

**Sistem Peringatan Dini Kebakaran pada Hutan
Bertenaga Panel Surya**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik**



20 Juni '24

TDE RUTIKOO

Oleh:

Tosan Aji Bayusuta

1800022010

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN MAJU SIDANG TUGAS AKHIR

Skripsi

**“SISTEM PERINGATAN DINI KEBAKARAN PADA HUTAN
BERTENAGA PANEL SURYA”**

yang diajukan oleh

Tosan Aji Bayusuta
1800022010

Kepada
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan

telah disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing


Prof. Ir. Tole Sutikno, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

10 Mei 2024

NIPM. 19750612 200110 111 0896123

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Tosan Aji Bayusuta

1800022010

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada 10 Mei 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing : Prof. Ir. Tole Sutikno, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN. Eng.

Penguji : 1. Ir. Son Ali Akbar, S.T., M.Eng.

2. Arsyad Cahya Subrata, S.T., M.T.

Dekan

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan



Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.

NIPM. 19660812 199601 011 0784324

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tosan Aji Bayusuta
NIM : 1800022010
Email : tosan1800022010@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri Program Studi Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem Peringatan Dini Kebakaran pada Hutan Bertenaga Panel Surya

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 10 Mei 2024



Tosan Aji Bayusuta
1800022010

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tosan Aji Bayusuta
NIM : 1800022010
Email : tosan1800022010@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri Program Studi Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem Peringatan Dini Kebakaran pada Hutan Bertenaga Panel Surya

Dengan ini saya menyerahkan “hak” sepenuhnya kepada perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir sebagai berikut (beri tanda kotak).

- Saya mengizinkan Karya saya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repository perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 10 Mei 2024


Tosan Aji Bayusuta

1800022010

Mengetahui
Pembimbing


Prof. Ir. Tole Sutikno, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN. Eng.

NIPM. 19750612 200110 111 0896123

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tosan Aji Bayusuta
NIM : 1800022010
Email : tosan1800022010@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri Program Studi Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem Peringatan Dini Kebakaran pada Hutan Bertenaga Panel Surya

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi/tugas akhir yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri; bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi/tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 10 Mei 2024
Yang membuat pernyataan,



10000
TOL. 10
METERAI
TEMPEL
9BBALX038624601
Tosan Aji Bayusuta
1800022010

MOTTO

“Ketahuilah bahwa kesabaran bersama kemenangan, kesempitan bersama kelapangan, dan kesulitan bersama kemudahan.”

(Nabi Muhammad S.A.W)

“Terkadang Allah seakan menunda apa yang kita inginkan, bukan karena membiarkan kita tidak dapat mendapatkannya. Tetapi Allah ingin memberikan nikmat secara sempurna.”

(Ustadz Dr. Adi Hidayat, Lc., M.A.)

- Victor sis, tacitus, cogitent te victo -

“Jadilah pemenang dalam diam, biarkan mereka mengira bahwa kamulah yang kalah.”

- Fortis Fortuna Adiuvat -

“Keberuntungan berpihak pada yang berani.”

(Terence: 151 SM, Phormio)

“Tuhan jika nanti aku berhasil di puncak itu, tolong ingatkan hamba-Mu ini untuk selalu rendah hati.”

(Tosan Aji Bayusuta)

=====

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Diri sendiri Tosan Aji Bayusuta sebagai penyelesaian atas pilihan yang sudah dibuat untuk masuk ke jurusan Teknik Elektro secara sadar dan berakal.
2. Bapak Rudyanto Suryadi, Ibu Lisdawaty, serta Kakak Galih Randu Jabo Jogjantara yang selalu mendukung dan memberikan cinta, waktu, materi, doa yang tulus, serta tenaga yang telah diberikan.
3. Teman-teman Teknik Elektro, khususnya Rizki Fernando, M. Ulud Risaldi, Fajar Nur Falaah, Qolil Ariansyah, Riski Pribadi, Tim Robotik R-SCUAD 2019 - 2021 dan Muhammad Annas selaku kakak tingkat Teknik Elektro 2016.
4. Teman-teman dan kawan-kawan lama GOODNESS COMRADE yang selalu memberikan support dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “**Sistem Peringatan Dini Kebakaran Pada Hutan Bertenaga Panel Surya**” ini dengan sebaik - baiknya. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam* sebagai suri tauladan yang baik bagi seluruh umat manusia.

Skripsi ini merupakan tanggung jawab keilmuan untuk mendapatkan gelar akademik strata 1 (S1) jurusan Teknik Elektro di kampus Universitas Ahmad Dahlan. Selain itu skripsi ini adalah merupakan pembuktian terhadap pilihan yang telah ditentukan oleh penulis sendiri untuk mengambil jurusan Teknik Elektro. Ini merupakan persembahan untuk kedua orang tua yang telah mengeluarkan tenaga dan biaya untuk melanjutkan pendidikan penulis hingga bisa sampai pada tahap ini. Semoga pencapaian yang didapatkan oleh penulis bisa menjadi nilai kebahagiaan untuk kedua orang tua yang sangat penulis sayangi.

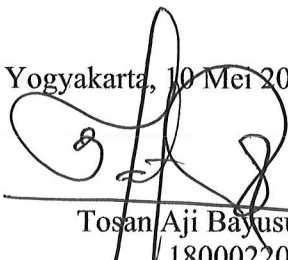
Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan berbagai jenis dukungan kepada penulis, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan penulis Nikmat dan Karunia-Nya tidak terhingga hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak (Rudyanto Suryadi) dan Ibu (Lisdawaty) serta saudara Kakak (Galih Randu Jabo Jogjantara) yang dalam tiap sujudnya selalu melangitkan doa dan dukungan untuk mempermudah penulis dalam menyelesaikan studi ini.
3. Bapak Prof. Dr. H. Muchlas, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.
5. Bapak Prof. Ir. Tole Sutikno, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN. Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dalam pengerjaan tugas akhir saya.
6. Bapak Prof. Drs. Ir. Abdul Fadlil, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya dari awal masuk mahasiswa baru hingga mencapai titik menjadi mahasiswa akhir.
7. Hendril Satrian Purnama, S.T dan seluruh tim ESPERG yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih telah meluangkan sebagian waktu dan pikirannya untuk memberikan berbagai masukan ataupun saran untuk tugas akhir saya.
8. Segenap seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan, yang telah membagikan ilmunya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro UAD Angkatan 2016 hingga 2019 yang selama ini telah memberikan memori perjalanan hidup kuliah yang berkesan bagi penulis.
10. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari Tugas Akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan, sehingga skripsi ini lebih baik ke depannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 10 Mei 2024



Tosan Aji Bayusuta
1800022010

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN MAJU SIDANG TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	7
1.5 Tujuan Penelitian	8
1.6 Manfaat Penelitian	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Kajian Penelitian Terlebih Dahulu	10
2.2 Landasan Teori	32
2.2.1 Kebakaran Hutan.....	32
2.2.2 <i>Wireless Sensor Network</i> (WSN)	33
2.2.3 Internet of Things	36
2.2.4 Daya Listrik.....	37
2.2.5 Kalibrasi Sensor dan Perhitungan <i>Error</i>	39
2.2.6 <i>Software</i> Digi XCTU	40
2.2.7 Arduino Uno	41
2.2.8 NodeMCU ESP8266	43

2.2.9	XBee S2C Module	45
2.2.10	XBee Shield V03	46
2.2.11	Sensor Flame 5 Channel.....	47
2.2.12	Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT-22)	48
2.2.13	Sensor Gas (MQ-7)	49
2.2.14	LCD I2C 20x4.....	51
2.2.15	<i>Real Time Clock</i> (RTC DS3231)	51
2.2.16	Panel Surya	53
2.2.17	<i>Solar Charger Controller</i> (SCC)	54
2.2.18	Baterai Aki	55
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		57
3.1	Objek Penelitian	57
3.2	Alat dan Bahan	57
3.3	Perancangan Sistem.....	58
3.4	Perancangan Perangkat dan Konfigurasi Sistem	62
3.4.1	Diagram Blok Sistem	62
3.4.2	Perancangan <i>Hardware Node Sensor</i>	63
3.4.3	Perancangan <i>Hardware Node Gateway</i>	65
3.5	Perancangan Perangkat Lunak	67
3.5.1	Perancangan Pemrograman <i>Node</i> Mikrokontroler.....	69
3.5.2	Perancangan Konfigurasi Komunikasi RF XBee.....	71
3.5.3	Perancangan Sistem Antarmuka pada <i>Platform Thinger.io</i>	77
3.6	Hasil Implementasi Sistem	80
3.7	Skenario Proses Pengambilan Data	83
3.8	Pengujian Sistem	83
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		85
4.1	Pengujian Perangkat Keras.....	85
4.1.1	Pengujian Konsumsi Daya Panel Surya	85
4.1.2	Pengujian Modul RF XBee	88
4.1.3	Pengujian Flame Sensor 5 Channel.....	93
4.1.4	Pengujian Sensor DHT-22	96
4.1.5	Pengujian Sensor MQ-7	99
4.2	Pengujian Perangkat Lunak.....	100

4.2.1	Pengujian <i>Output</i> Data Serial Monitor.....	100
4.2.2	Pengujian Koneksi Sistem Thinger.io.....	101
4.3	Pengujian Sistem secara Keseluruhan	102
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		104
5.1	Kesimpulan.....	104
5.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA		107
LAMPIRAN.....		111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi kebakaran hutan	33
Gambar 2. 2 Arsitektur Wireless Sensor Network (WSN).....	34
Gambar 2. 3 Konsep dan cara kerja IoT	37
Gambar 2. 4 <i>Thermometer Gun</i>	39
Gambar 2. 5 <i>Software XCTU</i>	41
Gambar 2. 6 Arduino Uno	42
Gambar 2. 7 NodeMCU ESP8266.....	44
Gambar 2. 8 XBee S2C module	45
Gambar 2. 9 XBee Shield V03	47
Gambar 2. 10 Sensor flame 5 channel.....	48
Gambar 2. 11 Sensor DHT-22.....	49
Gambar 2. 12 Sensor MQ-7.....	50
Gambar 2. 13 LCD 20x4	51
Gambar 2. 14 RTC DS3231	52
Gambar 2. 15 Panel Surya 10 WP	53
Gambar 2. 16 Solar Charger Controller (SCC)	54
Gambar 2. 17 Baterai (Aki)	56
Gambar 3. 1 Perancangan Sistem	59
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem.....	62
Gambar 3. 3 Rangkaian skematik pada <i>Node Sensor (router 1 dan router 2)</i>	64
Gambar 3. 4 Rangkaian skematik pada <i>Node Gateway</i>	66
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> cara kerja sistem.....	68

Gambar 3. 6 Tampilan <i>parsing data</i>	70
Gambar 3. 7 Tampilan PAN ID & JV Channel Verification.....	72
Gambar 3. 8 Tampilan AP API Enable	72
Gambar 3. 9 Tampilan NI Node Identifier	73
Gambar 3. 10 Tampilan PAN ID & JV Channel Verification.....	73
Gambar 3. 11 Tampilan AP API Enable	74
Gambar 3. 12 Tampilan NI Node Identifier	74
Gambar 3. 13 Tampilan PAN ID & CE Coordinator Enable	75
Gambar 3. 14 Tampilan AP API Enable	75
Gambar 3. 15 Tampilan DL Destination Address Low.....	76
Gambar 3. 16 Tampilan NI Node Identifier	76
Gambar 3. 17 Tampilan halaman registrasi.....	78
Gambar 3. 18 Tampilan halaman login	78
Gambar 3. 19 Tampilan halaman pendaftaran devices.....	79
Gambar 3. 20 Tampilan dashboard website thinger.io.....	80
Gambar 3. 21 Tampilan board sistem node sensor 1(router 1) dan node sensor 2 (router 2).....	81
Gambar 3. 22 Tampilan hardware sistem node sensor 1(router 1) dan node sensor 2 (router 2).....	81
Gambar 3. 23 Tampilan board sistem node gateway.....	82
Gambar 3. 24 Tampilan <i>hardware</i> sistem <i>node gateway</i>	82
Gambar 4. 1 Pengukuran tegangan pada panel surya.....	87
Gambar 4. 2 Pengukuran arus pada rangkaian sub-sistem <i>node sensor</i>	87

Gambar 4. 3 Pengujian pengiriman komunikasi data XBee saat kondisi LOS ...	92
Gambar 4. 4 Pengujian pengiriman komunikasi data XBee saat kondisi NLOS	92
Gambar 4. 5 Tampilan pengambilan data sensor api 5 channel saat di dalam ruangan.....	95
Gambar 4. 6 Tampilan pengambilan data sensor api 5 channel saat di luar ruangan.....	95
Gambar 4. 7 Grafik pembacaan sensor DHT-22 dan Thermometer gun.....	97
Gambar 4. 8 Tampilan pengujian sensor DHT 22 dengan <i>thermometer gun</i>	98
Gambar 4. 9 Tampilan pengujian <i>output</i> data di serial monitor	100
Gambar 4. 10 Tampilan status terkoneksi (<i>online</i>) di Thinger.io.....	101
Gambar 4. 11 Tampilan <i>output</i> data di <i>dashboard</i> Thinger.io	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu	21
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno	43
Tabel 2. 3 Konfigurasi RTC DS3231	52
Tabel 3. 1 Kebutuhan alat dalam bentuk <i>software</i>	57
Tabel 3. 2 Kebutuhan alat dalam bentuk <i>hardware</i>	58
Tabel 3. 3 Penggunaan pin mikrokontroler dan komponen	65
Tabel 3. 4 Penggunaan pin NodeMCU ESP8266 dan komponen	67
Tabel 3. 5 Nilai penentuan parameter kondisi.....	69
Tabel 3. 6 Format data karakter pemisah pada parsing data	70
Tabel 4. 1 Pengujian Konsumsi Daya	86
Tabel 4. 2 Pengujian pengiriman XBee saat kondisi LOS pada <i>Node Router 1</i> ..	89
Tabel 4. 3 Pengujian pengiriman XBee saat kondisi LOS pada <i>Node Router 2</i> ..	89
Tabel 4. 4 Pengujian pengiriman XBee saat kondisi NLOS pada <i>Node Router 1</i>	90
Tabel 4. 5 Pengujian pengiriman XBee saat kondisi NLOS pada <i>Node Router 2</i>	90
Tabel 4. 6 Pengujian sensor flame 5 channel dengan jarak saat dalam ruangan..	94
Tabel 4. 7 Pengujian sensor flame 5 channel dengan jarak saat luar ruangan	94
Tabel 4. 8 Pengujian sensor DHT-22	96
Tabel 4. 9 Hasil pembacaan data nilai sensor asap MQ-7.....	99

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia menjadi perhatian utama pemerintah saat memasuki musim kemarau setiap tahunnya. Untuk mengatasi masalah ini, pengembangan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT) dengan panel surya sebagai sumber daya listrik menjadi solusi efektif. Penelitian ini menggabungkan Arduino UNO dan ESP8266 NodeMCU dengan node sensor yang terdiri dari sensor asap, sensor api, suhu, dan kelembapan serta panel surya.

Node-node ini ditempatkan pada titik rawan kebakaran di hutan dan menggunakan RF XBee S2C, Arduino Uno, dan ketiga sensor untuk mengirim data ke node gateway. Node gateway menggunakan modul RF XBee-PRO S2C, ESP8266 NodeMCU, RTC DS3231, dan LCD 20x4.

Data diterima akan diolah oleh ESP8266 NodeMCU dan dikirimkan ke database Thinger.io untuk tampilan laporan *real-time* pada komputer dan LCD 20x4. Hasil pengujian sistem yang dikembangkan menunjukkan bahwa sistem tersebut dapat menampilkan dan mengirimkan data secara waktu nyata ke *platform* Thinger.io melalui koneksi internet. Selain itu, informasi juga ditampilkan di layar fisik LCD I2C 20x4 pada base station. Sistem peringatan dini kebakaran hutan dengan panel surya berfungsi baik dan hasil pengujian menunjukkan kemampuan deteksi yang baik. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dicari solusi mengatasi pengaruh cahaya matahari pada sensor flame 5 channel agar pengukuran lebih akurat.

Kata Kunci: Kebakaran Hutan, Wireless Sensor Network, Internet of Things

Solar Panel Powered Forest Fire Early Warning System

ABSTRACT

Forest and land fires in Indonesia become the government's main concern when entering the dry season every year. To overcome this problem, the development of Wireless Sensor Network (WSN) and Internet of Things (IoT) technology with solar panels as a power source is an effective solution. This research combines Arduino UNO and ESP8266 NodeMCU with sensor nodes consisting of smoke, fire, temperature, and humidity sensors and solar panels.

These nodes are placed at fire-prone points in the forest and use XBee S2C RF, Arduino Uno, and the three sensors to send data to the gateway node. The gateway node uses the XBee-PRO S2C RF module, ESP8266 NodeMCU, DS3231 RTC, and 20x4 LCD. The received data will be processed by ESP8266 NodeMCU and sent to Thingier.io database for real-time report display on computer and 20x4 LCD.

The test results of the developed system show that the system can display and transmit data in real time to the Thingier.io platform via an internet connection. In addition, the information is also displayed on the physical screen of the 20x4 I2C LCD on the base station. The forest fire early warning system with solar panels works well and the test results show good detection capabilities. For future research, it is necessary to find a solution to overcome the influence of sunlight on the 5-channel flame sensor so that measurements are more accurate.

Keywords: *Forest Fire, Wireless Sensor Network, Internet of Things*