

SIMULASI JEMBATAN BUKA TUTUP OTOMATIS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE SENSOR FUSION

Agi Muhammad Ramdani*, Noor Cholis Basjaruddin, Edi Rakhman

**Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012*

**e-mail : agi.muhammad03@gmail.com*

ABSTRAK

Jembatan buka-tutup dengan sistem konvensional menimbulkan masalah baru karena kelengahan manusia dalam menjaga sistem kendali yang harus dijaga selama dua puluh empat jam dan saat ini sistem tersebut cenderung tidak aktif dan terbengkalai. Maka dari itu, dibutuhkan jembatan yang dapat membuka dan menutup secara otomatis yang bekerja secara efektif, efisien, dan aman. Jembatan ini juga dapat mengefektifkan transportasi laut dan transportasi darat yang berada diatas jembatan. Alat yang akan dibuat merupakan simulasi jembatan buka tutup otomatis yang dapat mengetahui arah datangnya kapal pada area jembatan tanpa harus dikendalikan oleh operator juga dapat dimonitoring dan dikontrol dengan menggunakan perangkat yang dapat terhubung ke internet. Hal ini dapat mempermudah pekerjaan manusia dan mengefektifkan pengawasan jembatan tersebut. Pada alat ini, pemroses data yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino Mega. Jembatan pada alat ini merupakan jenis jembatan tunggal dengan sudut bukaan 0-90°, kemudian alat ini dilengkapi sistem kendali PID untuk memperbaiki respons jembatan saat membuka atau menutup. Untuk pemrosesan data sensor kapal tersebut akan menggunakan metode Sensor Fusion. Agar alat ini dapat terhubung internet maka digunakan modul SIM800L V.2.

Kata Kunci

Jembatan, Internet, Sensor Fusion, Modul SIM800L

1. Pendahuluan

Seiring kemajuannya teknologi yang sangat pesat, manusia berlomba-lomba membuat inovasi baru. Diantaranya pengendalian mobile robot dengan menggunakan sarung tangan sebagai remote controlnya. Tekukan jari tersebut akan dibuat kombinasinya untuk menggerakkan sebuah plant berupa mobile robot yang pergerakan majunya diatur menggunakan metoda fuzzy logic karena pada prinsipnya yang dijadikan beban untuk mobile robot nanti adalah mobile robot [5].

Dengan perkembangan itu, tidak menutup kemungkinan mobil aslinya juga bias diaplikasikan dengan teknologi yang sama. Jembatan adalah bagian dari sarana transportasi darat yang berfungsi menghubungkan jalan yang terputus oleh sungai, danau, atau laut. Kadang kala jembatan dapat menjadi penghalang kendaraan transportasi air (kapal) [1].

Adanya jembatan dapat menimbulkan masalah bagi transportasi laut, yaitu dapat terhalangnya kapal yang tingginya melebihi jembatan menjadi tidak bisa melewati jalur jembatan tersebut. Beberapa kasus kapal menabrak jembatan sering terjadi di berbagai belahan dunia, tak terkecuali di Indonesia. Selama 12 tahun terakhir, sudah beberapa kali tiang jembatan Ampera yang berada di Palembang ditabrak kapal tongkang bermuatan batubara [6]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibutuhkan jembatan yang dapat membuka dan menutup agar kapal tersebut dapat

melewati jembatan. Indonesia sendiri memiliki jembatan buka-tutup namun sistem yang digunakan masih menggunakan sistem konvensional yang manual dan mengandalkan manusia untuk mengatur pergerakan naik turunnya jembatan. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah baru karena kelengahan manusia dalam menjaga sistem kendali yang harus dijaga selama dua puluh empat jam dan saat ini sistem tersebut cenderung tidak aktif dan terbengkalai, contohnya Jembatan Ampera di kota Palembang. Maka dari itu, dibutuhkan jembatan yang dapat membuka dan menutup secara otomatis yang bekerja secara efektif, efisien, dan aman.

Dengan adanya teknologi Internet of Things, manfaat jembatan buka-tutup otomatis dapat dikembangkan lagi. Untuk mengawasi keadaan jembatan, operator tidak perlu memantau jembatan ini secara langsung dan dapat memantaunya ataupun mengendalikannya dimana saja hanya cukup menggunakan perangkat yang terhubung ke internet. Hal ini dapat mempermudah pekerjaan manusia dan mengefektifkan pengawasan jembatan tersebut.

Berdasarkan permasalahan diatas maka dibutuhkan alat “ Simulasi Jembatan Buka Tutu Otomatis Berbasis IOT Menggunakan Metode Sensor Fusion” ini untuk mengefektifkan transportasi laut dan mempermudah perlintasan kapal. Sistem kerjanya sangat efisien karena tidak perlu dipantau setiap saat oleh manusia. Alat ini juga dilengkapi teknologi Internet of Things,

sehingga operator dapat memantau kondisi jembatan agar dapat terkendali. Dengan adanya alat ini diharapkan lalu lintas transportasi laut menjadi lebih efektif dan dapat meningkatkan perekonomian di Indonesia.

2. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara experimental. Dimana pada proses ini terbagi menjadi beberapa tahap pelaksanaan, berikut adalah tahap yang dilakukan .

1. Tahap pra kegiatan

Adalah tahap awal dimana tahap ini diawali dengan perancangan strategi yang akan dilakukan dalam pembuatan penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan terkait dengan topik ini berupa literatur, perancangan desain prototype dan desain perangkat lunak yang akan direalisasikan sesuai dengan perancangan awal, perancangan metode yang akan diterapkan pada penelitian, hingga pembelian komponen yang akan digunakan pada pembuatan alat ini.

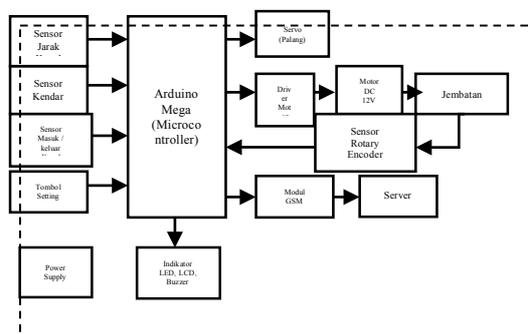
2. Pelaksanaan kegiatan

Merupakan tahapan kedua yaitu pembuatan dari alat dengan merealisasikan hasil dari perancangan dari tahap pra kegiatan, hingga proses pengujian dari bagian bagian blok dari alat tersebut. Jika hasil yang didapat tidak bagus, maka harus kembali ke tahap perancangan.

3. Pasca kegiatan.

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi dari hasil prototype yang telah dibuat. Tidak hanya itu, dilakukan juga analisis pada realisasi alat dan menyimpulkan hasil dari evaluasi yang telah dilakukan.

2.1 Deskripsi Sistem



Gambar 1 Diagram Blok

Cara kerja sistem ini diawali dengan cara pendeteksian sensor jarak untuk mendeteksi objek yang masuk ke area jembatan. Selanjutnya sensor masuk/keluar kapal akan mendeteksi objek yang tingginya melebihi jembatan. Setelah itu indikator lampu lalu lintas dan buzzer akan menyala sesuai dengan kondisi. Setelah itu system akan mendeteksi

keadaan jalan dengan menggunakan sensor kendaraan. Setelah keadaan jalan dirasa aman maka driver motor akan mendrive motor dc untuk membuka jembatan. Sensor rotary akan mendeteksi sudut jembatan agar jembatan tidak melebihi setpoint 90°. setelah kapal melewati jembatan, maka jembatan akan kembali menutup dan system akan kembali normal.

2.1.1. Metode Sensor Fusion

Sensor Fusion adalah penggabungan data sensoris atau data yang berasal dari data sensori sehingga informasi yang dihasilkan dalam beberapa hal lebih baik dari pada yang mungkin ketika sumber-sumber ini digunakan secara individual [2].

Sumber data untuk proses fusi tidak ditentukan untuk berasal dari sensor identik. McKee membedakan fusi langsung, fusi tidak langsung dan fusi dari output dari dua sebelumnya (G. T. McKee, 99:71-84, 1993). Fusi langsung berarti penggabungan data sensor dari satu set sensor heterogen atau homogen, sensor lunak, dan nilai sejarah data sensor, sementara fusi tidak langsung menggunakan sumber informasi seperti pengetahuan a priori tentang lingkungan dan masukan manusia. Oleh karena itu, sensor fusion menggambarkan sistem fusi langsung, sementara fusi informasi juga mencakup proses fusi tidak langsung [2].

Proses fusi sering dikategorikan dalam model tiga tingkat yang membedakan fusi tingkat rendah, menengah, dan tinggi.

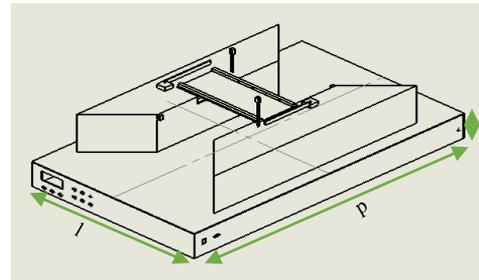
1. Low-level fusion adalah menggabungkan beberapa sumber data mentah untuk menghasilkan data baru yang diharapkan lebih informatif dari pada input [2].
2. Intermediate-level fusion (fusi tingkat menengah atau fusi tingkat fitur) adalah menggabungkan berbagai fitur seperti tepi, sudut, garis, tekstur, atau posisi ke dalam peta fitur yang kemudian dapat digunakan untuk segmentasi dan deteksi [2].
3. High-level fusion juga disebut fusi keputusan menggabungkan keputusan dari beberapa ahli. Metode fusi keputusan termasuk voting, fuzzy-logic, dan metode statistik [2].

Pada penelitian ini proses fusion yang akan diterapkan adalah proses fusion high-level fusion yaitu menggabungkan keputusan dari metode fuzzy logic dan beberapa sensor lainnya.

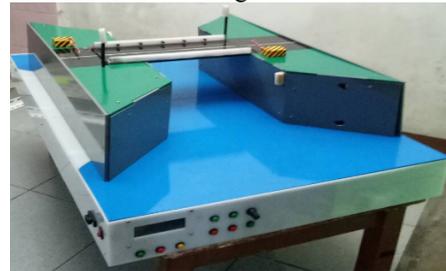
Perancangan kendali logika fuzzy merupakan penggabungan aspek pendefinisian himpunan fuzzy dengan logika fuzzy, dimana controller logika fuzzy mampu mengakomodasi informasi numerik dengan sistem pengukuran dan informasi linguistik yang diperoleh dari diskripsi operator yang berpengalaman [5].

2.1.2. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet (Keoh, Kumar, & Tschofenig dalam Junaidi, 2015). Dengan adanya teknologi Internet of Things maka semua peralatan yang kita gunakan sehari-hari dapat dikendalikan dan dipantau secara jarak jauh. Untuk membuat arsitektur IoT dibutuhkan perangkat keras, gateway, cloud server, dan aplikasi mobile. Pada sisi pengguna, layanan IoT dimanfaatkan melalui aplikasi mobile pada perangkat cerdas mereka. Aplikasi mobile yang intuitif ini yang membantu pengguna untuk mengatur dan memonitor perangkatnya dari jarak jauh [3].



Gambar 3 Perancangan Mekanik Awal



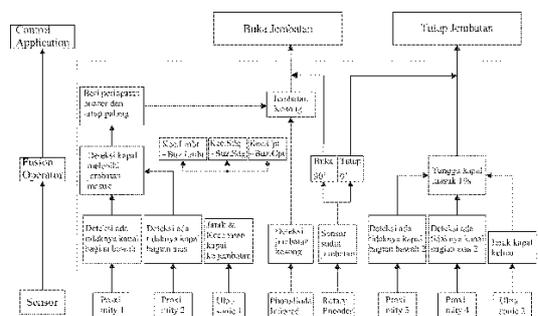
Gambar 4 Realisasi Mekanik Tampak Keseluruhan

3. HASIL DAN ANALISIS

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan beberapa pengujian dari beberapa sensor dan kendali dari jembatan tersebut agar dapat membuka dan menutup sesuai dengan sudut yang diinginkan.

3.1 Perancangan Metode Sensor Fusion

Gambar 2 Blok Sensor Fusion merupakan perancangan metode sensor fusion. Metode tersebut berfungsi untuk mengolah input dari semua sensor yang ada pada alat ini dan nantinya akan menentukan perintah yang diinginkan dari hasil seleksi data sensor yang digabungkan

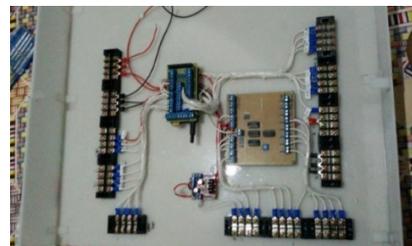


Gambar 2 Blok Sensor Fusion

3.2 Mekanik Keseluruhan

Desain perancangan awal pembuatan mekanik keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil dari perancangan tersebut direalisasikan menggunakan bahan akrilik. Gambar 4 Realisasi Mekanik Tampak Keseluruhan menunjukkan realisasi dari Gambar 3 dengan dimensi dari keseluruhan alat ini yaitu 100 cm x 50 cm x 10 cm (p x l x t).

Pada Gambar 4 Realisasi Mekanik Tampak Keseluruhan bagian yang paling utama adalah jembatan. Selain jembatan, terdapat juga dua buah lampu lalu lintas jalan juga dua buah portal yang berfungsi sebagai penghalang ketika jembatan akan membuka. Selain lampu lalu lintas jalan, terdapat juga lampu lalu lintas untuk memberitahukan pengguna transportasi laut.

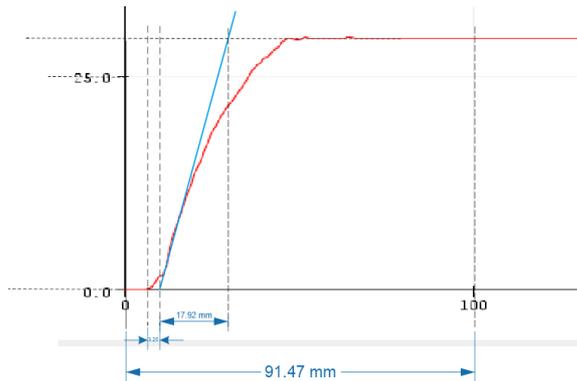


Gambar 5 Realisasi Hardware Elektronik

Pada Gambar 5 Realisasi Hardware Elektronik terdiri dari Arduino mega dan shieldnya sebagai microcontroller. Selain itu terdapat juga modul driver motor, rangkaian multiplexer sebagai sensor jalan, dan modul SIM800L V2 sebagai pengirim data ke server.

3.3 Pengujian Kendali Jembatan

Pengujian ini dilakukan agar jembatan dapat membuka dengan sudut maksimum 90° dan minimum 0° dengan menggunakan motor DC sebagai penggerak mekanik jembatan, Rotary encoder sebagai sensor sudut, dan kendali PID agar didapat respon yang bagus dalam pengoperasian jembatan tersebut. Pada Gambar 6 Respons sistem dengan metode Ziegler-Nichols I, dapat dilihat hasil dari respon jembatan saat diberi setpoint sebesar 90°.



Gambar 6 Respons sistem dengan metode Ziegler-Nichols I

Respon system Gambar 6 Respons sistem dengan metode Ziegler-Nichols I dapat dengan menggunakan metode ZN-1. Pada respon tersebut didapat data seperti pada Tabel I Data Hasil Percobaan ZN-1.

Tabel I Data Hasil Percobaan ZN-1

Waktu pada Serial Plotter	Waktu Asli (detik)	Jarak (mm)
100	5.78	91.47

Berdasarkan data pada Tabel I Data Hasil Percobaan ZN-1, didapat jarak respon dari awal sebesar 91.47mm dengan waktu asli 5.78detik. Maka, waktu responnya adalah 0.06319 detik. Hasil ini diperoleh dari $1\text{mm} = 5.78/91.47 = 0.06319$ detik. Parameter hasil desain juga diperoleh dari Gambar 6 Respons sistem dengan metode Ziegler-Nichols I dengan nilai parameter seperti pada Tabel II Nilai Parameter Hasil Desain ZN-1.

Tabel II Nilai Parameter Hasil Desain ZN-1

Parameter	Jarak (mm)	Waktu Asli (detik)
L	3.2	0.2202
T	17.92	1.1323

Setelah proses desain kendali seperti pada Gambar 6 Respons sistem dengan metode Ziegler-Nichols I, dilakukan perhitungan nilai parameter kendali PID berdasarkan metode ZN1 yaitu :

$$K_p = 1.2(T/L) = 1.2(1.1323/0.2202) = 6.721 \quad (1)$$

$$T_i = 2L = 2 \cdot 0.2202 = 0.4404 \quad (2)$$

$$T_d = 0.5L = 0.5 \cdot 0.2202 = 0.1101 \quad (3)$$

Nilai hasil parameter kendali PID berdasarkan metode ZN1 tersebut digunakan sebagai acuan untuk proses penalaan metode PID.

3.4 Pengujian Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai penggerak jembatan agar jembatan tersebut dapat membuka sesuai dengan keinginan. Hasil dari pengujian blok motor dc yang dilakukan yaitu dengan memberikan nilai PWM berbeda-beda untuk menguji kondisi motor DC. Pada

Tabel III Hasil Pengujian Motor DC dapat dilihat hasil dari pengujian motor DC dengan memasukan input PWM maka dapat diperoleh kondisi motor DC tersebut jika diberi input PWM bervariasi.

Tabel III Hasil Pengujian Motor DC

Nilai PWM	Tegangan (V)	Keadaan Motor
0	0	Mati
50	0,8	Mati, Mengeluarkan Suara
100	2	Mati, Mengeluarkan Suara
150	5,5	Hidup, Bergerak pelan
200	8,2	Hidup, Gerakan Mulai Cepat
285	11	Hidup, Gerakan Cepat

3.5 Pengujian Blok Sensor

Pada pengujian ini terdapat beberapa sensor yang outputnya logic dan continue. Hasil pengujian setiap sensor beroutput logic disajikan dalam bentuk tabel dimana terdapat 2 pasang sensor kapal (IR Proximity) dan 5 pasang sensor kendaraan (Infrared, Photodiode).

1. Hasil pengujian Sensor beroutput logic

Pada

Tabel IV Hasil Pengujian Sensor dapat dilihat pada saat keadaan dari setiap sensor normal, maka akan berlogic 1. Sedangkan jika keadaan sensor-sensor tersebut terhalang, maka outputnya normalnya akan berlogic 0.

Tabel IV Hasil Pengujian Sensor

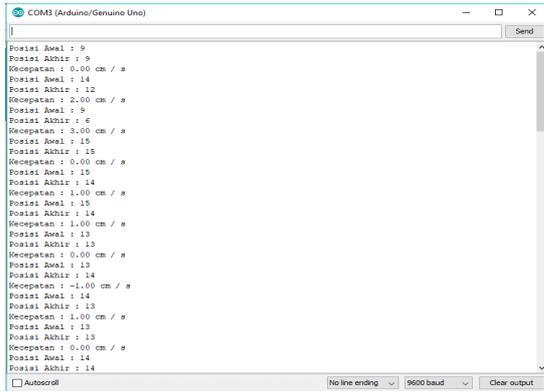
Keadaan	Sensor Kapal 1A	Sensor Kapal 1B	Sensor Kapal 2A	Sensor Kapal 2B	Sensor Kendaraan
Normal	1	1	1	1	1
Terhalang	0	0	0	0	0

2. Pengujian pada sensor beroutput continue (Ultrasonic).

Pada Gambar 7 Kondisi Awal Sensor Ultrasonik dapat dilihat proses percobaan sensor ultrasonic dengan menggunakan bantuan palang berwarna kuning sebagai penghalang atau pendeteksian objek. Mula-mula keadaan palang berwarna kuning berada pada posisi 14cm lalu dimajukan secara perlahan dan didapat kecepatan juga jaraknya seperti pada Gambar 8 Hasil Pengukuran Jarak dan Kecepatan. Pada Gambar 8 Hasil Pengukuran Jarak dan Kecepatan terlihat kecepatan awalnya mulai dari 0cm/s sampai yg tercepat 3cm/s.



Gambar 7 Kondisi Awal Sensor Ultrasonik



Gambar 8 Hasil Pengukuran Jarak dan Kecepatan

Tabel V Pengujian Pembacaan Sensor Jarak

Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Hasil Pembacaan Sensor (cm)	Selisih
2	2.02	0.02
8	8.02	0.02
14	14.11	0.11
20	20.14	0.14
26	26.07	0.07
32	32.11	0.11
38	38.26	0.26
44	44.20	0.2
50	50.27	0.27
56	56.33	0.33
62	62.37	0.37
68	68.38	0.38
74	74.43	0.43
80	80.45	0.45
86	86.52	0.52
92	92.58	0.58
100	100.62	0.62

Tabel V menunjukkan bahwa jarak sebenarnya tidak berbeda jauh dengan jarak yang dideteksi oleh sensor. Kondisi ini menunjukkan pembacaan sensor dalam keadaan baik dan layak diaplikasikan pada alat ini.

3.6 Pengujian Modul GPRS



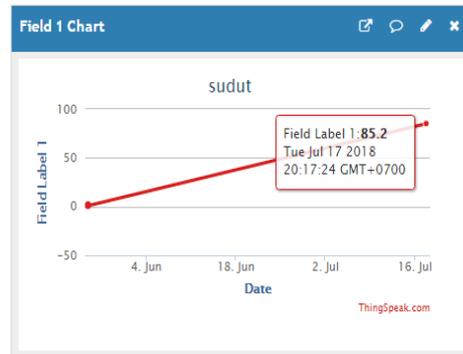
Gambar 8 Modul SIM800L V.2

Pada alat ini, Modul GPRS berfungsi sebagai pengirim data kondisi sudut jembatan ke server yang nantinya akan dikirimkan langsung ke operator agar bisa terpantau. Server yang dipakai sendiri menggunakan ThinkSpeak.com.

Pengiriman nilai sudut jembatan ini dilakukan dengan menyisipkan link URL "https://api.thingspeak.com/update?api_key=AS97X4

"https://api.thingspeak.com/update?api_key=AS97X4]=85.2". Pada link tersebut terdapat beberapa huruf dan angka yang diberi tanda berwarna merah dan kuning. Bagian yang diberi tanda merah adalah kode dari alamat server yang akan dikirim data, dan bagian yang berwarna kuning adalah besar dari nilai sudut jembatan yang akan di kirim ke Server.

Gambar 9 adalah hasil data yang masuk ke server Thingspeak.com. Pada Gambar 9 dapat dilihat hasil data yang masuk sama persis dengan data yang dikirim dengan URL. Tidak hanya besar data yang dikirim, waktu pengiriman juga dapat dilihat seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Data Masuk Ke Server ThinkSpeak Sebesar 85.2

4. DISKUSI

Penelitian ini dapat dikembangkan kembali dengan mengkoordinasikan sistem jembatan dengan kapal yang akan lewat. Penambahan sensor kamera juga dapat dilakukan sebagai pemantau kondisi jalan agar lebih maksimal dalam pemantauan objek yang berada diatas jembatan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dari beberapa sensor yang telah diuji seperti sensor IR Proximity, Infrared Photodiode, Rotary Encoder, dan Ultrasonic. Dapat disimpulkan bahwa sensor-sensor tersebut bekerja secara baik sesuai dengan fungsinya. Selanjutnya bisa dilakukan pengujian keseluruhan dan pengaplikasian dari metode Sensor Fusion.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mensupport secara materi maupun rohani, DIKTI (Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi) yang telah membiayai alat ini, pembimbing yang telah membantu penulis dalam pembuatan alat ini, serta keluarga dan rekan semua yang telah memberi semangat kepada penulis sehingga terciptanya alat ini.



9th Industrial Research Workshop and National Seminar

IRONS

Peran Penelitian dan Inovasi di Era Industri 4.0 Dalam Mewujudkan
Pembangunan Berkelanjutan Menuju Kemandirian Bangsa

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rafiansyah, A Andy. RANCANG BANGUN SIMULATOR PEMBUKA DAN PENUTUP JEMBATANPENYEBERANGAN SECARA OTOMATIS BERBASIS PLC. Banda Aceh: 2009.
- [2]. Elmenreich, Wilfried. *An Introduction to Sensor Fusion*. Austria: 2002.
- [3]. Meutia, Ermita Dewi. *Internet of Things – Keamanan dan Privasi*. *Jurnal Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015*, Hal 85-89. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- [4]. Basjaruddin, Noor Cholis, Kuspriyanto, dkk. *Lane Keeping Assist System Based on Fuzzy Logic*. 2015.
- [5]. A, Hilman Wahyu C, Noor Cholis Basjaruddin, dkk. *Pengendalian Kendaraan menggunakan Sarung Tangan Elektronik berbasis Kendali Fuzzy Logic*. 2017.
- [6]. Wijaya, Taufik. "Persoalan Angkutan Batubara di Sungai Musi: Dari Tongkang Tabrak Tiang Jembatan Hingga Sebarakan Debu". *Mongabay Indonesia* (27 April 201