PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI *ESTRUS* BERDASARKAN GERAK SAPI DENGAN *ACCELEROMETER* BERBASIS ARDUINO

Ida Bagus Adisimakrisna Peling[1)] **Made Pasek Ariawan**[2)]
Gde Brahupadhya Subiksa[3)]
Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak [1)2)3)]
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Badung, Bali [1)2)3)]
adisimakrisna@pnb.ac.id[1)] pasekagus@pnb.ac.id[2)] brahupadhya@pnb.ac.id[3)]

ABSTRACT

Detection of estrus can usually be done by looking at the state of the vulpa and the behavior of cattle. In addition, there are cows with subestrus or silent heat that do not show their estrus symptoms physically, such as the vulva swells, flushes and the clear liquid comes out by hanging from the vulva or seen at the base of the tail. One of the factors that cause reproductive problems and low pregnancy rates in cattle herds is due to the failure to detect estrus. Based on these conditions, it can be seen that not all breeders are able to detect animal estrus properly. From these problems, it is proposed a system that is able to detect estrus in cattle based on cow motion. The system is built using an accelerometer and Arduino microcontroller which is expected to be able to help detect the occurrence. The results of system performance testing using the K-Means algorithm compared to expert results obtained an accuracy of 72.2%. According to experts, Reproductive Veterinarians, these results can be used to help farmers to recognize the emergence of estrus symptoms in Bali cattle, but this system must be developed again to get better results.
Keywords : *Arduino, Accelerometer, Estrus, Bali Cattle*

ABSTRAK

Deteksi estrus biasanya dapat dilakukan dengan melihat keadaan vulpa dan tingkah laku ternak. Selain itu terdapat sapi-sapi yang subestrus atau silent heat yang tidak memperlihatkan gejala estrus secara fisik, seperti vulva membengkak, memerah dan keluar cairan bening menggantung dari vulva atau terlihat di pangkal ekor. Salah satu faktor yang menyebabkan masalah reproduksi dan rendahnya angka kebuntingan pada kelompok ternak sapi disebabkan oleh gagalnya dalam mendeteksi estrus. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat diketahui bahwa tidak semua peternak mampu mendeteksi estrus hewan dengan baik. Dari permasalahan tersebut maka diusulkan suatu sistem yang mampu mendeteksi estrus pada sapi berdasarkan gerak sapi. Sistem yang dibangun menggunakan accelerometer berbasis mikrokontroler arduino yang diharapkan mampu membantu mendeteksi terjadinya. Setelah mengetahui waktu estrus, peternak dapat melakukan langkah yang tepat sehingga keberhasilan kebuntingan dapat terjadi secara lebih optimal. Hasil pengujian unjuk kerja system menggunakan algoritma K-Means yang dibandingkan dengan hasil pakar memperoleh akurasi sebesar 72.2 %. Menurut pakar yaitu Dokter Hewan Bidang Reproduksi, hasil ini telah dapat digunakan membantu peternak untuk mengenali munculnya gejala estrus pada sapi Bali namun sistem ini harus dikembangkan lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
Kata Kunci : Accelerometer, Arduino, Estrus, Sapi Bali

PENDAHULUAN

Sapi Bali merupakan jenis sapi lokal Indonesia yang berasal dari Bali yang sekarang telah menyebar hampir ke seluruh penjuru Indonesia bahkan sampai luar negeri seperti Malaysia, Filipina, dan Australia. Reproduksi sapi saat ini masih belum optimal dan masih menghadapi banyak kendala, masih banyaknya kasus gangguan reproduksi menuju kemajiran ternak betina yang mengakibatkan produktifitas ternak masih rendah [1]. Selain itu, rendahnya pemahaman mengenai estrus, tidak tepat deteksi estrus, ketepatan perkawinan, rendahnya nutrisi, dan lingkungan sehingga dapat mengakibatkan keterlambatan pelaporan gejala estrus yang merupakan penyebab kesalahan dalam pengelolaan reproduksi.

Problem reproduksi dan rendahnya angka kebuntingan pada kelompok ternak sapi merupakan salah satu faktor yang disebabkan karena kegagalan dalam mendeteksi estrus [2]. Keberhasilan perkawinan dipengaruhi oleh salah satu faktor penting yaitu pengetahuan

peternak tentang siklus estrus. Dengan mengetahui siklus estrus yang tepat peternak akan mengawinkan sapi mereka dalam waktu yang tepat. Peternak kerap mengalami kesulitan untuk mengetahui waktu estrus yang tepat karena tidak terdeteksi [3]. Siklus estrus dilakukan melalui pengamatan visual berdasarkan tanda-tanda antara lain suhu meningkat yang pada umumnya ditandai dengan warna vulva sapi kemerahan, sapi gelisah, nafsu makan turun bahkan hilang sama sekali, adanya penebalan pada vagina,. Serta timbul perilaku menaiki sapi lain dan keluarnya lendir dari alat kelamin (vulva) [4]. Deteksi estrus dilakukan paling sedikit dua kali dalam sehari yaitu pada pagi serta sore/malam hari. Dari sore hingga pagi hari mencapai 60%, sedangkan mencapai 40% pada pagi sampai sore hari [4]. Masalah yang terjadi selama ini dalam deteksi estrus hewan yaitu peternak melakukan pengecekan satu persatu selama dua kali dalam sehari dengan melihat kondisi fisik sapi. Selain itu terdapat juga sapi-sapi yang mengalami subestrus atau silent heat tidak memperlihatkan gejala estrus secara fisik, seperti vulva memerah, membengkak dan pada vulva keluar cairan bening menggantung atau terlihat di pangkal ekor. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat diketahui bahwa tidak semua peternak mampu mendeteksi estrus hewan dengan baik. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang dapat mendeteksi estrus dengan mengamati gerak dari sapi.

Dari uraian diatas, maka diusulkan suatu sistem yang mampu membantu mendeteksi estrus pada sapi berdasarkan gerak sapi. Sistem yang dibangun diharapkan mampu mendeteksi terjadinya estrus. Setelah mengetahui waktu estrus, peternak dapat melakukan langkah yang tepat sehingga keberhasilan kebuntingan dapat terjadi secara lebih optimal.

KAJIAN PUSTAKA

Siklus Estrus

Estrus adalah saat dimana hewan betina bersedia menerima pejantan untuk kopulasi [5]. Pada sapi berlangsung selama 21 hari siklus *estrus*. Rata-rata *estrus* berlangsung selama 18 jam dan ovulasi dimulai 11 jam kemudian. Siklus *estrus* dapat diterangkan berdasarkan gejala yang terlihat dari luar tubuh, satu siklus *estrus* terbagi menjadi 4 fase, yaitu Proestrus, *Estrus*, Metestrus dan Diestrus.

Tabel 1. Siklus *estrus* pada sapi

Proestrus (hari)	*Estrus*	Metestrus (hari)	Diestrus (hari)
3	12-24 jam	3-5	13

K-Means

K-Means merupakan salah satu metode data *clustering* non hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih cluster/kelompok. Gambar 1 merupakan flowchart algoritma K-Means. Pada algoritma ini akan ditentukan terlebih dahulu jumlah cluster yang untuk kategori data dan pemilihan *centroid* point tidak harus ditentukan dan dibatasi, hal ini berarti bahwa boleh memilih sembarang objek untuk penentuan titik tengah cluster [6]. Berikut merupakan langkah-langkah pada k-means :

a. Menentukan banyak k-*cluster* yang ingin dibentuk.
b. Membangkitkan nilai random untuk pusat *cluster* awal (*centroid*) sebanyak k-*cluster*.
c. Menghitung jarak setiap data *input* terhadap masing-masing *centroid* menggunakan rumus jarak (*Eucledian Distance*) hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid*. Berikut persamaan *Eucledian Distance*:

$$d(xi, \mu i = \sqrt{(xi - \mu i)^2} \qquad (1)$$

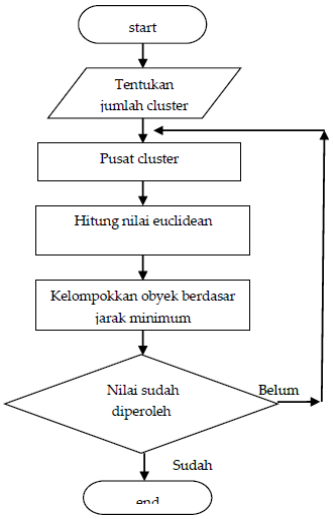
d. Mengklasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid* (jarak terkecil).
e. Mengupdate nilai *centroid*. Nilai *centroid* baru diperoleh dari rata-rata cluster yang bersangkutan dengan menggunakan rumus:

$$C_k = \frac{1}{nk} \sum di \qquad (2)$$

dimana:
nk = jumlah data dalam cluster
di = jumlah dari nilai jarak yang masuk dalam masing-masing cluster

Melakukan perulangan dari langkah 2 hingga 5 hingga anggota tiap cluster tidak ada yang berubah.

Jika langkah 6 telah terpenuhi, maka nilai rata-rata pusat cluster (μj) pada iterasi terakhir akan digunakan sebagai parameter untuk menentukan klasifikasi data.



Gambar 1. Flowchart K-Means

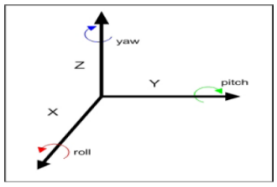
Arduino Nano

Arduino adalah kombinasi hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih yang merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. IDE merupakan software yang berperan penting untuk menulis program, kemudian meng-compilenya menjadi kode biner lalu meng-upload ke dalam memory microcontroller.

Gambar 2. Arduino Nano

Acclerometer

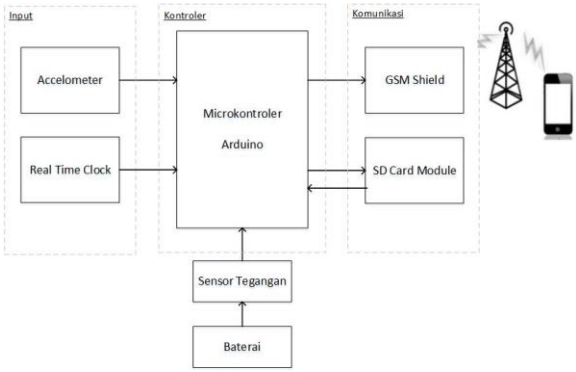
Accelerometer merupakan sebuah perangkat yang dipergunakan untuk mengukur dampak gravitasi pada percepatan dan akselerasi. Sensor *accelerometer* 3 axis memiliki sifat yang mampu merepresentasikan tiga buah sumbu. Gambar 3 merupakan analogi sumbu pada 3 axis accelerometer. Gerakan perputaran direpresentasikan oleh sumbu X. Gerakan terhadap kemiringan direpresentasikan oleh sumbu Y. Gerakan menoleh atau perbelokan terhadap bidang derepresentasikan oleh sumbu Z.



Gambar 3. Sumbu 3 axis x,y,z

GAMBARAN SISTEM

Sistem deteksi yang dirancang dan dibangun menggabungkan mikrokontroler dan *accelerometer* untuk mendeteksi *estrus* pada sapi berdasarkan gerak sapi.

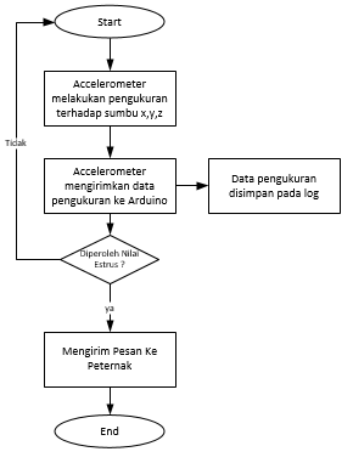


Gambar 4. Gambaran Umum Sistem

Perancangan sistem terbagi menjadi 3 modul. Modul input adalah sekumpulan pengaturan, algoritma dan sensor untuk menangkap suatu kondisi yang kemudian akan diteruskan ke kontroler. Komponen yang digunakan pada modul input adalah sensor *accelerometer* ADXL335 dan dimana sensor accelometer ini dapat mengetahui pergerakan yang dilakukan oleh sapi berdasarkan sumbu y. Modul kontroler adalah otak dari sistem yang berfungsi untuk membaca data pergerakan terhadap sumbu y berdasarkan aktivitas sapi dari pengukuran yang dilakukan oleh sensor *accelerometer* secara periodik dan akan disimpan pada memori. Pada modul kontroler menggunakan arduino nano yang merupakan papan sirkuit yang dilengkapi dengan mikrokontroler Atmega328. *Real Time Clock* (RTC) adalah modul yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dan berfungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal untuk data log yang nantinya akan disimpan. Terdapat juga sensor tegangan yang berfungsi untuk mengetahui tegangan dari baterai yang terpasang. Proses pengiriman data menggunakan media wireless. Perangkat keras yang digunakan adalah GSM Shield. Mikrokontroler juga akan mengintruksikan untuk mengirim pesan ketika tegangan baterai

yang terbaca oleh sensor tegangan sudah pada kondisi minimum.

Sistem mulai berjalan dengan melakukan pengukuran terhadap sumbu y oleh *accelerometer*. Selanjutnya data yang telah direkam oleh *accelerometer* dikirimkan ke arduino. Data pengukuran akan disimpan pada log untuk dijadikan sebagai history untuk dianalisa. Data yang disimpan akan diolah menggunakan metode persentil.



Gambar 5. Flowchart perancangan sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian Alat Deteksi

Bentuk fisik hasil rancangan alat pendeteksi estrus berbasis Arduino pada gambar 6 yang dirangkai pada sebuah papan PCB dengan menggunakan *accelerometer* sebagai sensor yang mendeteksi terjadinya estrus berdasarkan gerakan sapi. Memiliki berat secara keseluruhan 400 gram. Dan keseluruhan komponen yang digunakan memerlukan daya sebesar 48 mAh. Alat pendeteksi estrus terdiri dari beberapa komponen yaitu :

a. *Micro SD Card* modul yang berfungsi untuk menyimpan data gerakan sapi yang berasal dari *accelerometer serta* menyimpan data centroid estrus dan centroid tidak estrus. *Micro SD* yang digunakan untuk menyimpan data berkapasitas minimal 2GB.
b. GSM shield SIM800l berfungsi untuk mengirimkan pesan ketika memory tidak terpasang, baterai habis dan terdeteksinya estrus.
c. *Stepdown* untuk menurunkan tegangan yang diperlukan untuk SIM800l karena tegangan yang dibutuhkan oleh SIM800l adalah 3,7v.
d. RTC untuk menunjukkan waktu mulai detik, menit, jam, tanggal, bulan hingga tahun.
e. Sensor tegangan berfungsi untuk mengukur tegangan dari baterai.

Gambar 6. Tampilan alat pendeteksi estrus

Prosedur pemasangan alat pendeteksi estrus dapat dilihat pada Gambar 7. Alat dikalungkan pada sapi yang akan diteliti. Pemasangan alat harus sesuai prosedur pemasangan seperti pada gambar untuk menunjukkan konfigurasi dari sumbu x, y dan z. Sumbu x mendeteksi pergerakan maju dan mundur, sumbu y mendeteksi pergerakan naik dan turun dan sumbu z mendeteksi pergerakan menoleh ke kanan dan ke kiri.

Gambar 7. Pemasangan alat pada sapi

Alat dikalungkan pada sapi yang akan diteliti. Pemasangan alat harus sesuai prosedur pemasangan seperti pada gambar untuk menunjukkan konfigurasi dari sumbu x, y dan z. Sumbu x mendeteksi pergerakan maju dan mundur, sumbu y mendeteksi pergerakan naik dan turun dan sumbu z mendeteksi pergerakan menoleh ke kanan dan ke kiri.

Perhitungan Data Menggunakan K-Means

Sistem mulai berjalan dengan melakukan pengukuran terhadap sumbu x, y, z oleh *accelerometer*. Tahapan perhitungan yang dilakukan yaitu :

a. Data pergerakan sumbu x, y, z

Tabel 2. Data Pergerakan

No	Sumbu x	Sumbu y	Sumbu z
1	341	389	311
2	340	388	295
3	338	388	296
…..	…..	…..	…..
1440	340	306	314

b. Menentukan jumlah cluster. Terdapat 2 cluster yang akan digunakan yaitu cluster estrus dan cluster tidak estrus.
c. Menentukan pusat baru cluster (*centroid*) secara random berdasarkan sumbu y.
d. Menghitung jarak terdekat dengan menggunakan nilai sumbu y hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid*.
e. Mengklasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid* (jarak terkecil).
f. Mengupdate nilai *centroid*. Nilai *centroid* baru diperoleh dari rata-rata cluster yang bersangkutan
g. Melakukan perulangan dari langkah 3 hingga 6 hingga anggota tiap cluster tidak ada yang berubah.

Tabel 3. Nilai centroid

No	*Centroid* Tidak Estrus (Random)	*Centroid* Estrus (Random)	Sumbu Y	Jarak Data ke *Centroid* Tidak Estrus	Jarak Data ke *Centroid* Estrus
1	351.7273	355.8889	389	1389.256	1096.346
2	345.6818	353.6667	388	1790.829	1178.778
3	340.7273	366.6667	388	2234.711	455.1111
…..	…..	…..	…..	…..	…..
1440	354.7727	358.8889	356	1.506198	8.345679

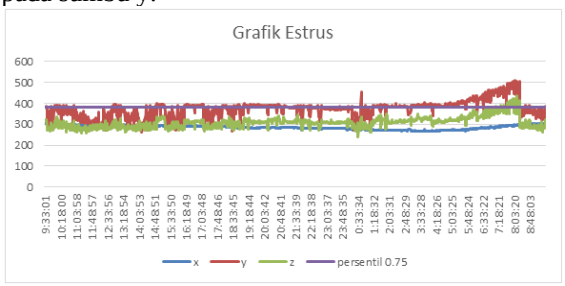
h. Jika langkah 7 telah terpenuhi, maka nilai rata-rata pusat cluster pada iterasi terakhir akan digunakan sebagai parameter untuk menentukan klasifikasi data.

Tabel 4. Hasil jarak centroid ke masing masing cluster

Jarak data ke *centroid* tidak estrus	1243.395
Jarak data ke *centroid* estrus	1022.744
Jarak terdekat	1022.744

Analisis Data

Pada Gambar 8 memperlihatkan grafik dengan sumbu x, y, z yang menunjukkan pergerakan sapi dalam kondisi estrus. Sumbu y merupakan pergerakan naik dan turun dari sapi. Sumbu z merupakan pergerakan menoleh ke kanan dan ke kiri dan sumbu x merupakan pergerakan maju dan mundur. Dari data yang diperoleh sapi yang estrus menunjukkan grafik yang cenderung sering diam dikarenakan berkurangnya nafsu makan yang ditunjukkan pada sumbu y.

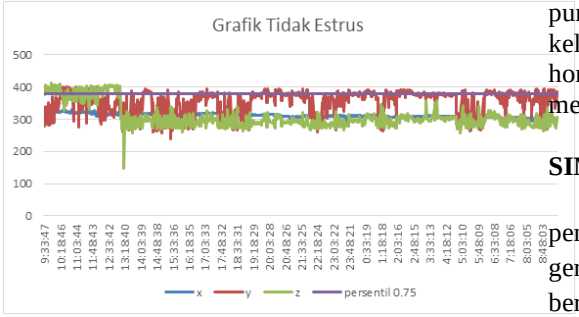


Gambar 8. Grafik aktivitas pergerakan sapi estrus

Menurut Prof. Dr. drh. Tjokorda Oka Pemayun, M.Si bahwa terdapat 2 model pada sapi yang estrus yaitu ada sapi yang menunjukan gejala seperti yang dijelaskan diatas dan ada sapi yang estrus tanpa menunjukan gejala estrus yang disebut dengan berahi tenang (*silent heat*). Menurut Drh. I Putu Suastika, M.Si., penurunan nafsu makan kemungkinan disebabkan berkaitan dengan aktivitas estrus, dimana saat estrus hewan tersebut mempunyai aktifitas yang berlebih sehingga berpengaruh terhadap nafsu makan yang berkurang, selain juga pengaruh dari kadar estrogen yang tinggi sehingga ini mengakibatkan kadar glukosa darah naik, jika kadar glukosanya sudah mencukupi maka hewan tersebut tidak memerlukan makan yang berpengaruh pada nafsu makan berkurang. Menurut Dr. drh. I Wayan Bebas, M.Kes, salah satu gejala estrus pada sapi yang menonjol adalah terjadinya penurunan nafsu makan dengan disertai meningginya nafsu birahi (manifestasi dari tingginya kadar hormon estrogen). Estrogen yang tinggi mengakibatkan sapi gelisah ingin mencari pejantan dan melakukan perkawinan. Sapi yang estrus di padang pengembalaan akan melakukan gerakan aktif, meloncat-loncat, berlari untuk memikat pejantan. Namun sapi yang dikandangkan dengan diikat tentu tidak bisa melakukan gerakan leluasa seperti berlari atau meloncat-loncat, gerakan maju mundur terbatas, tetapi posisi kepala lebih banyak diatas karena menurunnya nafsu makan. Salah satu gejala estrus yang dominan adalah

mengeluarkan suara lenguhan. Sapi estrus mengeluarkan suara lenguhan atau suara estrus berkali-kali yang dimana bisa digunakan untuk salah satu penanda yang bisa dicermati untuk pengukuran estrus.

Gambar 9 memperlihatkan grafik dengan sumbu x, y, z yang menunjukkan pergerakan sapi dalam kondisi tidak estrus. Sapi yang tidak estrus pada grafik menunjukkan aktivitas yang berbeda dengan sapi estrus karena nafsu makan tidak menurun terlihat pada sumbu y dan terlihat tidak menaiki hewan lain.



Gambar 9. Grafik aktivitas pergerakan sapi tidak estrus

PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan menggunakan K-Means dan Pengujian Pakar. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian

Data Uji	Hasil K-Means	Hasil Pakar
1.	Tidak Estrus	Estrus
2.	Tidak Estrus	Estrus
3.	Estrus	Estrus
4.	Estrus	Estrus
5.	Tidak Estrus	Estrus
6.	Estrus	Estrus
7.	Tidak Estrus	Estrus
8.	Estrus	Estrus
9.	Estrus	Estrus
10.	Estrus	Estrus
11.	Tidak Estrus	Estrus
12.	Tidak Estrus	Tidak Estrus
13.	Tidak Estrus	Tidak Estrus
14.	Tidak Estrus	Tidak Estrus
15.	Tidak Estrus	Tidak Estrus
16.	Tidak Estrus	Tidak Estrus
17.	Tidak Estrus	Tidak Estrus
18.	Tidak Estrus	Tidak Estrus

Dari tabel 5 menunjukkan bahwa hasil pengujian menggunakan algoritma K-Means yang dibandingkan dengan hasil pakar memperoleh akurasi sebesar 72.2%. Hal-hal yang mengakibatkan lemahnya nilai akurasi disebabkan oleh beberapa hal yaitu kurangnya jumlah dataset. Seharusnya dataset yang digunakan lebih banyak dari yang telah digunakan. Penyebab lainnya yang mengakibatkan kurang optimalnya hasil yang diperoleh dari hasil penelitian ini bahwa penurunan nafsu makan bukan hanya terjadi pada saat estrus, namun juga terjadi pada sapi yang sedang sakit, demikian juga pendetektsian terhadap tingkah laku sapi estrus hanya dapat untuk mengetahui tanda-tanda estrus tapi bukan merupakan puncak estrus. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui puncak estrus seperti mengetahui pada saat keluarnya lendir atau puncak dari kadar hormon estrogen sehingga nantinya memberikan hasil yang optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan hasil pengujian sistem pendeteksi estrus berdasarkan gerak sapi menggunakan accelerometer berbasis arduino yaitu dari perancangan sistem pendeteksi *estrus* pada sapi menggunakan *accelerometer* berbasis arduino memperoleh hasil berupa alat deteksi yang dapat membantu peternak untuk menentukkan kondisi estrus atau tidak estrus pada sapi berdasarkan gerak sapi. Akurasi yang didapatkan untuk penetuan kondisi sapi (estrus/tidak estrus) mengunakan algoritma K-Means sebesar 72.2%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Mahmud Siswanto, N. W. (2013). Penampilan Reproduksi Sapi Bali pada Peternakan Intensif di Instalasi Pembibitan Pulukan. *Jurnal Ilmu dan Kesehatan Hewan Vol.1 No.1*, 11-15.

[2] Prihatno, S. A. (2013). Profil Biokimia Darah pada Sapi Perah yang Mengalami Kawin Berulang. Jurnal Kedokteran Hewan

[3] Anneke, A. (2010). Indeks Reproduksi Sebagai Faktor Penentu Efisiensi Reproduksi Sapi Perah : Fokus Kajian Pada Sapi Perah Bos Taurus. *Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas*, (pp. 61-73).

[4] Laming, S. (2004). *Performans Reproduksi Sapi Perah dan Sahiwal Cross di Kabupaten Enrekang*. Makasar: Skripsi, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.

[5] Partodihardjo, S. (1992). *Ilmu reproduksi hewan.* Jakarta: PT. Mutiara Sumber Widya

[6] Chandra Purnamaningsih, R. S. (2014). Pemanfaatan Metode K-Means Clustering dalam Penentuan Penjurusan Siswa SMA. *JURNAL ITSMART Vol 3. No 1.*, 27-33.
[7] Hariadi, M. S. (2011). *Ilmu Kemajiran pada Ternak.* . Surabaya: University Press.
[8] Marawali, A. M. (2001). *Dasar-dasar ilmu reproduksi ternak.* Jakarta: Departemen pendidikan nasional direktorat pendidikan tinggi badan kerjasama perguruan tinggi negeri Indonesia timur.