

BAB IV. HASIL DAN DISKUSI

Pada penelitian tahap pertama ini akan dirakit system pendeteksi kebakaran mempergunakan sensor suhu negative temperature coefficient (NTC) dan transmisi data mempergunakan modul ISM Band 433MHz dari produk Enocean dan Hope RF. Untuk itu dilakukan pemesanan komponen elektronik yang diperlukan untuk merakit sistem sensor detektor panas mempergunakan sensor NTC dari berbagai tipe. Hal ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan deteksi. Untuk sensor NTC akan dipergunakan dari tipe SMD untuk prototype dengan tahanan yang tinggi $R_{NTC} \sim 470K\Omega$ untuk menghemat arus dikarenakan system deteksi ini bersifat otonom sehingga kebutuhan energy akan menjadi perhatian utama.

Untuk modul pengirim data dipergunakan modul RF Link ISM Band 433MHz dari perusahaan Enocean di Jerman serta Hope RF yang berasal dari pabrikan China. Modul transmitter dari perusahaan Enocean yang dipesan tersebut memiliki kelebihan yaitu dilengkapi dengan sel surya mini yang mampu memenuhi kebutuhan energy memadai untuk pengoperasian modul, namun harga relative lebih mahal jika dibandingkan modul Hope. Oleh sebab itu pada kedua modul tersebut akan diuji coba dari segi kehandalannya dan biaya. Untuk membantu penelitian ini juga telah dipesan bahan penelitian pendukung seperti Kabel, klem, solder, mur baut berbagai ukuran, kabel koaksial, UHF conector untuk transmisi data.

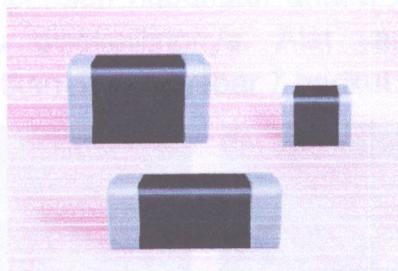
Untuk menunjang pengukuran di lab telah disiapkan beberapa peralatan sebagai berikut untuk mempermudah pekerjaan: Osiloskop Digital Philips PM3382 100Mhz, Multimeter Digital Advantest R8240, Fungsi Generator Philips PM5135 1mHz - 2MHz, Termostat Heraus 6060 $T_{max} = 300^{\circ}C$ yang berguna untuk pengujian sensor akibat kenaikan suhu (kebakaran), ADC Card Velleman + Software PC2000, Hewlett Packard Quartz Thermometer 2804A, Hewlett Packard Digital Voltmeter HP3456A dan alat ukur Keithley Nanovoltmeter 181. Sementara untuk memprogram mikrokontroler yang dipergunakan untuk mengendalikan ISM modul dilakukan kerjasama dengan Lab. Mikroprosesor FT Universitas Riau untuk penggunaan Software Bascom AUR dan Code Vision AVR dan downloader AVR untuk mengupload program.

IV.1. Karakterisasi Sensor Suhu NTC Konfigurasi Tunggal

Karakterisasi sensor suhu NTC (*negative temperature coefficient* untuk mendeteksi kenaikan suhu lingkungan yang disebabkan oleh kebakaran hutan. Sensor ini sensitiv secara termal dimana tahananannya akan menurun dengan kenaikan suhu lingkungannya. Disamping mempunyai dimensi kecil, harga relative murah dan akurat, sensor ini mempunyai kelemahan yaitu

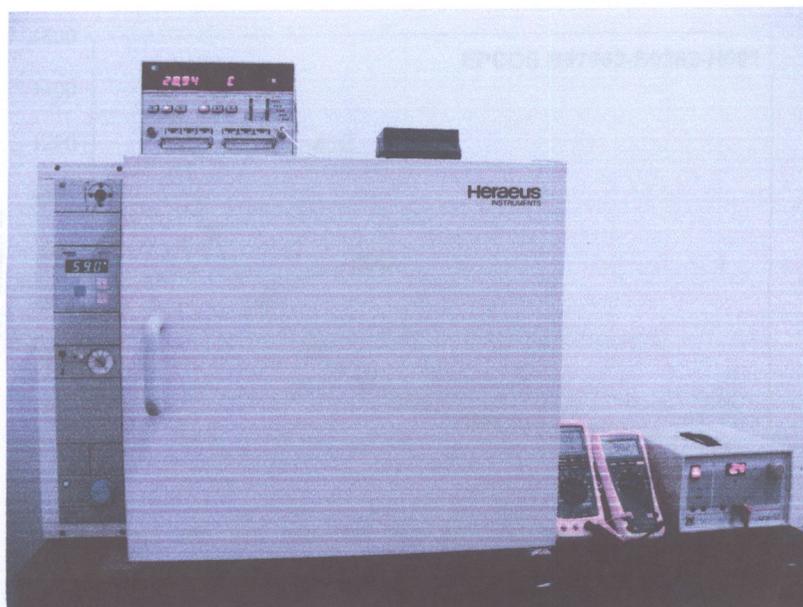
menunjukkan ketidak linearan yang tinggi jika dibandingkan terhadap sensor suhu lainnya.

Oleh karena modul pendeteksi kebakaran hutan bekerja sebagai sistem yang berdiri sendiri (stand alone system) maka perhitungan penggunaan arus dari rangkaian pengolah isyarat (signal conditioning) serta penggunaan sensor suhu NTC dengan arus yang sangat kecil menjadi faktor penentu yang sangat penting. Pada penelitian ini dipergunakan beberapa jenis sensor suhu NTC yaitu dari perusahaan Siemens EPCOS dari tipe B57962-S0282-H001 yang memiliki tahanan dalam sebesar $R_{NTC} = 2795 \Omega$ pada suhu 25°C serta SMD B57621C047+062 yang memiliki variasi tahanan sebesar $R_{NTC} = 470 \text{ K}\Omega$.



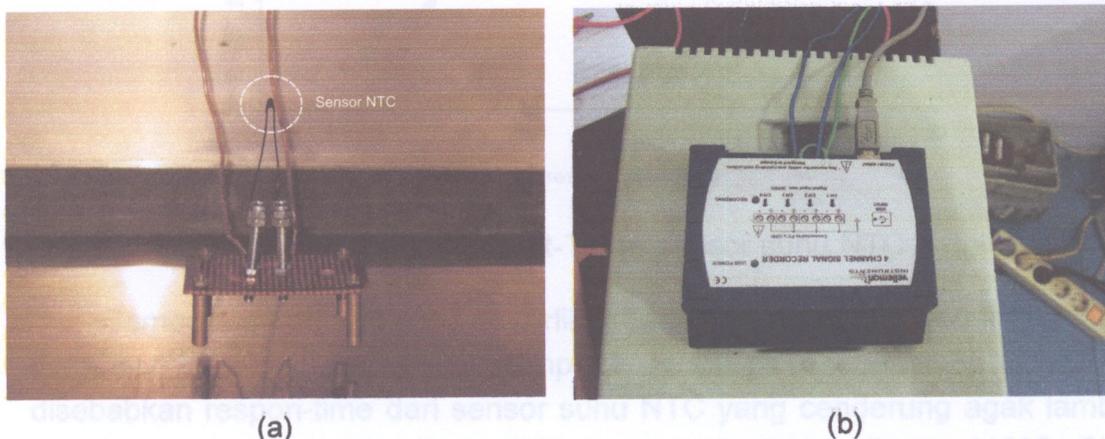
Gambar 5. Sensor suhu NTC tipe EPCOS SMD

Untuk mengetahui besarnya perubahan tahanan akibat naiknya suhu disekeliling sensor maka sensor NTC dikarakterisasi dengan memberikan panas buatan terdefinisi mempergunakan oven Heraeus yang dapat bekerja sampai suhu 300°C . Suhu normal rata-rata pada daerah endemik kebakaran berkisar antara $30\text{-}34^{\circ}\text{C}$ sehingga sensor-sensor NTC tersebut dikarakterisasi dengan mengatur suhu Oven Heraeus sampai mencapai kira-kira suhu 100°C , lihat gambar 6.

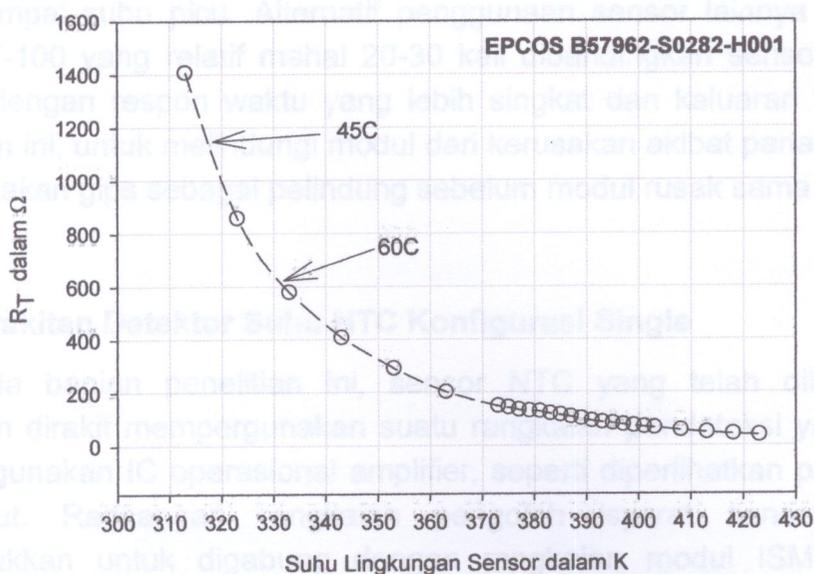


Gambar 6. Oven Heraeus untuk mengkarakterisasi sensor dan set up percobaan pengambilan data dengan ADC Card Velleman

Untuk pengujian sensor NTC maka dilakukan dengan menempatkan rangkaian sensor di dalam ruang suhu terkontrol (oven) untuk memberikan efek kenaikan suhu terdefinisi kepada sensor. Pada bagian ini, sensor diberikan tegangan relatif kecil untuk mempertahankan sensor berada dalam kondisi non self heating. Kemudian suhu dari oven dinaikkan secara bertahap dari 30-150C dengan lama pengukuran masing-masing titik suhu sebesar 5 menit untuk mencapai kesetimbangan termal dalam oven serta suhu telah mencapai permukaan sensor. Tegangan yang jatuh dan arus yang mengalir pada kedua kaki sensor suhu NTC termistor kemudian di ukur mempergunakan ADC Card Velleman untuk kemudian disimpan pada komputer. Data ini kemudian diolah mempergunakan software SigmaPlot, Table Curve untuk memperoleh hubungan antara kenaikan tahanan sensor akibat perubahan suhu disekelilingnya. Alat yang dipergunakan dalam karakterisasi ini diperlihatkan pada gambar 7 berikut.

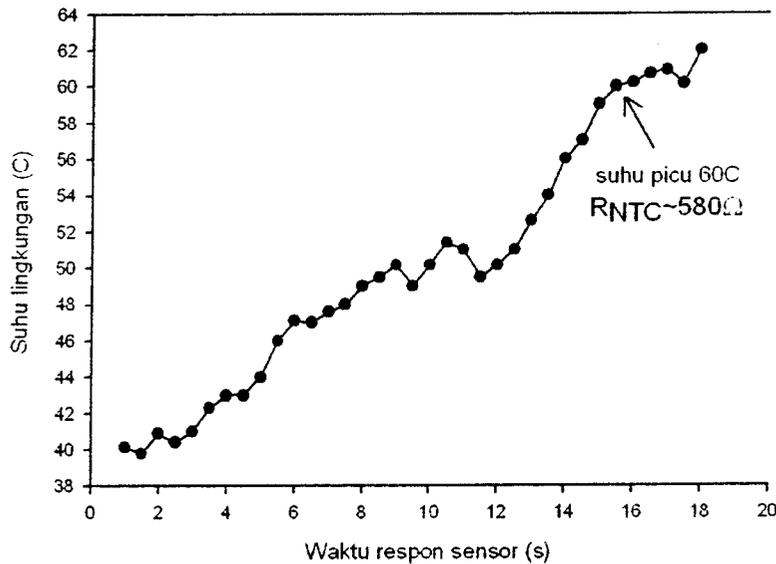


Gambar 7. Sensor suhu NTC (a) di dalam termostat dan (b) antar muka digital Velleman untuk akuisisi data ke komputer



Gambar 8a. Kurva karakterisasi R-T dari sensor suhu NTC

Hasil dari karakterisasi sensor suhu NTC dari tipe EPCOS B57962-S0282-H001 diperlihatkan pada gambar 8a berikut ini. Kurva karakterisasi memperlihatkan hubungan yang tidak linier antara tahanan dan perubahan suhu disekeliling sensor. Dari gambar 8a terlihat bahwa sensor suhu NTC memberikan tahanan R_{NTC} sebesar 610-1190 Ω pada suhu berkisar antara 45-60 $^{\circ}$ C.

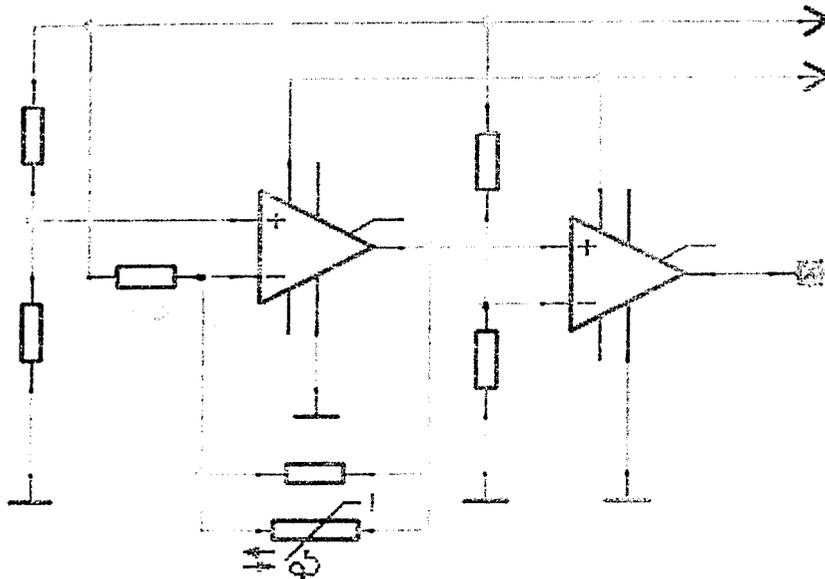


Gambar 8b. Kurva karakterisasi R-T dari sensor suhu NTC

Sementara pada gambar 8b terlihat bahwa diperlukan waktu kira-kira 16 detik dari kenaikan suhu 40 $^{\circ}$ C sampai ke suhu picu sebesar 60 $^{\circ}$ C. Hal ini disebabkan respon-time dari sensor suhu NTC yang cenderung agak lambat beroperasi di bawah suhu Curie (TC) nya yang berharga di atas 110 $^{\circ}$ C. Oleh sebab itu perlu diperhatikan penggunaan lapisan tahan panas yang melindungi modul dari kerusakan sementara sensor mendeteksi perubahan suhu sampai suhu picu. Alternatif penggunaan sensor lainnya ada sensor suhu PT-100 yang relatif mahal 20-30 kali dibandingkan sensor suhu NTC namun dengan respon waktu yang lebih singkat dan keluaran linear. Pada penelitian ini, untuk melindungi modul dari kerusakan akibat panas berlebihan dipergunakan gips sebagai pelindung sebelum modul rusak sama sekali.

IV.2. Perakitan Detektor Suhu NTC Konfigurasi Single

Pada bagian penelitian ini, sensor NTC yang telah dikarakterisasi kemudian dirakit mempergunakan suatu rangkaian pendeteksi yang disusun mempergunakan IC operasional amplifier, seperti diperlihatkan pada gambar 5 berikut. Rancangan rangkaian pengolah isyarat sensor NTC ini diperuntukkan untuk digabung dengan rangkaian modul ISM Band dari perusahaan Enocean yang telah dilengkapi dengan tegangan keluaran referensi.



Gambar 9. Rangkaian pengolah isyarat sensor suhu NTC

Pada bagian ini, sensor suhu NTC ditempatkan dalam suatu bagian umpan balik negatif dari IC1 sehingga perubahan tahanan dari NTC akibat suhu akan mempengaruhi faktor umpan balik IC1 dan faktor penguatan. Keluaran dari IC1 merupakan selisih dari pembagi tegangan R1 dan R2 serta R3 yang diberikan oleh tegangan referensi yang diperoleh dari modul pemancar EnOcean yaitu sebesar 2,05V. Keluaran ini akan diumpankan ke IC2 untuk diperkuat sebelum dibaca oleh modul pemancar. Sementara tegangan V_{out} dan V_{ref} diperoleh dari modul.

Oleh karena keterbatasan suplai daya untuk rangkaian pendeteksi merupakan faktor yang kritis maka untuk rangkaian pengolah isyarat mempergunakan komponen-komponen khusus tipe SMD (surface mounting device) yang memerlukan arus 1-10mA untuk pengaktifan rangkaian transmisi. Kemudian pemilihan sensor suhu NTC pada rangkaian ini mempergunakan sensor NTC tipe SMD dengan besar tahanan nominal pada suhu 25°C sebesar $470\text{K}\Omega$. Hal ini bertujuan agar penggunaan sensor suhu akan menghemat penggunaan arus yang bertujuan agar energi yang diperoleh dari sel surya dapat dimanfaatkan seefisien mungkin. Hasil pengukuran memberikan tegangan keluaran sebesar 0,2-2,0V yang kemudian dikirimkan ke rangkaian transmitter untuk dipancarkan.

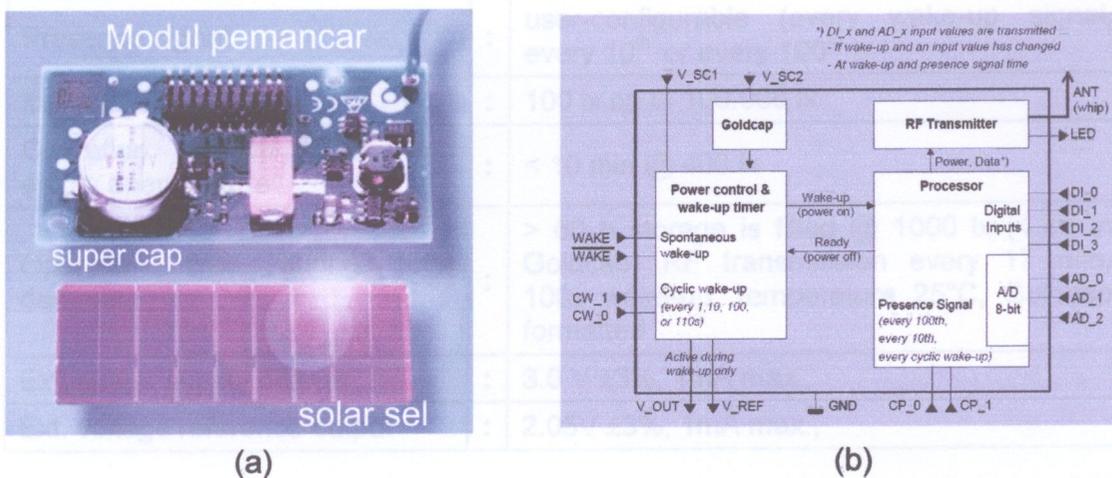
IV.3. Perancangan Modul Radio ISM Band ENOCEAN

IV.3.1. Modul Pemancar (TX) EnOcean ISM Band 868,3MHz

Pada bagian telah dilakukan pembuatan rangkaian pengiriman data dari rangkaian pendeteksi panas mempergunakan sensor suhu NTC-termistor dengan modul pemancar ISM Band STM 11x dan STM 11xC dari perusahaan EnOcean, Jerman. Kelebihan dari penggunaan modul EnOcean ini adalah

sangat hemat daya sehingga memungkinkan penggunaan sensor nirkabel yang bebas perawatan. Catu daya dari system diberikan oleh suatu solar sel. Disamping itu modul EnOcean mempunyai suatu integrated energy store yang memungkinkan pengoperasian untuk beberapa hari dalam kegelapan total.

Modul RF dari EnOcean ini terdiri atas 3 input 8-bit A/D converter dan 4 digital input yang dapat memfasilitasi penggunaan system detector multifungsi mempergunakan komponen sensing pasif seperti monitoring suhu, illuminasi, mengontrol jendela, keadaan pintu atau mengontrol tegangan atau arus input berturut-turut, gambar 10a dan b. Modul STM 11x ini bekerja pada frekuensi 868 MHz dan mempergunakan air interface protocol dari perusahaan EnOcean.



Gambar 10. a. Modul pemancar EnOcean dengan solar sel dan super capacitor, b. blok diagram rangkaian pemancar

Modul ini dapat beroperasi dengan baik pada suhu -25 sampai $+65^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban relative 0% to 95% r.h. Hal ini disebabkan karena parameter-parameter ini menjadi pertimbangan untuk mendeteksi perubahan suhu yang tinggi di atas suhu sekelilingnya serta faktor kelembaban di hutan tropis yang dapat mempengaruhi kemampuan rangkaian sensor dan pengirim data dalam memonitor adanya kebakaran hutan. Umur modul sangat tergantung pada suhu kapasitor super Goldcap yang dipakai sebagai penyimpan energy yang akan mengalami pengurangan dengan kenaikan suhu. Adapun spesifikasi modul pemancar yang dipergunakan diperlihatkan pada table 1 berikut ini.

Wakeup timer

Fungsi wakeup timer memberikan kemudahan untuk pengguna meniadakan pengaktifan dari processor untuk mengirim data informasi kebakaran, gambar 11. Jika tidak terdapat perubahan suhu mendadak akibat kebakaran hutan dan tidak terdapat perubahan pada input modul pemancar maka modul akan mengirim radio telegram menurut konfigurasi yang ditentukan yang menyatakan

Parameter	Nilai
Sumber power supply	: 2.2 - 5.0V (discrete optical cell)
Frequency / transmission power	: 868.3 MHz 10 mW max
Data rate / modulation type	: 125 kbps / ASK
Transmission range	: 300m free field, typ. 30m indoor
Module identifier	: individual 32-bit ID factory-programmed
EnOcean telegram type	: 4BS ("Four Byte Sensor")
Input channels	: 3 x analog inputs (8-bit resolution), 4 x digital inputs
Spontaneous wake-up	: differential external trigger signal, minimum wake interval 7ms
Cyclic wake-up	: User-configurable (every 1, 10, 100, or 110 s, tolerance $\pm 20\%$)
Presence signal	: user-configurable (every wake-up signal, every 10 th or every 100 th)
Illumination	: 100 lx up to 100.000 lx
Operation startup time with empty energy store	: < 10 min @ 400 lx
Operation time during total darkness	: > 60 h storage is filled @ 1000 lx (4.2V in Goldcap) RF transmission every 17 min, 100s wake-up, temperature 25°C, Goldcap formatted
Ext. power supply output	: 3.0 V $\pm 3\%$, 1mA max.,
Ext. voltage reference output	: 2.05V $\pm 3\%$, 1mA max.,

Tabel 1. Parameter modul transmitter EnOcean

Adapun bagian-bagian dari modul EnOcean yang dipergunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Power control

Bagian power control memonitor catu V_SC1 supply dan status pemuatan dari penyimpan energy. Kemudian juga akan mengontrol catu daya untuk wake-up timer, microprocessor, HF transmitter dan keluaran catu daya.

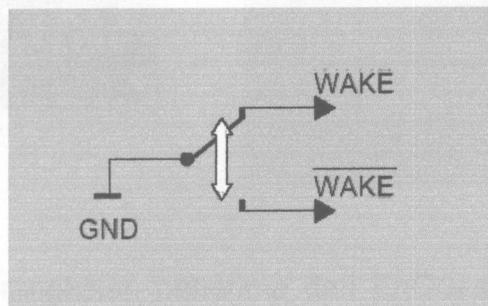
Power supply outputs

Tegangan catu daya dari module akan memberika dua catu yaitu V_OUT dan V_REF (stabilized reference voltage) yang akan dimanfaatkan untuk rangkaian eksternal dari modul.

Wake-up timer

Fungsi wake-up timer memberikan kemudahan untuk pengguna menset pengaktifan dari processor untuk mengirim data informasi kebakaran, gambar 11. Jika tidak terdapat perubahan suhu mendadak akibat kebakaran hutan dan tidak terdapat perubahan pada input modul pemancar maka modul akan mengirim radio telegram menurut konfigurasi yang tertentu yang menyatakan

bahwa modul pendeteksi masih tetap pada posisinya dan stand by untuk mendeteksi (sign of life). Periode sign of life dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Jika tidak terdapat informasi kenaikan suhu mendadak maka modul akan berada pada modus sleep untuk menghemat energy. Jika terjadi suatu perubahan suhu mendadak yang akan memicu perubahan pin status WAKE maka status onboard controller secara cepat akan mencek semua perubahan arus analog dan digital. Akibatnya sebuah radio telegram (input data, unique 32-bit sensor ID, checksum) dipancarkan ke stasiun penerima yang menandakan adanya kebakaran.



Gambar 11. Rangkaian eksternal WAKE pin

Processor

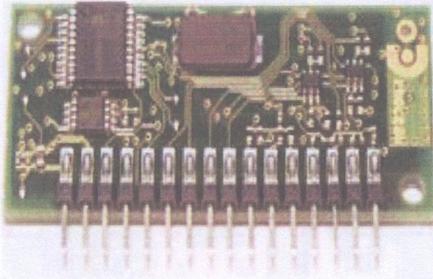
Bagian ini berfungsi untuk mengatur semua fungsi-fungsi setelah wake-up: pertama, semua nilai input pengukuran di akuisisi, setelah itu, transmisi sinyal RF dipicu jika satu atau lebih kondisi berikut terpenuhi: a) Satu dari nilai input telah berubah sejak transmisi radio terakhir (satu dari 4 digital inputs telah berubah atau satu dari 3 analog inputs telah berubah sama atau lebih dari nilai terdefinisi dari jangkauan pengukuran total atau b) Adanya waktu sinyal atau c) Kunci wake-up telah ditrigger via the WAKE pins. Setelah setiap transmisi RF maka semua nilai pengukuran akan disimpan untuk perbandingan data pada periode wake-up time berikutnya. Modul tipe STM11x/STM11xC adalah berbasis ASK (amplitude shift keying) modulation dengan suatu bit rate 125 kbit/s. Data pengiriman adalah 9600 baud, 1 start bit, 1 stop bit, LSB first. Inter byte time out adalah 50ms. Nilai default logic adalah 1(3V).

Modul yang telah dirakit kemudian ditempatkan dalam satu kotak tahan panas dan diberi cairan gips tahan api yang berfungsi untuk mempertahankan rangkaian sebelum benar-benar habis dimakan api. Modul ini telah bekerja dengan baik dan berkomunikasi searah dengan modul penerima Enocean.

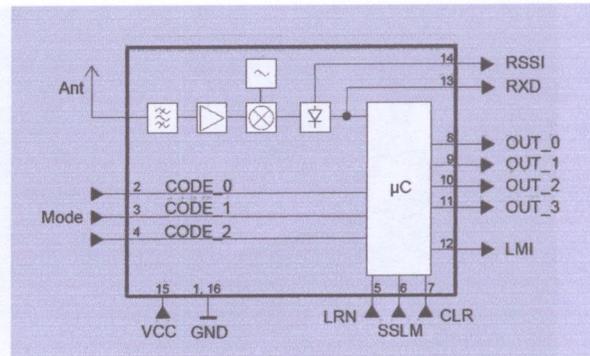
Tabel 2. Parameter modul receiver Enocean

IV.3.2. Pembuatan Modul Pemancar (TX) Enocean ISM Band 868,3MHz

Untuk menerima data yang dikirimkan oleh rangkaian pemancar modul Enocean STM11x maka dirakit modul penerima multifungsional RCM 110 untuk mengolah telegram yang dibangkitkan serta yang dikirimkan oleh EnOcean radio transmitters. Bentuk modul dan blok diagramnya diperlihatkan seperti pada gambar 12 berikut ini.



(a)



(b)

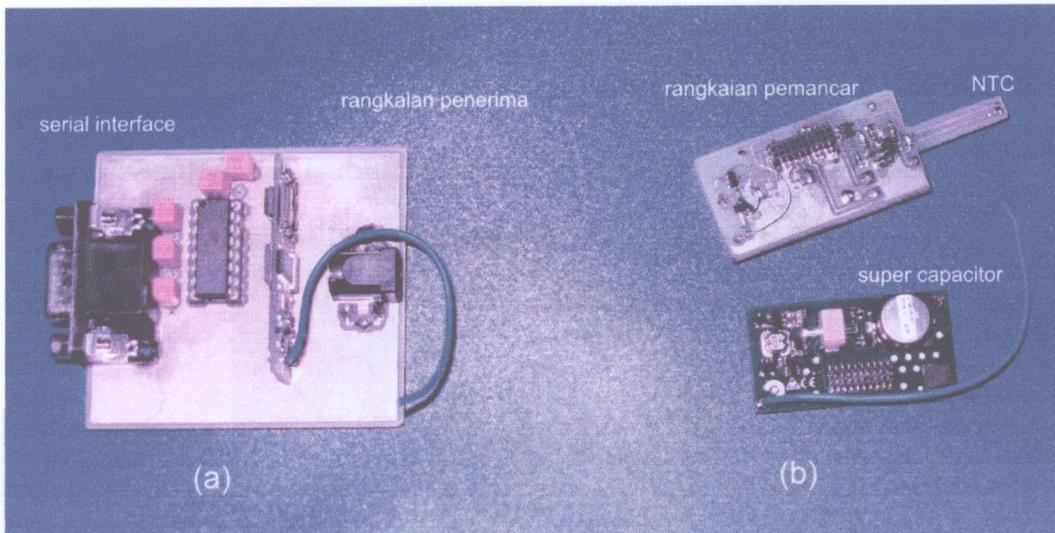
Gambar 12 Modul rangkaian penerima dari EnOcean (a) dan blok diagram modul tipe RCM 110 dan RCM 120

Data yang diperoleh dari modul penerima dari EnOcean RCM 110 ini diprogram mempergunakan bahasa Visual Basic menggunakan komunikasi serial dengan kecepatan transfer 9600 bps, 1 start bit, 1 stop bit sehingga interface ini memungkinkan realisasi suatu gateway untuk system control dan monitoring. Keluaran interface juga dapat dihubungkan dengan microcontroller berikutnya dan dapat secara mudah di program oleh pengguna. Spesifikasi dari penerima yang dipergunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada tabel 2 berikut.

Parameter	Nilai
Power Supply	: 5 V DC \pm 5 %
Current Input	: 29 mA max. (without output load)
Receive Frequency	: 868.3 MHz (stabilized by crystal PLL)
Sensitivity / Channel Bandwidth	: -95 dBm / 280 kHz
Number of RF transmitters learnable	: up to 30 EnOcean transmitters
Temperature	: -.25 up to +65 °C
Humidity	: 0 % to 95 % r.h.

Tabel 2. Parameter modul receiver EnOcean

Modul penerima Enocean ini dilengkapi dengan mikrokontroler untuk mengidentifikasi data dari masing-masing transmitter, dan hubungan dari penerima ke PC dilakukan melalui antar muka serial, gambar 13. Data yang dikirimkan oleh transmitter diterjemahkan dalam bentuk hidup mati lampu indicator pada modul penerima. Hasil ini akan diterjemahkan dalam bentuk GIS pada computer pada tahap berikutnya.



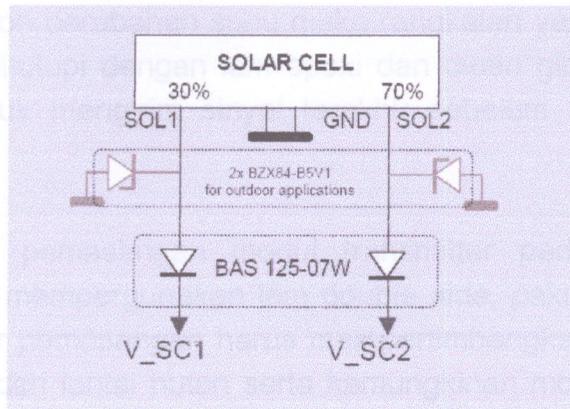
Gambar 13. Modul Enocean untuk mengirim data (a) penerima yang dilengkapi dengan koneksi serial ke komputer dan (b) modul pemancar dengan super kapasitor sebagai media energi modul selama pengoperasian

IV.3.3. Perakitan Sumber Energi Keseimbangan Solar Sel

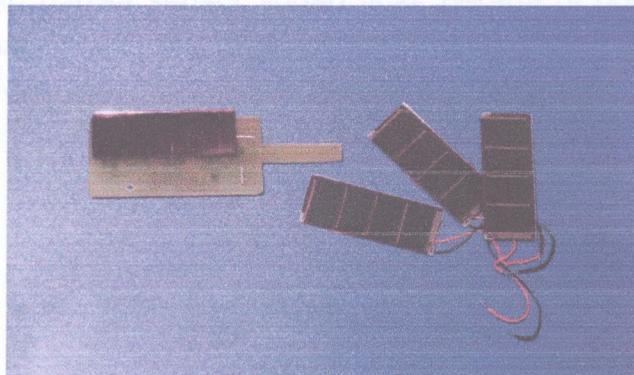
Modul pemancar STM110xx yang dipergunakan pada penelitian ini disuplai oleh solar sel yang telah dirancang khusus untuk penggunaan modul secara maksimum yang berukuran kecil. Daerah aktif solar sel dibagi menjadi dua bagian yang terpisah satu sama lain (1) V_SC1: Catu daya utama yang harus terhubung ke daerah aktif kecil dari solar sel atau sumber energy eksternal lainnya dan yang ke (2) V_SC2: merupakan input pengisian kapasitor Goldcap dan harus terhubung ke daerah aktif solar sel yang terbesar. Solar sel harus terhubung ke modul dalam rangkaian seri dengan mempergunakan Schottky Diodes tipe BAS 125. Pada gambar 14 dan 15 berikut diperlihatkan konfigurasi diode ganda yang dipergunakan dari tipe BAS 125-07 (SMD, parallel pair).

Gambar 16 Modul transmitter Enocean

Modul yang telah dirakit ditempatkan di dalam kotak tahan panas seperti diperlihatkan pada gambar 16. Untuk mempertahankan rangkaian tetap bekerja pada suhu tinggi dan memberikan waktu kepada sensor NTC serta

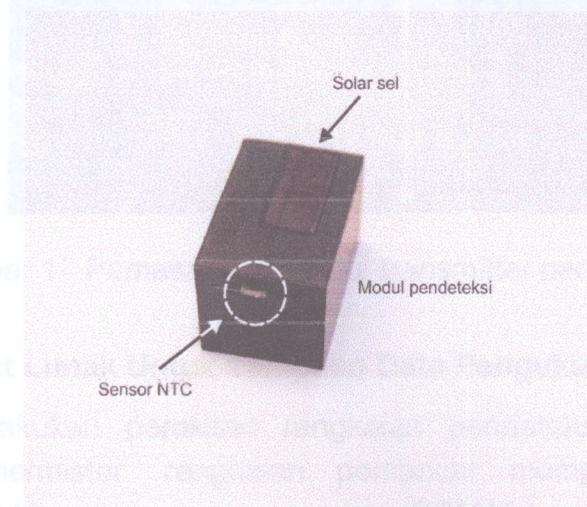


Gambar 14. Hubungan solar sel dengan diode pengaman



Gambar 15. Perakitan sumber energi kesetimbangan solar sel

Jumlah daya yang diberikan oleh sel surya mini ini relatif memadai untuk memberikan daya pada keseluruhan rangkaian. Pada kondisi gelap di lokasi pemantauan, pengisian gold cap (super kapasitor) selama 6 jam telah mampu untuk menghidupkan rangkaian dalam sleeping mode selama 2 hari.

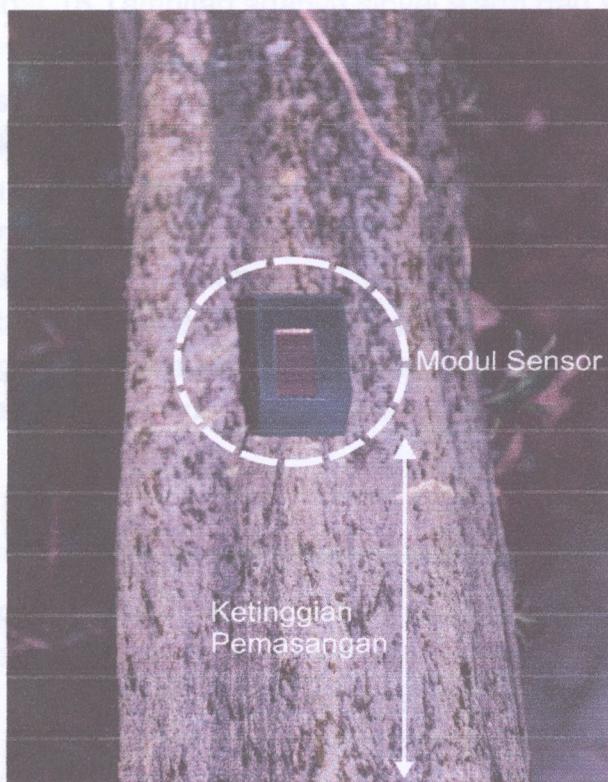


Gambar 16 Modul transmitter Enocean

Modul yang telah dirakit ditempatkan di dalam kotak tahan panas seperti diperlihatkan pada gambar 16. Untuk mempertahankan rangkaian tetap bekerja pada suhu tinggi dan memberikan waktu kepada sensor NTC serta

rangkain merespon perubahan suhu maka rangkaian yang berada di dalam rumahan plastik ditutupi dengan lem epoxi dan diberi gips sehingga sensor tetap mampu untuk mengirim sinyal terakhir sebelum modul benar-benar habis terbakar.

Sementara untuk pemasangan modul transmitter pada di hutan dapat dilakukan dengan mempergunakan lem double side, paku atau dengan cara gantungan. Namun pemasangan harus mempertimbangkan sumber api yang biasanya muncul dari lantai hutan serta kemungkinan modul hanyut oleh air atau dirusak oleh binatang liar. Untuk itu sensor dapat digabung dengan saklar mekanik yang dapat terlepas jika diusik dan akan memicu suatu alarm yang menandakan bahwa sensor sudah tidak berada di posisinya lagi oleh karena sesuatu hal.



Gambar 17 Pemasangan modul transmitter pada pohon

IV.3.4. Perangkat Lunak Untuk Tampilan Data Pengukuran

Setelah dilakukan perakitan rangkaian pendeteksi mempergunakan sensor NTC thermistor, rangkaian pemancar mempergunakan modul EnOcean STM 110xx dan modul penerima RCM110 maka dilakukan pada penelitian ini dikembangkan suatu perangkat lunak mempergunakan Delphi untuk menampilkan ada kebakaran ("fire") atau tidak ada kebakaran ("no fire"). Setelah perangkat lunak ini selesai diharapkan informasi dari sensor akan ditampilkan dalam informasi data fire pada layer computer.



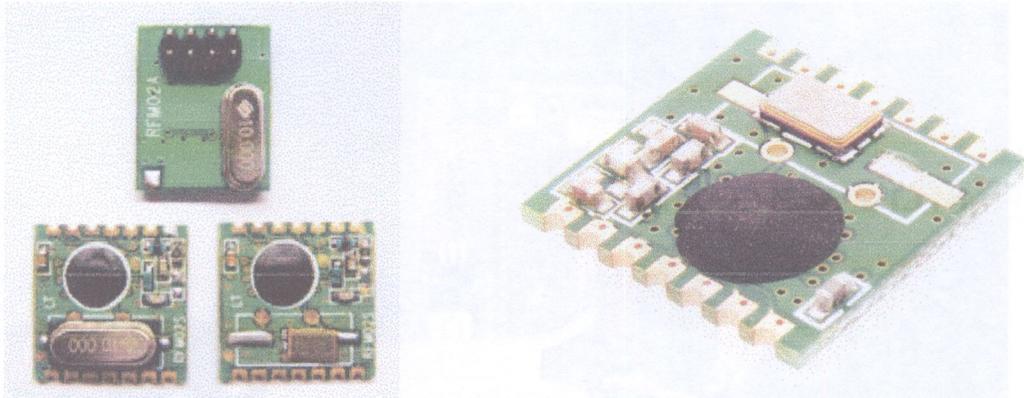
Gambar 18 Tampilan adanya sinyal alarm dari sensor

Tampilan sederhana ini akan memberikan informasi "NO FIRE" berwarna hijau jika modul penerima ENOCEAN tidak menerima sinyal alarm dari salah satu transmitter dan "FIRE" berwarna merah jika sensor mendeteksi adanya perubahan suhu yang sangat signifikan diatas suhu ambang dan mengirimkan informasi ini dalam bentuk pulsa alarm. Untuk pengembangan tahun ke dua, masing-masing sensor akan memberikan ID tersendiri sehingga diperlukan algoritma yang lebih detil sehingga penerima bisa membedakan mana modul yang sedang aktif, serta hasil ditampilkan mempergunakan GIS.

IV.4. Modul Pemancar dan Penerima ISM Band HOPE

Untuk memperoleh hasil terbaik dalam pancaran maka pada penelitian ini paralel dikembangkan juga pembuatan sistem pengiriman data mempergunakan modul transmitter dan receiver dari perusahaan lain yaitu dari perusahaan HOPE. Modul ini merupakan bekerja dengan ISM band dengan unique PLL dan zero IF design, bekerja dengan FSK modulated signal 433 MHZ bands, sesuai dengan FCC, ETSI regulation.

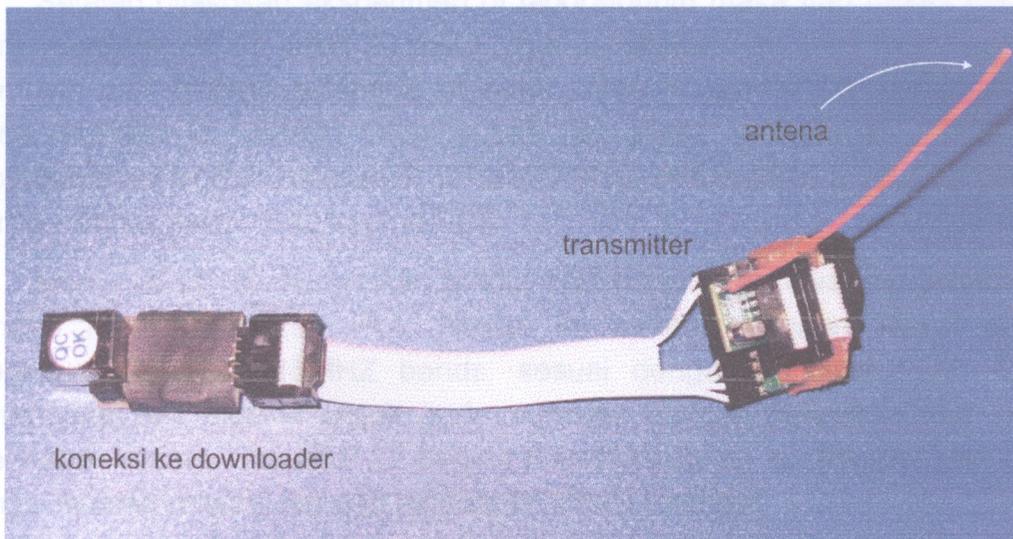
Untuk antar muka SPI interface dipergunakan untuk berkomunikasi dengan microcontroller untuk parameter setting. RFM01 bekerja dengan module pemancar RFM02. Pada frekuensi 433MHz, kedua modul dapat bekerja pada jarak 300m di udara bebas, lihat gambar 19.



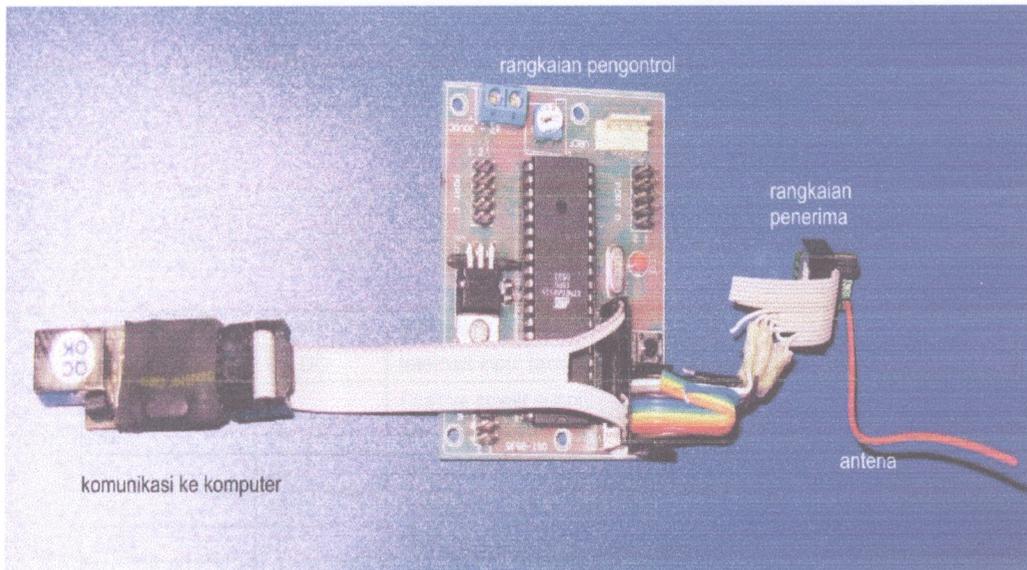
Gambar 19. Modul pemancar (a) dari perusahaan HOPE bekerja pada ISM Band 433MHz dan (b) modul

Disamping harga yang relative murah, modul ini memerlukan daya yang rendah sebesar $<0.5\text{mA}$ averaged current consumption, 10MHz crystal for PLL timing, mempunyai pewaktuan wakeup, deteksi konsumsi baterai dan penyimpanan kapasitor yang terprogram, 2.2V - 5.4V power supply, konsumsi daya rendah serta kemampuan stand by dengan arus kurang dari $0.3\mu\text{A}$.

Untuk pengontrolan modul pemancar dipergunakan mikrokontroler dari keluarga Atmel 8535 yang berfungsi untuk mengendalikan waktu pancaran, input dari sensor, sleep time serta fungsi ID untuk masing-masing modul pendeteksi. Hal ini bertujuan agar pada saat operasi, penerima akan mengetahui posisi sensor yang mendeteksi kebakaran hutan berdasarkan ID yang telah terprogram pada masing-masing sensor.



Gambar 20. Modul transmitter HOPE dengan koneksi ke downloader untuk upload program ke mikrokontroler

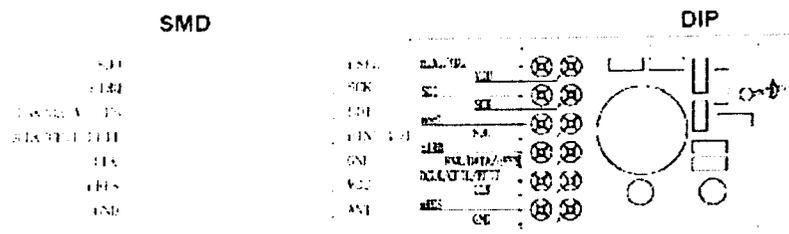


Gambar 21. Rangkaian penerima dengan mikrokontroler dengan komunikasi ke komputer

Seperti diperlihatkan pada gambar 20 dan 21, masing-masing modul pada tingkat eksperimen memerlukan rangkaian eksternal untuk mengaktifkan modul pemancar dan penerima. Pada penerima, modul HOPE dihubungkan mempergunakan rangkaian pengontrol yang juga berfungsi sebagai antar muka untuk komunikasi serial ke komputer dimana hasil penerimaan dapat ditampilkan melalui layar komputer dalam bit "0" atau bit "1" yang menyatakan api atau tidak ada api.

Setelah dilakukan eksperimen di laboratorium maka tiap modul mampu berkomunikasi dalam jarak 30 meter. Hal ini disebabkan oleh factor antena, pantulan dari dinding sehingga menjadi problem sendiri jika dimanfaatkan pada aplikasi di hutan. Oleh sebab itu pada eksperimen berikutnya dipergunakan modul transceiver RFM12B yang merupakan modul pemancar dan penerima dalam satu keping PCB.

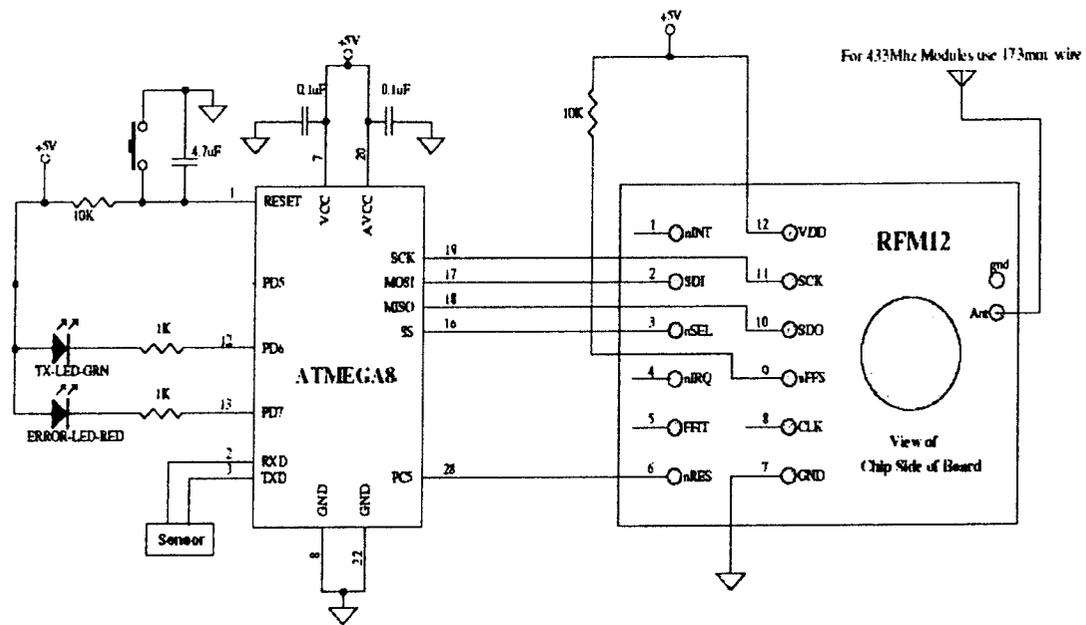
Modul RFM12B merupakan modul ISM band transceiver yang berbiaya rendah mempergunakan PLL. Modul ini bekerja dengan sinyal dalam jangkauan 433/868/915MHZ bands, sesuai dengan regulasi FCC, ETSI. Antarmuka SPI dipakai untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler untuk menset parameter. Gambar 22 berikut memperlihatkan konfigurasi kaki serta fungsi masing-masing pin dari module RFM12B tersebut.



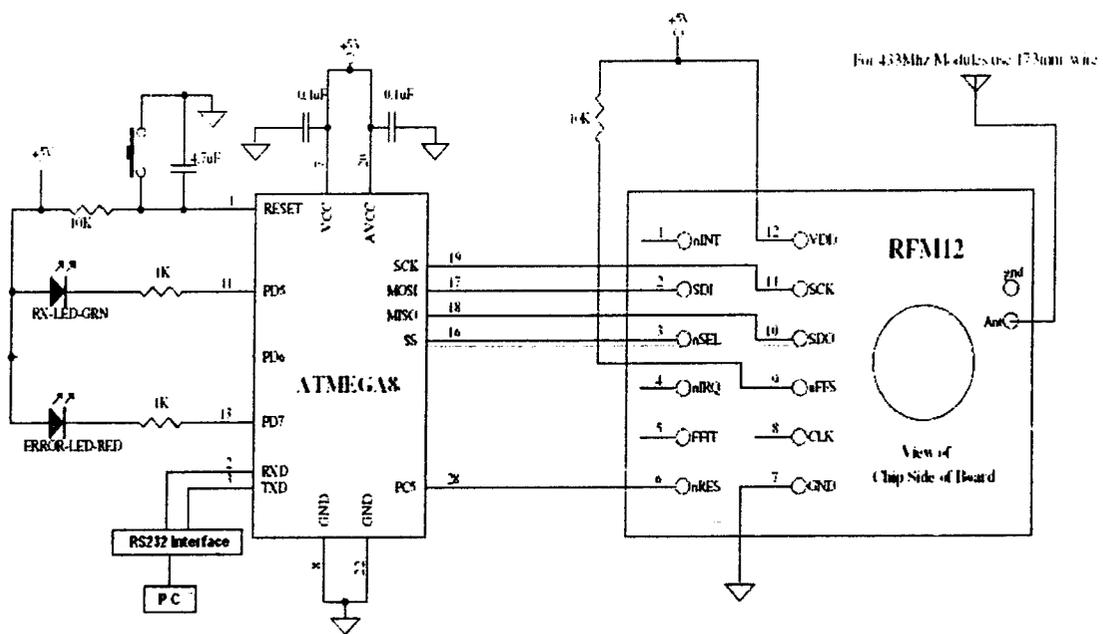
definition	Type	Function
INTA/DI	DI/DO	Interrupt input (active low)/Valid data indicator
VDD	S	Positive power supply
SCK	DI	SPI clock input
CS	DI	Chip select (active low)
SDO	DO	Serial data output (with bus hold)
nRO	DO	Interrupts request output (active low)
FSK/DATA/nFFS	DI/DO/DI	Transmit FSK data input/ Received data output (FIFO not used)/ FIFO select
BCLK/CF_LIFT	DO/AIO/DO	Clock output (no FIFO) / external filter capacitance and mode/ FIFO Interrupts(active high)/when FIFO level set to 1, FIFO empty interruption can be achieved
CLK	DO	Clock output for external microcontroller
nRES	DIO	Reset output (active low)
GND	S	Power ground

Gambar 22. Definisi pin dari module RFM12B

Seperti halnya module Enocean, untuk pengiriman data diperlukan satu set pemancar dan penerima. Untuk module Hope, RFM12B dapat diseting sebagai modul pemancar dan penerima. Sebagai module pemancar, RFM12B menerima sinyal yang akan dipancarkan dari sensor suhu NTC yang membentuk pembagi tegangan seperti dijelaskan pada bab II. Tegangan yang masuk akan diumpankan ke masukan mikrokontroler dari tipe ATMEGA8 seperti diperlihatkan pada gambar 23a dan b berikut.



(a) Rangkaian Pemancar

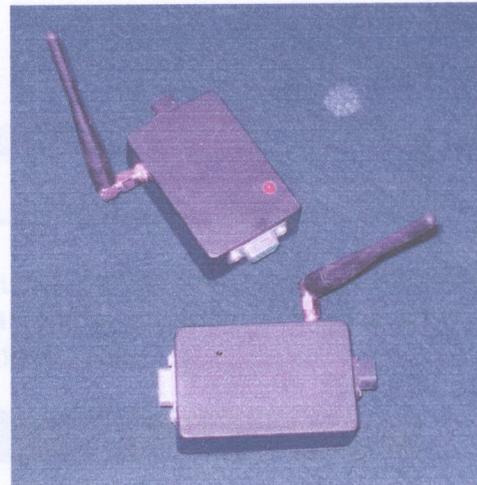


(b) Rangkaian Receiver

Gambar 23. Rangkaian lengkap Transmit dan Receive modul RFM12

Adapun cara kerja rangkaian adalah bila sensor suhu NTC mendeteksi adanya panas yang berlebihan (suhu referensi telah ditentukan) maka pin 2 atau 3 terdapat tegangan (logika 1) pada IC microcontroller ATMEGA8. Logika 1 ini akan mentrigger ATMEGA8 untuk memerintahkan pengiriman sinyal pemberitahuan adanya panas yang berlebihan pada sensor, selanjutnya melalui

modul RFM12 sinyal ini dipancarkan. Untuk mengetahui dari mana sinyal ini dikirim, IC ATMEGA8 juga mengirim tanda pengenalnya (01 untuk IC ATMEGA8 pertama (sensor 1), 02 untuk IC ATMEGA8 kedua (sensor 2), 03 untuk IC ATMEGA8 ketiga). Setiap 30 detik seluruh IC ATMEGA8 akan mengirim sinyal pemberitahuan ke pusat penerimaan, bila dalam jangka waktu tersebut tidak ada sinyal pemberitahuan ke pusat penerimaan (receiver) maka dianggap sensor dari daerah yang dideteksi tidak aktif, maka receiver memberi sinyal ke PC melalui RS232 interface dan menampilkan dilayar komputer bahwa sensor yang bersangkutan tidak aktif.



Gambar 24. a. Module RFM12 yang telah selesai dirakit dan dicoba dan b. rangkaian lengkap modul RFM12 di dalam ruangan.

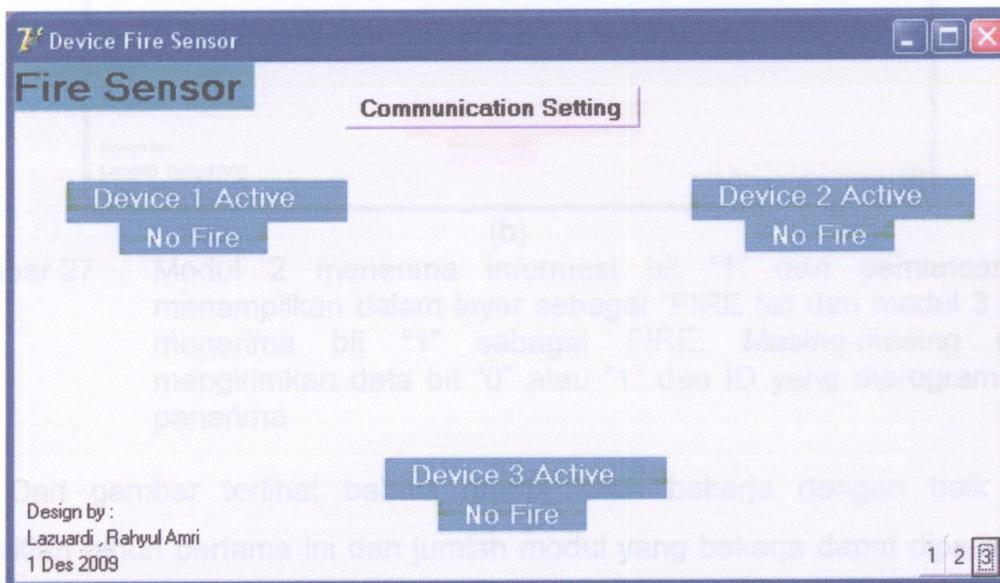
Rangkaian RFM12B yang telah jadi sebagai pemancar dan penerima diperlihatkan pada gambar 24 a dan b yang telah berada dalam ruangan. Data yang diperoleh pada receiver kemudian diolah untuk kemudian ditampilkan. Pada saat ini sedang dikembangkan algoritma yang akan disuntikkan ke dalam mikroprosesor sehingga module akan bersifat menerima dan memancarkan kembali (relay) sinyal yang diperoleh dari module yang berdekatan menuju ke arah stasiun penerima. Hal ini bertujuan untuk memperluas jarak jangkauan dari masing-masing module yang terbatas.

Pada penelitian ini dikembangkan modul penjejak panas dengan mempergunakan sensor suhu NTC dan juga mempergunakan varian sensor suhu lainnya seperti LM35 yang berharga murah. Sebagai prototype rangkaian telah dibuat 8 modul penjejak panas yang dapat saling dipertukarkan. Untuk rangkaian penerima telah dirakit sebanyak 2 unit. Dalam eksperimen untuk menentukan titik api, masing-masing modul diprogram melalui mikrokontroler untuk memiliki ID masing-masing. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi saling koinidensi antara data yang ada ketika beberapa modul mendeteksi titik api dan sebagai informasi bagi penerima untuk menentukan modul mana yang sedang aktif menerima informasi. Untuk itu, informasi dipancarkan modul pemancar dan

diterima oleh modul penerima akan diteruskan ke computer melalui antar muka serial untuk ditampilkan di layar display. Tampilan dari 3 modul pendeteksi diperlihatkan pada gambar 25-28 berikut dengan beberapa posisi deteksi.

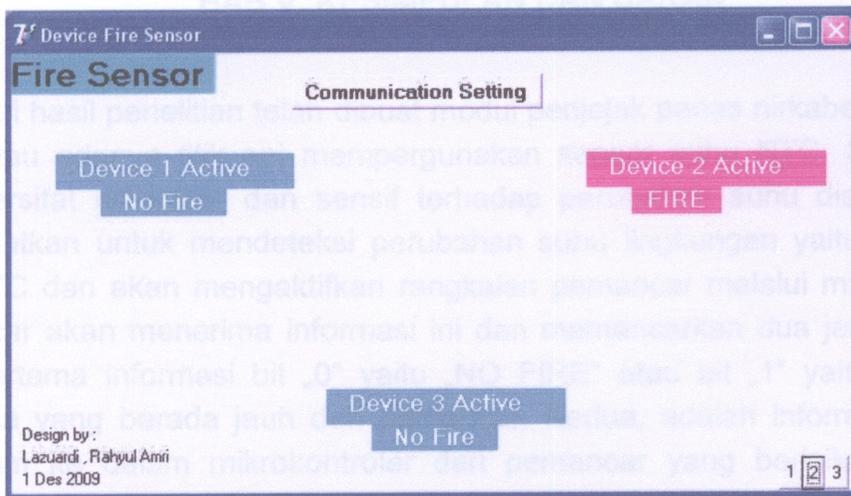


Gambar 25 Tampilan sensor kebakaran hutan dalam kondisi initial. Setting pengunduhan data diperlihatkan pada kotak ikon di sebelah kiri, Ketiga sensor dalam keadaan tidak aktif.

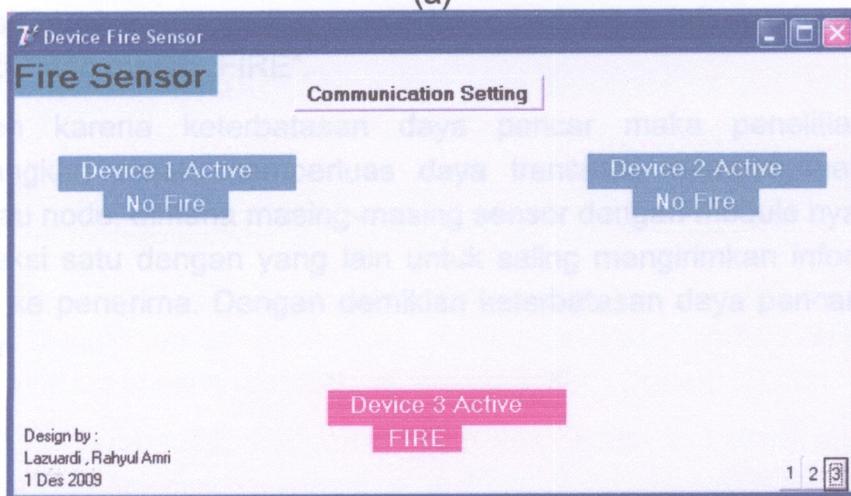


Gambar 26 Ketiga modul sensor diperlihatkan siap untuk menerima informasi dari masing-masing modul. Warna hijau menyatakan "No Fire" atau tidak ada modul transmitter yang mendeteksi api.

Seperti diperlihatkan pada gambar 25 dan 26, sensor berada dalam keadaan stand by menerima adanya informasi bit "0" = NO FIRE dan bit "1" = FIRE. Informasi ini dikirim oleh modul 1, 2 dan modul 3 yang akan diterima oleh modul penerima. Kemudian ditampilkan di layar seperti pada gambar 27a dan b.



(a)



(b)

Gambar 27 Modul 2 menerima informasi bit "1" dari pemancar dan menampilkan dalam layar sebagai "FIRE (a) dan modul 3 aktive menerima bit "1" sebagai FIRE. Masing-masing modul mengirimkan data bit "0" atau "1" dan ID yang diprogram pada penerima

Dari gambar terlihat bahwa modul telah bekerja dengan baik pada penelitian tahun pertama ini dan jumlah modul yang bekerja dapat diperbanyak jumlahnya sesuai kebutuhan (extendable). Namun pada bagian ini, pengiriman data hanya bersifat per modul dalam artian masing-masing modul mengirimkan informasi kebakaran langsung ke penerima tanpa berinteraksi dengan modul disekelilingnya. Untuk itu pada pengembangan berikutnya akan dikembangkan system pengiriman data mempergunakan matrik mesh/node sehingga factor keterbatasan daya pancar dapat dieliminir.