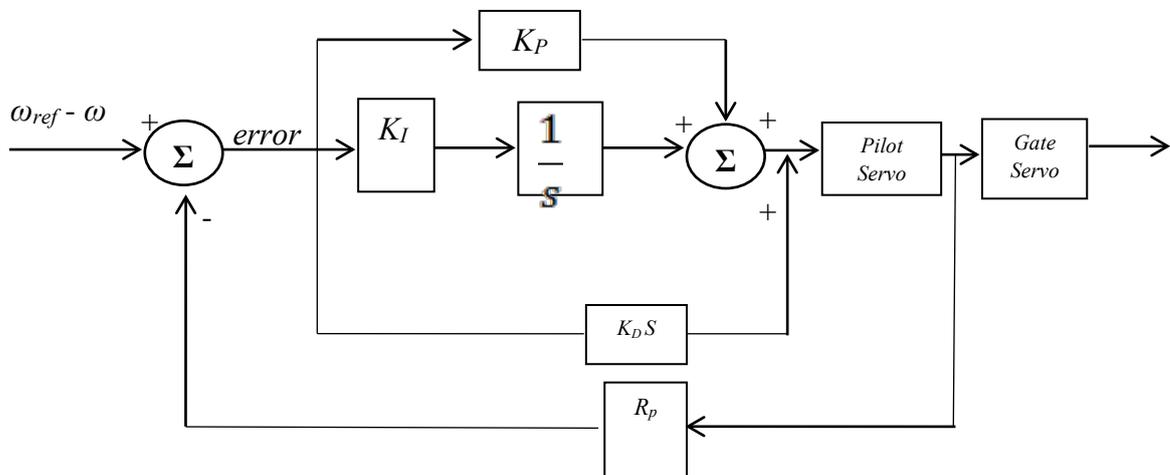
Pada turbin kaplan, daya listrik yang akan dihasilkan dipengaruhi oleh suplai air (debit air), yang mana pengaturan debit air diatur oleh *guide vane*.



Gambar 1 Diagram blok hubungan turbin kaplan terhadap *guide vane* [4]

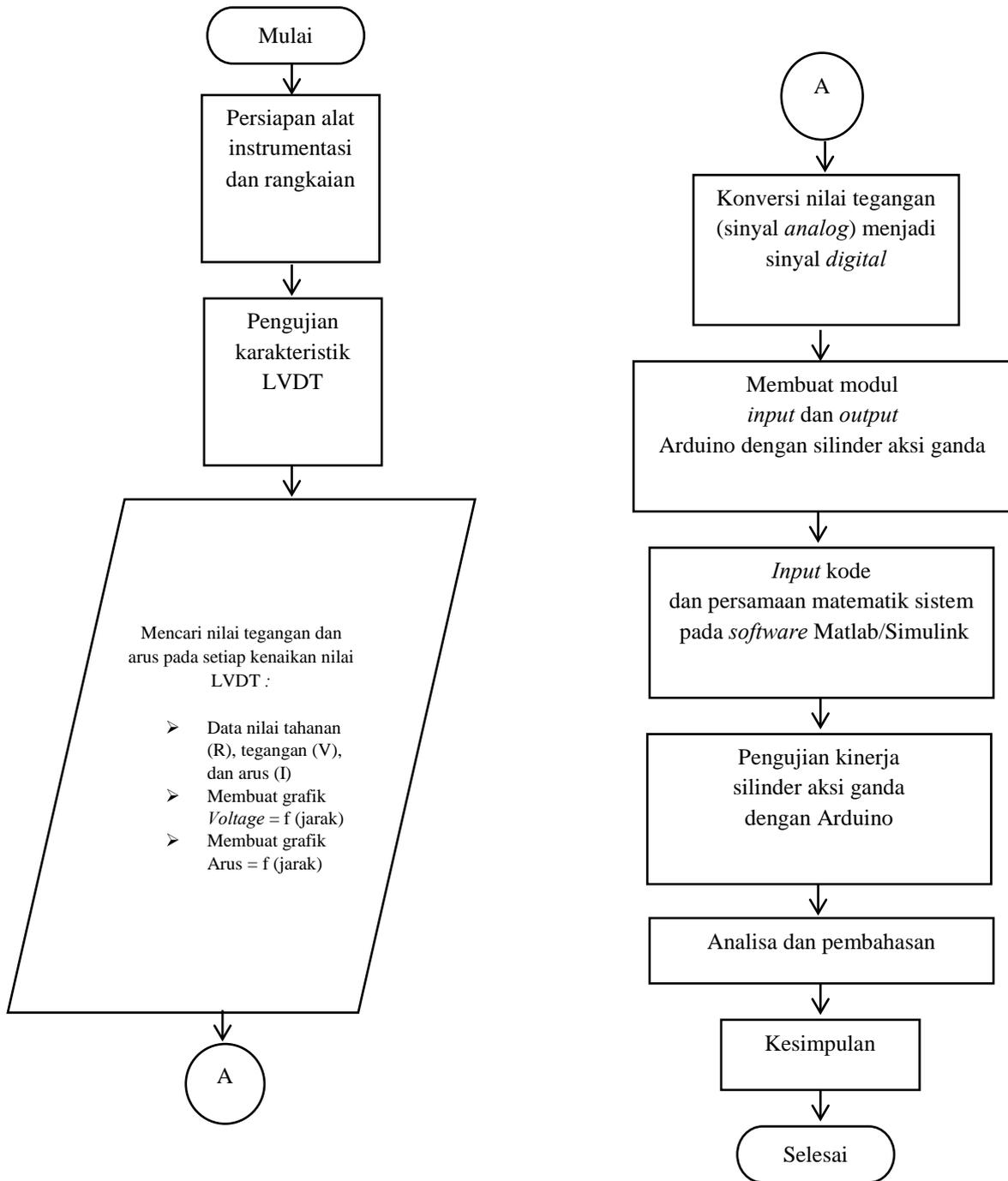
Program yang digunakan untuk melakukan perintah dan mengontrol Arduino-*guide vane* ialah Matlab / Simulink, sehingga dibutuhkan skema sistem kontrol dan diagram bloknya. Tiga ketentuan *controller* yang sering

digunakan pada kontrol hidrolis ialah aksi Proportion-Integral-Derivatif (PID) [4]. PID digunakan untuk menghitung nilai kegagalan "error" pada proses pengukuran variabel dan *setpoint* yang diinginkan ($\Delta\omega$).



Gambar 2 PID Controller [6]

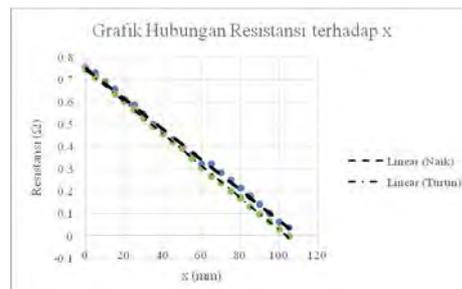
METODE PENELITIAN



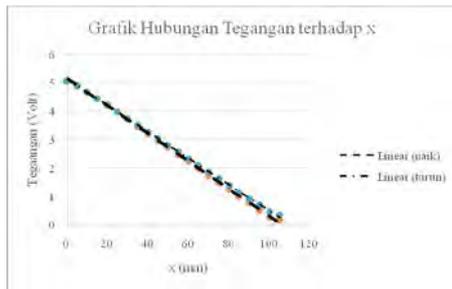
HASIL dan PEMBAHASAN

Pengujian Karakteristik LVDT

Dari pengujian karakteristik LVDT diperoleh hubungan antara perubahan jarak lengan LVDT (x) dengan nilai tahanan (R), serta hubungan perubahan jarak lengan LVDT (x) dengan nilai tegangan (V) yang digambarkan pada gambar berikut:



Gambar 3 Grafik Hubungan R terhadap x

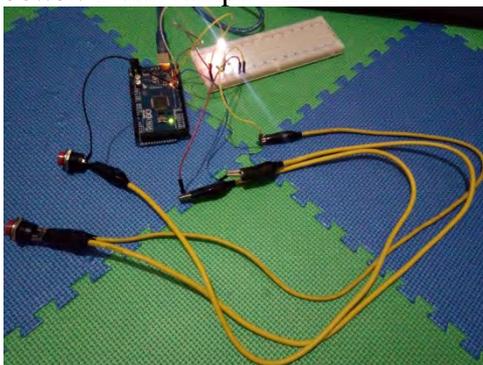


Gambar 4 Grafik Hubungan V terhadap x

Dari gambar (3) dan (4) dapat dilihat bahwa grafik yang dihasilkan bersifat linear, sehingga *output* LVDT dapat digunakan sebagai *setpoint* pada penelitian ini.

1. Operasi Arduino dengan Dua LED dan Dua *Push Botton* (Operasi Terpisah)

Operasi *Arduino* ini, ditujukan untuk mencoba mengendalikan masing-masing LED dengan masing-masing sakelar *push button*. Sehingga saat *push botton* 1 dikondisikan dalam posisi *ON* (ditekan), maka lampu LED1 akan menyala, dan sebaliknya saat *push botton* 1 dikondisikan dalam posisi *OFF* (dilepas), maka lampu LED1 akan padam. Operasi tersebut berlaku juga untuk *push botton* 2 dan lampu LED2.



Gambar 5 Operasi Arduino dengan Dua LED dan Dua *Push Botton* (Operasi Terpisah)

2. Operasi Arduino Membaca Nilai Potensio

Operasi *Arduino* ini, merupakan program yang dibuat untuk membaca nilai potensio secara terprogram. Dikarenakan nilai *output* yang tertampil dalam *Serial Monitor Arduino*

merupakan angka digital, maka angka tersebut dikonversikan dari dalam kode program “float nilaiVolt = ((nilaiAnalog*5)/1023);”. Hasil pembacaan dari potensio disajikan pada gambar (6).

Gambar 6 Pembacaan Nilai Tegangan Potensio

3. Operasi Arduino Membaca *Output* LVDT dengan Batas Nilai dan LED sebagai Indikator

Program ini merupakan simulasi dari program penelitian yang akan dibuat. Dikarenakan *output* LVDT merupakan angka digital, maka batas nilai yang dimasukkan dalam program merupakan angka digital, yaitu pada batas bawah bernilai 417 dan batas atas bernilai 520.

Dari gambar (5.7) terlihat bahwa saat lengan LVDT berada pada posisi terpendek, maka nilai LVDT adalah 1230 atau ≥ 520 maka LED merah menyala. Dan LED merah akan selalu menyala saat lengan LVDT digeser hingga mencapai nilai maksimal 520. Gambar (5.8), menunjukkan bahwa LED merah dan LED putih tidak menyala, dikarenakan posisi lengan

LVDT berada di tengah-tengah dari jarak terpendek dan terpanjang. LED merah dan LED putih akan terus dalam posisi padam saat lengan LVDT digeser hingga berada pada nilai $417 \leq x \leq 520$.

Terakhir pada gambar (5.9) menunjukkan bahwa hanya LED putih yang menyala, dikarenakan lengan LVDT digerakan memanjang dan menyentuh nilai ≤ 417 . LED putih akan terus menyala hingga lengan LVDT digeser, hingga mencapai jarak terpanjang atau sama dengan bernilai 0.

4. Pengujian Pembacaan *Proximity Sensor* dengan Program Arduino



Gambar 7 Rangkaian Pengujian Pembacaan *Proximity Sensor* dengan Program Arduino

Program ini dibuat agar Arduino dapat mengukur putaran dari Turbin Kaplan.

KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- Nilai *output* yang dihasilkan LVDT bersifat linear.
- Tegangan *output* yang dihasilkan LVDT dapat digunakan sebagai *set point* pada pergerakan silinder untuk mengatur *guide vane*.
- Arduino dapat diprogram untuk mengatur nilai *set point* pada LVDT.
- Arduino dapat diprogram untuk membaca kecepatan putaran (rpm) turbin air- generator dengan menggunakan *proximity sensor*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada seluruh staf Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Negeri Jakarta yang telah mengamanahkan kami untuk menerima dana bantuan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Potensi PLTA di Indonesia sebesar 76.670 Megawatt www.pu.go.id/main/view_pdf/9422 . (Diakses 27 Maret 2016 pukul 10.50 WIB)
- [2] Syahwi M. 2013. Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikro-kontroler Arduino. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [3] Andrianto H, dan Darmawan A. (2016). Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung: Informatika Bandung.
- [4] Li Wei. 2011. "Hydro Turbine and Governor Modeling and Scripting for Small-Signal and Transient Stability Analysis of Power System". Tesis. School of Electrical Engineering, KTH Royal Institute of Technology Sweden.
- [5] D.G. Ramey and J.W. Skooglund. (1970). Detailed Hydrogovernor Representation for System Stability Studies. IEEE Trans, Vol. PAS-89, pp.106-112.
- [6] Kundur P. 1993. Power System Stability and Control. McGraw – Hill