



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SISFOTEK (Sistem Informasi dan Teknologi)

Padang, 4–5 September 2018

ISSN Media Elektronik 2597-3584

Prototype Sistem Deteksi Dini Kebakaran Hutan (Sd²kh) dengan Sensormatik

Agung Setiawan^a, Budi Yanto^b

^aSistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pasir Pengaraian, agung.setiawan73@gmail.com

^bTeknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pasir Pengaraian, budiyantost@gmail.com

Abstract

The island of Sumatra, especially Riau province every year continues to be encroached forest land into plantation land. This land conversion is generally done by burning the land for plantations, resulting in a national disaster in the form of forest fires. The condition of the land in Riau province is largely peat land and resulted in the difficulty of being extinguished during a fire, especially if the fire condition is large and spread. With the condition of peat lands, forest fires have a wider impact with the smoke haze that is difficult to overcome, thus becoming a national disaster. Weather conditions that are increasingly extreme dry season due to global warming, resulting in forest fires become more severe and affect all aspects of community life and animals in the forest. To solve the above problem, we need a detection tool which in the research will be made sistem deteksi dini kebakaran hutan (SD²KH) connected with Internet of Things (IoT), and integrated with mobile phone number of related agencies through SMS gateway. With this tool, it is hoped that the handling of smoke will soon be handled by the relevant agencies, so that the impact of smoke will not become widespread and become a national disaster.

Keywords: Microcontroller, TGS2600, UVTRON R2868, LM35, SIM900

Abstrak

Pulau Sumatera, khususnya propinsi Riau tiap tahun terus dilakukan perambahan lahan hutan menjadi lahan perkebunan. Perubahan lahan ini umumnya dilakukan dengan pembakaran lahan untuk perkebunan, sehingga terjadi bencana nasional berupa kebakaran hutan. Kondisi tanah di propinsi Riau sebagian besar adalah lahan gambut dan berakibat sulit dipadamkan saat terjadi kebakaran, terutama jika kondisi kebakaran sudah besar dan menyebar. Dengan kondisi lahan gambut, kebakaran hutan berdampak lebih luas dengan adanya kabut asap yang sulit untuk diatasi, sehingga menjadi bencana nasional. Kondisi cuaca yang musim kemarau yang semakin ekstrim akibat pemanasan global, mengakibatkan kebakaran hutan menjadi lebih parah dan berdampak kesegala aspek kehidupan masyarakat dan hewan di hutan. Untuk mengatasi masalah tersebut diatas diperlukan sebuah alat pendeteksinya yang dalam penelitian dibuat sistem deteksi dini kebakaran hutan (SD²KH) yang terhubung dengan Internet of Things (IoT), serta terintegrasi dengan nomor *handphone* instansi-instansi terkait melalui SMS gateway. Dengan alat ini diharapkan penanganan asap segera di tangani oleh instansi terkait, sehingga dampak asap tidak menjadi luas dan menjadi bencana nasional.

Kata kunci: Mikrokontroler, TGS2600, UVTRON R2868, LM35, SIM900

© 2018 Prosiding SISFOTEK

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, terdiri dari ribuan pulau besar dan kecil dengan keberagaman hayati terkenal sebagai salah satu kekayaan dunia. Kekayaan hayati di Indonesia harus selalu dijaga dan dilestarikan, untuk pengetahuan anak cucu kita. Salah satu kekayaan hayati hutan di Indonesia sebagai kekayaan dunia yang harus selalu

dijaga dan dilestarikan adalah harimau dan badak Sumatera.

Perkembangan penduduk yang terus bertambah dengan tidak diimbangnya ketersediaan lapangan pekerjaan, sehingga banyaknya lahan hutan berubah fungsi menjadi lahan perkebunan. Pembukaan lahan perkebunan di Indonesia banyak dilakukan secara konvensional, dengan membakar hutan untuk dijadikan lahan perkebunan. Salah satu pulau yang gencar



Gambar 2. Sensor Api UVTRON R2868

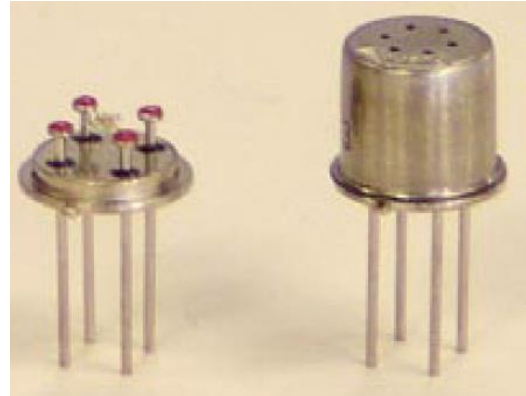
Dengan ukuran yang sangat kecil sensor ini mempunyai kepekaan *angular* (pengarahan) dan cukup baik serta cepat dalam mendeteksi radiasi ultraviolet yang dikeluarkan oleh api (contohnya sensor ini dapat mendeteksi api dari korek api pada jarak tidak lebih dari 5m). (Samuel Kristiyana, 2008)

c. Pendeteksi Asap

Kebakaran lahan gambut sangat sulit dipadamkan dan mengakibatkan asap yang tebal dan terjadi berbulan-bulan, sehingga menjadi bencana kabut asap tingkat nasional hingga bencana internasional, karena kabut asap telah sampai ke negara Malaysia dan Singapura. Bencana kabut asap sangat berdampak pada kehidupan sehari-hari dan mengakibatkan terganggunya kesehatan hingga ekonomi masyarakat, karena banyaknya penerbangan yang tertunda hingga waktu yang tidak dapat dipastikan.

Bencana kabut asap yang terjadi di Sumatera khususnya propinsi Riau telah meluas hingga ke propinsi Palembang dan pulau Kalimantan. Bencana tersebut terjadi setiap tahun dan telah hingga kini telah lebih dari satu dasawarsa. Kejadian ini terus terulang hingga saat ini, terutama pada musim kemarau akibat dari pemanasan global yang menyebabkan iklim kemarau yang ekstrim.

Untuk mengatasinya dibutuhkan sebuah alat sensor yang bekerja dan memberikan informasi secara terus menerus terhadap perubahan asap yang kain ekstrim. Alat sensor tersebut akan terhubung dengan perangkat komputer dan apabila terjadi perubahan asap yang ekstrim, akan mengirimkan informasi kepada instansi yang terkait untuk segera ditangani. Salah satu alat sensor yang dapat digunakan adalah TGS2600.



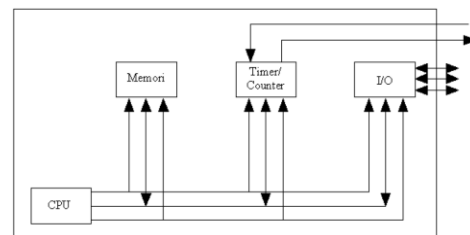
Gambar 3. Sensor Asap TGS2600

Sensor TGS2600 adalah transducer utama yang digunakan dalam rangkaian ini, yang merupakan sebuah sensor kimia atau gas sensor. Sensor ini mempunyai nilai resistansi R_s yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. (Vadlyla Maarif, Nuzul Imam Fadlilah)

Sensor gas TGS2600 digunakan untuk mendeteksi udara yang terkontaminasi, fitur yang ditawarkan oleh sensor gas ini adalah selain tahan lama dan harga murah adalah menggunakan tegangan yang rendah (*low power consumption*), memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap udara yang terkontaminasi, serta ukurannya yang kecil. (Slamet Widodo, Dendy Andrian, 2015)

d. Mikrokontroler

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya". (Adi, Agung Nugroho, 2010) Penggunaan mikrokontroler dimaksudkan sebagai penghubung antara alat sensor dengan perangkat komputer. Adapun mikrokontroler terdiri dari beberapa blok, seperti gambar 5.



Gambar 4. Blok Diagram Mikrokontroler
(sumber : Adi, Agung Nugroho, 2010)

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil ("special purpose computers") di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, *port input/output*, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Heri Andrianto, 2013).

Arduino UNO adalah sebuah *board* mikrokontroller yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin

input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 analog *input*, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu *men-support* mikrokontroler dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. (Bambang Tri Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra, 2016)



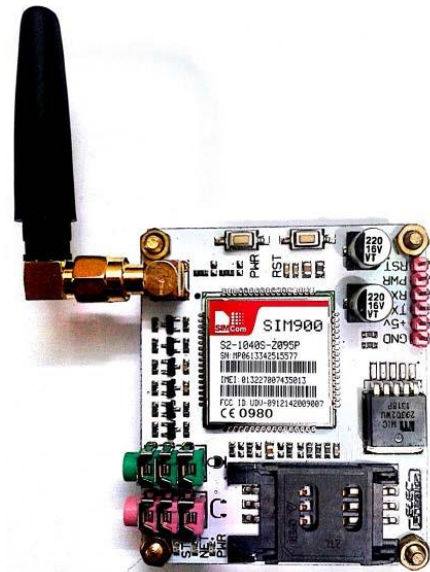
Gambar 5. Arduino Uno

Didalam penelitian ini perancangan system menggunakan Arduino Uno sebagai pemroses data dan merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno berjalan pada tegangan 5 Volt. Arduino memiliki 14 pin digital, 6 analog pin, 32 kB flash memory, 2 kB SRAM, 1 kB EEPROM, 16 MHz kecepatan clock dan sebuah koneksi USB (Pham, H.D., Driberg, M. & Nguyen, C.C.. 2013).

e. SMS Gateway

Pemantauan kebakaran hutan harus dilakukan secara berkesinambungan dalam pengiriman informasi kondisi yang terkini atau *up to date*. Pemberitahuan secara berkesinambungan dapat dilakukan dengan memberikan pesan singkat kepada instansi terkait, salah satunya melalui *Short Message Service* (SMS) yang dikirimkan tiap 1 jam sekali atau dapat dilakukan bila kondisi dalam keadaan semakin genting.

Modul GSM SIM900 merupakan perangkat yang dapat menggantikan fungsi dari *handphone*. Untuk komunikasi data antara sistem Arduino via jaringan seluler, maka digunakan Modul GSM SIM900 yang difungsikan sebagai media pengirim dan penerima SMS (*Short Message Service*). Modem ini bertugas mengirim SMS berupa data peringatan pada user pada saat sensor dari alarm aktif. Adapun protokol komunikasi yang digunakan adalah komunikasi standard modem yaitu AT Command. (Bambang Tri Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra, 2016)



Gambar 6. Pengirim SMS SIM900

Penggunaan aplikasi GSM dalam informasi kebakaran lainnya telah dibangun yaitu system deteksi dan penyelamatan api otomatis berbasis teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN). Penelitian menggunakan mikrokontroler PIC16F877A, sensor suhu dan gas yang memberikan informasi secara kontinu secara jarak jauh menggunakan model *Wireless Sensor Network* melalui komunikasi GSM (Deepika & Yuvaraju, 2015).

3. Metodologi Penelitian dan Pembahasan

Termometer sebagai alat pengukur suhu, sangat diperlukan dalam dunia ilmu pengetahuan. Selain penggunaan termometer analog, dalam perkembangan teknologi ditemukan termometer digital yang menggunakan logam sebagai sensor suhunya yang kemudian memuai dan pemuaianya ini diterjemahkan oleh rangkaian elektronik dan ditampilkan dalam bentuk angka yang mudah untuk dibaca dan dipahami. (Jamzuri, 2016). Dalam Penelitian ini, menggunakan 4 tahapan, yaitu :

1. Prototipe Sensor Suhu

Langkah pertama pada penelitian ini dilakukannya survey terhadap perubahan suhu yang terjadi tiap tahun, dengan melakukan wawancara dan studi kepustakaan untuk menghasilkan informasi suhu ekstrim yang dapat terjadinya kebakaran hutan. Penelitian ini untuk menguji perubahan musim, yaitu musim kemarau dengan suhu yang tinggi dan berlangsung lama berdampak pada kekeringan lahan hutan. Kekeringan berdampak pada lahan hutan mudah terbakar, oleh karena itu pada penelitian tahun pertama dipusatkan pada perubahan suhu yang tinggi untuk memberikan peringatan dini bahwa suhu tinggi.

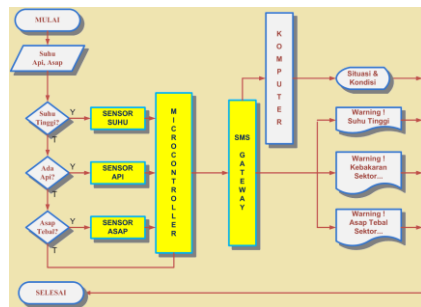
Tahapan pertama dalam penelitian ini membuat sensor suhu yang terhubung dengan mikroprosesor, kemudian dihubungkan ke perangkat komputer untuk

memberikan peringatan dini kepada pihak terkait bahwa perubahan cuaca telah panas melalui SMS Gateway. Peringatan dini dimaksudkan untuk persiapan pihak terkait bahwa perubahan cuaca yang ekstrim dapat terjadi kebakaran lahan hutan.

Komponen utama yang digunakan pada rangkaian sensor suhu ini adalah sebuah sensor berbentuk IC (Integrated Circuit) dengan tipe LM35DZ. LM35DZ ini adalah sebuah sensor suhu yang keluarannya sudah dalam celcius yang memiliki kemampuan penginderaan suhu dari 0°C sampai 100°C. IC LM35DZ ini akan mengkonversikan besaran suhu menjadi besaran tegangan. (Anita Rahmawati, Slamet Winardi, Didik Trisianto, 2012)

Pembuatan penelitian pertama menggunakan teknologi LM35DZ yang akan dihubungkan dengan Arduino Uno. Selanjutnya kedua alat tersebut dihubungkan dengan komputer untuk dibuatkan aplikasinya. Setelah dibuat sensor suhu, kemudian akan dihubungkan dengan SIM900 untuk dihubungkan dengan SMS Gateway sebagai media informasi peringatan suhu tinggi ke nomor *handphone* pihak yang terkait, dalam penelitian ini akan dikirimkan ke masyarakat terdekat seperti RT, RW dan aparat desa terutama kepala desa atau kepada dusun, serta badan penanggulangan bencana daerah (BPBD).

Peringatan dini dilakukan untuk mempersiapkan pihak aparat memberikan penyuluhan kepada warga masyarakat dampak kebakaran hutan. Selain itu perlunya persiapan pihak penanggulangan bencana atau badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) untuk mempersiapkan anggotanya jika dibutuhkan dengan kondisi darurat.



Gambar 7. Diagram Alir Sistem Deteksi Dini Kebakaran Hutan (SD²KH)

2. Prototipe Sensor Api

Pembuatan penelitian sensor api dimaksudkan untuk mendeteksi jika terjadinya kebakaran pada lahan. Kebakaran pada lahan gambut memang sulit untuk terdeteksi, karena api berada dibawah tanah. Awal api pada kebakaran lahan terjadi di permukaan tanah, sehingga diperlukan sebuah alat sensor api yang mendeteksi api sebagai awal deteksi dini kebakaran.

UVTron atau *Hamamatsu R2868 Flame (UV) Detector* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan api, bahkan rokok yang sedang terbakar.

Sensor ini sangat tepat digunakan untuk mendeteksi adanya percikan api. (Subhan Apryandi, 2013)

Sensor *UVTron R2868* menggunakan efek *fotolistrik* dari logam dan efek pencampuran gas. Sensor ini mempunyai sensitivitas spektrum celah sebesar 185 nm hingga 260 nm. Tidak seperti pendeteksi oleh semikonduktor, sensor ini tidak membutuhkan *filter* pemotong spektrum sinar tampak, hal ini yang menjadi penggunaannya mudah. (Samuel Kristiyana, 2008)

Sensor api pada penelitian ini menggunakan dengan *UVTRON R2868*, karena alat ini sangat sensitif terhadap percikan api. *UVTRON R2868* akan digabungkan dengan *arduino Uno* dan deprogram dengan *computer* untuk menghasilkan informasi sebagai laporan deteksi api.

Pembuatan sensor api pada penelitian ini akan dihubungkan dengan *SIM900* yang terhubung dengan *Arduino Uno*, kemudian dihubungkan ke perangkat komputer untuk mengirimkan informasi peringatan kebakaran melalui *SMS Gateway* kepada aparat terkait, yaitu RT, RW dan aparat desa seperti kepala desa atau kepala dusun, serta petugas pemadam kebakaran dan badan penanggulangan bencana daerah (BPBD).

3. Prototipe Sensor Asap

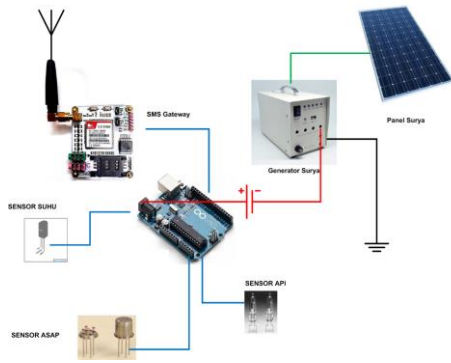
Pembuatan penelitian sensor asap dimaksudkan untuk mendeteksi jika banyaknya asap. Banyaknya asap terjadi, jika adanya kebakaran di lahan gambut. Kebakaran di lahan gambut, apinya tidak terlihat ke permukaan, namun terjadi dibawah tanah dan mengakibatkan asap tebal yang keluar.

Menurut Subhan Apryandi (2013), sensor asap *MQ2* merupakan sensor yang biasanya digunakan untuk mengetahui kualitas udara atau untuk mengetahui kandungan yang terjadi dalam udara. Sensor *MQ2* tersebut terbuat dari bahan peka gas yaitu *SnO2*.

Elemen penginderaan terdiri dari lapisan semikonduktor oksida logam yang dibentuk pada substrat alumina dari sebuah chip penginderaan bersamaan dengan pemanas terpadu. Dengan adanya gas yang dapat dideteksi, konduktivitas sensor meningkat tergantung konsentrasi gas di udara. Sirkuit elektrik sederhana bisa mengubah perubahan konduktivitas menjadi sinyal keluaran yang sesuai dengan konsentrasi gas.

TGS2600 memiliki sensitivitas tinggi terhadap konsentrasi rendah udara gas kontaminan seperti hidrogen dan karbon monoksida, bahkan bisa untuk mendeteksi asap rokok. Sensor ini bisa mendeteksi hidrogen pada level beberapa ppm.

Pembuatan sensor api pada penelitian ini akan menggunakan *TGS2600* dan *Arduino Uno* yang akan dihubungkan ke perangkat komputer dan akan mengirimkan berita melalui *SMS Gateway* melalui *SIM900* kepada aparat terkait, yaitu RT, RW dan aparat desa seperti kepala desa atau kepala dusun, serta petugas pemadam kebakaran dan badan penanggulangan bencana daerah (BPBD).

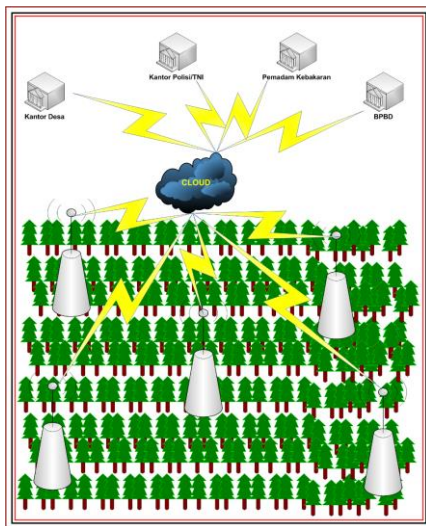


Gambar 8. Model Sistem Deteksi Dini Kebakaran Hutan (SD²KH)

4. Prototipe Menghubungkan dengan Generator Surya

Setelah semua sensor dapat berfungsi dan terhubung satu dengan yang lainnya, maka selanjutnya dihubungkan dengan pembangkit listrik untuk sumber dayanya. Dalam penelitian ini digunakan panel surya sebagai pembangkit tenaga listrik. Penggunaan panel surya, karena alat sensor ini yang jauh dari sumber daya listrik atau Pembangkit Listrik Negara (PLN). Selain itu penggunaan panel surya sangat cocok, karena ketersediaan sumber daya matahari yang tersedia selama lebih kurang 11 jam dan dapat menyimpan hingga pagi hari.

Pemasangan alat ini disebar ke beberapa lokasi yang rawan terjadinya kebakaran (gambar 8) dengan tiap alat sensor di berikan penamaan sektor (gambar 7) dengan luas area yang telah ditentukan.



Gambar 8. Skema Sistem Deteksi Dini Kebakaran Hutan (SD²KH)

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa data dan pembuatan prototipe Sistem Deteksi Dini Kebakaran Hutan

(SD²KH), maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

- Pendeteksian suhu dalam penelitian ini menggunakan sensor suhu IC LM35 dan dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega8535, namun bisa dikembangkan dengan menggunakan sensor suhu LM35DZ dan mikrokontroler Arduino Uno AT89S51 atau kombinasi keduanya. Mikrokontroler yang dapat digunakan untuk pendeteksian suhu adalah ATMEGA16K, ATmega 328 atau ATMEGA16K.
- Untuk pendeteksian api pada penelitian ini menggunakan sensor UVTron R2868 dan driving circuit seri C3704. Untuk mikrokontroler dalam penelitian ini menggunakan AT89S52. Penggunaan AT89S52, karena mikrokontroler ini menggunakan 8 bit keluaran Atmel dengan 8K byte Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory) yang merupakan memori dengan teknologi high density nonvolatile memory. Selain itu AT89S52 kompatibel dengan mikrokontroler standar industri MCS-51, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali sampai batas 1000 kali.
- Pendeteksian terakhir dari alat ini adalah pendeteksian asap, karena kebakaran lahan gambut akan menghasilkan asap yang sangat banyak dan berlangsung lama bahkan hingga berbulan-bulan. Pendeteksian asap ini menggunakan TGS2600 yang dihubungkan dengan mikrokontroler AT89S51. Untuk kebutuhan clock mikrokontroler menggunakan sebuah Kristal dengan nilai 11.0592 MHz., dengan nilai ini akan menentukan frekuensi pencacahan mikrokontroler, itu berarti dari Kristal akan menentukan kecepatan proses pada mikrokontroler. Selain dengan TGS2600, pendeteksian asap dapat menggunakan MQ 2 dengan mikrokontroler ATMEGA32 dan MQ 7 dengan mikrokontroler 89v51.
- Hasil dari pendeteksian oleh sensor akan mengirimkan informasinya melalui SMS Gateway dengan SIM900, untuk diterima dalam bentuk Short Message System (SMS) ke dalam handphone aparat yang terkait.

Untuk sumber energi, maka digunakan panel surya dan generator sebagai media penyimpanan energi. Penggunaan panel surya, karena letak alat sensor ini yang jauh dari lokasi sumber energi. Sehingga alat sensor yang telah dibuat dapat dijalankan siang dan malam karena adanya ketersediaan energi.

Daftar Rujukan

- [1] Abdul Rahman (2017). *Monomonic Fire Fighting Mobile Robot dengan Sistem Gerak Four Wheel Drive*. @Igoritma Jurnal Ilmiah STMIK GI MDP. Palembang. Vol. 4, No. 1, Hal. 17-26.
- [2] Adi, Agung Nugroho (2010). *Mekatronika*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal. 105.

- [3] Andrianto, Heri. (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung
- [4] Anita Rahmawati, Slamet Winardi, Didik Trisianto (2012). *Rancang Bangun Alat Pengukur suhu Tubuh Dengan Tampilan Digital dan keluaran Suara Berbasis Mikrokontroler AVR AT Mega 8535*. Jurnal Monitor. Vol. 1, No. 1, Hal. 32-43.
- [5] Anizar Indriani, Johan, Yovan Witanto, Hendra (2014). *Pemanfaatan Sensor Suhu LM 35 Berbasis Microcontroller ATmega 8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil*. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.5, No.2, Hal. 183-192.
- [6] Ardi Winoto (2010). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [7] Bambang Tri Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra (2016). *Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (Short Message Service) Dan Alarm Berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasia ASIA (JITIKA). Vol.10, No. 1.
- [8] Dani Sasmoko (2017). *Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino*. Jurnal SIMETRIS, Vol 8, No 2, Hal. 469-176.
- [9] Deepika, Yuvaraju (2015). *Wireless Sensor Network Based on GSM for Automatic Fire Detection and Rescue System in*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Page.543-545.
- [10] Fauzi, Mahyuddin, Kurnia Lahna (2018). *Pemanfaatan Module GSM (SIM900) berbasis Arduino Uno Sebagai Sistem Alarm dan Pengunci pintu Otomatis Jarak Jauh*. Jurnal Aceh Phys. Soc., Vol. 7, No. 1, hal.35-38.
- [11] Abdul Rahman (2017). *Monomonic Fire Fighting Mobile Robot dengan Sistem Gerak Four Wheel Drive*. @Igoritma Jurnal Ilmiah STMIK GI MDP. Palembang. Vol. 4, No. 1, Hal. 17-26.
- [12] Adi, Agung Nugroho (2010). *Mekatronika*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal. 105.
- [13] Andrianto, Heri. (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung
- [14] Anita Rahmawati, Slamet Winardi, Didik Trisianto (2012). *Rancang Bangun Alat Pengukur suhu Tubuh Dengan Tampilan Digital dan keluaran Suara Berbasis Mikrokontroler AVR AT Mega 8535*. Jurnal Monitor. Vol. 1, No. 1, Hal. 32-43.
- [15] Anizar Indriani, Johan, Yovan Witanto, Hendra (2014). *Pemanfaatan Sensor Suhu LM 35 Berbasis Microcontroller ATmega 8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil*. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.5, No.2, Hal. 183-192.
- [16] Ardi Winoto (2010). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [17] Bambang Tri Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra (2016). *Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (Short Message Service) Dan Alarm Berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasia ASIA (JITIKA). Vol.10, No. 1.
- [18] Dani Sasmoko (2017). *Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino*. Jurnal SIMETRIS, Vol 8, No 2, Hal. 469-176.
- [19] Deepika, Yuvaraju (2015). *Wireless Sensor Network Based on GSM for Automatic Fire Detection and Rescue System in*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Page.543-545.
- [20] Fauzi, Mahyuddin, Kurnia Lahna (2018). *Pemanfaatan Module GSM (SIM900) berbasis Arduino Uno Sebagai Sistem Alarm dan Pengunci pintu Otomatis Jarak Jauh*. Jurnal Aceh Phys. Soc., Vol. 7, No. 1, hal.35-38.
- [21] Figaro Group (2003). *Technical Information For TGS2600*. Figaro USA, INC. USA.
- [22] Hari Santoso (2016). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula – Rangkaian Source Code, Sensor, Teori Pendukung*. Ebook – www.elangsakti.com.
- [23] Heri Andrianto (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung.
- [24] Ilona Usuman, Hasmi Ardhi (2010). *Sistem Pendeteksi Suhu dan Asap pada Ruangan Tertutup Memanfaatkan Sensor LM35 dan Sensor AF30*. Jurnal Berkala Fisika. Vol. 13, No. 2, Hal. B1-B6.
- [25] Irfanhady Hartatio Hermono1, Angga Rusdinar, Mohamad Ramdhani (2015). *Security Car System Based GPS and SMS*. e-Proceeding of Applied Science, Vol.1, No.3, Page. 2613-2623.
- [26] Jagadlanang Surobramantyo, Harianto, Ira Puspasari (2016). *Rancang bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Sensor TGS 2620 dan TGS2600 Berbasis Arduino*. Journal of Control and Network Systems. Vol. 5, No.1. Stikom. Surabaya. Hal. 12-157.
- [27] Jamzuri (2016). *Pembuatan Sistem Akuisisi Data Pengukur Suhu Menggunakan Labview Interface For Arduino (LIFA)*. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF). Vol. 6, No. 1.
- [28] Kartika Firdausy, Yusron Saudi, Tole Sutikno, (2007). *Deteksi Api Real-Time Dengan Metode Thresholding Rerata*. Yogyakarta, Universitas Ahmad Dahlan.
- [29] Mohamed Saad Zaghloul (2014). *GSM-GPRS Arduino Shild (GSM-001) with SIM900 Chip Module in Wireless Data transmission System for Data Acquisition and Control of Power Induction Furnace*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 4, Page. 776-780.
- [30] Priyadi, Bambang.(2013). *Aplikasi Sensor Infra Red Digunakan Sebagai Kunci Lemari Elektronika Menggunakan Kartu Berlubang Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal ELTEK. Vol 11, No.01.
- [31] Rutuja Pradhan, Sangeeta Mitkari, Ashwini Sonawane, Pooja Nage (2015). *Petroleum Gases Measurement System With Remote Monitoring using TCP/IP*. Asian Journal of Engineering and Technology Innovation 03 (06). Page 26-29.
- [32] Samuel Kristiyana (2008). *Desain dan Sistem Pengendalian Robot Beroda Pemadam Api*. Jurnal Teknologi. Vol. 1, No. 1, Hal.14-23.
- [33] Setiawardhana, Nana Ramadijanti,Rizky Yuniar Hakkun, Aji Seto Arifianto, (2008), *Pendeteksian Halangan Pada Robot Cerdas Pemadam Api Menggunakan Kamera Dengan Integral Proyeksi*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- [34] Slamet Widodo, Dendy Andrian (2015). *Prototipe Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Beracun CO pada Mobil Menggunakan Array Sensor Berbasis SMS Gateway*. Jurnal Pseudocode, Vol. II No. 2, Hal. 98-106.
- [35] Sri Safrina Dewi1, Dedi Satria2, Elin Yusibani3, Didik Sugiyanto (2017). *Prototipe Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Bangunan Berbasis Google Maps dan Modul GSM*. Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), hal. 33-38.
- [36] Pham, H.D., Driberg, M. & Nguyen, C.C. (2013). *Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem*. 2013 IEEE Conference on Open Systems, ICOS 2013, Page. 89-94.
- [37] Subhan Apryandi (2013). *Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Via Handphone Berbasis Mikrokontroler*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Program Studi Teknik Elektro. Pontianak.
- [38] Vadiya Maarif, Nuzul Imam Fadlilah. *Pembuatan Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler At89s51 Menggunakan Sensor TGS2600*. Seminar Nasional ke - 9: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTNAS). Yogyakarta.
- [39] Yoga Alif Kurnia Utama (2016). *Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini*. e-Jurnal NARODROID. Vol. 2, No. 2, Hal. 145-150.

- [40] Yulfiani Fikri, Sumardi, Budi Setiyono (2013). *Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan Komunikasi Protokol TCP/IP*.
- [41] Abdul Rahman (2017). *Monomonic Fire Fighting Mobile Robot dengan Sistem Gerak Four Wheel Drive*. @lgoritma Jurnal Ilmiah STMIK GI MDP. Palembang. Vol. 4, No. 1, Hal. 17-26.
- [42] Adi, Agung Nugroho (2010). *Mekatronika*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal. 105.
- [43] Andrianto, Heri. (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung
- [44] Anita Rahmawati, Slamet Winardi, Didik Trisianto (2012). *Rancang Bangun Alat Pengukur suhu Tubuh Dengan Tampilan Digital dan keluaran Suara Berbasis Mikrokontroler AVR AT Mega 8535*. Jurnal Monitor. Vol. 1, No. 1, Hal. 32-43.
- [45] Anizar Indriani, Johan, Yovan Witanto, Hendra (2014). *Pemanfaatan Sensor Suhu LM 35 Berbasis Microcontroller ATmega 8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil*. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.5, No.2, Hal. 183-192.
- [46] Ardi Winoto (2010). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [47] Bambang Tri Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra (2016). *Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (Short Message Service) Dan Alarm Berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasia ASIA (JITIKA). Vol.10, No. 1.
- [48] Dani Sasmoko (2017). *Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino*. Jurnal SIMETRIS, Vol 8, No 2, Hal. 469-176.
- [49] Deepika, Yuvaraju (2015). *Wireless Sensor Network Based on GSM for Automatic Fire Detection and Rescue System in*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Page.543-545.
- [50] Fauzi, Mahyuddin, Kurnia Lahna (2018). *Pemanfaatan Module GSM (SIM900) berbasis Arduino Uno Sebagai Sistem Alarm dan Pengunci pintu Otomatis Jarak Jauh*. Jurnal Aceh Phys. Soc., Vol. 7, No. 1, hal.35-38.
- [51] Figaro Group (2003). *Technical Information For TGS2600*. Figaro USA, INC. USA.
- [52] Hari Santoso (2016). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula – Rangkaian Source Code, Sensor, Teori Pendukung*. Ebook – www.elangsakti.com.
- [53] Heri Andrianto (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung.
- [54] Ilona Usuman, Hasmi Ardhi (2010). *Sistem Pendeteksi Suhu dan Asap pada Ruangan Tertutup Memanfaatkan Sensor LM35 dan Sensor AF30*. Jurnal Berkala Fisika. Vol. 13, No. 2, Hal. B1-B6.
- [55] Irfanhady Hartatio Hermono1, Angga Rusdinar, Mohamad Ramdhani (2015). *Security Car System Based GPS and SMS*. e-Proceeding of Applied Science, Vol.1, No.3, Page. 2613-2623.
- [56] Jagadlanang Surobramantyo, Harianto, Ira Puspasari (2016). *Rancang bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Sensor TGS 2620 dan TGS2600 Berbasis Arduino*. Journal of Control and Network Systems. Vol. 5, No.1. Stikom. Surabaya. Hal. 12-157.
- [57] Jamzuri (2016). *Pembuatan Sistem Akuisisi Data Pengukur Suhu Menggunakan Labview Interface For Arduino (LIFA)*. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF). Vol. 6, No. 1.
- [58] Kartika Firdausy, Yusron Saudi, Tole Sutikno, (2007). *Deteksi Api Real-Time Dengan Metode Thresholding Rerata*. Yogyakarta, Universitas Ahmad Dahlan.
- [59] Mohamed Saad Zaghloul (2014). *GSM-GPRS Arduino Shild (GS-001) with SIM900 Chip Module in Wireless Data transmission System for Data Acquisition and Control of Power Induction Furnace*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 4, Page. 776-780.
- [60] Priyadi, Bambang.(2013). *Aplikasi Sensor Infra Red Digunakan Sebagai Kunci Lemari Elektronika Menggunakan Kartu Berlubang Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal ELTEK. Vol 11, No.01.
- [61] Rutuja Pradhan, Sangeeta Mitkari, Ashwini Sonawane, Pooja Nage (2015). *Petroleum Gases Measurement System With Remote Monitoring using TCP/IP*. Asian Journal of Engineering and Technology Innovation 03 (06). Page 26-29.
- [62] Samuel Kristiyana (2008). *Desain dan Sistem Pengendalian Robot Beroda Pemadam Api*. Jurnal Teknologi. Vol. 1, No. 1, Hal.14-23.
- [63] Setiawardhana, Nana Ramadijanti,Rizky Yuniar Hakkun, Aji Seto Arifianto, (2008), *Pendeteksian Halangan Pada Robot Cerdas Pemadam Api Menggunakan Kamera Dengan Integral Proyeksi*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- [64] Slamet Widodo, Dendy Andrian (2015). *Prototipe Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Beracun CO pada Mobil Menggunakan Array Sensor Berbasis SMS Gateway*. Jurnal Pseudocode, Vol. II No. 2, Hal. 98-106.
- [65] Sri Safrina Dewi1, Dedi Satria2, Elin Yusibani3, Didik Sugiyanto (2017). *Prototipe Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Bangunan Berbasis Google Maps dan Modul GSM*. Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), hal. 33-38.
- [66] Pham, H.D., Drieberg, M. & Nguyen, C.C. (2013). *Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem. 2013 IEEE Conference on Open Systems*, ICOS 2013, Page. 89-94.
- [67] Subhan Apriyandi (2013). *Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Via Handphone Berbasis Mikrokontroler*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Program Studi Teknik Elektro. Pontianak.
- [68] Vadya Maarif, Nuzul Imam Fadlilah. *Pembuatan Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler At89s51 Menggunakan Sensor TGS2600*. Seminar Nasional ke – 9: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTNAS). Yogyakarta.
- [69] Yoga Alif Kurnia Utama (2016). *Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini*. e-Jurnal NARODROID. Vol. 2, No. 2, Hal. 145-150.
- [70] Yulfiani Fikri, Sumardi, Budi Setiyono (2013). *Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan Komunikasi Protokol TCP/IP*.

- [71] Abdul Rahman (2017). *Monomonic Fire Fighting Mobile Robot dengan Sistem Gerak Four Wheel Drive*. @Igoritma Jurnal Ilmiah STMIK GI MDP. Palembang. Vol. 4, No. 1, Hal. 17-26. [87]
- [72] Adi, Agung Nugroho (2010). *Mekatronika*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal. 105.
- [73] Andrianto, Heri. (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung [88]
- [74] Anita Rahmawati, Slamet Winardi, Didik Trisianto (2012). *Rancang Bangun Alat Pengukur suhu Tubuh Dengan Tampilan Digital dan keluaran Suara Berbasis Mikrokontroler AVR AT Mega 8535*. Jurnal Monitor. Vol. 1, No. 1, Hal. 32-43. [89]
- [75] Anizar Indriani, Johan, Yovan Witanto, Hendra (2014). *Pemanfaatan Sensor Suhu LM 35 Berbasis Microcontroller ATmega 8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil*. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.5, No.2, Hal. 183-192. [90]
- [76] Ardi Winoto (2010). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Andi Offsey. Yogyakarta. [91]
- [77] Bambang Tri Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra (2016). *Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (Short Message Service) Dan Alarm Berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasia ASIA (JITIKA). Vol.10, No. 1. [92]
- [78] Dani Sasmoko (2017). *Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino*. Jurnal SIMETRIS, Vol 8, No 2, Hal. 469-176. [93]
- [79] Deepika, Yuvaraju (2015). *Wireless Sensor Network Based on GSM for Automatic Fire Detection and Rescue System in*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Page.543-545. [94]
- [80] Fauzi, Mahyuddin, Kurnia Lahna (2018). *Pemanfaatan Module GSM (SIM900) berbasis Arduino Uno Sebagai Sistem Alarm dan Pengunci pintu Otomatis Jarak Jauh*. Jurnal Aceh Phys. Soc., Vol. 7, No. 1, hal.35-38. [95]
- [81] Figaro Group (2003). *Technical Information For TGS2600*. Figaro USA, INC. USA. [96]
- [82] Hari Santoso (2016). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula – Rangkaian Source Code, Sensor, Teori Pendukung*. Ebook – www.elangsakti.com.
- [83] Heri Andrianto (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Informatika. Bandung. [97]
- [84] Ilona Usuman, Hasmi Ardhi (2010). *Sistem Pendeteksi Suhu dan Asap pada Ruangan Tertutup Memanfaatkan Sensor LM35 dan Sensor AF30*. Jurnal Berkala Fisika. Vol. 13, No. 2, Hal. B1-B6. [98]
- [85] Irfanhady Hartatio Hermono1, Angga Rusdinar, Mohamad Ramdhani (2015). *Security Car System Based GPS and SMS*. e-Proceeding of Applied Science, Vol.1, No.3, Page. 2613-2623. [99]
- [86] Jagadlanang Surobramantyo, Harianto, Ira Puspasari (2016). *Rancang bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Sensor TGS 2620 dan TGS2600 Berbasis Arduino*. Journal of Control and Network Systems. Vol. 5, No.1. Stikom. Surabaya. Hal. 12-157. [100]
- Jamzuri (2016). *Pembuatan Sistem Akuisisi Data Pengukur Suhu Menggunakan Labview Interface For Arduino (LIFA)*. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF). Vol. 6, No. 1.
- Kartika Firdausy, Yusron Saudi, Tole Sutikno, (2007). *Deteksi Api Real-Time Dengan Metode Thresholding Rerata*. Yogyakarta, Universitas Ahmad Dahlan.
- Mohamed Saad Zaghloul (2014). *GSM-GPRS Arduino Shild (GS-001) with SIM900 Chip Module in Wireless Data transmission System for Data Acquisition and Control of Power Induction Furnace*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 4, Page. 776-780.
- Priyadi, Bambang.(2013). *Aplikasi Sensor Infra Red Digunakan Sebagai Kunci Lemari Elektronika Menggunakan Kartu Berlubang Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal ELTEK. Vol 11, No.01.
- Rutuja Pradhan, Sangeeta Mitkari, Ashwini Sonawane, Pooja Nage (2015). *Petroleum Gases Measurement System With Remote Monitoring using TCP/IP*. Asian Journal of Engineering and Technology Innovation 03 (06). Page 26-29.
- Samuel Kristiyana (2008). *Desain dan Sistem Pengendalian Robot Beroda Pemadam Api*. Jurnal Teknologi. Vol. 1, No. 1, Hal.14-23.
- Setiawardhana, Nana Ramadijanti,Rizky Yuniar Hakkun, Aji Seto Arifianto, (2008), *Pendeteksian Halangan Pada Robot Cerdas Pemadam Api Menggunakan Kamera Dengan Integral Proyeksi*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- Slamet Widodo, Dendy Andrian (2015). *Prototipe Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Beracun CO pada Mobil Menggunakan Array Sensor Berbasis SMS Gateway*. Jurnal Pseudocode, Vol. II No. 2, Hal. 98-106.
- Sri Safrina Dewi1, Dedi Satria2, Elin Yusibani3, Didik Sugiyanto (2017). *Prototipe Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Bangunan Berbasis Google Maps dan Modul GSM*. Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), hal. 33-38.
- Pham, H.D., Drieberg, M. & Nguyen, C.C. (2013). *Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem*. 2013 IEEE Conference on Open Systems, ICOS 2013, Page. 89-94.
- Subhan Apriyandi (2013). *Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Via Handphone Berbasis Mikrokontroler*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Program Studi Teknik Elektro. Pontianak.
- Vadly Maarif, Nuzul Imam Fadlilah. *Pembuatan Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler At89s51 Menggunakan Sensor TGS2600*. Seminar Nasional ke – 9: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTNAS). Yogyakarta.
- Yoga Alif Kurnia Utama (2016). *Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini*. e-Jurnal NARODROID. Vol. 2, No. 2, Hal. 145-150.
- Yulfiani Fikri, Sumardi, Budi Setiyono (2013). *Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan Komunikasi Protokol TCP/IP*.