

Pengembangan Prototipe Detektor Kebakaran Cerdas dengan Sensor Suhu, Kelembapan, dan Api Berbasis IoT (Studi Kasus: SMK Maarif Telsambi Sambi Jepara)

Laksamana Rajendra Haidar Azani Fajri, Yusuf Wisnu Mandaya, Adhitya Purboyo, Imam Syafi'i, Ryan Yunus

¹⁻⁵Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sunan Kudus

Korespondensi penulis: laksamanarajendra@uinsuku.ac.id

Abstract. Fire disasters can occur at any time in residential areas or schools, which are often triggered by electrical short circuits, the use of gas stoves, to minor negligence such as cigarette butts. As a preventive effort of DEPARTMENT OF EDUCATION BRANCH 4, GROBOGAN REGENCY, this research aims to create a prototype of a microcontroller-based early detection and fire suppression system with C programming. This tool uses NodeMCU as a control center that integrates fire sensors and DHT11 sensors to monitor room temperature in real-time. If the system detects any indication of fire or a significant temperature spike, a buzzer will activate as a warning alarm and the fan will work automatically to assist the initial extinguishing process.

Keywords: NODEMCU, Flame Sensor, DHT11, Buzzer

Abstrak. Bencana kebakaran dapat terjadi sewaktu-waktu di lingkungan pemukiman maupun sekolah, yang sering kali dipicu oleh korsleting listrik, penggunaan kompor gas, hingga kelalaian kecil seperti puntung rokok. Sebagai Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang, penelitian ini bertujuan menciptakan prototipe sistem deteksi dini dan penanggulangan api berbasis mikrokontroler dengan pemrograman Bahasa C. Alat ini menggunakan NodeMCU sebagai pusat kendali yang mengintegrasikan sensor api dan sensor DHT11 untuk memantau suhu ruangan secara real-time. Jika sistem menangkap adanya indikasi api atau lonjakan suhu signifikan, buzzer akan aktif sebagai alarm peringatan dan kipas (fan) akan bekerja otomatis untuk membantu proses pemadaman awal.

Kata kunci: NODEMCU, Sensor Api, DHT11, Buzzer

1. LATAR BELAKANG

Risiko kebakaran sering kali muncul secara tidak terduga, meski prosedur keselamatan telah diterapkan. Berbagai faktor seperti arus pendek listrik, penggunaan gas, hingga kelalaian kecil dalam penanganan api menjadi pemicu utama yang mengancam keselamatan material dan jiwa setiap tahunnya. Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang, sebagai lembaga yang menaungi generasi penerus bangsa, memiliki urgensi tinggi untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap ancaman ini, mengingat bencana kebakaran masih sulit diprediksi secara akurat. Fenomena ini tercermin dari fluktuasi kasus kebakaran di wilayah Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, yang mencakup sektor pemukiman hingga perkantoran, sebagaimana dirangkum dalam data statistik berikut:

Tabel 1.1 Data Kebakaran di Kabupaten Semarang

No	Tahun	Jumlah Kasus	Jumlah Korban Jiwa	Perkiraan Kerugian
1.	2021	39	-	± 6,70 Milyar Rupiah
2.	2024	35	21	± 355,8 Milyar Rupiah

(Sumber : Data Kebakaran BPS Kabupaten Semarang Tahun 2021 – 2024)

Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang yang berlokasi di Kecamatan Ungaran telah beroperasi sejak tahun 2008. Meski memiliki intensitas aktivitas yang tinggi pada siang hari oleh siswa dan tenaga pengajar, instansi ini belum memiliki petugas keamanan khusus (satpam). Hal ini menyebabkan pengawasan gedung menjadi sangat minim pada malam hari, karena hanya bergantung pada beberapa tenaga pendidik yang bermukim di sana. Umumnya, sistem keamanan yang ada masih menggunakan sensor asap konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan inovasi alat deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan Flame Sensor dan sensor suhu DHT11. Penggunaan kipas (fan) dipilih sebagai langkah penanggulangan awal karena keterbatasan sistem pompa air di lokasi. Inovasi ini dirancang untuk memantau ruang server secara real-time melalui ponsel, sehingga potensi kebakaran dapat dideteksi dan diminimalisir meski ruangan dalam keadaan kosong

2. KAJIAN TEORITIS

Pengembangan prototipe detektor kebakaran cerdas pada dasarnya merupakan integrasi antara teknologi sensorik dan arsitektur Internet of Things (IoT) untuk menciptakan sistem perlindungan aset yang proaktif. Secara teoritis, sistem ini bekerja dengan memantau anomali parameter fisik lingkungan, di mana sensor suhu dan kelembapan berfungsi mendeteksi fluktuasi termal yang ekstrem, sementara sensor api mengidentifikasi radiasi inframerah dari lidah api secara spesifik. Penggunaan sensor ganda ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi deteksi dan mereduksi risiko false alarm yang sering terjadi pada detektor konvensional. Data yang ditangkap oleh sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler seperti ESP32, yang bertindak sebagai unit kendali pusat sekaligus jembatan komunikasi nirkabel.

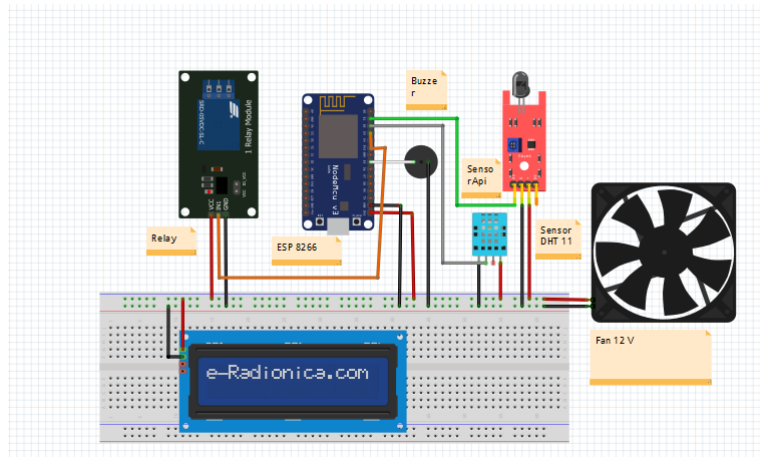
Dalam kerangka IoT, konektivitas menjadi aspek krusial yang memungkinkan transformasi data mentah menjadi informasi yang dapat diakses dari jarak jauh. Melalui

lapisan jaringan (network layer), data dikirimkan ke cloud server menggunakan protokol komunikasi ringan seperti MQTT, yang dirancang khusus untuk efisiensi bandwidth pada perangkat tertanam. Hal ini memungkinkan terciptanya sistem pemantauan real-time yang sangat relevan bagi instansi pemerintah seperti Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang, terutama dalam mengamankan ruang arsip dan infrastruktur digital. Dengan adanya dasbor pemantauan berbasis web atau notifikasi otomatis melalui aplikasi pesan singkat, petugas dapat segera mengambil tindakan mitigasi bahkan sebelum api membesar secara fisik.

Lebih lanjut, kajian ini menekankan bahwa efektivitas detektor kebakaran cerdas tidak hanya terletak pada perangkat kerasnya, tetapi juga pada logika pengolahan data yang diterapkan. Implementasi algoritma tertentu, seperti logika fuzzy, memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan tingkat bahaya kebakaran ke dalam beberapa kategori, mulai dari kondisi aman hingga bahaya tinggi, berdasarkan korelasi antara kenaikan suhu dan penurunan kelembapan udara. Secara keseluruhan, sinergi antara sensorik yang presisi dan teknologi IoT ini menawarkan solusi keamanan bangunan yang lebih komprehensif, transparan, dan mampu meminimalisir keterlambatan respons manusia dalam menghadapi situasi darurat kebakaran di lingkungan perkantoran

3. METODE PENELITIAN

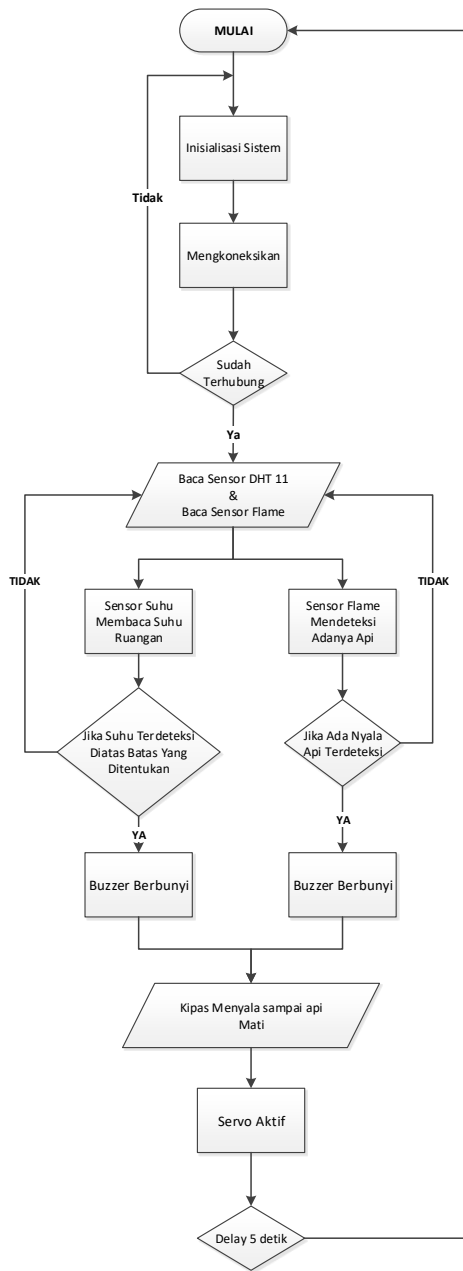
Untuk menyempurnakan aplikasi yang akan dibuat dibutuhkan suatu metode yang digunakan untuk membuat sistem yang nantinya akan menjadi suatu perangkat lunak, yang digunakan agar lebih efisien ramah lingkungan dan dapat dengan mudah di pakai siapapun. Dalam melakukan hal tersebut dibutuhkan suatu pengembangan sistem (systems development) dapat berarti menyusun suatu sistem yang baru untuk menggantikan sistem yang lama secara keseluruhan atau memperbaiki sistem yang telah ada, Sistem yang lama perlu diperbaiki atau diganti disebabkan karena beberapa hal. Adapun metode yang digunakan untuk pembuatan aplikasi ini yaitu metode pengembangan Research and Development (R&D) dan untuk sistemnya menggunakan pengembang prototype.



Berdasarkan gambar image_2b461a.png, prototipe ini dirancang sebagai sistem pemantauan lingkungan yang mengintegrasikan sensor deteksi dini dengan kendali otomatis melalui NodeMCU ESP8266 sebagai otak utamanya. Sistem ini memanfaatkan Sensor Api untuk menangkap spektrum cahaya kebakaran dan Sensor DHT11 untuk memantau fluktuasi suhu serta kelembapan secara real-time. Seluruh data yang ditangkap oleh sensor diproses oleh modul ESP8266, yang juga berfungsi sebagai jembatan komunikasi untuk mengirimkan data ke platform IoT melalui jaringan Wi-Fi.

Alur kerja perangkat ini mengutamakan respon cepat terhadap potensi bahaya dengan mengaktifkan beberapa komponen output secara simultan. Ketika parameter sensor mendeteksi adanya api atau suhu yang melampaui ambang batas, microcontroller akan memicu Buzzer untuk mengeluarkan alarm suara serta menampilkan status bahaya pada layar LCD. Selain itu, sistem menggunakan Relay Module sebagai saklar elektronik untuk menyalakan Kipas 12V secara otomatis, yang berfungsi sebagai langkah mitigasi awal untuk mendinginkan suhu atau membuang asap di area terdampak.

Penerapan skema ini di lingkungan Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang memberikan solusi preventif yang efisien karena menggabungkan notifikasi jarak jauh dengan tindakan fisik di lokasi. Penggunaan konektivitas IoT memastikan pihak pengelola gedung tetap mendapatkan informasi akurat melalui aplikasi ponsel, bahkan saat kantor sedang dalam keadaan kosong. Dengan integrasi komponen yang terstruktur seperti yang terlihat pada image_2b461a.png, prototipe ini mampu meminimalisir risiko kerugian material akibat kebakaran melalui sistem peringatan yang cerdas dan terukur.



Keterangan :

- A. Tahap inisialisasi sistem
- B. Selanjutnya adalah tahap pengkoneksian NodeMCU ke Wifi / Hotspot yang sudah tersambung.
- C. Jika NodeMCU sudah terhubung maka akan lanjut ke tahap pembacaan sensor Flame dan Sensor DHT 11, jika tidak terhubung makan sistem akan kembali ke tahap pengkoneksian.
- D. Pembacaan Sensor DHT 11 dan Sensor flame.

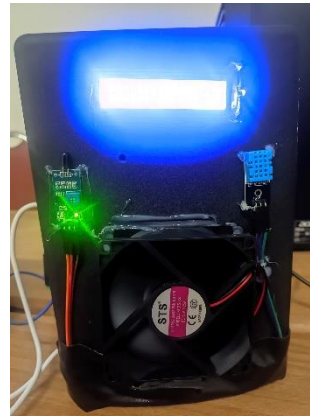
- E. Jika sensor suhu mendeteksi adanya suhu diatas batas yang ditentukan maka led akan menyala, jika tidak maka sistem akan kembali ke tahap pembacaan sensor
- F. Jika sensor api mendeteksi adanya nyala api maka buzzer akan berbunyi, jika tidak sistem akan kembali ke tahap pembacaan sensor.
- G. Data sensor Flame akan tampil sebagai notifikasi pada handphone lewat Buzzer dan data sensor DHT 11 akan tampil pada serial monitor.
- H. Sistem ini memiliki delay selama 3 detik karena ini merupakan prototype, dalam penerapan sesungguhnya memiliki delay selama 5 detik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Metode yang digunakan didapatkan serangkaian alat inovatif untuk menggantikan sistem deteksi kebakaran lama di Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang yang sebelumnya masih bersifat manual. Pengembangan ini dilakukan dengan menyesuaikan kondisi riil di lapangan agar sistem baru dapat beroperasi secara lebih efektif dibandingkan mekanisme yang pernah berlaku sebelumnya. Langkah ini bertujuan untuk meminimalisir keterlambatan respon dalam penanganan indikasi kebakaran melalui otomatisasi teknologi yang lebih andal.

Sistem ini digerakkan oleh mikrokontroler jenis ESP8266 sebagai unit pemrosesan pusat yang mengelola seluruh input dan output perangkat secara cerdas. Dalam arsitekturnya, perangkat ini mengintegrasikan berbagai komponen utama seperti sensor LM35 yang bertugas memantau suhu ruangan secara akurat dan Voice Recognition V3 sebagai penerima perintah berbasis suara. Selain itu, sensor DHT11 turut digunakan dalam sistem ini, di mana seluruh logika pemrograman dan instruksi sensor dikelola serta dimasukkan melalui perangkat lunak Arduino IDE.

Hasil akhir atau output dari sistem ini diwujudkan melalui aktifnya mekanisme detektor kebakaran secara otomatis serta tampilan informasi status pada layar LCD. Penggunaan LCD memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung, sementara sistem pendeteksi akan bekerja sebagai unit aksi utama saat indikasi bahaya muncul. Dengan integrasi komponen-komponen tersebut, diharapkan sistem ini mampu memberikan perlindungan yang lebih responsif dan informatif bagi lingkungan perkantoran.



Perancangan alur kerja sistem ini diharapkan mampu mengoptimalkan fungsi alat pendeteksi kebakaran berbasis IoT di Dinas Pendidikan Cabang 4 Kabupaten Semarang agar berjalan secara sistematis dan responsif. Operasional alat dimulai saat mikrokontroler ESP8266 menerima suplai tegangan, yang secara otomatis memicu sistem untuk melakukan konfigurasi perintah suara sebagai langkah awal kesiapan perangkat. Setelah tahap inisialisasi selesai, sensor api akan aktif memindai lingkungan sekitar untuk memberikan informasi deteksi dini apabila ditemukan indikasi titik api di area cakupan sensor.

Mekanisme perlindungan berlanjut secara otomatis apabila sensor api mendeteksi keberadaan api secara konsisten selama tiga detik, yang kemudian akan memicu relay untuk aktif. Aktivasi relay ini berfungsi untuk menyalakan sistem pendeteksi kebakaran secara menyeluruh selama durasi enam detik guna memastikan respons peringatan telah tersampaikan dengan baik. Setelah rangkaian deteksi api selesai dieksekusi, sensor suhu akan mengambil alih peran untuk memantau kondisi suhu ruangan secara aktif, sehingga tercipta siklus pengawasan yang terintegrasi antara deteksi api langsung dan pemantauan suhu lingkungan.

Pengujian Dan Analisis Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan pada sistem yang dibuat. Adapun pengujian sistem yang dilakukan meliputi pengujian sensor suhu, pengujian perintah suara, pengujian jarak perintah suara.

Pengujian Sensor suhu

Pengujian sensor suhu terhadap suhu ruangan bertujuan untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik sebagaimana mestinya merupakan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa saat suhu ruangan di bawah 30° C Sistem Pendeteksi Kebakaran

mati di atas 30° C Sistem Pendeteksi Kebakaran menyala. Adapun pengujian yang dilakukan mengenai sensor suhu di jabarkan pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Suhu

No	Sensor Api	Suhu (C)	Keterangan
1	Ada Api	30.69	Kipas Hidup
2	Ada Api	33.24	Kipas Hidup
3	Ada Api	28.16	Kipas Hidup
4	Ada Api	26.38	Kipas Hidup
5	Ada Api	31.65	Kipas hidup
6	Ada Api	29.79	Kipas Hidup

(Sumber: Data penelitian 2024)

Kesimpulan dari tabel 4.1 di atas adalah kipas akan menyala saat suhu di atas 30°C dan akan mati saat suhu kurang dari 30°C, maka dapat disimpulkan sensor suhu dapat bekerja dengan baik.

Pengujian Sensor LM35

Pengujian Sensor LM 35 terhadap Sensor DHT 11 bertujuan untuk mengetahui apakah Sensor Lm 35 dapat bekerja dengan baik terhadap Sensor LM 35 yang di berikan.

Tabel 4.2 Pengujian sensor LM 35 untuk Menghidupkan Sistem Pendeteksi Kebakaran

NO	Jarak	Sensor LM 35	Buzzer	Kipas
1	2cm	Ada Api	Aktif	Nyala
2	3cm	Ada Api	Aktif	Nyala
3	4 cm	Ada Api	Aktif	Nyala
4	5 cm	Ada Api	Aktif	Nyala
5	10 cm	Ada Api	Tidak aktif	Nyala
Tid6	15 cm	Tidak ada Api	Tidak aktif	Tidak
7	20 cm	Tidak ada Api	Tidak aktif	Tidak

8	25 cm	Tidak ada Api	Tidak aktif	Tidak
---	-------	------------------	-------------	-------

(Sumber: Data penelitian 2024)

Kesimpulan dari tabel diatas yaitu sensor dapat menerima Sensor LM 35 untuk menghidupkan Sistem Pendeteksi Kebakaran jika digunakan berfungsi dari jarak 2 – 10 cm.

Tabel 4.6 Pengujian Jarak Sensor DHT 11 untuk Menghidupkan Sensor

NO	kelembapan Lingkungan	Jarak Sensor DHT 11(CM)	Keterangan
1	Kering	5	Aktif
2		10	Aktif
3		20	Aktif
4		30	Tidak aktif
5		40	Tidak aktif
6		50	Tidak aktif
7	Lembab	5	Aktif
8		10	Aktif
9		20	Aktif
10		30	Tidak aktif
11		40	Tidak aktif
12		50	Tidak aktif

(Sumber: Data penelitian 2024)

Kesimpulan dari tabel diatas adalah saat kondisi sunyi sensor dapat menerima Sensor DHT 11 untuk menghidupkan sensor suhu pada jarak maksimal 20 CM.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap perancangan alat deteksi kebakaran berbasis IoT di Dinas Pendidikan Cabang 4 Kabupaten Semarang, dapat disimpulkan bahwa perangkat ini mampu beroperasi secara efektif sesuai dengan parameter yang direncanakan. Pengujian pada sensor DHT11 menunjukkan bahwa sistem pendeteksi kebakaran dapat terpicu dengan jarak jangkauan maksimal 20 cm pada kondisi lingkungan kering, sementara dalam kondisi lembab, jarak deteksi optimal berada pada

rentang 20 hingga 30 cm. Hal ini mengindikasikan bahwa sensitivitas sensor sangat dipengaruhi oleh kadar kelembapan udara di sekitar lokasi penempatan alat.

Selain itu, pengujian pada fungsi kontrol suhu membuktikan bahwa sensor suhu bekerja dengan sangat baik dalam mengatur sistem otomatisasi pendingin. Kipas akan secara otomatis menyala saat suhu ruangan terdeteksi melampaui ambang batas 30°C dan akan segera mati apabila suhu kembali turun di bawah angka tersebut. Integrasi antara sensor api, sensor suhu, dan aktuator berupa kipas ini memastikan bahwa prototipe tidak hanya berfungsi sebagai pemberi peringatan, tetapi juga sebagai unit mitigasi awal yang responsif terhadap perubahan iklim mikro di ruangan kantor.

DAFTAR REFERENSI

- Hidayati, S.N. (2016). Pengaruh Pendekatan Keras dan Lunak Pemimpin Organisasi terhadap Kepuasan Kerja dan Potensi Mogok Kerja Karyawan. *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, dan Entrepreneurship*, 5(2), 57-66. <http://dx.doi.org/10.30588/SOSHUMDIK.v5i2.164>.
- Risdwiyanto, A. & Kurniyati, Y. (2015). Strategi Pemasaran Perguruan Tinggi Swasta di Kabupaten Sleman Yogyakarta Berbasis Rangsangan Pemasaran. *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, dan Entrepreneurship*, 5(1), 1-23. <http://dx.doi.org/10.30588/SOSHUMDIK.v5i1.142>.
- Bator, R. J., Bryan, A. D., & Schultz, P. W. (2011). Who Gives a Hoot?: Intercept Surveys of Litterers and Disposers. *Environment and Behavior*, 43(3), 295–315. <https://doi.org/10.1177/0013916509356884>.
- Norsyaheera, A.W., Lailatul, F.A.H., Shahid, S.A.M., & Maon, S.N. (2016). The Relationship Between Marketing Mix and Customer Loyalty in Hijab Industry: The Mediating Effect of Customer Satisfaction. In *Procedia Economics and Finance* (Vol. 37, pp. 366–371). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30138-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30138-1).
- Armand, F. (2003). Social Marketing Models for Product-Based Reproductive Health Programs: A Comparative Analysis. *Occasional Paper Series*. Washington, DC. Retrieved from www.cmsproject.com.
- Belair, A. R. (2003). Shopping for Your Self: When Marketing becomes a Social Problem. *Dissertation*. Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.
- Lindawati (2015). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Ekonomi dan Kesejahteraan Rumah Tangga Petani Usahatani Terpadu Padi-Sapi di Provinsi Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/85350>.
- Kotler, P., & Lee, N. R. (2009). *Up and Out of Poverty: The Social Marketing Solution*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- LPPSP. (2016). *Statistik Indonesia 2016*. Badan Pusat Statistik, 676. Jakarta. Diakses dari <https://www.LPPSP.go.id/index.php/publikasi/326>.
- Risdwiyanto, A. (2016). Tas Kresek Berbayar, Ubah Perilaku Belanja? *Kedaulatan Rakyat*, 22 Februari, 12.

Chain, P. (1997). Same or Different?: A Comparison of the Beliefs Australian and Chinese University Students Hold about Learning's Proceedings of AARE Conference. Swinburne University. Available at: <http://www.swin.edu.au/aare/97pap/CHAN97058.html>, diakses tanggal 27 Mei 2000.

StatSoft, Inc. (1997). Electronic Statistic Textbook. Tulsa OK., StatSoft Online. Available at: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>, diakses tanggal 27 Mei 2000.