

BAB II

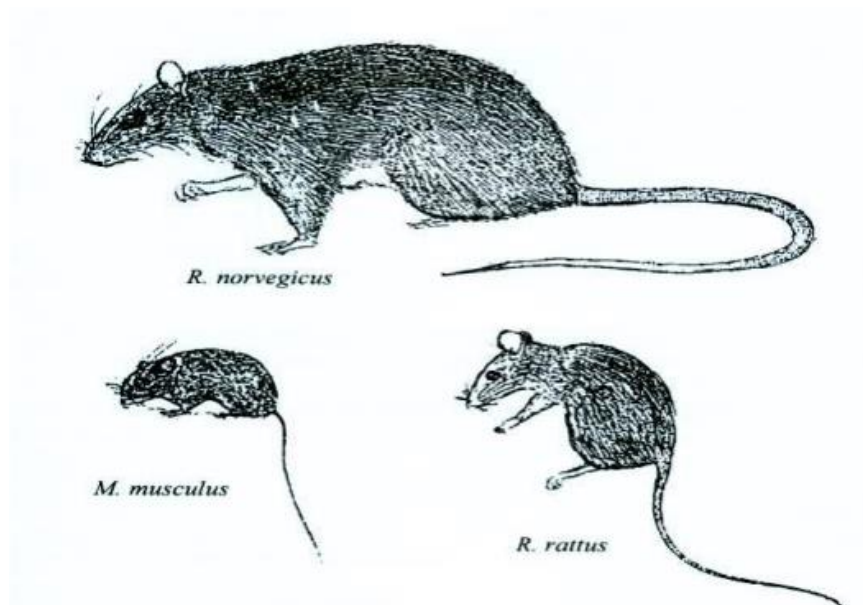
PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Tikus

1. Identifikasi Tikus

Tikus adalah binatang yang termasuk dalam *ordo rodentia*, *sub ordo Myormorpha*, *family muridae*. *Family muridae* ini merupakan *family* yang dominan dari *ordo rodentia* karena mempunyai daya reproduksi yang tinggi, pemakan segala macam makanan (*omnivoruous*) dan mudah beradaptasi dengan lingkungan yang diciptakan manusia. Tikus adalah mamalia yang termasuk dalam suku Muridae. Spesies tikus yang paling dikenal adalah mencit (*Mus spp.*) serta tikus got (*Rattus norvegicus*) yang ditemukan hampir di semua negara dan merupakan suatu organisme model yang penting dalam biologi.

2. Jenis – Jenis Tikus



Gambar 1. Beberapa Jenis *Rodentia* (tikus dan mencit)
(PENGENDALIAN VEKTOR TIKUS, 2015)

a. Tikus Rumah (*Rattus tanezumi*)

Tikus ini mempunyai panjang ujung kepala sampai ujung ekor 220-370 mm, ekor 101 -180 mm, kaki belakang 20-39 mm, ukuran telinga 13-23 mm, sedangkan rumus mammae $2+3=10$. Warna rambut badan atas coklat tua dan rambut badan bawah (perut) coklat tua kelabu. Yang termasuk dalam jenis tikus rumah (*rattus rattus*) yaitu tikus atap (*roof rat*), tikus kapal (*ship rat*), dan *black rat*. Jika dilihat dari jarak kedekatan hubungan antara aktifitas tikus dengan manusia, tikus rumah merupakan jenis domestik, yaitu aktifitas dilakukan di dalam rumah manusia atau disebut juga tikus komensal (*comensal rodent*) atau *synanthropic*. Umur tikus rumah rata-rata satu tahun dan mencapai dewasa siap kawin pada umur 2-3 bulan baik pada tikus jantan maupun betina. Masa bunting selama 21-23 hari dan seekor tikus betina dapat melahirkan 6-12 (rata-rata 8) ekor anak tikus. Setelah 24-48 jam melahirkan, tikus betina siap kawin lagi atau disebut *post partum oestrus*.

Tikus rumah merupakan binatang *arboreal* dan pemanjat ulung . Kemampuan memanjat tembok kasar dan turun dengan kepala dibawab sangat lihai, dan bila jatuh dari ketinggian 5,5 meter tidak akan menimbulkan luka yang berarti bagi tikus. Makanan yang dibutuhkan seekor tikus dalam sehari sebanyak 10- 15% dari berat badannya. Perilaku makan tikus dengan memegang makanan dengan kedua kaki depan, dan kebiasaan mencicipi makanan untuk menunggu reaksi makanan tersebut dalam perutnya. Hal ini perlu diperhatikan apabila kita memberantas tikus

dengan racun. Tikus mempunyai kebiasaan mencari makan dua kali sehari yaitu pada 1 -2 jam setelah matahari tenggelam dan pada 1-2 jam sebelum fajar.

a. Tikus Got (*Rattus Norvegicus*)

Tikus got ini mempunyai panjang ujung kepala sampai ekor 300-400 mm, panjang ekornya 170-230 mm, kaki belakang 42-47 mm, telinga 18-22 mm dan mempunyai rumus mammae $3+3=12$. Warna rambut bagian atas coklat kelabu, rambut bagian perut kelabu. Tikus ini banyak dijumpai diseluruh air/roil/got di daerah kota dan pasar.

b. Tikus Ladang (*Rattus Exulans*)

Tujuh tikus ladang mempunyai panjang ujung kepala sampai ekor 139-365 mm, panjang ekor 108-147 mm, kaki belakang 24-35 mm dan ukuran telinga 11-28 mm dan mempunyai rumus mammae $2+2=8$. Warna rambut badan atas coklat kelabu rambut bagian perut putih kelabu. Jenis tikus ini banyak terdapat di semak-semak dan kebun/ladang sayur-sayuran dan pinggiran hutan dan kadang-kadang masuk ke rumah.

c. Tikus Sawah (*Rattus Argentiveter*)

Tikus sawah (*Rattus Rattus Argentiventer*) merupakan hama yang dapat menimbulkan kerugian bagi tanaman pertanian, yang dapat menyerang tanaman padi, jagung, kedelai, kacang tanah dan ubi-ubian. Panjang tikus sawah dari ujung kepala sampai ujung ekor 270-370 mm, panjang ekor 130-192 mm, dan panjang kaki belakang 32-39 mm, telinga 18-21 mm sedangkan rumus mammae $3+3=12$. Warna rambut badan atas

coklat muda berbintik-bintik putih, rambut bagian perut putih atau coklat pucat.

Tikus jenis ini banyak ditemukan di sawah dan padang alang-alang. *rattus argentiventer* (tikus sawah) adalah merupakan binatang pengerat. Tanda karakteristik binatang pengerat ditentukan dari giginya. Gigi seri berkembang sepasang dan membengkok, permukaan gigi seperti pahat. Selain itu terdapat diastema (bagian lebar tidak bergigi yang memisahkan gigi seri dengan geraham), serta tidak mempunyai taring. Gigi lainnya berada di bagian pipi terdiri dari 1 geraham awal (*premolar*) dan 3 geraham atau hanya tiga geraham (Priyambodo, 2003).

d. Tikus Wirok (*Bandicota Indica*)

Panjang dari tikus wirok ini dari ujung kepala sampai ekor 400-580 mm, panjang ekornya 160-315 mm, kaki belakang 47-53 mm, telinga 29-32 mm sedangkan rumus mammae $3+3=12$. Warna rambut badan atas dan rambut bagian perut coklat hitam, rambutnya agak jarang dan rambut di pangkal ekor kaku seperti ijuk, jenis tikus ini banyak dijumpai di daerah berawa, padang alang-alang dan kadang-kadang di kebun sekitar rumah.

e. Mencit (*Mus Musculus*)

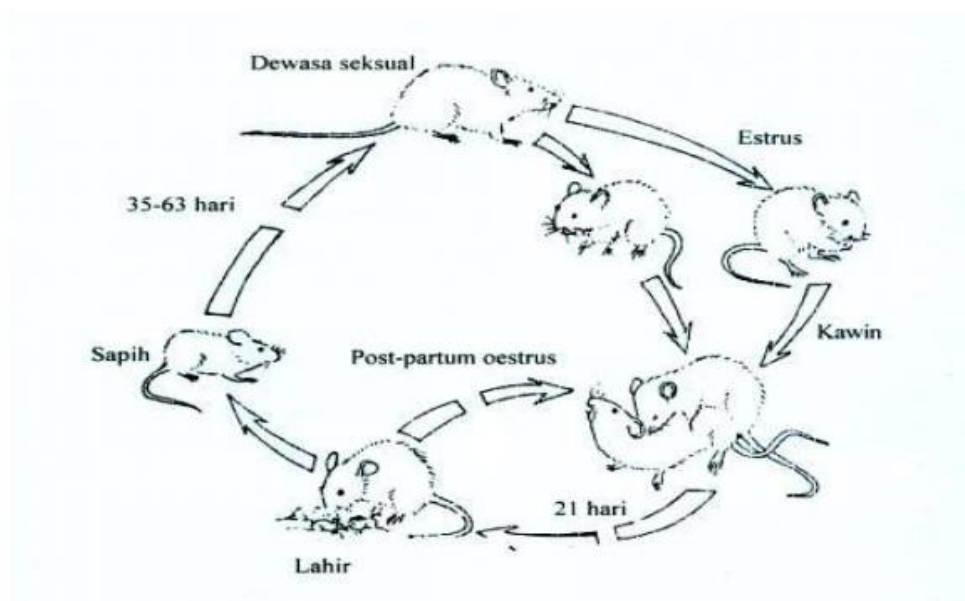
Mencit adalah binatang asli Asia, India, dan Eropa Barat. Mencit (*Mus musculus*) adalah anggota *Muridae* (tikus-tikusan) yang berukuran kecil. Mencit mudah dijumpai di rumah-rumah dan dikenal sebagai hewan pengganggu karena kebiasaannya menggigiti mebel dan barang-barang kecil lainnya, serta bersarang di sudut-sudut lemari. Mencit percobaan

(laboratorium) dikembangkan dari mencit, melalui proses seleksi. Sekarang mencit juga dikembangkan sebagai hewan peliharaan.

Tikus ini mempunyai panjang ujung kepala sampai ekor kurang dari 175 mm, ekor 81 -108 mm, kaki belakang 12-18 mm, sedangkan telinga 8-12 mm, sedangkan rumus mammae $3+2=10$. Warna rambut badan atas dan bawah coklat kelabu.

3. Siklus Hidup Tikus

Tikus berkembang biak dengan sangat cepat, tikus menjadi dewasa dalam arti dapat kawin mulai umur 3 bulan, masa bunting tikus betina sangat singkat, kira-kira 3 minggu. Jumlah anak yang dihasilkan setiap kelahiran berkisar antara 4 – 12 ekor (rata-rata 6 ekor) tergantung dari jenis dan keadaan makanan di lapangan. Dan setelah 2-3 hari setelah melahirkan tikus-tikus tersebut sudah siap kawin lagi.



Gambar 2. Siklus Hidup Tikus

(PENGENDALIAN VEKTOR TIKUS, 2015)

4. Penyakit yang disebabkan oleh tikus

Tikus berperan sebagai tuan rumah perantara untuk beberapa jenis penyakit yang dikenal *Rodent Borne Disease*. Penyakit-penyakit yang tergolong *Rodent Borne Disease* adalah :

a. *Leptospirosis*

Leptospirosis merupakan infeksi akut disebabkan oleh bakteri *leptospira* berbentuk spiral yang menyerang mamalia dan dapat hidup di air tawar selama lebih kurang 1 bulan. Tetapi dalam air laut, selokan dan air kemih yang tidak diencerkan akan cepat mati. Bakteri ini dapat menyerang siapapun yang memiliki kontak dengan berbagai benda maupun hewan lain yang mengalami infeksi *leptospirosis*. Bakteri ini masuk ke dalam tubuh manusia melalui selaput lendir (*mukosa*) mata, hidung, kulit yang lecet atau atau makanan yang terkontaminasi oleh urin hewan terinfeksi *leptospira*. Masa inkubasi selama 4 - 19 hari.

b. *Plague/Penyakit Pes/Sampar/La Peste*

Pes atau sampar atau *plague* atau *la peste* merupakan penyakit *zoonosis* yang timbul pada hewan pengerat dan dapat ditularkan pada manusia. Penyakit tikus ini menular dan dapat mewabah. Penyebaran penyakit *plague/pes*. *Plague*, disebut juga penyakit *pes*, adalah infeksi yang disebabkan bakteri *Yersinia pestis* (*Y. pestis*) dan ditularkan oleh kutu tikus (*flea*), *Xenopsylla cheopis*.

c. *Salmonellisis*

Salmonellisis merupakan penyakit yang disebabkan bakteri *salmonella* yang dapat menginfeksi hewan dan juga manusia. Tikus yang terinfeksi bakteri ini akan dapat menyebabkan kematian pada manusia dan *salmonellisis* dapat tersebar

dengan melalui kontaminasi feses. Gejalanya antara lain adalah gastroenteritis, diare, mual, muntah dan juga demam yang diikuti oleh dehidrasi.

d. *Murine typhus*

Murine typhus adalah penyakit yang disebabkan oleh *Rickettsian typhi* atau R. mooseri yang dapat ditularkan melalui gigitan pinjal tikus. Gejalanya antara lain adalah kedinginan, sakit kepala, demam, prostration dan nyeri di seluruh tubuh. Ada juga bintil-bintil merah yang timbul di hari kelima hingga keenam.

e. *Rat-Bit Fever* atau demam gigitan tikus

Rat-bit fever (RBF) adalah penyakit sistemik yang disebabkan oleh bakteri *Moniliformis Streptobacillus* yang dapat diperoleh melalui gigitan atau goresan dari binatang pengerat atau menelan makanan atau air yang terkontaminasi dengan kotoran tikus dan biasanya dialami anak-anak di bawah 12 tahun dan penyakit ini memiliki masa inkubasi selama 1 hingga 22 hari. Gejala-gejala yang disebabkan oleh penyakit ini adalah demam, mual, muntah, sakit kepala, nyeri punggung dan sendi.

f. Sindrom *hantavirus* paru (PS)

Hantavirus sindrom paru (HPS) adalah penyakit mematikan yang ditularkan oleh tikus yang terinfeksi melalui urin, kotoran, atau air liur. Manusia bisa terkena penyakit ini ketika mereka menghirup virus *aerosol*. HPS pertama kali diakui pada tahun 1993 dan sejak itu telah diidentifikasi di seluruh Amerika Serikat. Meskipun jarang, HPS berpotensi mematikan. Rodent control di dalam dan sekitar rumah tetap menjadi strategi utama untuk mencegah infeksi

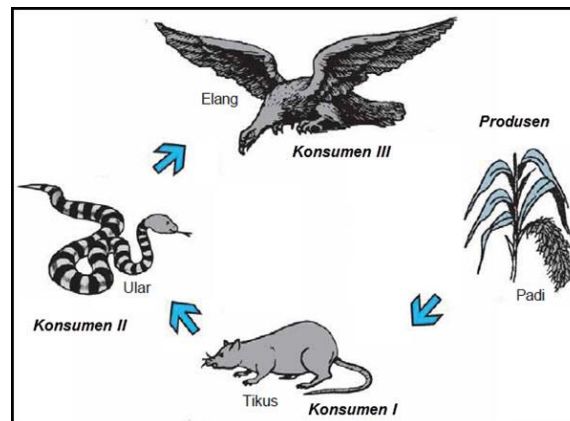
hantavirus. maka gejala yang dapat diamati adalah diare, muntah, mual, dan kram perut.

g. *Rabies*

Rabies merupakan penyakit yang menyerang sistem syaraf pusat dan memiliki gejala khas yaitu penderita jadi takut terhadap air dan karena inilah *rabies* juga sering disebut *hidrofobia*. Tikus menyebarkan penyakit ini melalui gigitan. Gejala awal dari *rabies* tidaklah jelas, umumnya pasien merasa gelisah dan tidak nyaman. Gejala lanjut yang dapat diidentifikasi antara lain adalah rasa gatal di area sekitar luka, panas dan juga nyeri yang lalu bisa saja diikuti dengan sakit kepala, kesulitan menelan, demam dan juga kejang.

5. Peran Tikus Dalam Ekosistem

Tikus merupakan hama yang sulit di kendalikan dan membawa parasit yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Namun dibalik kerugiannya tikus juga mengambil peran penting dalam ekosistem karena merupakan konsumen 1 pada rantai makanan. Tikus berperan dan berfungsi sebagai penyebar biji beberapa bekas makanan. Bentuk gigi tikus yang menonjol didepan sebanyak 2 buah mengharuskan tikus untuk memakan biji-bijian supaya gigi tersebut bisa selalu terasah. Perbanyakan dan penyerbukan diri secara alami diatur pula dengan bantuan hewan penyerbuk atau penyebar biji melalui inang perantara. Tujuan pemencaran biji adalah untuk mengurangi resiko kepunahan.



Gambar 3 Rantai Makanan Tikus

(Gino, 2016)

Gambar diatas menunjukkan rantai makanan pada tikus sebagai konsumen tingkat 1. Padi dimakan oleh tikus, kemudian tikus dimakan oleh ular, ular dimakan oleh burung elang. Setelah beberapa waktu burung elang mati, bangkainya membusuk dan bercampur dengan tanah membentuk humus. Humus sangat dibutuhkan tumbuhan, terutama rumput. Begitulah seterusnya sehingga proses ini berjalan dari waktu ke waktu.

Rantai makanan di atas memperlihatkan bahwa tikus juga berperan sebagai konsumen tingkat I dalam rantai makanan yang artinya hewan yang memakan produsen dan berada pada tropik paling rendah dalam rantai makanan. Konsumen tingkat I dalam ekosistem, berperan sebagai hewan mangsa bagi predator atau konsumen diatasnya. Secara tidak langsung, hal ini sangat penting untuk menjaga kestabilan ekosistem yang ada didalam hutan (rantai makanan). Jadi bisa dibayangkan jika didalam suatu ekosistem (hutan) tidak ada konsumen tingkat I seperti tikus, pasti beberapa predator seperti ular, akan sering turun ke desa untuk memakan hewan peliharaan warga desa.

Agar rantai makanan dapat terus berjalan, maka jumlah produsen harus lebih banyak daripada jumlah konsumen kesatu, konsumen kesatu lebih banyak daripada konsumen kedua, dan begitulah seterusnya. Pengurai adalah makhluk hidup yang menguraikan kembali zat-zat yang semula terdapat dalam tubuh hewan dan tumbuhan yang telah mati. Hasil kerja pengurai dapat membantu proses penyuburan tanah. Contoh pengurai adalah bakteri dan jamur.

Keanekaragaman hayati menjadi bagian yang sangat penting dalam konservasi dan keseimbangan ekosistem. Keseimbangan ekosistem telah diatur secara alami melalui mekanisme rangkaian penyediaan dan keseimbangan jaring pakan yang sederhana. Beberapa jenis tikus yang biasa ditemukan pada habitat hutan sekunder, seperti *Maxomys surifer* dan *Maxomys rajah* dapat dijadikan indikator (pencirian habitat) untuk menggambarkan kondisi hutan yang masih cukup stabil.

B. Perangkap Tikus

1. Perangkap Tikus

Banyak alat yang dapat dirancang untuk menangkap tikus. Secara umum, perangkap tikus dapat dibedakan menjadi dua:

1. Perangkap tikus hidup (tidak mematikan)

Contoh perangkap tikus hidup adalah jerat kurung dan perangkap corong.

2. Alat perangkap tikus mematikan

Contoh perangkap tikus mematikan adalah jerat jepit dan umpan racun.

Hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan alat perangkap adalah mengenai umpan yang diberikan. Kadang-kadang tikus jeli terhadap umpan-

umpan yang dipasang, sehingga tikus jera terhadap suatu umpan atau hafal terhadap jebakan. Oleh karena itu, diperlukan variasi umpan dan jebakan yang tidak muda dihafal tikus. Umpan tikus yang sering dipakai misalnya ubi-ubian, kelapa, jagung dan padi.

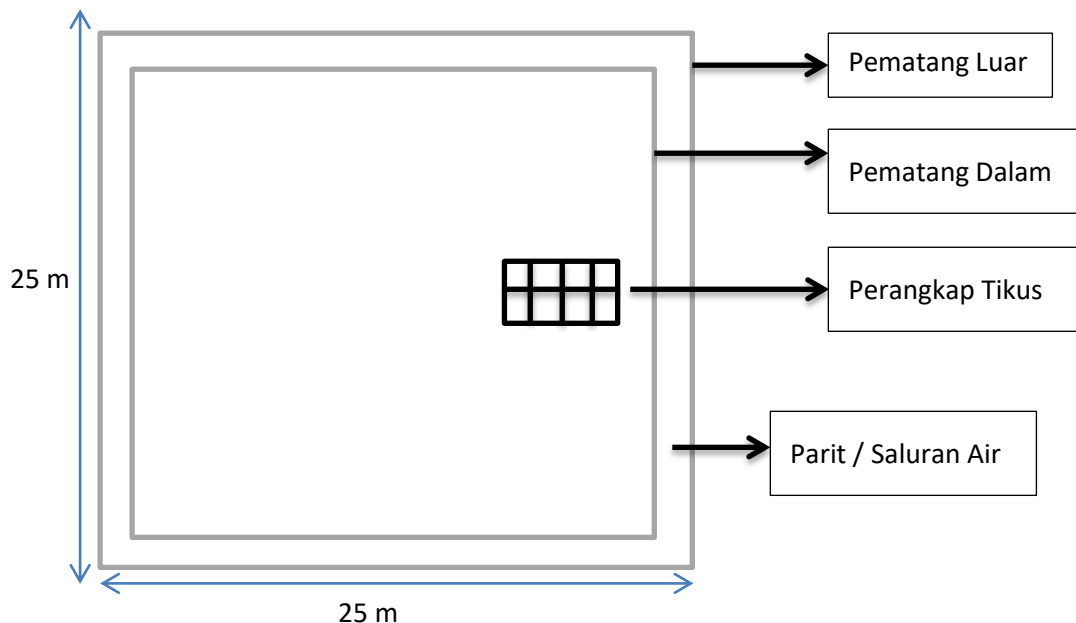
Cara pemasangan perangkap ini harus ditempat-tempat yang disukai atau yang biasa dilewati oleh tikus, misalnya lorong-lorong, parit-parit kecil, dan pinggir-pinggir galangan. Mengingat tikus merupakan binatang malam, maka sebaiknya alat perangkap dipasang pada malam hari. Alat perangkap tikus ada yang bersifat manual.

Alat perangkap ini berbentuk kotak yang terbuat dari akrilik. Umpan berupa potongan daging atau wortel diletakkan pada pengait. Pengait ini terhubung dengan pintu perangkap, jadi ketika ada tikus yang menarik umpan pada pengait, maka pintu perangkap akan langsung tertutup. (Kusnaedi, 1999)

2. Penempatan *Automatic Mousetrap*

Keberhasilan alat perangkap tikus dipengaruhi oleh posisi penempatan pada petak sawah yang menjadi sasaran (Sudarmaji, 1990) dan (Nolte, 2002) menjelaskan tempat perkembangbiakan tikus pada petak sawah. Sebanyak 40,9% tikus sawah berkembangbiak ditanggul irigasi, 22,6% di tepi kampung, 20,0% di jalan sawah, 10,7% di pematang parit sawah, dan 3,8% di pematang tengah sawah. Tikus sawah cenderung bersarang dan beranak pada tanah yang relatif tinggi seperti tanggul irigasi, agar sarangnya dapat terhindar dari banjir yang dapat menyebabkan kematian anak-anaknya. Tanggul irigasi dengan lebar 1-2 m lebih disukai tikus untuk membangun sarang dan membesarkan anak-anaknya.

Selain sebagai tempat berkembangbiak, tanggul irigasi juga merupakan habitat yang disukai tikus sawah untuk ber-lindung dan bersarang di luar musim perkembang-biakan (Rochman, 1997) (Sudarmaji, 2006)



Gambar 4. Penempatan Perangkap Tikus Otomatis

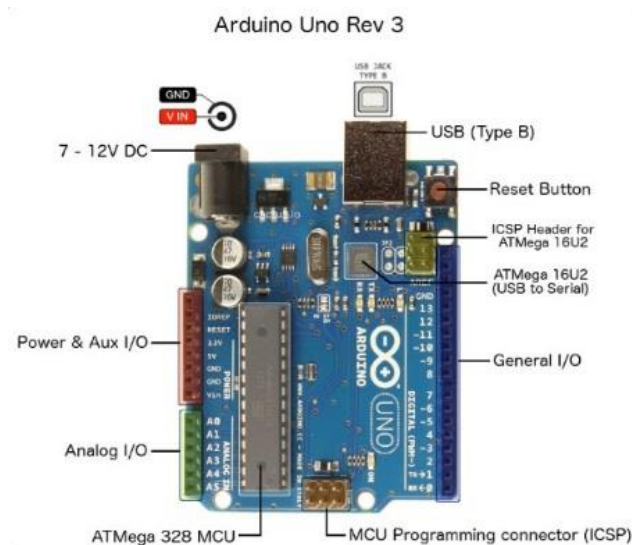
Berdasarkan penuturan teori diatas, lokasi ideal penempatan uji coba *automatic mousetrap* diletakkan pada tanggul irigasi, dan tanggul jalan/pematang besar. Alasan karena tikus berjalan melalui lorong-lorong atau di bagian pinggir sawah.

C. Arduino Uno R3

(Djuandi, 2011) Arduino Uno merupakan sebuah *board* minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian *board* Arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, Arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* Arduino

sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan ketika memprogram mikrokontroler di dalam Arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.

Sifat *open source* Arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang dipakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan dapat bisa 11 memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman Arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.



Gambar 5. Arduino Uno ATmega328

(caratekno, 2015)

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

<i>Microcontroller</i>	ATmega328P
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	14(of which 6 provide PWM output)
<i>PWM I/O Pins</i>	6
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	20 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
<i>SRAM</i>	2 KB (ATmega328P)
<i>EEPROM</i>	1 KB (ATmega328P)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Length</i>	68.6 mm
<i>Width</i>	53.4
<i>Weight</i>	25 g

(caratekno, 2015)

1. Pemrograman *Board* Arduino

Pemrograman *board* Arduino dilakukan dengan menggunakan *Arduino Software (IDE)*. *Chip* ATmega328 yang terdapat pada Arduino Uno R3 telah diisi program awal yang sering disebut *bootloader*. *Bootloader* tersebut yang bertugas untuk memudahkan untuk melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan *Arduino Software*, tanpa harus menggunakan tambahan *hardware* lain. Cukup hubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC atau *Mac/Linux*. Jalankan *software* *Arduino Software (IDE)*, untuk memprogram *chip* ATmega328. Pengguna mikrokontroler yang sudah lebih mahir, dapat tidak menggunakan *bootloader* dan melakukan pemrograman langsung via *header ICSP (In Circuit Serial Programming)* dengan menggunakan *Arduino ISP*.

Arduino UNO R3 dilengkapi dengan *chip* ATmega16U2 yang telah diprogram sebagai *converter* USB to Serial. *Firmware* ATmega16U2 di *load* oleh DFU *bootloader*, dan untuk merubahnya dapat menggunakan *software* Atmel *Flip* (Windows) atau DFU *programmer* (Mac OSX dan Linux), atau menggunakan *header* ISP dengan menggunakan *hardware external programmer*.

2. Power Supply

Mengingat kondisi peletakan *Mousetrap* jauh dari sumber listrik rumahan, maka *power supply* menggunakan sinar matahari (*solar cell*), di samping aman juga praktis bisa dipindahkan sesuai kebutuhan. Energi listrik dari *solar cell* mengeluarkan tegangan 12 vdc, kemudian disimpan dan dirubah menjadi 220 vac yang digunakan untuk penyertum (*trap*), sedangkan *power supply* 12 vdc digunakan untuk *power supply Board* Arduino UNO.

Board Arduino UNO dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via *power supply exsternal*. Pilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis *external power supply* dapat diperoleh dari adaptor AC-DC untuk *power supply* baterai melalui *jack* DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di *board*. *Board* dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Tegangan *power supply* kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna jika diberi tegangan lebih

dari 12V, regulator tegangan dapat *over heat* bisa merusak PCB. Tegangan yang direkomendasikan adalah 7V hingga 12V.

Berikut beberapa pin *power* pada Arduino Uno :

- a. **GND**. Adalah *ground* atau *negatif*.
- b. **Vin**. Adalah pin yang digunakan untuk memberikan *power* langsung ke *board* Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V.
- c. **Pin 5V**. Adalah pin *output* dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator.
- d. **3V3**. Adalah pin *output* dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator.
- e. **IOREF**. Adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.

3. Memori

Chip ATmega328 pada Arduino Uno R3 memiliki memori 32 KB, dengan 0.5 KB dari memori tersebut telah digunakan untuk *bootloader*. Jumlah SRAM 2 KB, dan EEPROM 1KB, yang dapat dibaca-tulis dengan menggunakan EEPROM *library* saat melakukan pemrograman.

4. Input dan Output (I/O)

Arduino Uno memiliki 14 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi pin *Mode*, *digital Write*, dan *digital Read*. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus 20mA, dan memiliki

tahanan *pull-up* sekitar 20-50k ohm (secara *default* dalam posisi *disconnect*). Nilai maksimum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroller.

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- a. **Serial**, terdiri dari 2 pin : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial.
- b. **External Interrupts**, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan *interrupts*. Gunakan fungsi *attachInterrupt()*
- c. **PWM**: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan *output* PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analog Write()*
- d. **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI Library*.
- e. **LED** : Pin 13 terhubung *built-in* led yang dikendalikan oleh digital pin no 13.
- f. **TWI** : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire Library*.

Arduino UNO memiliki 6 buah *input analog*, yang diberi tanda dengan A0, A1, A2, A3, A4, A5. Masing-masing pin *analog* tersebut memiliki resolusi 10 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara *default*, pin-pin tersebut diukur dari *ground* ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin AREF dengan menggunakan fungsi *analog Reference*. Beberapa *input* lainnya pada *board* ini adalah :

- a. AREF. Sebagai referensi tegangan untuk *input* analog.
- b. Reset. Hubungkan ke *LOW* untuk melakukan reset terhadap mikrokontroller. Sama dengan penggunaan tombol reset yang tersedia.

5. Komunikasi

Arduino Uno R3 memiliki beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, berkomunikasi dengan Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroller lain nya. *Chip* Atmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V) yang tersedia pada pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). *Chip* ATmega16U2 yang terdapat pada *board* berfungsi menterjemahkan bentuk komunikasi ini melalui USB dan akan tampil sebagai *Virtual Port* di komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan *driver* USB standar sehingga tidak membutuhkan *driver* tambahan.

Pada Arduino *Software* (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip USB to Serial via kabel USB ke komputer untuk menggunakan komunikasi serial dari digital pin, gunakan *Software Serial library*.

Chip ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam Arduino *Software* (IDE) sudah termasuk *Wire Library* untuk memudahkan anda menggunakan *bus* I2C untuk menggunakan komunikasi SPI, gunakan *SPI library*.

6. Reset Otomatis (*software*)

Arduino Uno telah dilengkapi dengan auto reset yang dikendalikan oleh *software* pada komputer yang terkoneksi. Salah satu jalur *flow control* (DTR) dari ATmega16U2 pada Arduino Uno R3 terhubung dengan jalur *reset* pada ATmega328 melalui sebuah kapasitor 100nF. Ketika jalur tersebut diberi nilai LOW, mikrokontroler akan di *reset* dengan demikian proses *upload* akan jauh lebih mudah.

D. Code Editor Arduino

1. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Enviroement*, atau merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena menggunakan *software* ini Arduino diprogram. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemrograman dari bahasa aslinya. Didalam IC Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dngan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari Bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah.

2. Menulis Sketch

Program yang ditulis dengan menggunakan arduino *software* (IDE) disebut dengan *sketch*. *Sketch* ditulis dalam *editor text* dan disimpan dalam

file dengan ekstensi *.ino*. Text editor pada *Arduino IDE* memiliki fitur-fitur seperti *cutting/paste* dan *searching/replacing* sehingga memudahkan dalam menulis kode program.

Pada *software Arduino IDE*, terdapat *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Dibawah paling kanan *software Arduino IDE*, menunjukan *board* yang terkonfigurasi dengan *COM port* yang digunakan.



Gambar 6. Tampilan *Software Arduino IDE*

3. Penjelasan *toolbar* dari *software Arduino IDE*

- 1) *Verify*, berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum.

- 2) *Upload*, berfungsi untuk kompilasi program atau kode yang telah dibuat menjadi Bahasa yang dapat dipahami oleh mesin/Arduino.
- 3) *New*, berfungsi untuk membuat *sketch* baru dengan mengosongkan isi dari jendela *editor* saat ini.
- 4) *Open*, berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah dibuat dan membuka kembali untuk dilakukan *editing* atau sekedar *upload* ulang ke Arduino.

E. Sensor *Proximity*

Proximity Switch atau *Sensor Proximity* adalah alat pendeteksi ada atau tidak sebuah obyek tanpa melakukan kontak fisik dengan obyek tersebut. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter saja sesuai tipe sensor yang digunakan. Sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 10 – 30 Vdc dan ada pula yang menggunakan tegangan 100 – 200 VAC.

Hampir semua mesin produksi sekarang ini menggunakan sensor jenis ini, sebab selain praktis sensor ini termasuk sensor yang tahan terhadap benturan ataupun goncangan, selain itu mudah pada saat melakukan perawatan ataupun perbaikan dan penggantian.



Gambar 7. Sensor Proximity

(Makerlab Elektronics, 2015)

F. Module Relay 2 Channel

Module Relay 2 *channel* adalah sebuah saklar magnet, dimana berfungsi untuk memutus atau mengubah satu atau lebih kontak. *Relay* berisi kumparan elektromagnet dengan inti magnet besi lunak, dimana jika diberi arus maka akan menghasilkan medan magnet. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC, berikut ini gambar relay module 2 channel:



Gambar 8. Module Relay 2 Channel

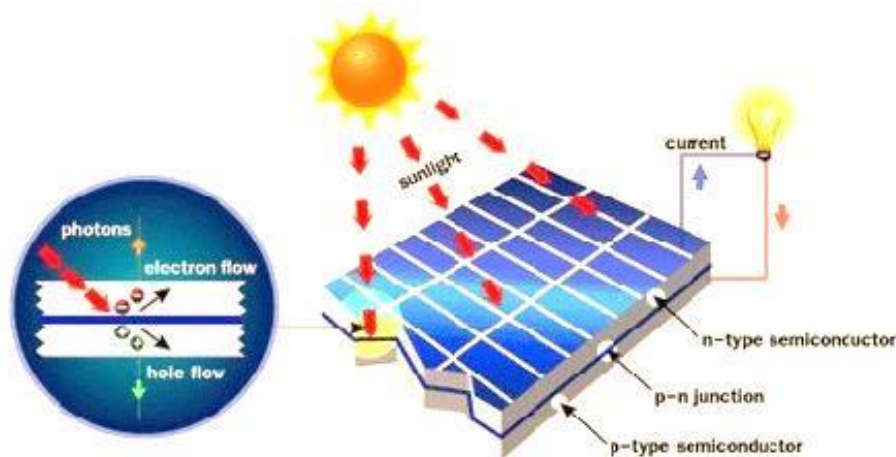
Adapun spesifikasi dari *module* relay 2 *channel*, sebagai berikut :

- *System power supply positive.*
- IN1 - IN2 : *relay control ports.*

- *Active low, relay signal input voltage range : 0 - 5V.*
- *Relay Maksimum Output : DC 30V/10A , AC 250V/10A.*
- *Energisation status indicator light, release status LED is off.*
- *Relay of quality, SPDT. A common terminal, a normally open, one normally.*
- *VCC is the system power, JD_VCC for the relay power. Default hair 5V relay, plug the jumper cap to.*
- *Dimensions: 50.6mm x 38.8mm x 19.3mm.*

G. Solar Cell

Panel surya (*solar cell*) adalah alat yang terdiri dari sel yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Disebut surya atau matahari atau “*sol*” karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Sel surya bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi.



Gambar 9. Skema Solar Cell

(Energy, 2017)

Gambar 9 merupakan ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n *junction*, pada umumnya *solar cell* merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap *photon* dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan *silicon* yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0.3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (*function*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (Positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). *Silicon* jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction*. Bagian P ini diberi lapisan *nikel* yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif. Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan *nikel* juga sebagai terminal keluaran negatif.

Dalam perancangan panel surya terdiri dari bagian-bagian yang memiliki fungsi masing-masing hingga dapat menghasilkan energi listrik, berikut penjelasan terkait bagian-bagian yang terdapat pada panel surya:

a. *Substrat (Metal Backing)*

Substrat merupakan bagian yang memiliki fungsi sebagai penopang seluruh bagian komponen yang ada pada sel surya. *Substrat* sebaiknya memiliki tingkat konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai terminal positif sel surya, bahan yang biasa digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau *molybdenum*.

b. Material semikonduktor

Material atau bagian inti pada sel surya ialah semikonduktor, biasanya memiliki tebal beberapa ratus *micrometer* untuk sel surya *silicon* atau generasi pertama dan 1-3 mikrometer untuk sel surya dengan lapisan tipis. Semikonduktor berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari.

c. Kontak metal (*Contact Grid*)

Kontak Metal atau *contact grid* merupakan lapisan yang melapisi material semikonduktor fungsinya sebagai kontak *negative* pada sel surya.

Penempatan posisi *solar cell* adalah hal wajib dan penting diperhatikan, karena dampaknya akan berpengaruh pada intensitas penyerapan sinar matahari. “Arah yang umum dan sangat disarankan adalah panel surya tidak mengarah pada saat matahari terbit atau tenggelam. Jadi arah pemasangan *solar cell* yang baik adalah utara-selatan atau selatan-utara” (Maulana, 2016). Karena bilamana dipasang ke arah matahari terbit, maka pada jam tertentu intensitas cahaya matahari tidak lagi terserap akibat arah panel bagian belakang yang menutup datangnya sinar matahari. Begitu pula sebaliknya bila arah panel surya dihadapkan kearah terbenamnya matahari. Disaat pagi panel tidak akan menerima sinar matahari, dan baru mulai ketika posisi matahari tegak diatas solar cell hingga kemudian terbenam.

Kemajuan teknologi panel surya semakin berkembang pesat seiring dengan berjalannya waktu. Secara umum saat ini terdapat 4 jenis panel surya sebagai berikut:

1) *Monocrystalline*



Gambar 10. Panel Surya *Monocrystalline*

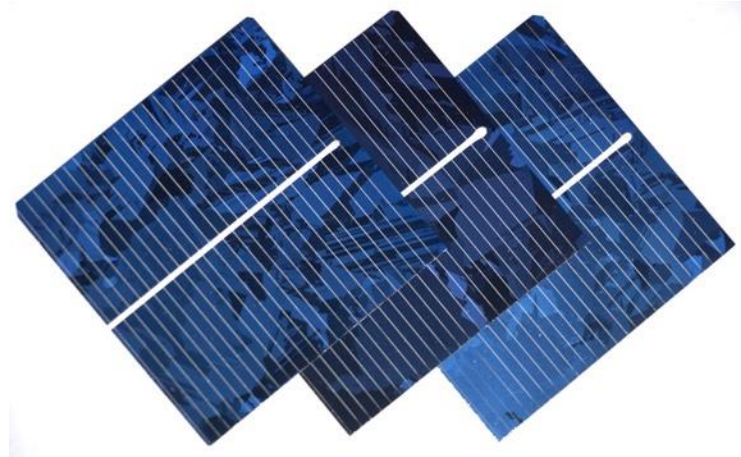
(Solarquotes, 2015)

Panel surya yang terbuat dari sel surya jenis *Monocrystalline* pada gambar 10 merupakan panel yang memiliki efisiensi paling tinggi diantara panel surya jenis-jenis yang lain. Panel jenis ini menghasilkan daya listrik persatuan luas yang akurat, pada umumnya dengan proses pertumbuhan kristal yang disebut sebagai *Czochaakski Process*, Kristal dengan kualitas tinggi. Selain itu jenis ini merupakan jenis yang tahan terhadap kondisi alam yang ekstrim misalnya di Laut Utara, namun apabila pencahayaan kurang atau kondisi langit berawan efisiennya menurun drastis. Efisiensi yang dihasilkan panel surya jenis *Monocrystalline* dapat mencapai 15%.

2) *Polycrystalline*

Jenis *polycrystalline* Merupakan panel surya yang memiliki luas permukaan yang lebih lebar dibandingkan dengan *monocrystalline*. *Polycrystalline* ini difabrikasi dengan proses pengecoran sehingga susunan

kristalnya acak. Penampilan *polycrystalline* ini hampir mirip dengan *monocrystalline*, namun efisiensi dan harganya lebih rendah. Efisien yang dihasilkan adalah sekitar 13%-16%, bentuknya persegi, dan jenis ini paling sering dipakai karena harganya yang terjangkau seperti pada gambar 11.



Gambar 11. Panel Surya *Polycrystalline*

(Solarquotes, 2015)

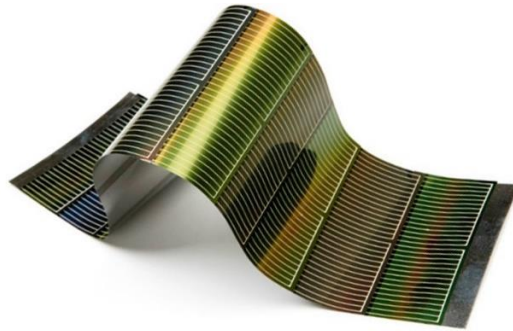
3) Semikristal

Jenis sel surya ini difabrikasi dengan proses pengecoran (*costing*). Sel surya semikristal memiliki dengan permukaan batas Kristal yang sejajar dengan arah aliran listrik yang ditimbulkan oleh pasangan muatan positif dan negative. Panel surya yang dari sel surya semikristal menghasilkan efisiensi konversi energi sekitar 11%. Dengan demikian lebih rendah dibandingkan dengan panel surya *poly* dan *monocrystalline*.

4) *Amorf*

Panel surya jenis *amorf* juga biasa disebut juga dengan panel surya *thin film* pada gambar 12. Panel surya ini dapat difabrikasi secara otomatis dan dapat dipasang pada permukaan yang *flexible* misalnya pada permukaan tidak datar seperti *plastic*. Bahan bakar amorf ini tidak tergolong mahal tetapi

permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada panel surya jenis *monocrystalline* atau *polycrystalline*. Walau panel surya ini memiliki keunggulan bisa dipasang fleksibel, namun dalam efisiensinya masih tergolong rendah yaitu 5%.



Gambar 12. Panel Surya *Amorf*

(Bio-Info, 2014)

Selain mempertimbangkan jenis panel surya yang akan digunakan, juga perlu diperhatikan kapasitas panel surya yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan. Satuan besar energi yang dihasilkan oleh panel surya adalah WP atau *wattpeak*. *automatic mousetrap* (perangkap tikus otomatis) menggunakan sensor *proximity* berbasis arduino uno ini menggunakan PV dengan kapasitas 10 WP dan jenis PV *polyxhrystalline*.

H. Solar Charge Controller



Gambar 13. Solar Charge Controller

(As Sadad, 2010)

Solar charger control atau SCC pada gambar 13 merupakan salah satu perangkat penting dalam rangkaian system pembangkit listrik tenaga surya. Fungsi *solar charger controller* mengontrol kondisi baterai agar terhindar dari *over charging* dan *over voltage*, selain itu mengatur arus dari baterai agar tidak *full discharging* dan *overload*.

Solar Charger Controller terdiri dari satu *input* (2 terminal) yang terhubung dengan akumulator, dan satu *output* (2 terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel surya karena ada *diode protection* yang hanya dapat dilewati oleh listrik searah dari panel surya ke akumulator. Terdapat 2 jenis SCC *maximum power point tracking* (MPPT) dan *width modulation* (PWM).

Solar Charger Controller jenis *maximum power point tracking* (MPPT) dilihat dari kualitas pengisian daya baterai MPPT ini memiliki keunggulan dibandingkan PWM, SCC, MPPT mampu mendeteksi daya yang dihasilkan oleh PV walaupun kecil. Sedangkan tegangan kerja PWM hanya mampu menyesuaikan dengan tegangan kerja baterai. Ketika tegangan yang dihasilkan

solar panel dibawah tegangan kerja, secara otomatis sistem tidak melakukan pengisian baterai. Jenis SCC PWM menurut kapasitas PV dibawah 200Wp, lain dengan jenis MPPT justru lebih baik digunakan untuk kapasitas PV diatas 200Wp. Hal ini dikarenakan, jenis SCC MPPT ini bergantung pada total produksi daya.

I. Akumulator

Akumulator atau Aki biasa disebut juga baterai merupakan komponen yang memiliki fungsi untuk menyimpan energy listrik. Akumulator ini diberikan tenaga listrik berasal dari dinamo arus searah. Didalam akumulator tenaga (energi listrik) ini mengerjakan proses-proses kimia, sehingga dapat dikatakan bahwa tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia didalam akumulator dan kemudian tersimpan di dalamnya (Suryatmo, 2014).

Baterai pada sistem *photovoltaic* (PV) mempunyai peranan sangat penting dan tidak dapat digantikan oleh sistem yang lain. Teknologi terkini, telah diciptakan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh *panel* surya agar dapat disalurkan lagi ke beban listrik pemakain. Secara relatif baterai adalah piranti yang mahal dalam sistem *photovoltaic*. Umur baterai tergantung pada jenisnya, bagaimana baterai tersebut diperlakukan, dan temperatur baterai. Selanjutnya baterai sangat peka terhadap pengisian berlebih (*overcharging*) dan pengosongan berlebih (*too deep discharging*).

Pada umumnya pembangkit listrik tenaga surya aktif beroperasi pada siang hari, sehingga pada saat malam hari sel surya tidak dapat menghasilkan listrik. Dengan adanya akumulator inilah energi yang dihasilkan oleh sel surya dapat disimpan. Akumulator yang digunakan untuk sistem pembangkit listrik tenaga

surya mempunyai fungsi ganda. Pada suatu sisi akumulator memiliki fungsi sebagai penyimpan energi, sedangkan disisi lain baterai berfungsi sebagai catu daya beban. Dalam penggunaanpun baterai atau akumulator dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu primer dan sekunder.

a. Primer

Akumulator atau baterai primer hanya digunakan dalam satu kali pemakaian saja. Pada waktu baterai dipakai, material dari salah satu elektroda menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat dikembalikan dalam keadaan semula. Jenis baterai primer ini biasa kita gunakan untuk lampu atau radio.

b. Sekunder

Akumulator atau baterai sekunder ini lain dengan baterai primer, dimana baterai dapat dipakai dan diisi berulang kali. Baterai jenis seperti ini biasa kita jumpai misalnya pada aki motor, dan tentunya pada proyek akhir ini juga menggunakan baterai jenis sekunder. Satuan dalam baterai yang perlu diperhatikan AH yang merupakan singkatan dari *Ampere Hour* yaitu jumlah arus yang bisa dikeluarkan dalam satuan jam.



Gambar 14. Bentuk Fisik Akumulator Sekunder

(Ghian, 2013)

J. Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika catu daya yang berfungsi untuk mengubah arus listrik searah atau DC (*Direct Current*) menjadi arus listrik bolak balik atau AC (*Alternating Current*). Fungsi *inverter* ini untuk mengatur kecepatan *electro motor* AC dengan cara merubah frekuensi outputnya (satuan hertz).



Gambar 15. Inverter

(Sihombing, 2013)

Kebanyakan *inverter* digunakan di industri-industri untuk menggerakkan *electro motor*, di mana *electro motor* tersebut dapat di atur kecepatan putarannya dari rpm ke putaran maksimal. Aplikasi motor yang menggunakan *inverter* untuk mesin atau *conveyor* yang kecepatannya tidak selalu sama (*adjustable*).

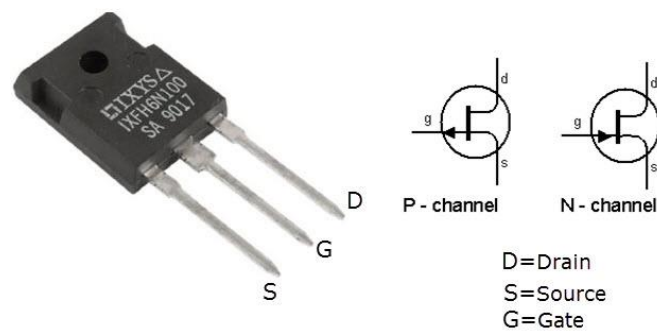
Komponen *Inverter* ini terdiri dari:

1. Thyristor

Merupakan saklar elektronik yang dilengkapi dengan *electrode* kendali, di dalamnya ada tiga komponen antara lain *Anoda* (A), *Katoda* (K) dan *Gate* (G). Arus mengalir dari *Anoda* ke *Katoda* bila Vak positif dan arus mengalir arus *gate*. Selama Vak positif arus tetap mengalir meskipun arus *gate* sama dengan nol.

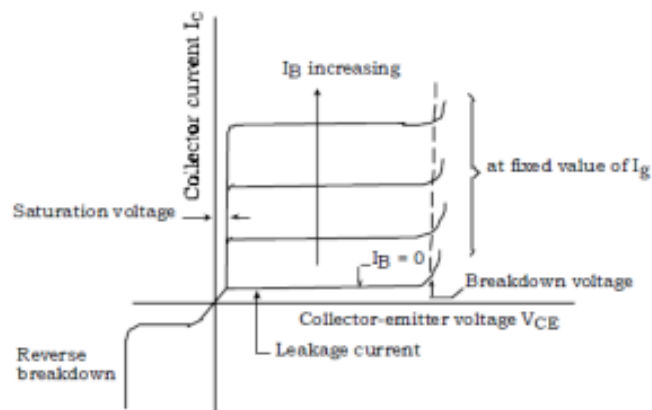
2. Transistor

Transistor ini terdiri dari *Basis*, *Emitor* dan kolektor, alat pengendalian komutasi dilakukan dengan arus *base* (I_b). Transistor ini sebagai pengendali inverter ini.



Gambar 16. Transistor

(Sihombing, 2013)



Gambar 17. Karakteristik tegangan arus transistor

(Sihombing, 2013)

3. *Mosfet*

Mosfet mempunyai 3 terminal yaitu *Source* (S), *Drain* (D) dan *Gate* (G).

Karakter sama dengan transistor tetapi lebih tahan terhadap gangguan.

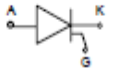



Perbedaanya pada transistor alat pengendalian komutasi dilakukan dengan arus *base* (I_b). Apabila kecepatan tinggi *Mosfet* ini cocok dan lebih baik.

4. GTO

GTO merupakan komponen terbaru, di mana di dalam GTO ini sudah ada *Thyristor* dan Transistor atau sifat-sifat *thyristor* dan transistor sudah dimiliki oleh GTO.

Berikut tabel perbandingan daya *thyristor*, transistor, *mosfet* dan GTO

Tabel 2. Perbandingan daya *thyristor*, transistor, *mosfet* dan GTO

		Tiristor	Transistor	MOSFET	GTO
1	Simbol				
2	Kendali Pemadaman	- tidak ada	- ada - daya rendah	- ada - daya sangat rendah	- ada - daya tinggi
3	Kendali Penyalaan	- daya rendah - kemungkinan konduksi jika ada impuls	- daya rendah - memerlukan arus basis yang cukup ($I_B \geq I_C / \beta$)	- daya sangat rendah	- daya rendah
4	Kecepatan Switching	- lambat (50 – 100 μ s)	- cepat (1 μ s)	- cepat sekali (50 – 100 ns)	- cepat (1 – 2 μ s)
5	Resiko Konduksi Balik	- tidak ada	- ada kemungkinan arus kolektor negatif	- ada	- tidak ada
6	Ketahanan Listrik	- tahan terhadap tegangan lebih	- tidak tahan (dibatasi oleh V_{max} , I_{max} , dan P_{max})	- tidak tahan terhadap tegangan dan arus lebih	- tahan terhadap tegangan lebih
7	Disipasi Daya Saat Konduksi	- rendah	- rendah	- besar	- rendah
8	Rating Tegangan dan Arus	- 4500 V 2000 A	- 100 V 200 A	- 450 V 15 A	- 4500 V 2000 A
9	Tegangan Saat Konduksi	- $V_{AK} = 1-2$ V	- $V_{ce\ sat} = 1$ V	- (3-4) V	- 2,5 V

(Sihombing, 2013)

Terkait alat yang dibuat pada perangkat tikus otomatis ini, inverter digunakan untuk mengubah arus listrik dari sumber arus *battery* 12 vdc menjadi 220 vac yang digunakan untuk menyetrum / menyengat tikus.

K. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).



Gambar 18. Buzzer