Media Konservasi Vol. II (4), Desember 1989 : 51 – 61

TEKNOLOGI PEMANTAUAN SATWA LIAR DENGAN RADIO TELEMETRI [1)]

(Wildlife tracking by telemetry)

MACHMUD THOHARI [2)]

ABSTRACT

There are some difficulties to study wildlife ecology in their natural habitat by using direct methods, especially for the species which have high mobility, or high sensitivity to human, or those which live nocturnal.

A radio telemetry technique offers another alternative for studying the ecological aspect of wildlife, covering any species, i.e. big mammals, small mammals, reptiles, amphibians, fishes, birds, etc. The radio telemetry equipment consists of a transmitter radio, a receiver radio and an antenna. The transmitter is attached on an animal which is able to transmit pulsed signals continuously, which can be detected by the receiver through the antenna.

The weight of a transmitter unit vary from 1 g to 2000 g, depending on its power and lifetime, which can be applied to various vertebrates species from mice to elephant. There are some environmental factors influencing the ability of the receiver radio to detect radio signals, e.g. dense vegetation, tree canopies. In a dense jungle, a ground survey by a receiver radio may only detect radio signals from a distance of 2 km, while by aircraft monitoring, the signals may be detected from a distance of 100 km. The radio telemetry equipment is useful to study various ecological aspects of wildlife, e.g. movement patterns, homing strategy, behavior, home range, migration patterns, etc. It can be applied for diurnal as well as nocturnal animals.

PENDAHULUAN

Dalam studi ekologi satwa liar, pengamatan langsung terhadap individu satwa merupakan salah satu metode penting untuk mempelajari beberapa aspek kehidupannya, misalnya perilaku, pergerakan, dan sebagainya. Hal ini tidak selalu mudah dilaksanakan, terutama untuk jenis-jenis yang mempunyai mobilitas tinggi atau yang sangat peka terhadap kehadiran manusia.

Di dalam kawasan hutan tropika, struktur pohon dan penutupan tajuk merupakan kondisi habitat yang sangat baik sebagai tempat hidup bagi satwa liar, khususnya dalam hal menyediakan tempat berlindung. Lebatnya keadaan hutan merupakan tempat persembunyian yang aman. Keadaan tersebut sering menyulitkan bagi seorang peneliti yang perlu melakukan pengamatan secara langsung pada satwa yang sedang diteliti, sehingga dapat mempengaruhi ketepatan atau ketelitian hasil studi.

---

1) Makalah ini sebagian besar menggunakan bahan dari sumber : Zimmermann, F., H. Gerard, P. Charles-Dominique, 1976. Le radio tracking des vertebres : conseils et technique d'utilisation. *Terre et Vie* (3) : 309 - 346.

2) Staf Pengajar pada Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.

Sebagai contoh adalah pengamatan terhadap badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*) di Taman Nasional Ujung Kulon. Sebagian besar peneliti tidak berhasil menjumpai satwa tersebut secara langsung walaupun studi dilakukan selama jangka waktu cukup lama. Contoh studi jenis satwa lain adalah tentang harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrensis*), badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*), ataupun gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*), yang seringkali memperoleh hasil sama, yaitu tanpa dapat menjumpai satwa itu secara langsung sampai berakhirnya waktu studi yang sering memakan waktu cukup lama. Pengamatan terhadap jenis-jenis yang aktif di malam hari (nokturnal) menghadapi yang kendala lebih besar.

Contoh lain lagi adalah pengamatan terhadap burung, yang hampir mustahil bagi si peneliti untuk dapat secara terus menerus mengamati obyek yang diteliti. Apalagi untuk mengamati ritme aktivitasnya, perilakunya, atau jalur-jalur migrasi yang ditempuh (bagi jenis-jenis burung migran).

Dibandingkan dengan jenis-jenis satwa liar di atas, kesulitan yang lebih besar dalam pengamatan secara langsung ditemui terhadap jenis-jenis mamalia kecil. Di samping memiliki ritme aktivitas yang lebih tinggi daripada satwa besar, cara hidupnya juga banyak di antaranya yang hidup nokturnal.

Walaupun tersedia metode lain sebagai alternatif, yaitu teknik pengamatan tidak langsung melalui jejak telapak kaki, analisis feses, suara/bunyi, pemerangkapan, dan sebagainya, metode ini mempunyai banyak kelemahan dibandingkan dengan metode pengamatan secara langsung.

Untuk memperoleh teknik penelitian yang dapat menjamin dilakukannya pengamatan secara langsung dan dalam waktu teratur terhadap obyek satwa yang diteliti, tersedia suatu metode yang disebut Teknik Radio Telemetri. Sebenarnya teknik ini telah dikembangkan sejak beberapa puluh tahun yang lalu di beberapa negara maju, tetapi belum banyak dikenal di Indonesia.

RADIO TELEMETRI UNTUK STUDI SATWA LIAR

Teknik radio-telemetri menawarkan kemudahan dalam pemantauan satwa liar, baik untuk bangsa mamalia besar, mamalia kecil, burung, reptilia, maupun ikan. Kelebihan teknik ini adalah, pengamat tidak perlu berada dekat dengan satwa, sehingga satwa tidak mengetahui kehadiran pengamat dan tidak merasa terganggu atau takut.

Beberapa aspek ekologi satwa dapat diteliti secara seksama dengan bantuan alat tersebut, misalnya tentang pola pergerakan, aktivitas, *home range*, teritori, *homing strategy* dan pola navigasi.

Berbagai aspek penelitian dengan menggunakan teknik tersebut telah dilakukan terhadap bermacam jenis satwa liar, antara lain mengenai pergerakan dan daya hidup anak *caribou* (*Rangifer tarandus caribou*) (Pare and Huot, 1986), strategi perilaku *homing* pada bajing merah (*Tamiasciurus hudsonicus*) (Bovet, 1984), *homing* pada tikus (*Mus musculus*) (Newsome *et al.*, 1982), daya jelajah tikus (*Rattus norvegicus*) (Taylor and Quy, 1978), harimau (*Panthera tigris*) (Sunquist, 1979), pada babi hutan, pada burung jalak, burung air, elang, burung hantu, dan banyak jenis burung lainnya (lihat Cochran, 1980).

Prinsip kerja radio-telemetri adalah *transmitter radio* (perangkat radio pemancar) yang dipasang pada satwa yang diteliti akan memancarkan gelombang radio pada frekuensi tertentu yang dapat diterima oleh pengamat yang mengendalikan *receiver radio* (perangkat radio penerima) melalui antenenya (Gambar 1). Dengan demikian individu yang diamati dapat dipantau pergerakannya secara teratur, demikian pula aktivitasnya (dengan tipe radio pemancar khusus). Dengan mengetahui arah sinyal yang diterima melalui radio penerima, maka pengamat dapat melokalisir sumber gelombang yang dipancarkan oleh radio pemancar, selanjutnya dapat diperkirakan lokasi satwa yang diteliti.

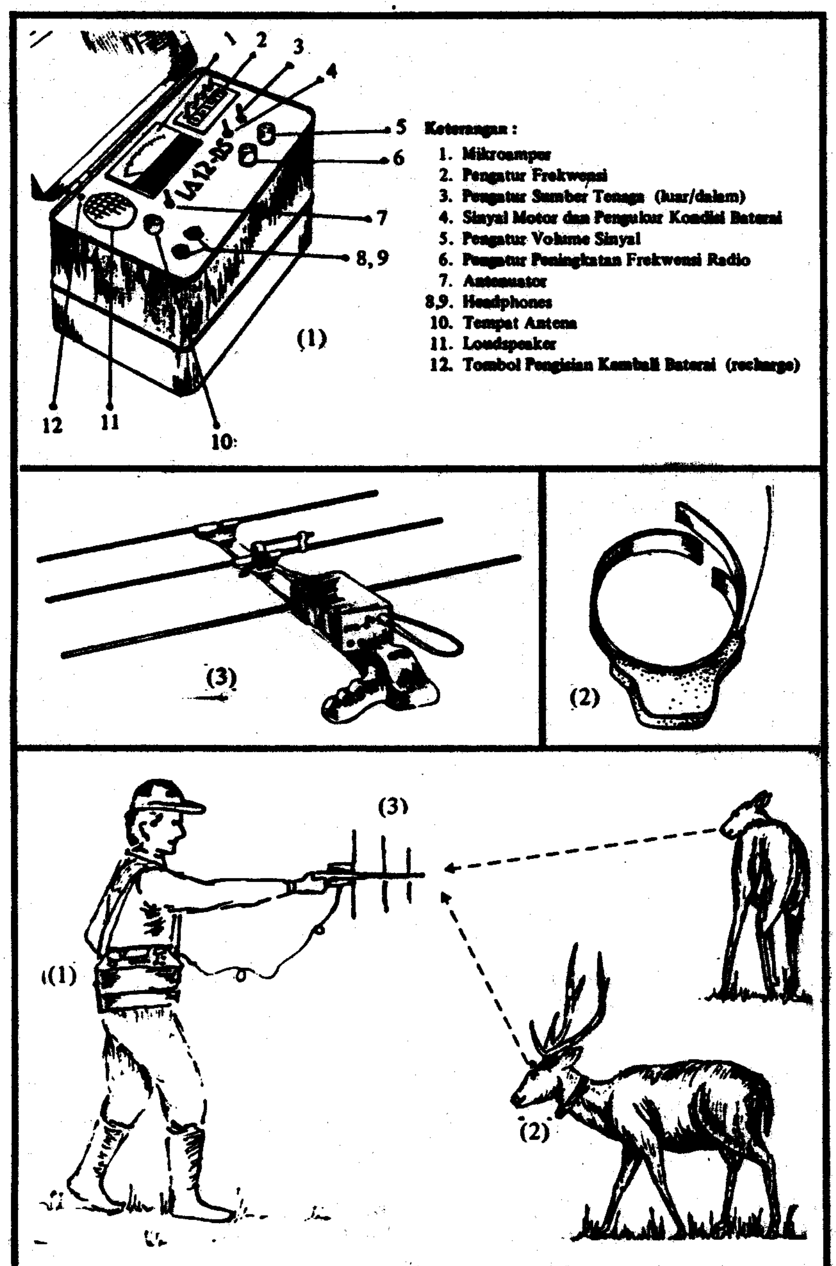
Pemasangan radio pemancar pada individu satwa yang akan diamati memerlukan teknik dan prosedur khusus. Hal ini dibedakan menurut golongan satwanya, yaitu untuk jenis-jenis mamalia besar dibedakan caranya dari mamalia kecil, ataupun dari jenis-jenis burung. Untuk jenis mamalia besar diperlukan imobilisasi menggunakan senapan bius misalnya, sehingga pemasangan radio pemancar dapat dilakukan dengan tenang dan tepat; untuk mamalia kecil cukup dengan pemerangkapan saja, kemudian dengan atau tanpa pembiusan dapat dilakukan pemasangan radio pemancar; sedangkan pada jenis-jenis burung dapat dilakukan pemerangkapan menggunakan jaring, atau alat lainnya.

Pada kasus gajah Sumatera yang sering dilaporkan menimbulkan gangguan di berbagai areal kegiatan manusia, penggunaan radio telemetri akan memberikan manfaat sangat besar. Dengan memasang radio pemancar pada salah satu individu dari setiap kelompok gajah yang ada, terutama pada kelompok yang diduga sering menimbulkan gangguan, maka dapat dilakukan pemantauan secara berkala dan teratur pergerakan mereka. Sehingga dapat diketahui pola pergerakan dan luas wilayah jelajahnya (*home range*), kemudian diplotkan pada peta. Demikian pula apabila pergerakannya diperkirakan akan mengarah pada pola yang kemungkinan berinteraksi daerah kegiatan manusia, maka dapat segera diantisipasi, atau disiapkan upaya pencegahannya.

PERANGKAT RADIO PEMANCAR

Perangkat radio pemancar yang dipasang pada individu satwa obyek yang diteliti akan memancarkan gelombang radio (karakteristik gelombang pendek) pada jalur frekuensi radio yang telah diatur pada setiap tipe radio pemancar.

Sumber tenaga/energi yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem radio pemancar berasal dari baterei yang dipasang di dalamnya, sehingga merupakan satu kesatuan. Ukuran baterei (besar dan beratnya) yang dipakai disesuaikan menurut besar dan berat satwa, dengan maksud supaya satwa tidak merasa terganggu secara psikologis ataupun pergerakannya karena adanya beban radio pemancar tersebut. Untuk itu berat radio pemancar (termasuk baterei) diatur maksimum 5 – 10% dari berat badannya. Tetapi untuk kasus hewan besar (misal gajah, badak) yang mempunyai berat lebih dari 1 ton, ketentuan tersebut tidak berlaku. Biasanya berat radio pemancar yang dipasang kurang lebih 1 – 2 kg (lihat Tabel 1).



Gambar 1. Skema Operasi Radio Telemetri pada Satwa Besar, Inset: radio penerima (1), radio pemancar (2) dan antene (3).

Tabel 1. Beberapa tipe radio pemancar untuk berbagai satwa liar produksi Wildlife Material Inc. dengan spesifikasi tipe baterei, daya hidup, berat total radio pemancar dan peruntukannya.

Tipe radio pemancar	Baterei		Berat toal radio pemancar (g)	Peruntukan untuk . jenis satwa)
	Tipe	Daya hidup (hari)		
HLPM–39140–HDHI	10.5 V; 14 ah; Li	400–490	1000–2000	Gajah, bison, rusa, beruang
HLPM–3915–HDHI	10.5 V; 1.5 ah; Li	70– 90	340– 390	Ajak
HLPM–22200–LD	3.5 V; 28 ah; Li	1645–1825	600– 700	Gajah, bison, rusa, beruang
HLPM–21100–LD	3.5 V; 14 ah; Li	1015–1125	350– 400	Rusa, singa, harimau leopard
HLPM–2140–LD	3.5 V; 7 ah; Li	975–1080	150– 175	Raccoon, ajak, bobcat beaver
HLPM–2750–LD	2.8 V; 320 mah; Li	85– 95	25– 30	Kelinci
HLPM–2320–LD	2.8 V; 320 mah; Li	116– 129	14– 16	Bajing, tikus
HLPB–2140–LD	3.5 V; 7 ah; Li	975–1080	75– 80	Angsa, kalkun, elang
HPLB–2124–LD	3.5 V; 3 ah; Li	170– 187	55– 60	Angsa, kalkun, elang
HLPB–2150–LD	3.5 V; 1.5 ah, Li	350– 382	26– 25	Belibis, angsa, merpati, burung hantu
HLPI–1220–LD	1.35 V; 165 mah; Li	220– 265	6.2– 7	Ular

Dari sisi lain, kekuatan energi dari baterei akan mempengaruhi besar/kecilnya bentuk baterei. Dengan demikian baterei mempunyai ukuran lebih besar apabila energi yang dibutuhkan semakin kuat pula. Misalnya untuk radio pemancar yang memerlukan daya hidup satu tahun tentunya membutuhkan baterei yang lebih kuat/ukuran lebih besar dibandingkan dengan radio pemancar yang mempunyai daya hidup hanya enam bulan. Demikian pula apabila diperlukan daya pancar gelombang yang dapat menjangkau jarak cukup jauh maka kekuatan baterei pun harus lebih kuat, sehingga ukurannya menjadi makin besar.

Prinsip pancaran gelombang radio didasarkan pada osilasi arus listrik. Frekuensi osilasi disebut frekuensi pancaran (Frequency of emission). Osilasi arus ditampung dan selanjutnya diperkuat oleh suatu transistor. Aliran ini dengan demikian akan melewati antene sehingga menciptakan suatu medan elektromagnetik sebagai hasil dari gelombang radio yang menyebar di udara atau di dalam air.

Dengan mekanisme itu radio pemancar mampu melakukan fungsinya secara terus menerus. Dalam praktek satu kali pancaran gelombang radio selama beberapa milidetik dalam setiap detik dikatakan cukup mampu mendeteksi seekor satwa. Dalam kaitannya dengan pulsa pancaran, suatu sistem tersusun dari satu kondensator dan satu tahanan, sedangkan peran sebagai sakelar merupakan kerja dari pulsanya.

Frekuensi (jumlah osilasi per detik) diukur dalam Hertz (Hz), atau Kilohertz (KHz), atau Megahertz (MHz). Masing-masing satuan tersebut adalah sebagai berikut : 1 Hz = 1 osilasi/detik; 1 KHz = 10^3 Hz; 1 MHz = 10^6 Hz.

Gelombang radio dicirikan oleh suatu besaran, disebut panjang gelombang (λ). Panjang gelombang terletak pada frekuensi pancaran (F), dengan rumus (Zimmermann *et al.*, 1976) :

$\lambda = V/F$ di mana, λ = panjang gelombang dalam meter,
V = kecepatan propagasi dari gelombang di suatu lingkungan (dalam m/detik),
F = frekuensi pancaran dalam Hertz.

Kecepatan propagasi gelombang radio di udara : $V = 3 \times 10^8$ m/detik;

di dalam air : $\dfrac{V = 3 \times 10^8}{8.95}$ m/detik.

Panjang gelombang λ untuk frekuensi yang sama adalah 9 kali lebih kecil di dalam air.
Kecepatan propagasi gelombang suara di udara : V = 333 m/detik;
di dalam air : $V \simeq 2000$ m/detik.

Panjang gelombang λ tersebut perlu diketahui untuk menentukan panjang antene radio pemancar.

Contoh : Apabila frekuensi yang digunakan untuk radio pemancar di lingkungan udara adalah 148 MHz (radio pemancar dipegang tangan), maka panjang gelombang sama dengan :

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{148 \times 10^6} = \frac{300}{148} = 2.02 \text{ m}$$

Berbagai tipe radio pemancar telah dikembangkan dewasa ini oleh pabrik-pabrik di beberapa negara, misalnya Amerika Serikat, Kanada, Prancis, Jepang, dan lain-lain. Telah dikembangkan bermacam-macam tipe dengan berbagai spesifikasi dan kegunaan jenis-jenis satwa yang berbeda. Berat satu unit radio pemancar berkisar dari 1 g yang paling kecil sampai 2000 g yang paling besar atau bahkan lebih.

Ukuran radio pemancar untuk keperluan studi jenis mamalia kecil tidak memerlukan kekuatan tenaga besar, cukup menggunakan tipe yang mampu mengirimkan sinyal dalam jangkauan 200 – 300 m. Untuk keperluan studi mamalia besar dan jenis burung diperlukan pemancar yang mempunyai kekuatan tenaga lebih besar, yaitu yang mampu mengirimkan sinyal sampai jangkauan jarak beberapa puluh kilometer.

Dalam pengamatan satwa liar di hutan, keadaan lingkungan hutan kadang-kadang memberikan pengaruh terhadap ketajaman radio penerima menangkap sinyal, yaitu dalam hal kemampuannya menentukan arah datangnya sinyal secara tepat ataupun dalam hal daya tangkapnya terhadap sinyal yang berasal dari lokasi yang cukup jauh. Keadaan ini disebabkan oleh kemampuan tegakan pohon memantulkan sinyal, serta kemampuan daun-daunan atau semak belukar menyerap sinyal.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, di beberapa negara maju digunakan pemantauan dari udara dengan menggunakan pesawat terbang atau helikopter. Pare and Hout (1986) melaporkan bahwa pemantauan dari pesawat terbang mampu mendeteksi adanya *caribou* (*Tarandus rangifer caribou*) dari jarak 100 km, dengan ketinggian terbang 1500 m. Hal ini dibuktikan oleh Thohari (1989) yang melakukan pemantauan dari helikopter mampu menangkap sinyal dari jenis satwa yang sama pada jarak lebih dari 25 km dengan ketinggian terbang sekitar 500 m. Apabila dibandingkan dengan pemantauan di darat (dalam vegetasi tundra), kemampuan radio penerima mendeteksi sinyal hanya sampai jarak sekitar 2 km saja (Pare and Huot, 1986).

Contoh tipe radio pemancar seperti yang diproduksi oleh Wildlife Material Inc. dapat dilihat pada Tabel 1. Pabrik-pabrik pembuatnya antara lain : Wildlife Material Inc. (AS), AVM Instrument Company LTD (AS), TELONICS Telemetry Electronics Consultants (AS), Byshore Systems Corporation, Chipman Instruments, Dukane Corporation, Marconi Instruments dan SINTEF.

Telah dikembangkan pula oleh AVM Instrument Company Ltd. suatu radio pemancar yang mempunyai fungsi khusus, yaitu fungsi *sensor temperatur;* fungsi *pemantauan aktivitas;* fungsi *mendeteksi kematian*, dan lain-lain. Fungsi-fungsi tersebut dimungkinkan oleh adanya pengendalian jumlah pulsa yang dilakukan oleh satu sirkuit tambahan dalam sistem radio pemancar dengan gelombang kontinu, yang dirancang untuk bekerja pada berbagai aktivitas dari individu satwa yang sedang dipantau. Tipe ini tersedia hanya dalam bentuk *colar* (dikalungkan pada leher), implantasi, atau dipasangkan pada punggung.

PERANGKAT RADIO PENERIMA

Gelombang radio atau gelombang suara ditangkap dengan bantuan antene penerima (atau sebuah *hydrophone*) yang memancarkan sinyal dalam bentuk getaran listrik pada perangkat radio penerima (*receiver*). Perangkat yang disebut terakhir memperkuat getaran dan merubahnya dalam bentuk sinyal-sinyal suara yang dapat didengar apabila dilengkapi dengan pengeras suara, atau dalam bentuk sinyal-sinyal yang dapat dibaca dengan bantuan *Ampere-meter*. Untuk menjalankan fungsi radio penerima, dibutuhkan baterei sebagai sumber energinya.

Sebuah radio penerima memiliki sistem yang dapat menangkap atau menerima sinyal-sinyal dari beberapa frekuensi yang berbeda melalui antenenya, yang dipancarkan oleh radio pemancar yang dipasangkan pada beberapa individu satwa. Dengan sistem ini, peneliti mampu mengamati beberapa individu satwa secara simultan di lokasi yang sama.

Seperti halnya perangkat radio pemancar, perangkat radio penerima tersedia di pasaran dalam berbagai tipe yang berbeda, yang diproduksi oleh pabrik-pabrik dari berbagai negara. Pada umumnya bentuk radio penerima sangat praktis untuk digunakan di lapangan, mudah dibawa (*portable*), dan cukup kuat terhadap getaran. Sebagai salah satu contoh adalah yang digunakan oleh penulis, yaitu buatan pabrik AVM tipe LA–12 DS yang mempunyai spesifikasi : panjang 21 cm, lebar 14,5 cm, tinggi 14,5 cm, berat 2,2 kg (tanpa baterei), kebutuhan energi 12 V, kemampuan menerima sinyal dari frekuensi berbeda melalui B saluran.

Tipe-tipe radio penerima bervariasi menurut pabrik yang memproduksinya. Kemampuan menerima sinyal dari frekuensi berbeda berkisar dari 2 saluran sampai 21 saluran.

ANTENE

Terdapat dua macam antene menurut fungsinya, yaitu antene penerima yang berfungsi menangkap gelombang radio yang dipancarkan oleh radio pemancar, kemudian menyalurkannya ke perangkat radio penerima. Jenis lain adalah antene pemancar yang berfungsi memancarkan gelombang radio yang dihasilkan oleh radio pemancar.

Antene Penerima

Antene penerima adalah komponen yang merupakan satu kesatuan dengan perangkat radio penerima. Seperti telah dijelaskan dalam bab di atas, spesifikasi dari sebuah antene harus tepat sama dengan panjang gelombang yang digunakan dalam studi.

Berikut ini diuraikan secara ringkas beberapa tipe antene penerima, yaitu sebagai berikut :

1. Antene Omnidirectional

Antene ini merupakan tipe terpolarisasi vertikal, sehingga mempunyai kemampuan menjangkau secara luas daerah sekitarnya. Pada umumnya mempergunakan polarisasi vertikal, kecuali apabila susunannya kolinier. Penguatan dari antene *omnidirectional* adalah kecil dan tidak berpengaruh terhadap *dipole.*

Penggunaan antene tipe ini dapat ditempelkan secara langsung di atas perangkat radio penerima dengan bantuan suatu koaksial.

Beberapa contoh tipe antene *omnidirectional* adalah antene *Slim Jim,* antene *Ground Plane,* antene *halo,* antene gelung (loop).

2. Antene Pengarah (*Directional Antenna*)

Tipe antene ini memiliki kemampuan secara terarah menangkap gelombang radio yang dikehendaki oleh pemakai. Salah satu tipe yang paling terkenal dan banyak dipakai oleh pengamat satwa liar adalah Yagi.

Penggunaannya dengan cara menyambungkan antene dengan sepotong kabel dan koaksial ke perangkat radio penerima, sehingga pengamat dengan bebas cukup memegang antene pada sebelah tangan sambil mengendalikannya ke suatu arah tertentu yang dikehendakinya untuk memperoleh sinyal paling kuat yang dipancarkan oleh salah satu individu satwa yang sedang diamati. Untuk pengamatan satwa liar biasanya digunakan antene Yagi dengan dua atau tiga elemen.

BATEREI

Baterei merupakan komponen yang sangat penting bagi radio telemetri, baik yang diperlukan sebagai sunber tenaga bagi radio pemancar maupun radio penerima.

Untuk radio pemancar, penetapan tipe baterei dilakukan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

a) Tegangan yang diperlukan oleh radio pemancar
b) Jangka waktu studi dilangsungkan
c) Berat yang dapat ditanggung oleh individu satwa.

Beberapa tipe baterei untuk radio pemancar seperti berikut ini (AVM Inst. Co. Ltd., 1988; Zimmerman *et al.*, 1976) :

a) *Baterei mercuri oksida* : merupakan baterei yang banyak digunakan dalam pekerjaan dengan radio telemetri. Memberikan tegangan listrik secara konstan.
b) *Baterei perak oksida* : digunakan untuk radio pemancar yang memerlukan temperatur rendah ($< 4^{\circ}C$).
c) *Baterei lithium* : mempunyai energi dan tegangan yang lebih kuat.
d) *Baterei Nicad.*

Pengukuran daya hidup sebuah baterei dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Zimmerman *et al.*, 1976) :

$T = C/I$, di mana C = kapasitas dalam mA per hari
I = konsumsi energi radio pemancar dalam mA
T = lama hidup baterei secara teori.

PROSEDUR KERJA RADIO TELEMETRI

Langkah pertama yang harus dikerjakan dalam penelitian satwa liar dengan menggunakan radio telemetri adalah melakukan penangkapan satwa. Hal ini dimaksudkan supaya perangkat radio pemancar dapat dipasangkan pada salah satu bagian tubuh dari satwa.

Teknik penangkapannya bermacam-macam, disesuaikan dengan jenis satwanya. Pada prinsipnya untuk keperluan penangkapan satwa liar dan pemasangannya dengan radio pemancar dibedakan tiga golongan satwa, yaitu mamalia besar, mamalia kecil, dan burung. Pada Tabel 2 tercantum cara penangkapan dan cara pemasangan radio pemancar.

Tabel 2. Cara penangkapan satwa liar dan cara pemasangan radio pemancar dalam studi dengan radio telemetri.

Golongan satwa	Cara penangkapan	Cara pemasangan radio pemancar
1. Mamalia besar	Tembak bius	– dikalungkan pada leher – diikatkan pada tanduk
2. Mamalia kecil	Pemerangkapan	– dikalungkan pada leher – ditempelkan dengan lem
3. Burung	Pemerangkapan	– tempelkan pada bagian belakang, depan ekor; belakang leher; pangkal paruh; leher.

Pengamatan dengan radio telemetri dalam suatu studi di suatu lokasi, pada umumnya dilakukan terhadap jenis satwa yang sama. Jumlah individu satwa yang akan diamati dengan radio telemetri dapat sebanyak jumlah saluran frekuensi yang tersedia pada radio penerimanya.

Sebelum radio pemancar dipasangkan pada satwa, hendaknya selalu dilakukan pemeriksaan dengan teliti, serta dicoba sehingga dipastikan bahwa fungsinya berjalan baik. Dilakukan pencatatan terhadap semua keadaan individu satwa yang distudi, meliputi : jenis kelamin, tanda-tanda khas morfologi, keadaan reproduksi, berat badan (khusus untuk mamalia kecil dan burung) dan perkiraan umur. Di samping itu dibuat juga catatan mengenai nomor urut individu, tanggal pemasangan radio pemancar, nomor frekuensinya dan tanggal pemantauan berikutnya.

Setelah pemasangan radio pemancar pada individu-individu satwa selesai dilakukan, segera satwa dilepaskan. Selanjutnya dipantau dengan radio penerima dan catat arah pergerakannya serta lokasinya, dan dipetakan. Khusus terhadap mamalia kecil perlu dibiasakan dengan keberadaan pengamat, suara sinyal pada radio penerima, sehingga dapat dikurangi adanya pengaruh dari kegiatan pengamatan terhadap data yang diperoleh. Untuk mamalia besar pengamat tidak perlu berada terlalu dekat dengan obyek satwa yang diamati.

Pemantauan dilaksanakan dalam waktu teratur sehingga diperoleh suatu seri data selama jangka waktu yang telah ditetapkan. Untuk menghindarkan hilangnya radio pemancar karena kerusakan, maka pada setiap kali pemantauan hendaknya selalu dipastikan dulu bahwa fungsinya masih baik. Apabila terdapat indikasi adanya kelainan kondisi pada radio penerima atau terdapat indikasi umur baterei hampir habis (dapat diketahui berdasarkan karakteristik suara sinyal yang diterima oleh radio penerima), maka harus segera dilakukan penangkapan kembali pada individu yang bersangkutan (menurut nomor registrasi frekuensinya). Setelah itu dilakukan penggantian radio pemancarnya.

DAFTAR PUSTAKA

AVM INSTRUMENT COMPANY LTD. 1988. Transmitter and batteries. Livermore, California.

COCHRAN, W.W. 1980. Wildlife Telemetry. *In* S.D. Schemitz (ed). Wildlife Management Techniques Manual (14th Ed.), pp. 507 - 520. The Wildlife Society, Washington, D.C.

NEWSOME, A.E., P.E. COWAN AND P.M. IVES. 1982. Homing by wild house-mice displaced with or without the opportunity to see. *J. Anim. Ecol.* 420 - 426.

PARE, M. AND J. HUOT. 1986. The Caribou of the Canipiscau Region. Laval University, Quebec. 86 p.

SUNGUIST, M.E. 1979. Radio tracking and its application to the study and conservation of tigers. *Tiger Paper* 6 (2 - 3) : 7 - 8.

TAYLOR, K.D. AND R.J. QUY. 1978. Long distance movements of a common rat (*Rattus norvegicus*) revealed by radio tracking. *Mammalia* (42) 1 : 63 - 71.

THOHARI, M. 1990. Pemantauan Caribou (*Terandus rangifer caribou*) dengan Radio Telemetri di Taman Provinsial Gaspesie, Quebec, Kanada. (Akan diterbitkan).

WILDLIFE MATERIALS INC. 1988. Telemetry and Capture Equipment Catalog 30. Carbondale, Illinois.

ZIMMERMAN, F., H. GERARD ET P. CHARLES-DOMINIQUE. 1976. Le Radiotracking des Vertebres : Conseils et techniques d'utilisation. *Terre et Vie* (3) : 309 - 346.