

Rancangan dan Realisasi Pendeteksi Sapi Birahi

(Design and Realization of Cow HeatWave Detection)

Arkan Muhammad Anandyanto¹, Angga Rusdinar, S.T., M.T., Ph.D.², Dr.Ir.Sony Sumaryo³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹arkaaan@students.telkomuniversity.ac.id, ²anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id,

³sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Peternakan sapi perah merupakan hal yang umum saat ini. Produk-produk dari susu sapi telah banyak digunakan sebagai bahan pangan, sehingga peternakan sapi perah menjadi sesuatu yang sangat penting saat ini. Namun karena tidak adanya sapi jantan di peternakan sapi perah, maka mendapatkan keturunan sapi baru di peternakan sapi perah menjadi hal yang cukup sulit. Salah satu caranya adalah dengan inseminasi buatan. Namun inseminasi buatan ini hanya dapat dilakukan bila sapi betina dalam kondisi birahi atau siap kawin sehingga hanya dapat dilakukan pada saat-saat tertentu. Hal ini menjadi permasalahan baru karena peternak tidak bisa mengawasi sapi-sapi setiap saat sehingga kadang masa birahi tersebut terlewat.

Dalam tugas akhir ini, kelompok penulis membuat perangkat yang dapat mendeteksi perilaku sapi perah sehingga bila sapi perah tertentu birahi maka dapat segera diketahui dengan mendeteksi kibasan dari ekor sapi. Alat akan di pasang pada pangkal ekor sapi. Dengan menggunakan *algoritma Fuzzy* dari amplitudo kibasan ekor sapi yang telah di rata-ratakan, alat dapat mengklasifikasikan keadaan birahi sapi. Perangkat ini akan mengirim data ke komputer peternak sehingga peternak dapat segera mengetahui bila ada sapi yang sedang birahi.

Berdasarkan hasil pengujian, Alat dapat merekam kibasan ekor sapi dengan baik. Hal ini dapat di buktikan dengan alat dapat merekam kibasan ekor sapi dan menkonversinya ke amplitudo dari -250m sampai dengan 250m pada setiap 10 kali dalam waktu 1 detik. Berdasarkan hasil uji sensor, alat mempunyai *error* dari sensor *Accelarometer* terkecil 2,94% dan paling besar 100%. *Error* tersebut dikarenakan kesensitifitas alat yang besar. Alat juga dapat mengklasifikasi birahi sapi dari tidak birahi, mungkin birahi dan birahi. Hal ini dapat ditunjukkan dari grafik hasil percobaan pada sapi selama 3 hari.

Kata Kunci : *Fuzzy*, amplitude, Klasifikasi birahi sapi

Dairy farming is a common thing nowadays. Products from cow's milk have been widely used as food today so that dairy farming is something important. But because of the absence of male cow on dairy farms, getting a new breed of cow on a dairy farm is quite difficult. One way is by artificial insemination. But this artificial insemination can only be done if the female cow is ready to mate so that it can only be done at certain times. This has become a new problem because farmers cannot monitor their cows at any time, so sometimes the period is missed.

In this final project, the author group made a device that can detect the behavior of dairy cows so that if a particular dairy cow has an estrus, it can be immediately detected by detecting the flapping of the cow's tail. The tool will be installed at the base of the cow's tail. By using the Fuzzy algorithm from the amplitude of the flattening of the cow's tail that has been averaged, the tool can classify the state of cow's lust. This device will send data to the farmer's computer so that the farmer can immediately find out if there is a cow that is lust.

Based on the results of test, the device can record the flick of a cow's tail properly. This can be proven by the device can record the flick of a cow's tail and convert it to an amplitude of -250m to 250m every 10 times in 1 second. Based on the sensor test results, the device has the smallest accelerometer error of the sensor 2.94% and the largest is 100%. This error is due to the sensitivity of. The tool can also classify a cow's estrus from not estrus, "Maybe Estrus" and "Estrus". This can be shown from the graph of experimental results on cows for 3 days.

Keywords: *Fuzzy, amplitude*

1. Pendahuluan

Saat ini, Data Kementerian Pertanian menyebutkan total produksi daging sapi nasional sepanjang 2018 diperkirakan mencapai sekitar 403.668 ton dengan total kebutuhan mencapai 663.290 ton. Sehingga kebutuhan daging sapi masyarakat baru 60,9% yang mampu dipenuhi dari peternak sapi lokal.

karena orientasi peternakan sapi lokal yang hanya bertujuan untuk mengambil susu sapi, Maka peternak lokal tidak memiliki sapi jantan dan hanya memiliki sapi betina untuk diperah susunya. Bila ada sapi yang melahirkan sapi jantan, maka sapi jantan tersebut akan dijual.

Hal ini menghasilkan masalah tersendiri bagi peternakan ini, karena tanpa adanya sapi jantan maka sapi betina tidak dapat dibuahi secara alami dan hanya dapat dibuahi melalui inseminasi buatan agar jumlah sapi di peternakan tersebut tidak berkurang dan habis. Namun inseminasi buatan ini hanya dapat diberikan pada saat sapi betina yang sedang birahi, dan tidak dapat dilakukan setiap saat. Namun banyaknya peternak sapi perah awam di Indonesia yang masih sering sekali kekurangan ilmu pengetahuan tentang tanda-tanda birahi sapi membuat mereka melewatkan waktu birahi sapi.

Permasalahan inilah yang membuat kelompok penulis terinspirasi untuk dijadikan tugas akhir. Kelompok penulis membuat perangkat yang dapat memantau kondisi birahi sapi betina di peternakan dengan memantau dari perubahan kebiasaan sapi tersebut, yaitu dari resah dan dari kibasan ekornya. Kelompok penulis memilih memantau kibasan buntut sapi tersebut karena banyak peternak sapi awam di Indonesia yang menggunakan kandang fix sebagai kandang sapinya. Di kandang tersebut sapi diikat dan dibiarkan disana tanpa bias berjalan-jalan. Setelah beberapa saat alat merekam gerakan ekornya, alat akan mengklasifikasikan kondisi birahi sapi dan mengirimkan datanya secara langsung secara nirkabel ke aplikasi atau website di komputer kantor pusat peternakan tersebut. Diharapkan dengan perangkat tersebut maka peternak sapi perah dapat secepatnya mengetahui bila terdapat sapi yang birahi dan dengan begitu maka diharapkan sapi tersebut dapat segera mendapat inseminasi buatan dari dinas peternakan terdekat sebelum masa birahi sapi tersebut habis.

Pengerjaan perangkat ini akan terbagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama adalah pengerjaan bagian sensor yang akan dipasang pada bagian tubuh sapi secara langsung untuk mengetahui kondisi sapi secara langsung. Bagian kedua adalah pembuatan perangkat jaringan transmisi data dan pembuatan aplikasi yang akan dipasang pada komputer serta penggunaan database untuk mengirim, menyimpan, dan menampilkan data kondisi tubuh sapi pada komputer yang berangkutan. Bagian pemasangan sensor akan menjadi judul tugas akhir penulis, sementara transmisi data dan pembuatan aplikasi akan menjadi judul tugas akhir anggota kelompok penulis yang lain.

2. Dasar Teori

2.1 Sapi Birahi

Birahi atau Estrus adalah sebuah periode waktu dimana induk betina mau menerima kehadiran pejantan, lalu berkawin. Dengan perkataan lain, sapi betina telah aktif seksualitasnya[1]. Sapi betina hanya bisa menerima pejantan pada waktu-waktu tertentu. Sebab organ reproduksi betina bekerja secara teratur, Akibat dari kerja hormon itu, maka perilaku sapi yang bersangkutan akan berubah. Itulah yang disebut tanda-tanda birahi[2].

Lama berahi pada sapi berkisar antara 6 sampai 30 jam dengan rata-rata sekitar 17 jam. Masa estrus berlangsung rata-rata 19 jam pada sapi dewasa dan 16 jam pada sapi dara.

Beberapa tanda yang bisa dijadikan pedoman oleh peternak untuk mengamati sapi induk betina[2] :

1. Keluar lendir dari vagina,
2. Gelisah (menaiki sapi lain atau kandang),
3. Vulva bengkak dan hangat warna kemerahan,
4. Keluar air mata dan dinaiki pejantan atau sapi lain diam saja
5. Ekor sapi sering diangkat ke atas, atau seringnya ekor sapi di kibaskan

2.2 Deskripsi Cara Kerja Dan Konsep Solusi

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah alat pendeteksi sapi birahi berdasarkan amplitudo gerak buntut sapi. Alat akan di pasang pada pangkal buntut sapi dan sensor Girooskop dan Accelarometer akan di pasang pada ujung buntut ekor sapi. Saat sapi menggerakkan buntutnya, Girooskop akan mendeteksi kecepatan sudut $X(pitch)$, $Y(yaw)$ dan $Z(roll)$ dan Accelarometer akan mendeteksi percepatan dari gerakan buntut tersebut setiap detiknya. Percepatan sudut terhadap



waktu tersebut akan membuat suatu gelombang yang amplitudonya akan disimpan dalam memori. Girooskop dan alat disambungkan dengan kabel sepanjang buntut sapi.

Data X, Y dan Z tersebut yang sudah tercatat selama 1 jam akan di rata-ratakan lalu di jadikan sebagai himpunan *input fuzzy* dan yang menjadi himpunan *output fuzzy* dari system ini adalah notifikasi “sapi sedang birahi”, “mungkin birahi” dan “tidak birahi” . Setelah alat memberikan notifikasi keadaan birahi sapi, alat akan mengirimkan data yang tercatat selama 1 jam dan hasil notifikasi tersebut ke server menggunakan *wifi module*. Untuk membaca nilai yang terukur pada sensor girooskop membutuhkan rangkian I2C. Rangkian tersebut membutuhkan sumber tegangan 5V yang bersumber dari Arduino. Prototipe PSB yang digunakan terdiri dari sensor girooskop yang di sambungkan dengan tali, *wifi module* dan laptop yang berfungsi sebagai server.

2.3 Pendeteksi Sapi Birahi

Pendeteksi Sapi Birahi atau PSB adalah suatu alat untuk mendeteksi ciri-ciri sapi yang sedang mengalami birahi. Beberapa ciri sapi birahi dapat di pantau dari perubahan perilaku seperti sapi merasa resah sehingga bertambahnya intensitas mengibaskan buntutnya dan juga suka menaiki sapi lainnya. Pendeteksi Sapi Birahi ini di fokuskan menggunakan fuzzy logic metode Mamadani. Metode tersebut sangat baik menangani masalah untuk menentukan birahi sang sapi.

2.4 Fuzzy Logic

Fuzzy logic pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Teori ini banyak diterapkan di berbagai bidang, antara lain representasi pikiran manusia kedalam suatu sistem. Banyak alasan mengapa penggunaan *fuzzy logic* ini sering dipergunakan antara lain, konsep *fuzzy logic* yang mirip dengan konsep berpikir manusia. Sistem *fuzzy* dapat merepresentasikan pengetahuan manusia ke dalam bentuk matematis dengan lebih menyerupai cara berpikir manusia.

Fuzzy logic merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (*truth*) dan kesalahan (*false*). Dengan menggunakan *fuzzy logic* nilai yang dihasilkan bukan hanya ya (1) atau tidak (0) tetapi seluruh kemungkinan diantara 0 dan 1. Logika fuzzy juga memiliki himpunan fuzzy yang mana pada dasarnya, teori himpunan fuzzy merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Dimana dengan logika fuzzy, hasil yang keluar tidak akan selalu konstan dengan input yang ada. Bentuk himpunan fuzzy set dapat mengambil berbagai bentuk, tetapi berdasarkan pada persyaratan bahwa setiap elemen tidak boleh memiliki nilai keanggotaan lebih dari satu dari himpunan tertentu[7].

Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan kurva yang menunjukkan pemetaan atau pengelompokan titik - titik *input* data ke dalam derajat keanggotaan. Berdasarkan dari nilai pastinya, nilai keanggotaan berkisar antara interval 0 sampai dengan 1.

2.5 Inertial Measurement Unit (IMU)

IMU (*Inertial Measurement Unit*) merupakan suatu unit dalam modul elektronik yang mengumpulkan data kecepatan angular dan akselerasi linear yang kemudian dikirim ke CPU (*Central Processing Unit*) untuk mendapatkan data keberadaan dan pergerakan suatu benda. IMU terdiri dari kombinasi *Accelerometer* (sensor percepatan) dan *Gyroscope* (sensor kecepatan angular).

2.5.1 Accelerometer

Accelerometer merupakan sensor inersia yang paling umum digunakan. *Accelerometer* berfungsi sebagai pengukur perubahan inersia kecepatan dan posisi, pengukur percepatan akibat gravitasi bumi dan sebagai sensor kemiringan dengan 3 aksis ortogonal. Dengan fungsi sebagai pengukur percepatan, maka sensor ini dapat mendeteksi adanya perubahan posisi *device* dan mengkalkulasi perubahan tersebut.

Accelerometer yang digunakan pada tugas akhir ini adalah jenis *Micro Electro Mechanical Sensor* (MEMS). Saat diletakan di permukaan bumi, *accelerometer* dapat mendeteksi percepatan 1g (ukuran gravitasi bumi) pada titik vertikalnya, untuk percepatan yang dikarenakan oleh pergerakan horizontal maka *accelerometer* akan mengukur percepatannya secara langsung ketika bergerak secara horizontal.

2.5.2 Gyroscope



Gyroscope adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, yang berlandaskan pada prinsip-prinsip momentum sudut dan menggunakan gravitasi bumi sebagai orientasinya. *Output* yang dihasilkan oleh *gyroscope* berupa kecepatan sudut yang pada sumbu x akan menjadi ϕ (ϕ), sumbu y menjadi θ (θ), dan sumbu z menjadi ψ (ψ). *Gyroscope* merupakan sistem nonlinear kuat, yang menyiratkan bahwa kesalahan preset dan gerakan yang dilakukan dihasilkan pada nilai besar kecepatan sudut dan deviasi dari sumbu *gyroscope* [8].

Prinsip kerja *gyroscope* adalah pada saat *gyroscope* berotasi maka akan memiliki nilai keluaran. Apabila *gyroscope* berotasi searah dengan jarum jam pada sumbu Z maka tegangan *output* yang dihasilkan akan mengecil sedangkan jika *gyroscope* berotasi berlawanan arah dengan jarum jam pada sumbu Z maka tegangan *output* yang dihasilkan akan membesar. Pada saat *gyroscope* tidak sedang berotasi atau berada pada keadaan diam maka tegangan *output* nya akan sesuai dengan nilai *offset* sensor *gyroscope* tersebut. Nilai keluaran pada sensor diubah menjadi *radian/second* (*rad/s*) lalu diubah kembali menjadi *degree/second* (*deg/s*).

2.6 Root Means Square

RMS atau root mean square adalah akar dari nilai rata-rata dari suatu fungsi yang dikuadratkan. Untuk menghitung nilai RMS atau efektif suatu fungsi, maka yang pertama kali dilakukan adalah meng-kudratkan fungsi tersebut, kemudian yang kedua adalah melakukan perhitungan nilai rata-ratanya dengan mengintegrasikan dari interval a ke interval b, dan yang terakhir adalah meng-akarkan hasil dari nilai rata-rata yang didapat tersebut.

Jika suatu fungsi yang berubah terhadap waktu diwakilkan dengan persamaan sebuah fungsi $f(t)$, maka kuadrat dari fungsi tersebut pada interval " $a \leq t \leq b$ " adalah:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{b-a} \int_a^b f^2(t) dt} \quad (2.3)$$

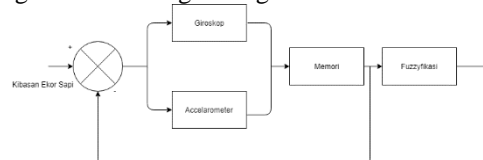
3. Pembahasan

3.1. Desain Sistem

Pada bab ini membahas perancangan sistem monitoring birahi pada sapi perah. Perancangan ini terbagi menjadi 2, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Sementara itu perancangan perangkat keras akan terbagi menjadi 2 bagian, yaitu pemasangan sensor pada mikrokontroler dan perancangan sistem transmisi data. Bagian penulis pada tugas akhir ini adalah pemasangan sensor pada mikrokontroler dan pemrograman mikrokontroler serta pemasangan sensor pada tubuh sapi perah.

3.1.1 Diagram Blok Sistem

Desain sistem dapat digambarkan dengan diagram blok berikut:



Gambar. 3.1 Desain Sistem

Perangkat pendeteksi birahi pada sapi betina ini bekerja dengan cara mendeteksi frekuensi giban buntut sapi. Data-data perubahan frekuensi giban buntut sapi tersebut yang didapat akan dikumpulkan selama beberapa waktu lalu di simpan data tersebut dalam *SDCard* dan dihitung dengan logika *fuzzy* di akhir sesi untuk mengetahui apakah sapi betina tersebut sedang dalam masa birahi atau tidak.

Terdapat dua masukan yaitu dari sensor giroskop dan *Real Time Clock*. Mikrokontroler berfungsi sebagai otak utama dari sistem. Data-data yang terbaca dan dikeluarkan oleh sensor akan masuk ke mikrokontroler dan akan di simpan dalam *SDCard* yang di akhir sesi akan difuzifikasi lalu hasil tersebut dikirim ke aplikasi pada komputer melalui jaringan internet dengan bantuan modul



Wi-Fi yang terpasang pada mikrokontroler. Selanjutnya data-data tersebut akan diolah dan ditampilkan oleh aplikasi tersebut sehingga peternak dapat mengetahui bila ada sapi yang sedang dalam masa birahi.

3.1.2 Deskripsi Kerja Sistem

Deskripsi dari blog diagram diatas adalah sebagai berikut |:

- Catu Daya, Catu daya digunakan untuk memberikan sumber listrik kepada Arduino
- Input*, Input system ini merupakan kibasan buntut sapi
- Controller*, Arduino Nano berperan sebagai *controller* (pengendali) utama yang akan memproses sinyal *input* menjadi *output* dengan bantuan Fuzzy Logic.
- Giroskop, Giroskop digunakan untuk mendapatkan orientasi kibasan buntut sapi
- Accelerator, Accelerometer berfungsi sebagai pengukur perubahan inersia kecepatan kibasan buntut sapi
- Modul *Micro SD Card*, Modul Micro SD Card digunakan untuk menghubungkan micro SD Card kepada mikrokontroler yang menjadi tempat untuk menyimpan hasil data yang sudah di terima
- Output*, Output dari system ini adalah Klarifikasi keadaan birahi sapi

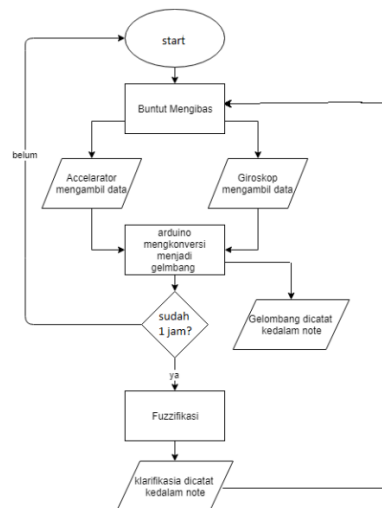
3.1.3 Fungsi dan Fitur

Sistem Monitoring birahi sapi ini berkerja dengan mengkonversi kibasan buntut sapi ke gelombang dengan bantuan dari sensor Giroskop dan sensor Accelerator yang ada di MPU6050. Masing-masing dari sensor tersebut akan menghasilkan gelombang percepatan sudut X,Y dan Z. gelombang yang di deteksi akan di rekam di dalam note dan disimpan dalam *SDcard*.

Setelah 3 jam alat mendeteksi gelombang tersebut, alat akan meratakan gelombang dengan metode *Root Mean Square*. Lalu diratakan lagi untuk di jadikan output dari MPU yang berupa rata-rata nilai Giroskop dan Accelerator. Nilai rata-rata tersebut akan menjadi input dari Fuzzy Logic. Hasil dari fuzzyfikasi tersebut akan mengklarifikasikan keadaan birahi sapi. Hasil klarifikasi tersebut juga akan direkam dan di simpan di dalam *SDcard*.

3.2 Desain Perangkat Lunak

Desain perangkat lunak dapat digambarkan dengan *flowchart* berikut:



Gambar III-5. FlowChart Perangkat Lunak

MPU6050 memberikan data *real-time* yang akan di catat waktunya dengan bantuan modul DS3231 dan akan di catat kedalam note yang berisikan pada waktu dan nilai besaran kibasan buntut tersebut. Setelah 6 jam maka akan data masuk ke note yang baru dan diulangi lagi pengambilan datanya. Sementara itu note yang lama akan di hitung rata2nya dan di fuzzifikasikan berdasarkan data yang sudah menjadi *set-point* indicator sapi tersebut birahi, mungkin birahi atau tidak birahi. Hasil

fuzzifikasi tersebut akan memicu mikrokontroler membuat notifikasi dan mengaktifkan wifi modul untuk mengirimkan note sesi tersebut serta notifikasi sapi.

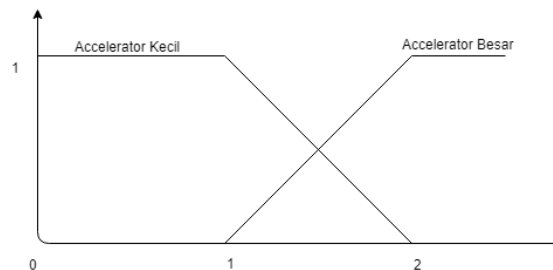
3.3 Perancangan Kontrol Fuzzy

Pada sistem ini variable masukan untuk fuzzifikasi didapat dari pembacaan sensor Girooskop dan Accelerometer yang berupa sudut Kibasan buntut sapi, selisih dari set point dan pembacaan sensor yang disebut error dan perubahan error setiap waktu disebut delta error [9]. Kemudian error dan delta error ini yang telah di ambil selama 3 jam dan di rata-ratakan dengan bantuan RMS akan menjadi masukan ke dalam fuzzifikasi dan dijadikan himpunan *fuzzy*. Pada perancangan ini digunakan membership function berbentuk bahu. Tabel III-1. Hasil rata-rata sapi mungkin birahi

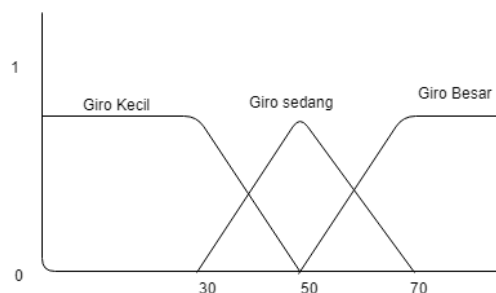
Dilihat dari tabel hasil percobaan sebelumnya pada tabel 3.1 dan 3.2, dapat diambil *function membership* untuk mengklasifikasikan kondisi sapi birahi. Dibat menjadi 3 keluaran, yaitu “birahi”, “mungkin birahi” dan “tidak birahi”.

Untuk pembentukan fungsi keanggotaan dilakukan dengan melihat percepatan orientasi dari kibasan buntut sapi. Buntut sapi dengan kondisi Diam atau mempunyai Amplitudo 0 m. Ketika buntut sapi memulai mengibaskan buntutnya maka amplitudo dari *accelerometer* dan *gyroscope* akan mendeteksi perubahan percepatan dan orientasinya. Perubahan ini yang sudah di rata-ratakan akan kemudian dijadikan himpunan *fuzzy*. Untuk fungsi keanggotaan keluaran yang merupakan Klarifikasi keadaan birahi sapi. Adapun fungsi keanggotaan ini antara lain:

- Fungsi keanggotaan *Accelerameter* terdiri dari *Accelerameter Low* (AK) dan *Accelerameter High* (AB). Untuk nilai dari masing-masing fungsi keanggotaan *error* ditunjukkan seperti pada gambar 3.12.
- Fungsi keanggotaan *Gyroscope* terdiri dari *Gyroscope low* (GK), *Gyroscope Medium* (GM) dan *Gyroscope High* (BM). Untuk nilai dari masing-masing fungsi keanggotaan *delta error* ditunjukkan seperti pada gambar 3.13.



1. Gambar III-12 Membership Funtion Accelerameter



2. Gambar III-13 Membership Funtion Gyroscope

- Dari fungsi keanggotaan fuzzifikasi yang terdiri dari 5 anggota maka untuk komponen aturan terdiri dari 6 aturan dimana aturan tersebut dijelaskan pada tabel 3.1.

Keluaran fuzzy ditentukan oleh proses defuzzifikasi. Pada tugas akhir ini menggunakan keluaran sebanyak 3, Tidak Birahi, Mungkin Birahi dan Birahi. Himpunan output dari defuzzifikasi ini dijelaskan pada gambar 3.15.

Tabel III-3. Aturan Fuzzy Gyroscope

	GK	GS	GB
A C	Tidak Birahi	Mung kin Birahi	Mung kin Birahi
A B	Tidak Birahi	Mung kin Birahi	Birahi

4. Hasil dan Analisis Data.

4.1. Pengujian pada Sapi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah alat dapat berjalan dengan baik saat di pasang pada sapi

Pengujian ini dilakukan dengan memasang alat pada sapi. Alat akan menyimpan data kibasan ekor sapi. Dan akan mengklasifikasikan birahi sapi setiap 1 jam. Pengujian akan dilakukan selama 3 hari dan di setiap harinya akan dilakukan pengujian selama 3 jam. Dari jam 1 sampai dengan jam 4.

Tabel IV-5. Hasil Percobaan pada sapi

hari	jam	defuzifikasi	klasifikasi
1	1	43.34	Mungkin birahi
1	2	29.16	Tidak birahi
1	3	16.24	Tidak birahi
2	1	13.30	Tidak birahi
2	2	7.40	Tidak birahi
2	3	34.63	Mungkin birahi
3	1	48.69	Mungkin birahi
3	2	54.79	Birahi
3	3	61.90	Birahi

Berdasarkan hasil dari penelitian selama setiap 1 jam alat mentracking pergerakan buntut sapi, alat dapat mengklarifikasi birahi sapi berdasarkan data gyroscope dan accelerometer yang dipasangkan pada buntutnya

5. Kesimpulan

Berdasarkan proses-proses yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dimulai dari perancangan sampai dengan pengujian dan analisis system, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

1. Berdasarkan pengujian sensor, Gyroscope dapat merekam amplitude dari sistem bola bandul. Dan dari percobaan accelerometer dapat dilihat bahwa sensor accelerometer dari alat lebih sensitif hingga dapat menimbulkan error yang besar.
2. Berdasarkan hasil uji coba pada sapi, Sensor dapat merekam dan menyimpan amplitude kibasan sapi per 0,1 detik
3. Berdasarkan hasil uji coba pada sapi, Aturan *Fuzzy* yang diberikan kepada sapi merupakan hasil dari diskusi dari data yang terekam setelah 3 hari alat dipasangkan pada sapi. Namun aturan tersebut belum akurat karena sapi yang dijadikan objek penelitian adalah sapi perah uji coba. Dimana sapi tersebut sudah tidak rusak siklus birahinya.s

Daftar Pustaka:

- [1] Estrus. *Estrus Sapi*. <http://fredikurniawan.com/tanda-tanda-sapi-birahi-estrus/>
- [2] Fikar, Samsul. 2010. *Buku Pintar Beternak & Bisnis Sapi Potong*
- [3] Kusumadewi. S dan H. Purnomo. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Mendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Laithwaite, Eric. 1974. *The Royal Institution's Christmas Lecture*
- [5] Setiawan, Iwan. 2011. *Perancangan Sensor Gyroscope dan Accelerometer Untuk Menentukan Sudut dan Jarak*, Yogyakarta
- [6] R. T. AS SADAD, I. and . J. A. SADAD , "Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengendali Lift Empat Lantai," *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA* , vol. 14, no. 2, pp. 160-165, November 2011.
- [7] Harris, J. 2006. *Fuzzy Logic Applications in Engineering Science*. Netherlands: Springer
- [8] Koruba, Zbigniew., dan Awrejcewicz, Jan. 2012. *Classical Mechanics Applied Mechanics and Mechatronics*. Springer.
- [9] Fahmizal., Setyawan, Galih., Arrofiq, Muhammad., dan Mayub, Afrizal. (2017). *Logika Fuzzy Pada Robot Inverted Pendulum Beroda Dua*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4, 244-252.