

## Simulasi Digital Pengoptimalan Waktu Tutup Pintu Saluran Air Menggunakan Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler Arduino

Ahmad Nur Fajri<sup>1</sup>, Nur Rani Alham<sup>2</sup>, Bima Sakti<sup>3</sup>, Ilham Rizal Ma'rif<sup>4</sup>

1. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Indonesia | [ahmadnur768@gmail.com](mailto:ahmadnur768@gmail.com)
2. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Indonesia |
3. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Indonesia |
4. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Indonesia |

### Abstrak

Pada dunia industri sangat diperlakukan yang namanya instrumentasi untuk menunjang kinerja suatu industri. Dalam penelitian ini alat-alat didesain secara otomatis supaya dapat meminimalisir kebutuhan tenaga kerja serta meminimalisir terjadinya kesalahan jika dilakukan secara manual. Salah satunya adalah alat yang dirancang untuk mengontrol volume air pada PLTPS supaya tidak meluap jika kelebihan volume. Pengontrolan ini dibuat dalam bentuk simulasi digital untuk memudahkan dalam pemahaman dan memperjelas proses alurnya. Pada simulasi ini bertujuan mencari tegangan input yang paling optimal digunakan untuk motor stepper dalam menutup saluran air dengan waktu tercepat. Untuk memutar bistep pada jarak maksimal 448 cm dengan menghasilkan 5 putaran dapat dilakukan dengan memberikan input tegangan berbeda-beda dan waktu yang berbeda pula yaitu pada waktu 2.20s digerakkan tegangan input 2,5 V, waktu 1.50 s digerakkan tegangan 1,88 V, waktu 2.07 digerakkan tegangan 1 V dan waktu 3.32 s digerakkan tegangan 0.35 V. Tegangan yang paling optimal digunakan adalah tegangan 1.88 V.

### Kata Kunci

Stepper, Sensor Ultrasonik, Arduino, Tidal

### 1. Pendahuluan

Pada umumnya manusia selalu menginginkan sesuatu yang sederhana dalam pekerjaannya tetapi menghasilkan sesuatu yang maksimal dengan memperkecil kesalahan atau errornya. Contohnya dalam bidang industri pembangkit, operator tentu menginginkan suatu pekerjaan yang mudah saat memantau dan mengatur pembukaan gate atau pintu saluran air, tentu mereka tidak ingin selalu duduk melihat ketinggian level air dan memastikan tidak melebihi kapasitas. Pada prinsipnya pengotomatisan suatu sistem bertujuan agar memudahkan pekerjaan manusia, yang umumnya pekerjaan yang sifatnya rutinitas dan jangka waktu lama. Manusia biasanya mempunyai ketidak sempurnaan saat melakukan sesuatu seperti mudah letih, kurang konsisten, dan bisa melupakan sesuatu. Dengan adanya pengotomatisan, kelemahan atau keterbatasan itu bisa teratasi. Selain itu, pengotomatisasi akan memberi manfaat mengefisiensi tenaga dan waktu.

Pada PLTPS menggunakan saluran air sebagai tempat tubin digerakkan. Saluran air selalu dialiri arus air selama intu gate terbuka sehingga menyebabkan air laut terus masuk kedalam basin atau penampungan air. Apabila pintu saluran air tidak segera tertutup maka penampungan bisa penuh dan meluap ke sekitar pembangkit. Walaupun sebenarnya tidal barrage dirancang atau dibuat lebih tinggi dari air pasang yang biasa terjadi di sekitar muara tersebut tetapi tidak menutup kemungkinan air pasang bisa lebih tinggi dari biasanya. Maka dari itu perlunya pengontrolan otomatis buka tutup pintu saluran air demi keamanan pembangkit. Simulasi dapat dikatakan metodologi tempat merealisasikan alat atau pekerjaan dengan cara menggunakan pemodelan yang nyata dari suatu sistem (Fridayanti, 2014). Dalam jurnal ini simulasi tidak berupa kenyataan dari model melainkan perencanaan simulasi berupa digital dengan memanfaatkan perangkat lunak proteus sebagai media utama pengerak simulasi dan sketchup sebagai media gambaran perencanaan pembangkit listrik tenaga pasang surut dengan metode tidal barrage. Berikut adalah data waktu terjadinya pasang surut yang terjadi di teluk Kalimantan utara yang diambil dari BMKG.

**Tabel 1.** waktu terjadinya pasang surut di Kalimantan Utara

NO	Ketinggian	Waktu	Keterangan
1	2,4 m	05: 20	Pasang
2	0,1 m	11 : 28	Surut
3	2,3 m	17 : 41	Pasang
4	0,1 m	23 : 31	Surut

Arduino uno merupakan suatu alat yang digunakan sebagai otak dari system control yang dapat memberikan beberapa perintah-perintah yang kemudian dijalankan oleh alat tersebut melalui proses pemberian input hingga menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Alat ini digunakan sebagai tempat perintah dari motor stepper dan sensor ultrasonic sehingga alat tersebut dapat dioperasikan secara otomatis dan manual. Pada pengontrolan sistem buka tutup gate atau pintu saluran air maka akan menggunakan alat yaitu driver motor stepper yang digunakan untuk mengoperasikan suatu alat yang outputnya dapat berupa beberapa kondisi atau pergerakan dalam sudut dan rotasi putaran tertentu. Pemilihan pada fungsi motor untuk penggerak menurunkan dan menaikkan gerak pintu saluran air menggunakan motor stepper.

Dengan simulasi digital ini untuk mengontrol pintu saluran air digunakan untuk menunda aliran air ketika pasang surut berubah, maka akan memanfaatkan energi potensial pasang surut. Bendungan atau basin ditempatkan di muara, sehingga aliran air diantara muara dengan cekungan dapat dikontrol dengan menggunakan pintu air dan saluran air menggunakan turbin. Mekanisme cara kontrol ini dapat diterapkan dalam tiga cara: generasi pasang surut, generasi banjir dan operasi dua arah (atau ganda) (Dadswell Michael dkk, 1986). Sedangkan untuk pembacaan level dari ketinggian air maka digunakan alat sensor ultrasonic yang terhubung dengan arduino dan memiliki prinsip kerja ketika sudah mencapai ketinggian maksimal maka

akan membuat gate saluran air menutup secara bertahap. Penggunaan torsi dalam menggerakkan roda gigi yang memutar beban dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1). Jika lead angle  $L = 1/n$  pada  $\tan \lambda = p/\pi D_p$  ( $n =$  jumlah thread per inch) maka Torsinya:

$$T_u = \frac{F.D_p}{2} \left[ \frac{\cos\phi.\tan\lambda+f}{\cos\phi-f.\tan\lambda} \right] \quad \text{Pers. (1)}$$

Keterangan:

- $T_u$  : torsi gerak naik (lb.in)
- $D_p$  : diameter jarak (inchi)
- $F$  : beban spindle (lb)
- $f$  : koefisien gesekan 0,15

Pada penurunan Torsi bisa didapatkan dengan rumus Persamaan 2 yaitu:

$$T_d = \frac{F.D_p}{2} \left[ \frac{f-\cos\phi.\tan\lambda}{\cos\phi+f.\tan\lambda} \right] \quad \text{Pers. (2)}$$

Keterangan:

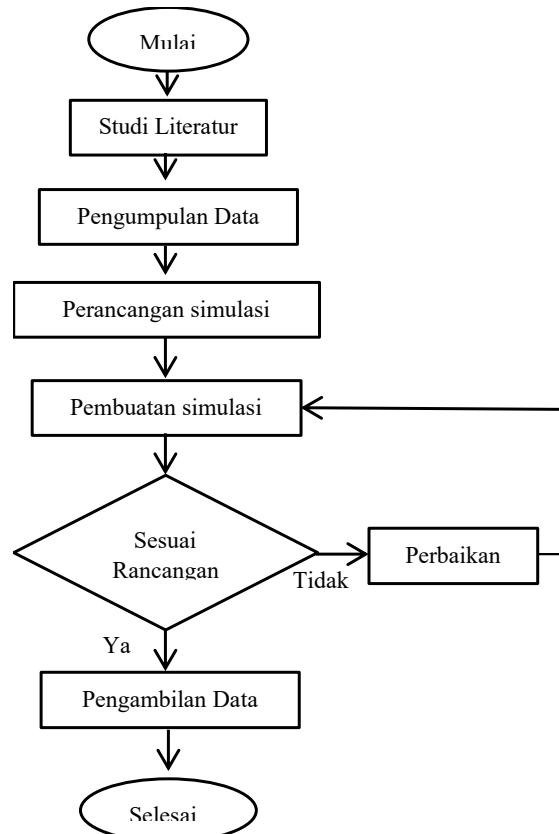
- $T_d$  : torsi gerak turun (lb.in)
- $F$  : beban spindle (lb)
- $f$  : koefisien gesekan 0,15
- $D_p$  : diameter jarak (inchi)

Operator menggunakan loop arus digital penuh untuk pembagian langkah. Ini memiliki riak kecil torsi untuk motor, motor berjalan dengan lancar pada kecepatan rendah, dan getaran dan kebisingan juga rendah. Ia memiliki torsi besar pada kecepatan tinggi, dan kemampuan pemosisiannya tinggi (Suroso dkk, 2017). Oleh karena itu, maka perlunya dibuat pintu saluran air yang dapat menutup secara otomatis ketika level air pada penampungan dibalik bendungan mencapai batas maksimal yang dapat menyebabkan meluapnya air. Penelitian ini mencoba membuat simulasi digital untuk lebih mudah memahami cara kerja dari sistem pengontrolan ini yang berbasis arduino dengan kata lain dapat dipantau hanya didepan layar.

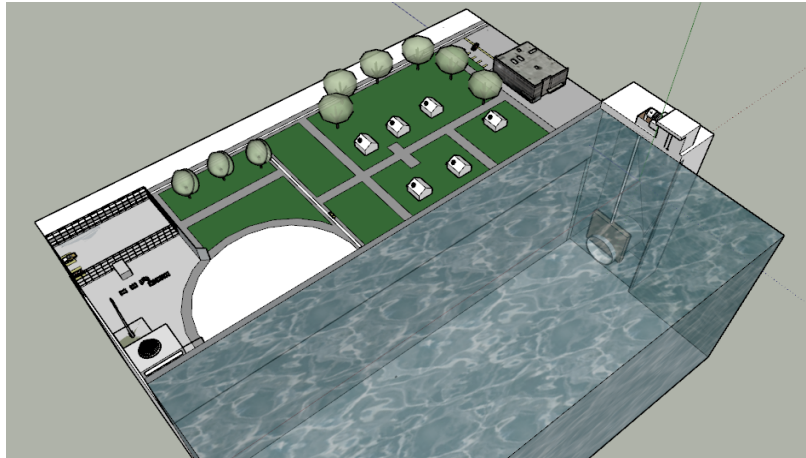
Tujuan simulasi ini adalah untuk menjaga basin atau penampungan air supaya tidak kelebihan atau meluap yaitu dengan pembacaan di sensor ultrasonik ketika sudah mencapai maksimal yang ditentukan maka gate/pintu saluran air akan menutup otomatis. Penutupan pintu otomatis ini sangat berguna di bidang industri dalam meningkatkan produktifitas kerja dan meminimalisir terjadinya kelalaian yang dapat berdampak tidak baik kepada indurtri itu sendiri. Selain itu alat atau komponen yang digunakan juga tidak terlalu mahal dan rumit karena menggunakan arduino uno sebagai otak atau pemberi perintahnya.

## 2. Metode Penelitian

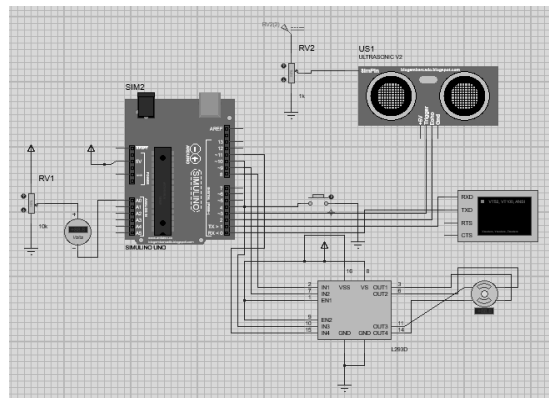
Pada penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yaitu mempelajari dari beberapa sumber yang ada. Selanjutnya adalah pengumpulan data yaitu dengan mengambil beberapa data yang sesuai dengan penelitian ini, kemudian dilanjutkan dengan perancangan simulasi, pembuatan simulasi dan pengambilan data.



**Gambar 1.** Flowchart metode penelitian

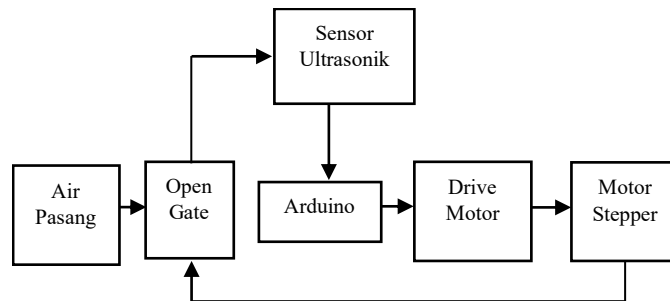


**Gambar 2.** Perancangan simulasi 3d tidal barrage



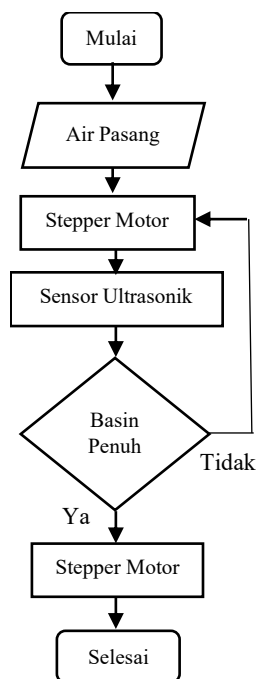
**Gambar 3.** Rangkaian simulasi proteus berbasis arduino

Rangkaian simulasi digital menggunakan aplikasi proteus yang menjadi inti dari simulasi digital ini pengoptimalan waktu tutup pintu saluran air menggunakan mikrokontroler arduino dan terdapat dua bagian utama, yaitu dan perancangan perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat keras yang digunakan yaitu AsusTek COMPUTER INC. dengan model X455LJ. Sementara perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa dari Arduino dan aplikasi Proteus.



**Gambar 4.** Diagram blok system pengontrolan otomatis pintu saluran air

Gambar 4 merupakan diagram blok dari sistem pengoptimalan waktu tutup pintu saluran air yang memberi gambaran proses alur motor stepper bergerak, mulai dari air pasang surut yang masuk ke basin hingga mencapai tinggi maksimal kemudian dideteksi oleh sensor ultrasonik lalu menggerakkan motor stepper secara otomatis dengan pengontrolan dari drive motor stepper itu sendiri.



**Gambar 5.** Flowchart Cara Kerja

### ***Komponen-komponen pada Proteus***

Pada simulasi ini tentu menggunakan komponen saat dilakukan perancangan, baik perangkat lunak maupun perangkat kerasnya. Untuk perangkat lunak simulasi ini terdiri dari aplikasi sketkchup, arduino, dan proteus kemudian merangkai dengan rangkaian minimum mikrokontroler arduino, sensor ultrasonik, potensiometer, driver motor dan motor stepper. Cara kerja motor stepper digunakan untuk memutar piringan yang terhubung dengan tali untuk mengangkat beban atau pintu saluran air secara bertahap. Drive motor berfungsi untuk mengontrol baik dari arah rotasi untuk menaikkan dan menurunkan pintu saluran air. Hasil pengujian kestabilan dan akurasinya dilakukan pengukuran waktu tempuh alat diperlukan bergerak dengan jarak tertentu dan memberi nilai input pada alat kemudian diukur jarak nyata yang dilalui benda (Suroso dkk, 2017).

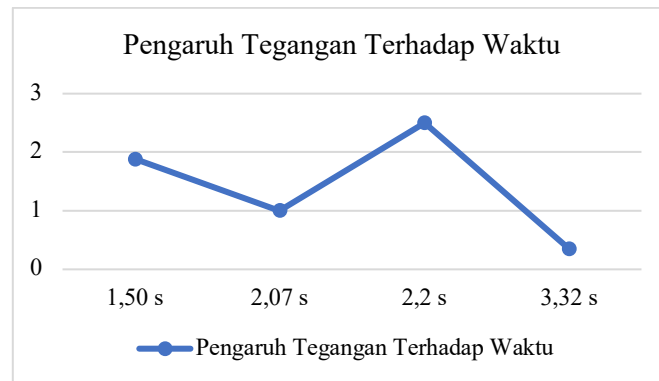
Pengoptimalan pintu saluran air dengan menggunakan mikrokontroler arduino untuk menggerakkan motor stepper dibuat dengan menggunakan komponen perangkat lunak terdiri dari: (1). Sensor Ultrasonic, Sensor ultrasonic difungsikan sebagai alat pembacaan ketinggian air yang dikontrol atau dihubungkan langsung dengan mikrokontroler arduino. Sensor ultrasonic yang digunakan memiliki tegangan 5VDC, arus 2 mA Dan jangkauan deteksi sampai 4,5 meter. (2). Mikrokontroler Arduino, Mikrokontroler Arduino ini difungsikan sebagai otak dari perintah perintah pengontrolan. Mikrokontroler ini berbasis ATmega328 dan mempunyai pin digital berjumlah 14 masukan atau keluaran. 6 masukan analog, koneksi USB, tombol reset dan osilator kristal sebesar 16 MHz. Pin tersebut ini memiliki hal yang dibutuhkan dalam mikrokontroler, yang dihubungkan ke komputer menggunakan USB kabel, adaptor atau baterai untuk menggunakannya; (3). Potensiometer, Potensiometer dalam proteus digunakan di dua tempat. Pertama untuk mengatur jarak yang didapat oleh sensor ultrasonic dan yang kedua mengatur pada kecepatan motor stepper; (4). Driver Motor Stepper, Alat ini dapat memberikan pergerakan rotasi dan dapat dikontrol dalam hal seberapa jauh dan cepatnya akan memutar. Driver motor yang digunakan pada simulasi ini adalah IC L293D; (5). Motor Stepper, Motor stepper yang digunakan dalam simulasi ini adalah motor bistep (stepper bipolar). Dalam spesifikasi yang sama stepper bipolar lebih besar torsiya dibandingkan dengan dengan stepper unipolar dimana pada motor stepper ini memiliki empat kabel masukan; (6). Virtual Terminal, Virtual terminal digunakan untuk menampilkan jarak yang terbaca pada sensor ultrasonic.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

Pada simulasi digital ini dapat dilihat bagaimana bentuk fisik atau hardware yang telah dirancang dengan ukuran sebagaimana yang telah ditentukan dalam bentuk digital. Begitu pula dengan rancangan softwrenya menggunakan proteus yang dikontrol oleh arduino uno dan menjalankan sensor ultrasonik dan motor stepper sesuai perintah-perintah input yang telah diatur dalam mikrokontroler arduino uno.

**Tabel 2.** Tegangan untuk memutar bistepper

No	Jarak (cm)	Waktu (s)	Jumlah Putaran Penuh	Tegangan (v)
1	448	2,20	5	2,50
2	448	1,50	5	1,88
3	448	2,07	5	1,00
4	448	3,32	5	0,35



**Gambar 6.** Grafik Pengaruh Tegangan Terhadap Waktu Berputarnya Motor Stepper

Pada tabel 2 merupakan hasil dari simulasi proteus dengan jarak yang diberikan sensor ultrasonik akan membuka daya untuk menggerakkan stepper. Tegangan diatas diambil dari antara potensiometer dengan Arduino dengan waktu yang diambil yaitu saat dihentikan ketika telah mencapai 5 kali putaran. Percobaan ini dilakukan untuk mencari tegangan input yang paling optimal dalam menutup saluran air atau dengan kata lain yaitu menggunakan tegangan berapa untuk mencari waktu tercepat dalam menutup saluran air ketika pembacaan sensor ultrasonic mencapai ketinggian maksimal. Motor stepper bipolar dikendalikan dengan mode dua fasa langkah penuh dengan driver H-bridge ganda pengemudi memberi energi pada dua kumparan secara bersamaan. Dalam mode dua fasa langkah penuh kedua belitan diberi energi pada waktu sama. Pada pasang surut, pintu air dibiarkan terbuka saat pasang naik, memungkinkan muara dan basin terisi air. Pada saat air pasang, air tambahan dapat dipompa ke hulu untuk meningkatkan perbedaan tingkat air antara muara dan basin. Pintu air kemudian dijatuhkan untuk menghentikan air meninggalkan basin sebagai pasang surut. Dengan motor stepper pintu air akan dikontrol beberapa langkah ketinggian yang ditetapkan.

#### 4. Kesimpulan

Untuk memutar bisteper pada jarak maksimal 448 cm atau dalam keadaan tertutup full dengan menghasilkan 5 putaran dapat dilakukan dengan memberikan input berbeda beda dan ewaktu yang berbeda pula yaitu pada waktu 2.20s digerakkan tegangan input 2,5 V, waktu 1.50 s digerakannakn tegangan 1,88 V, waktu 2.07 digerakkan tegangan 1 V dan waktu 3.32 s digerakkan tegangan 0.35 V. Tegangan yang paling optimal digunakan adalah tegangan 1.88 V. Sensor ultrasonic dapat digunakan sebagai alat pendeteksi ketinggian air pada pembangkit listrik

tenaga pasang surut air laut. Motor Stepper dapat digunakan sebagai alat pengontrol atau penggerak pintu saluran air pada pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut. Pengontrolan pintu saluran air dapat diterapkan di dunia industri untuk mempermudah tenaga kerja dan meminimalisir terjadinya error atau kesalahan.

## Daftar Rujukan

- Dadswell Michael, J, Rulifson Roger, A., and Daborn Graham, R 1986. 'Potential Impact of Large-Scale Tidal Power Developments in the Upper Bay of Fundy on Fisheries Resources of the Northwest Atlantic'. *Fisheries*, Vol. 11, No. 4. hh. 26-35.
- Famukhit Muga Linggar, Suyanto M., Sukoco 2016. 'Simulasi Gerak Kepiting Menggunakan Metode Inverse Kinematics'. *Journal Speed Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi* -Vol. 8 No. 2. hh. 1-8.
- Fridayanti, N, Wildian 2014. 'Otomatisasi Pemutaran Rotary Sample Collector Dengan Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Sensor Fotodioda'. *Jurnal Fisika Unand* Vol. 3, No. 3. hh. 140-147.
- Jeffcoate, Penelope. 2013. *Experimental and Computational Modelling of 3-D Flow and Bed Shear Stresses Downstream from a Multiple Duct Tidal Barrage*. Faculty of Engineering and Physical Sciences. Manchester.
- Suroso, Lukmana, A, Sanyoto Nugroho Tri 2017. 'Pengembangan Mechanic Cutting Dengan Tiga Derajat Kebebasan Berbasis Ballscrew'. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN.