

DESAIN SISTEM MONITORING TERNAK SAPI BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL UNTUK SISTEM PENGEMBALAN LEPAS DI TIMOR BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Deddy B. Lasfeto^{1*}, Tuti Setyorini², Yohan A.A.Lada³

¹Teknik Elektro, Politeknik Negeri Kupang

²Adminitrasi Bisnis, Politeknik Negeri Kupang

³Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang

Jl. Adisucipto Penfui Kupang

*Email : deddylasfeto@gmail.com

ABSTRAK

Model sistem peternakan yang masih dijumpai khususnya di wilayah Timor Barat yakni sistem ternak lepas berdasar pada budaya masyarakat yakni keterkaitan yang kuat antara manusia, hewan, dan hutan sehingga sulit dihilangkan. Akan tetapi, Model ini memiliki sisi lain yang dapat merugikan bagi tutupan hutan karena berdampak pada lambatnya pertumbuhan biofisik hutan. Dampak negatif lainnya yakni pemilik ternak tidak mampu mengontrol dan memonitoring ternak yang dilepas di hutan sehingga banyak terjadi kasus pencurian, selain kondisi kesehatan ternak sapi yang tidak bisa termonitor. Hal lain yang menguatkan sistem ternak lepas tidak bisa dihilangkan adalah terbatasnya ketersediaan pakan oleh petani apabila diikat, selain kurangnya tenaga kerja. Mengatasi kedua permasalahan pokok ini, yakni di satu sisi sistem lepas tidak bisa dihilangkan, sedangkan di sisi lain sistem lepas memiliki dampak yang merugikan bagi lingkungan dan pemilik, maka diperlukan suatu metode monitoring dan pelacakan keberadaan ternak sapi ketika dilepas di area penggembalaan, dengan menggunakan Teknologi Informatika, berbasis sensor dan GPS (Jaringan Sensor Nirkabel). Pemantauan jarak jauh terhadap perilaku hewan di lingkungan dapat membantu mengelola hewan dan dampak lingkungannya. Kerah GPS yang merekam lokasi hewan dengan frekuensi temporal tinggi memungkinkan untuk memantau perilaku hewan dan interaksi dengan lingkungan. Sensor nirkabel ini dapat dikombinasikan dengan citra satelit yang dapat diamati dari jarak jauh untuk memahami interaksi lingkungan dengan hewan. Sistem monitoring ternak sapi berbasis jaringan sensor nirkabel dapat diterapkan pada system peternakan sapi yang umumnya dilakukan oleh masyarakat di Pulau Timor yakni sistem ternak lepas (ekstensif tradisional).

Kata kunci: Penggembalaan tenak lepas, Monitoring Jarak jauh, Jaringan Sensor Nirkabel

ABSTRACT

The cattle breeding system model that is still found especially in West Timor is the livestock system based on the culture of the society which is the strong linkage between human, animal and forest so it is difficult to be eliminated. However, this model has another side that can be detrimental to forest cover because it affects the slow growth of forest biophysics. Another negative impact is that livestock owners are unable to control and monitor livestock released in the forest so there are many cases of theft, in addition to the health conditions of cattle that can not be monitored. Another thing that strengthens this livestock system can not be eliminated is the limited availability of feed by farmers when bound, in addition to the lack of manpower. Overcoming these two basic problems, that on one side of the traditional system can not be eliminated, while on the other side this traditional system has a detrimental impact on the environment and the owner, it is necessary to monitor and track the presence of cattle when released in the grazing area, using technology Informatics, sensor-based and GPS (Wireless Sensor Network). Remote monitoring of animal behavior in the environment can help to manage animals and their environmental impacts. The GPS collars that record the location of animals with high temporal frequency make it possible to monitor animal behavior and interaction with the environment. These wireless sensors can be combined with satellite images that can be observed remotely to understand environmental interactions with animals. The monitoring system of cattle-based wireless sensor networks is very suitable to be applied to cattle breeding systems that are generally carried out by the people of Timor Island, namely traditional extensive cattle breeding system.

Keywords : *Traditional Extensive Cattle Breeding System, Remote Monitoring, Wireless Sensor Network*

PENDAHULUAN

Sapi merupakan salah satu komoditas unggulan di Wilayah Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dari data sensus ternak sapi yang diperoleh tahun 2014, tercatat populasi sapi di daerah NTT ini hingga 2014 mencapai 865.731 ekor mulai dari pedet atau anak sapi hingga sapi dewasa siap potong. Total populasi itu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seperti 2015 tercatat naik menjadi 899.534, dan tahun 2016 menjadi 984.508 adan rata-rata mengalami kenaikan 4,36 persen setiap tahun. untuk memenuhi pengeluaran antarpulau (ke pulau Jawa) maupun konsumsi lokal. Dari jumlah ini, populasi paling besar berada di Wilayah Timor Barat yakni sebesar 65% dari total populasi ternak sapi yang ada. Pemerintah Pusat juga sudah menetapkan provinsi NTT sebagai daerah dengan komoditas unggulan ternak sapi sebagai pemasok ternak secara nasional. Dari sisi cara pemeliharaan ternak sapi, lebih dari 50% ternak sapi yang ada di wilayah Timor Barat, digembalakan dengan cara lepas (ekstensif tradisional) dan sisanya digembalakan dengan cara diikat atau dikandangkan. (Dinas Peternakan Prov. NTT, 2017)

Model peternakan sapi di Daratan Timor adalah sistem pertanian yang ekstensif tradisional yakni model ternak lepas dimana sapi merumput di siang hari dan dikumpulkan di kandang pada malam hari. Selain itu, ada yang dilepaskan di padang atau hutan dan hanya dikumpulkan oleh pemilik pada saat tertentu saja.

Sistem ternak Lepas atau penggembalaan lepas merupakan fenomena yang selalu hadir dalam kehidupan orang Timor. Masifnya sistem ternak lepas ini tidak terlepas dari masih eksisnya konsep segitiga kehidupan, yang dalam bahasa daerah lokal Timor adalah: **Mansian-Muit-Nasi, na bua** (hubungan yang selaras antara manusia-ternak-hutan) yang masih mengakar kuat. Hasil evaluasi nilai ekonomis SDA Mutis yang merupakan wilayah padang di Timor Barat, memperlihatkan dominasi sistem lepas (ekstensif tradisional), dimana ternak sapi dengan sistem lepas berkisar antara 46,15% sampai 73,35%, sementara yang diikat hanya sebesar 14,85%. Pola penggembalaan ekstensif tradisional ini dilakukan dengan cara ternak

dilepas menggembala bebas dalam kawasan hutan dalam jangka waktu yang lama. Hasil survei Desa DAS Benain juga memperlihatkan hasil yang sama bahwa penggembalaan lepas masih dipilih sebagai pola penggembalaan yang dominan. Kesulitan lain terjadi dalam penerapan sistem ikat berkaitan erat dengan terbatasnya ketersediaan pakan dan tenaga kerja keluarga. (Bappeda Prov. NTT, 2011).

Penggembalaan lepas yang tidak terkontrol dapat mendatangkan berbagai eksek negatif antara lain: berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap tanah, reproduksi tanaman, dan kemampuan regenerasi tanaman yang pada akhirnya akan berpengaruh luas terhadap biofisik lahan.

Sistem ternak lepas juga, memungkinkan terjadinya kasus- kasus pencurian ternak sapi akibat kurangnya kontrol dan monitoring oleh pemiliknya. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara yang dapat membantu baik pemilik ternak maupun bagi terjaganya biofisik hutan, yakni teknologi sistem monitoring ternak sapi pada pola penggembalaan lepas ini.

Monitoring berbasis Teknologi Informasi sensor dan GPS diharapkan dapat menemukan perilaku aktivitas ternak sapi selama berada di area penggembalaan, yakni saat minum, merumput (grazing), menyusui, atau berjalan/berlari, beristirahat, sehingga akan ditemukan pola pergerakan harian ternak ketika berada di hutan.

Penelitian ini selain bermanfaat dari sisi pengembangan ilmu pengetahuan bidang aplikasi teknologi informasi, juga diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat digunakan oleh Peternak, Penyuluh Peternakan yang ada di pulau Timor.

Diharapkan dapat Menemukan suatu metode baru, yakni metode monitoring dan pelacakan (*Tracking*) posisi ternak sapi pada model sistem penggembalaan ternak lepas di area penggembalaan berbasis teknologi informasi, yang dapat meminimalisir kerusakan biofisik hutan, serta meminimalisir terjadinya kasus pencurian sapi di hutan, juga dapat memonitoring kondisi fisik ternak sapi yang digembalakan secara lepas. Dengan demikian, akan bermanfaat bagi kelestarian lingkungan alam, serta menunjang sistem peternakan yang lebih modern di Provinsi Nusa Tenggara Timur

KAJIAN PUSTAKA DAN METODE

Beberapa hasil penelitian di bidang monitoring ternak sapi antara lain:

- 1) Draganova, dkk (2007), *Monitoring Dairy Cow Activity With Gps-Tracking and Supporting Technologies*. Sebagian besar ternak memiliki pola aktivitas yang berbeda-beda. Faktor-faktor seperti topografi, padang rumput, kandang, mempengaruhi distribusi nutrisi, dan berdampak pada perilaku hewan secara individu maupun dalam kelompok. Dalam penelitian ini digunakan teknologi sensor untuk menyelidiki pola-pola perilaku ternak sapi di area penggembalaan.
- 2) Bevan dan Hibbins (2009), *The use of GPS to study the associations between cattle activity and vegetation within the Limestone Pavements of the North Yorkshire Dales National Park*. Dalam penelitian ini, gerakan dan perilaku ternak sapi pada area penggembalaan diamati menggunakan GPS collars, secara khusus intensitas pemanfaatan ruang pada area penggembalaan agar diketahui luasan yang digunakan ternak dan distribusi pemanfaatannya.
- 3) Trotter dkk, (2009) *GPS livestock tracking: a pasture utilisation monitor for the grazing industry*. Perangkat GPS Tracking dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur pola penggembalaan spasial dari ternak dan ada potensi untuk pengembangan manajemen pada lokasi peternakan dengan menggunakan teknik GPS tersebut. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengukur korelasi data gerakan dengan aktivitas penggembalaan dan variasi spasial dalam redistribusi gizi, biomassa padang rumput dan kualitas rumput.
- 4) Turner, dkk (2000), *Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS*. Analisis variabilitas spasial dan temporal dari ternak sapi, pakan, tanah dan topografi yang mempengaruhi perilaku merumput dari ternak sapi (grazing behavior) dan pemanfaatan hijauan dilakukan untuk memodifikasi manajemen penggembalaan di padang rumput, meningkatkan efisiensi pemanfaatan area

penggembalaan, dan memaksimalkan keuntungan.

Global positioning system (GPS) telah memungkinkan untuk pemantauan posisi hewan pada interval 5-menit. Data GPS dapat ditransfer ke dalam sistem informasi geografis (GIS) untuk menilai karakteristik perilaku ternak sapi dan pemanfaatan rumput.

- 5) Spink, dkk (2013), *Animal behavior analysis with GPS and 3D Accelerometers*. dalam penelitian ini, menggunakan GPS Tracking yang menangkap perilaku sekawanan ternak sapi yang hasilnya dicatat secara manual dan ditransfer ke suatu program computer *Pocket Observer Software*. Data Mencatat kebiasaan ternak berlari, jalan, istirahat, menyusui, merumput. Semuanya dipolakan dalam suatu program sehingga diketahui secara pasti kebiasaan sekawanan ternak tersebut.
- 6) Guo, et al., (2006), tentang pemahaman perilaku ternak dengan menggunakan sistem pemantauan jaringan sensor nirkabel yang berhasil mengendalikan pergerakan dan aktivitas ternak. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan melakukan stimulus secara manual atau dengan nilai variabel yang telah ditentukan sebelumnya, mengetesnya dengan hewan nyata, kemudian gunakan hasil tes untuk menyesuaikan variabel lagi. Karena setiap hewan berbeda, proses seperti itu sangat lambat dan tidak efisien. Cara yang lebih baik adalah memiliki sistem adaptif yang berjalan pada setiap hewan. Sistem kemudian dapat menyesuaikan variabel sesuai data yang teramati secara otomatis secara real time. Metodologi kontrol semacam itu dapat dibangun berdasarkan jaringan sensor nirkabel, di mana setiap node (sensor) dapat memiliki strategi pengendalian adaptif onboard berdasarkan pemahaman perilaku hewan. Strategi perancangan ini juga bisa mengatasi perbedaan hewan secara individu lebih baik dibandingkan dengan stimulus tetap pada semua hewan.
- 7) Wu, et al. (2009), Teknologi Wireless Sensor Network (JSN) hemat biaya untuk memantau kesehatan sapi perah. Dengan memantau dan memahami perilaku individu dan kawanan ternak, para petani

ternak sapi Analisis ekonomi ini dimaksudkan untuk mengetahui efisiensi biaya termasuk waktu yang diperlukan untuk melakukan penggembalaan ternak sapi dalam jumlah tertentu.

Setelah dilakukan pengujian dan analisis sistem berupa evaluasi, akan dilakukn umpan balik bila sistem perlu direvisi, maka dilakukan mulai tahap awal pengukuran dan perancangan sistem yang baru. *Looping* akan berhenti bila telah diperoleh sistem otomatis yang handal (*high performance*) untuk Monitoring ternak sapi di area penggembalaan. Dari Tahap pengukuran sampai pengujian, dilakukan pada jumlah ternak sapi yang tertentu.

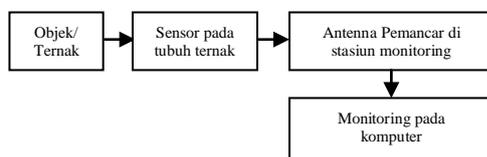
Analisis hasil

Informasi-informasi awal yang diperoleh dianalisis untuk mendapatkan desain awal untuk menyesuaikan dengan sistem yang akan dibuat nantinya. Pada tahap ini dilakukan pembuatan mode tampilan/antarmuka (*Interface*) yang digunakan untuk menampilkan semua informasi yang diolah dari Ternak Sapi.

Luaran dari tahap ini adalah Model Tampilan informasi pergerakan Ternak Sapi di area/padang penggembalaan secara otomatis.

Implementasi

Rancangan implementasi sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram analisis rancangan sistem

Luaran (*Output*) dari tahap ini adalah Model sistem monitoring ternak sapi

HASIL PENELITIAN

Peneliti mengambil sampel di Kabupaten Timor Tengah Selatan, dengan alasan bahwa kemudahan mengakses informasi dari Petani ternak, karena adaptasi budaya dan

kemampuan sosialisasi peneliti dengan Petani ternak. Semua Kegiatan ini dilaksanakan dalam beberapa kali pengamatan untuk mendapatkan berbagai informasi tentang system peternakan lepas (ekstensif tradisional) ternak sapi yang selama ini dilaksanakan oleh masyarakat di wilayah Timor Barat. Pengamatan dilakukan di desa Oelekam Kecamatan Mollo Tengah kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), dan Desa Salbait Kecamatan Mollo Barat, kabupaten TTS. Hasil Pengamatan berupa data dari Kelompok Tani Manekat yang ada di Desa Salbait adalah sebagai berikut:

Kelompok tani memiliki ladang peternakan \pm 13 Ha. Dengan jumlah ternak sapi yang ada dipelihara secara ekstensif tradisional ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Data ternak sapi yang dipelihara dengan sistem ternak lepas di kelompok tani “Manekat” Desa Salbait

Tahun	Jenis Sapi	
	Jantan	Betina
2012	6	60
2013	6	50
2014	12	70
2015	8	64
2016	14	70
2017	25	100

Sumber : Data Sekunder dari Kelompok Tani Manekat Desa Salbait

Pada tahun 2013, banyak ternak sapi yang mati pada musim kemarau akibat kekurangan air dan pakan ternak. Sistem peternakan yang dilakukan di kelompok ini adalah sistem ekstensif tradisional dimana ternak dibiarkan lepas pada siang hari untuk mencari makanan di area peternakan. Ladang/area peternakan ini telah dibatasi oleh pagar tradisional yang dibuat oleh kelompok ini. Dalam Ladang peternakan tersedia beberapa jenis tanaman pakan yang ditanam oleh pateani yakni rumput dan pohon-pohon yang hasil daun maupun batangnya dijadikan sebagai pakan ternak. Salah satu kendala yang dihadapi masyarakat adalah, untuk mencari sumber air bagi ternak, ternak biasanya dilepas ke luar dari ladang ternak untuk mencari air di sungai terdekat.

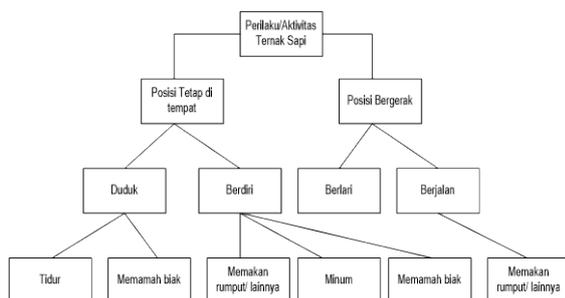
Permasalahan lain yang ditemukan adalah berkurangnya jumlah ternak sapi yang

dimiliki kelompok tani diakibatkan karena kasus kehilangan ternak sapi akibat tidak terkontrol oleh petani dengan model sistem ternak lepas ini. Dari hasil wawancara dengan kelompok tani Manekat, diketahui bahwa dalam tiga tahun terakhir terdapat kasus kehilangan ternak yang dimiliki oleh kelompok tani ini.

Dari hasil obeservasi ini, secara umum diketahui pula bahwa sistem monitoring kesehatan ternak sapi masih kurang efektif. Sistem yang biasanya dilakukan adalah hanya apabila terjadi kasus kematian sapi, baru dilaporkan ke instansi terkait guna pengecekan. Pemberian vaksin bagi ternak sapi yang dipelihara secara ekstensif tradisional ini, juga sangat jarang dilakukan, oleh karena faktor ketersediaan sumberdaya dari kelompok tani. Oleh karena itu, peneliti melanjutkan dengan menganalisis kebutuhan system monitoring berbasis jaringan sensor nirkabel.

3.1. Analisis Kebutuhan Sistem.

Untuk mendesain model sistem monitoring ternak sapi pada pola penggembalaan ekstensif tradisional (sistem ternak lepas) yang ada, maka dari hasil observasi (pengamatan lapangan) dan studi pustaka pendukung, diketahui perilaku ternak sapi, dapat digambarkan sebagai berikut:



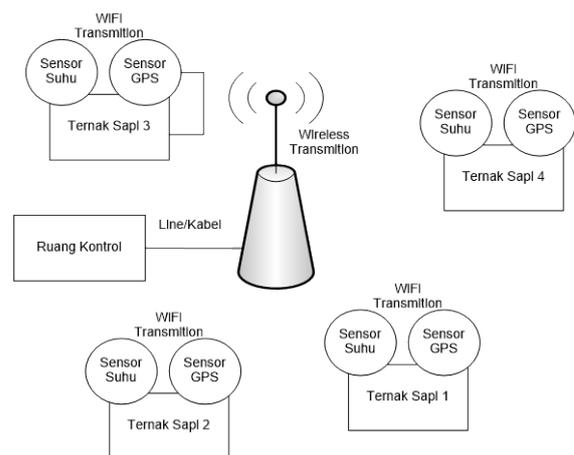
Gambar 3. Perilaku Ternak Sapi di lahan peternakan

Pemantauan jarak jauh terhadap perilaku hewan di lingkungan dapat membantu mengelola hewan dan dampak lingkungannya. Kerah GPS yang merekam lokasi hewan dengan frekuensi temporal tinggi memungkinkan untuk memantau perilaku hewan dan interaksi dengan lingkungan.

Sensor nirkabel ini dapat dikombinasikan dengan citra satelit yang dapat diamati dari jarak jauh untuk memahami interaksi lingkungan dengan hewan. Kunci menggabungkan teknologi ini adalah metode komunikasi seperti jaringan sensor nirkabel/JSN (wireless sensor networks / WSNs). Konsep ini menunjukkan potensi untuk menggabungkan kerah GPS dan citra satelit dalam JSN untuk memantau preferensi perilaku dan perilaku sosial ternak.

3.2. Perancangan prototype sistem

Proses kalibrasi



Gambar 4. Desain Kalibrasi Sistem Monitoring berbasis JSN

Penggabungan penginderaan berbasis darat dan pengamatan penginderaan jarak jauh dalam JSN untuk mendapatkan informasi yang lebih baik tentang perilaku hewan di lingkungan. Data pemantauan perilaku ternak telah digunakan untuk mengeksplorasi sejumlah konsep seputar data GPS yang berkorelasi dan data penginderaan jarak jauh satelit untuk memperbaiki informasi tentang perilaku ternak sebagai fungsi lingkungan. Penggunaan JSN diusulkan sebagai sarana untuk menghubungkan sumber data ini tanpa memerlukan intervensi langsung manusia, memungkinkan cara pengumpulan data lingkungan yang lebih cepat dan efisien daripada teknologi individual yang tidak terkait dalam JSN. Prinsip penerapan JSN mobile menggunakan eksperimen yang melibatkan ternak yang dikandangkan dapat juga diterapkan pada studi populasi hewan liar.

Revolusi terbesar dalam JSN adalah dalam integrasi sistem sensor, di mana beberapa teknologi sensor digabungkan dengan data penginderaan jarak jauh berbasis satelit. Dengan menggabungkan beragam teknologi penginderaan, dimungkinkan untuk mencapai pemahaman yang lebih besar tentang interaksi lanskap hewan. Hal ini terlihat pada kombinasi data GPS dengan data yang *remote sensing*, dan dalam analisis spasial terhadap data yang dikumpulkan. Penerapan sensor ini dalam JSN berbeda dengan pemantauan jarak jauh hewan secara tradisional sehingga data dapat dikumpulkan dan dikirimkan kembali dalam waktu singkat untuk analisis dan dapat mencakup data dari berbagai sensor, resolusi dan tingkat sampel (Handcock, et al., 2009).

Pada tahapan lanjutan, akan diuji hasil rancangan program di lapangan, yakni mencoba menguji gambar hasil monitoring ternak sapi, dan perhitungan error informasinya, dengan membandingkan hasil pergerakan ternak di lapangan. Pengujian dan validasi sekaligus evaluasi dilaksanakan dengan melibatkan petani ternak, ataupun petugas peternakan lapangan. Evaluasi akan dilaksanakan untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan dan analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring ternak sapi berbasis jaringan sensor nirkabel dapat diterapkan pada sistem peternakan sapi yang umumnya dilakukan oleh masyarakat di Pulau Timor yakni sistem ternak lepas (ekstensif tradisional).
2. Proses sensor suhu dan GPS untuk mendapatkan nilai aktual fisik ternak yakni pergerakan/aktivitas ternak dan suhu ternak sapi merupakan hal yang sangat fundamental untuk keberhasilan analisis sistem monitoring ini,
3. Penggunaan teknik informatika berbasis jaringan sensor nirkabel dapat dilakukan dengan dua model yakni dengan menggunakan transmisi WiFi atau pun kombinasi dengan citra satelit/ remote sensing, dan sistem monitoringnya dapat dihubungkan dengan jaringan Internet.

Dalam penelitian-penelitian selanjutnya, dapat dilakukan penerapan dan pengujian untuk mengetahui tingkat kehandalan informasi yang dihasilkan oleh sistem monitoring berbasis jaringan sensor nirkabel, dan pengujian tingkat kesalahan/error yang timbul untuk perbaikan dan pengembangan lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI melalui Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan dalam Hibah Penelitian Produk Terapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bevan R. M., B. Hibbins. 2009. *The use of GPS to study the associations between cattle activity and vegetation within the Limestone Pavements of the North Yorkshire Dales National Park*, School of Biology, Newcastle University
- Bappeda Provinsi NTT, 2011. *Rencana Induk dan Peta Jalan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu Benain 2010 – 2025 Timor Barat Berbasis Kerjasama Antar Daerah (KAD): Provinsi NTT, Kabupaten TTS, Kabupaten TTU, Kabupaten Belu*.
- Dinas Peternakan Provinsi NTT, 2017. *Profil Peternakan di Provinsi Nusa Tenggara Timur*.
- Draganova I., Yule I., and Hedley M. 2007. *Monitoring Dairy Cow Activity With Gps-Tracking and Supporting Technologies*. Institute of Natural Resources College of Sciences, Massey University Palmerston North, New Zealand
- Guo.Y, P. Corke1, G. Poulton, T. Wark, G. Bishop-Hurley, and D. Swain. 2006. *Animal Behaviour Understanding using Wireless Sensor Networks*, IEEE.
- Handcock, Rebecca N., Dave L. Swain, Greg J. Bishop-Hurley, Kym P. Patison, Tim Wark, Philip Valencia, Peter Corke, and Christopher J. O'Neill. 2009. *Monitoring Animal Behaviour and Environmental Interactions Using Wireless Sensor Networks, GPS Collars and Satellite Remote Sensing*.

SENSORS, 9, 3586-3603;
doi:10.3390/s90503586

Spink A. 1, Cresswell B. 2, Kölzsch A. 3, F. van Langevelde⁴, M. Neefjes³, L. P.J.J. Noldus¹, H. van Oeveren⁴, H. Prins⁴, T. van der Wal⁵, N. de eerd⁴ and W. Frederik de Boer.2013. *Animal behavior analysis with GPS and 3D Accelerometers*, Precision Livestock Farming.

Trotter , Lamb, Hinch. 2009. *GPS livestock tracking: a pasture utilisation monitor for the grazing industry*, Proceedings of the 24th Annual Conference of the Grassland Society of NSW.

Turner L.W., Udal M.C., Larson B.T., and Shearer S.A.2000. *Monitoring Cattle behavior and pasture use with GPS and GIS*. Canadian Journal Of Animal Science