

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM INFORMASI KONDISI GEDUNG MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO DAN MODUL GSM

Asep Najmurrokhman, Bambang HSR Wibowo, Udin Komarudin, Tedi Pratama

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Jend. Sudirman PO Box Cimahi 40533
asep.najmurrokhman@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Makalah ini menguraikan tentang rancang bangun prototipe sistem informasi kondisi gedung. Kondisi gedung dinyatakan dengan tiga variabel keadaan yaitu asap, suhu, dan getaran. Jika ada indikasi kebakaran dan/atau potensi gempa maka sebuah penanda peringatan (*buzzer*) akan berbunyi dan informasi dikirim melalui pesan singkat ke telepon seluler yang nomor kontakannya teregistrasi dalam sistem. Informasi yang dikirim memuat alamat lengkap atau lokasi gedung sehingga pihak-pihak yang berkepentingan seperti unit pemadam kebakaran atau dinas yang bertanggung jawab dalam penanganan bencana dapat segera mengetahui lokasi kejadian. Prototipe yang dirancang dan direalisasikan menggunakan tiga buah sensor, yaitu sensor asap MQ5, sensor suhu LM35, dan sensor getaran SW420. Komponen yang berfungsi sebagai unit pemroses utama dalam sistem ini adalah mikrokontroler Arduino. Sebuah penampil LCD ditambahkan untuk memperlihatkan nilai dari variabel keadaan yang terukur oleh sensor. Modul GSM dihubungkan dengan port output mikrokontroler untuk memfasilitasi transmisi pesan singkat ke telepon seluler yang teregistrasi dalam sistem. Hasil pengujian menunjukkan sistem berfungsi sesuai tujuan perancangan. Setiap data sensor dapat ditampilkan dengan akurasi yang baik serta informasi yang menunjukkan indikasi bencana kebakaran atau gempa terkirim melalui pesan singkat ke telepon seluler yang nomornya teregistrasi dalam sistem.

Kata kunci: gempa, kebakaran, kondisi gedung, mikrokontroler Arduino, modul GSM

Abstract

This paper describes on a prototype of an information system regarding building condition. The condition of the building is stated by three parameters, namely smoke concentration, temperature and vibration. If there are indications of fire and / or earthquake potential then a warning sign (*buzzer*) will alert and the information is sent via a short text message to a cell phone whose contact number is registered in the system. The information contains the complete address or location of the building so that the related authority such as fire departments or agencies responsible for disaster management can immediately find out the location of the incident. The prototype is designed and realized using three sensors, namely MQ5 smoke sensor, LM35 temperature sensor, and SW420 vibration sensor. The main processing unit of this system is the Arduino microcontroller. An LCD is added to show the value of the parameters respectively that measured by the sensor. The GSM module is connected to the microcontroller's output port to facilitate the transmission of short text messages to cellular phones registered in the system. The experimental results show the system works well. Each sensor data can be displayed with good accuracy as well as information showing indications of a fire or earthquake disaster sent via short message to a cell phone whose number is registered in the system.

Keywords : earthquake, fire, building condition, Arduino microcontroller, GSM module

PENDAHULUAN

Salah satu ciri perkotaan adalah banyaknya gedung-gedung yang dibangun untuk kepentingan tempat tinggal ataupun komersial. Dewasa ini, perkembangan dalam desain dan realisasi sebuah gedung diarahkan menuju konsep gedung pintar (*smart building*). Gedung pintar didefinisikan sebagai bangunan yang mengintegrasikan data, parameter, dan penggunaan energi dalam satu mekanisme sehingga diperoleh informasi lengkap tentang kondisi gedung (Buckman, Mayfield and B.M. Beck, 2014; Batov, 2015; Ghaffarianhoseini *et al.*, 2018). Secara umum, sebuah gedung pintar dilengkapi dengan sensor-sensor untuk mendeteksi parameter, akuisisi data, dan pengendali yang berfungsi mengintegrasikan data dan menentukan keputusan atas masalah yang terjadi dalam sistem (Bakakeu *et al.*, 2017). Jika setiap gedung dalam kota dibangun dengan konsep gedung pintar maka realisasi kota pintar (*smart city*) akan mudah terbentuk. Kunci utama dalam realisasi kota pintar adalah pemanfaatan teknologi informasi dalam setiap proses atau peristiwa yang terjadi dalam kota tersebut (Albino, Berardi and Dangelico, 2015; Caird and Hallett, 2018; Siano and Shahrour, 2018).

Salahsatu peristiwa yang mungkin terjadi pada gedung adalah kebakaran, sedangkan peristiwa yang mungkin terjadi dalam skala kota adalah gempa bumi. Untuk menghindari banyaknya korban berjatuh akibat peristiwa tersebut, mekanisme mitigasi harus disiapkan dalam sistem penanggulangan bencana. Mitigasi dapat berupa struktural maupun non struktural yang bertujuan mengurangi dampak korban ataupun kerusakan bangunan dan lingkungan (Yuhanah, 2014). Mekanisme tersebut mencakup sistem peringatan dini (*early warning system*), evakuasi korban, dan penanganan bencana tersebut. Sistem peringatan dini harus dibangun untuk meningkatkan kesiapsiagaan dari seluruh pihak yang terlibat, baik dari pihak yang secara langsung berhubungan dengan potensi bencana maupun pihak otoritas pengendali di tingkat daerah. Bentuk peringatan dini yang efektif berupa penanda tentang parameter atau besaran fisis yang memberi indikasi apakah akan terjadi bencana atau bahkan sudah terjadi bencana. Dalam konteks gedung pintar, setiap saat dapat

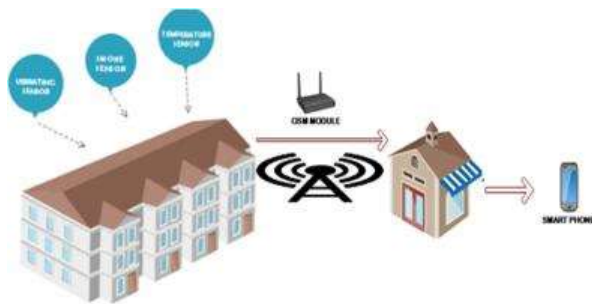
diketahui besaran-besaran fisis yang muncul dalam gedung dan ada notifikasi atau tanda peringatan jika potensi bahaya mengancam. Untuk merealisasikan hal tersebut, sebuah sistem informasi kondisi gedung dapat dibangun untuk memproses data besaran-besaran fisis yang ada sekaligus penanganan sistem peringatan dini terhadap potensi bencananya.

Makalah ini menguraikan tentang rancang bangun prototipe sistem informasi kondisi gedung. Kondisi gedung dinyatakan dengan tiga variabel keadaan yaitu asap, suhu, dan getaran. Keadaan asap dan suhu dapat memberi indikasi apakah terjadi kebakaran atau tidak, sedangkan informasi getaran memberikan gambaran apakah terdapat potensi terjadinya gempa bumi atau tidak. Seluruh informasi tentang kondisi gedung tersebut dapat diperoleh secara waktu nyata karena datanya dikirim secara terus menerus memanfaatkan teknologi informasi. Jika ada indikasi terjadi bencana kebakaran dan/atau gempa bumi maka sebuah penanda peringatan (*buzzer*) akan berbunyi dan informasi dikirim melalui pesan singkat ke telepon seluler yang nomor kontakannya teregistrasi dalam sistem. Informasi yang dikirim memuat alamat lengkap atau lokasi gedung sehingga pihak-pihak yang berkepentingan seperti unit pemadam kebakaran atau dinas yang bertanggung jawab dalam penanganan bencana dapat segera mengetahui lokasi kejadian.

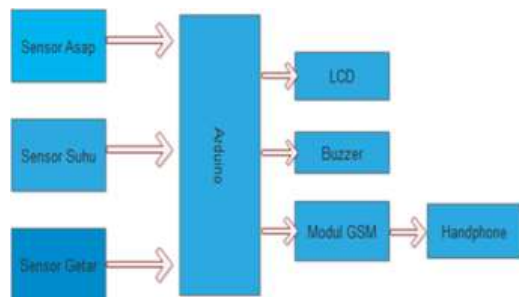
METODE

Secara skematik, sistem yang dirancang mengikuti bentuk yang diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan diagram bloknya diberikan pada Gambar 2. Sistem yang dirancang tersusun oleh tiga buah sensor yang masing-masing digunakan untuk mendeteksi kadar asap, suhu, dan getaran. Kadar asap dideteksi oleh sensor MQ5, sedangkan sensor suhu menggunakan IC LM35. Sementara itu, getaran yang terjadi dideteksi oleh sensor SW420. Mikrokontroler Arduino digunakan sebagai unit pemroses utama sistem yang berfungsi menerima dan mengolah data sensor yang selanjutnya akan diteruskan ke komponen berikutnya, yaitu penampil informasi (LCD), penanda peringatan (*buzzer*), dan modul GSM. Penanda peringatan akan aktif jika ada indikasi terjadi kebakaran dan potensi gempa.

Informasi tentang hal tersebut berupa pesan pendek yang dikirim ke telepon seluler melalui modul GSM yang nomor kontakya teregistrasi di dalam sistem. Informasi yang dikirim menyertakan alamat lokasi gedung yang mengalami kebakaran.



Gambar 1. Bentuk skematik sistem yang dibuat



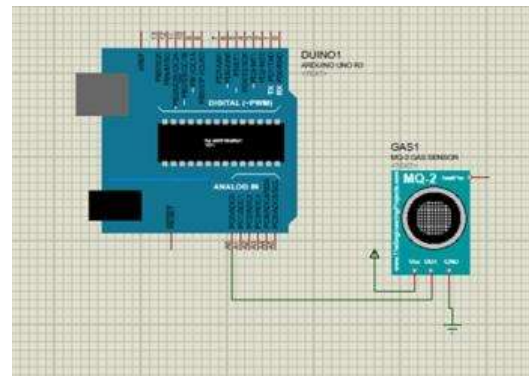
Gambar 2. Diagram blok sistem yang dirancang

Sensor asap MQ5 terdiri dari dua elektroda yang ditengahnya terdapat sebuah pemanas. Apabila ada asap dengan konsentrasi tertentu terdeteksi oleh sensor maka output dari elektroda akan mengeluarkan tegangan sesuai konsentrasinya. Sensor MQ5 ini merupakan sensor dengan input analog yang mampu memberikan informasi konsentrasi gas tertentu (Chafekar *et al.*, 2018). Modul sensor ini memiliki dua tipe output yang masing-masing digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas dan mengukur volume gas tersebut dalam satuan tertentu. Output digitalnya digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas sekaligus dapat menjadi pemicu untuk rangkaian berikutnya. Bentuk fisik sensor MQ5 diberikan dalam Gambar 3.



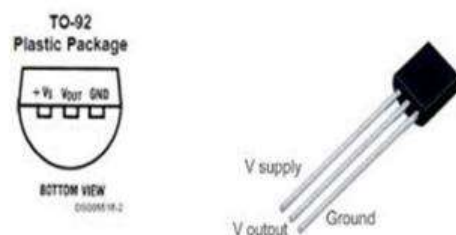
Gambar 3. Sensor asap MQ5

Koneksi antara sensor MQ5 dengan mikrokontroler diberikan pada Gambar 4. Keluaran sensor terhubung dengan port A0 mikrokontroler.



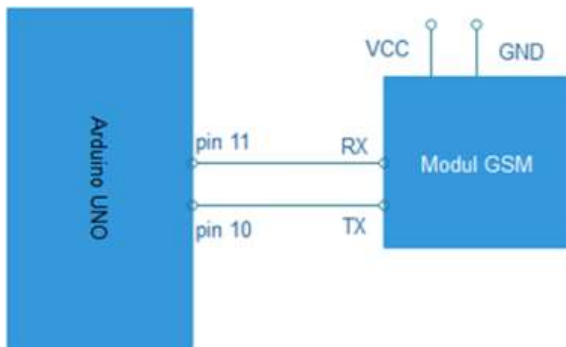
Gambar 4. Koneksi antara sensor asap MQ5 dan mikrokontroler Arduino

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki akurasi tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain. LM35 juga mempunyai keluaran linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Tegangan keluaran sensor ini akan naik 10 mV setiap terjadi kenaikan suhu 1°C. Beberapa peneliti menggunakan sensor LM35 dalam sistem akuisisi pengukur suhu (Jamzuri, 2016), pengendali putaran kipas untuk mendinginkan perangkat elektronis dan medis (Najmurokhman *et al.*, 2017), sistem pengendali pendingin ruangan (Fikriyah and Rohmanu, 2018), dan sebagainya. Bentuk sensor suhu LM35 diberikan pada Gambar 5. Sementara itu, koneksi antara sensor suhu LM35 dengan mikrokontroler diperlihatkan pada Gambar 6. Keluaran sensor dihubungkan dengan port A1 mikrokontroler.



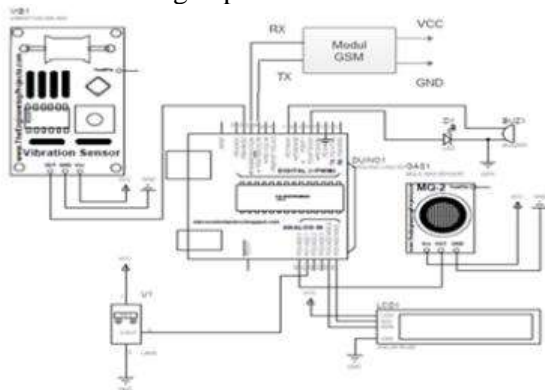
Gambar 5. Sensor suhu LM35

Modul GSM SIM900A dapat bekerja dengan diberi perintah “AT Command”. AT Command adalah perintah-perintah standar yang digunakan untuk melakukan komunikasi antara komputer dengan telepon seluler melalui *serial port*. Melalui AT Command, data yang ada di dalam telepon seluler dapat diketahui, mulai dari vendor ponsel, kekuatan sinyal, membaca pesan, mengirim pesan, dan lain-lain. Koneksi antara modul GSM dengan mikrokontroler diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Koneksi antara modul GSM dengan mikrokontroler Arduino

Integrasi seluruh komponen menjadi satu kesatuan diberikan dalam Gambar 12. Sebuah penampil LCD ditambahkan untuk memperlihatkan data yang diukur oleh setiap sensor. Sementara itu, *buzzer* juga disediakan untuk pemberi tanda peringatan terjadi kebakaran atau gempa.



Gambar 12. Rangkaian sistem keseluruhan

Pada sistem yang dibuat, indikasi kebakaran diperoleh dari data suhu melalui sensor LM35 dan data kadar asap melalui sensor MQ5, sedangkan indikasi gempa bumi diperoleh melalui sensor getaran SW420. Setiap sensor akan membaca keadaan suhu, kadar asap, dan getaran kemudian data tersebut

ditampilkan pada penampil LCD. Jika terjadi indikasi kebakaran alarm peringatan akan berbunyi dan secara otomatis pesan peringatan akan dikirim ke telepon seluler yang nomornya teregistrasi dalam sistem. Dalam prototipe ini indikasi kebakaran ditandai oleh suhu yang terdeteksi oleh sensor melebihi 60°C dan/atau konsentrasi asap yang terukur oleh sensor melebihi 100 ppm. Seluruh proses yang terjadi dalam sistem dirangkun dalam bentuk diagram alir proses seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram alir proses dan sistem informasi kondisi gedung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum seluruh komponen diintegrasikan dalam suatu prototipe yang kompak, pengujian karakteristik input output setiap sensor dilakukan untuk mengamati kesesuaian dengan spesifikasi teknis yang dimiliki oleh setiap komponen. Pengujian pertama dilakukan terhadap sensor suhu LM35. Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt atau tegangan keluaran sensor ini naik 10 mV setiap perubahan suhu sebesar

1°C. Hasil pengukuran tegangan keluaran sensor suhu terhadap besar suhu yang dideteksi oleh sensor ditampilkan pada Tabel 1. Hasil penunjukkan tegangan keluaran LM35 untuk setiap nilai suhu yang terjadi memperlihatkan bahwa spesifikasi teknis sensor tersebut terpenuhi dengan baik. Dengan demikian, sensor suhu LM35 dapat digunakan untuk mendeteksi suhu yang terjadi dalam prototipe yang dibuat.

Tabel 1. Nilai tegangan keluaran sensor suhu LM35 terhadap nilai suhu yang terdeteksi

| Suhu (°C) | Tegangan terukur (V) | Nilai tegangan teoretis (V) |
|-----------|----------------------|-----------------------------|
| 28,86 | 0,28 | 0,2886 |
| 34,30 | 0,33 | 0,3430 |
| 38,12 | 0,37 | 0,3812 |
| 40,59 | 0,40 | 0,4059 |
| 63,05 | 0,62 | 0,6305 |

Pengujian berikutnya dilakukan untuk mengamati kemampuan deteksi sensor MQ5 terhadap keberadaan asap dan konsentrasinya. Hubungan antara konsentrasi asap yang terukur dengan tegangan keluarannya relatif linier. Hasil pengujiannya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai tegangan keluaran sensor asap MQ5 terhadap konsentrasi asap yang terdeteksi

| Konsentrasi asap (ppm) | Tegangan terukur (V) | Nilai tegangan teoretis (V) |
|------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 50 | 0,20 | 0,244 |
| 81 | 0,41 | 0,395 |
| 100 | 0,50 | 0,488 |
| 126 | 0,62 | 0,615 |
| 170 | 0,80 | 0,830 |
| 217 | 1,04 | 1,060 |

Sementara itu, pengujian untuk sensor getaran SW420 dilakukan untuk mengamati apakah sensor tersebut bekerja saat ada getaran yang melebihi nilai ambang batasnya. Berdasarkan data spesifikasi teknisnya, tegangan kerja sensor berkisar antara 3,3 V sampai 5 V dan tegangan keluaran sensor tersebut akan tinggi jika ada getaran yang melebihi nilai ambang batasnya. Hasil pengujian tegangan keluaran sensor SW420 diberikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai tegangan keluaran sensor SW420

| Getaran | Tegangan terukur (V) |
|-----------------|----------------------|
| Tidak ada | 0,10 |
| Di bawah ambang | 0,16 |
| Di atas ambang | 3,43 |

Integrasi komponen sensor dan yang lainnya direalisasikan dalam sebuah prototipe sistem berupa replika gedung yang dilengkapi dengan sensor suhu, sensor asap, dan sensor getaran seperti terlihat pada Gambar 14. Tata letak sensor dan komponen lainnya diberikan pada Gambar 15-16.



Gambar 14. Replika gedung



Gambar 15. Tampak atas tata letak komponen



Gambar 16. Tampak depan tata letak komponen

Setiap saat, parameter sistem berupa suhu, kepadatan asap, dan ada/tidaknya getaran

ditampilkan dalam penampil LCD. Dalam prototipe yang dibuat, dua nomor kontak diregistrasikan dalam sistem untuk menerima pesan yang dikirimkan saat terjadi bencana kebakaran dan gempa bumi. Hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 17. Pesan terkirim masing-masing dalam waktu 14,38 detik dan 14,73 detik.



Gambar 17. Pengujian pengiriman pesan pendek dari sistem ke nomor yang diregistrasikan

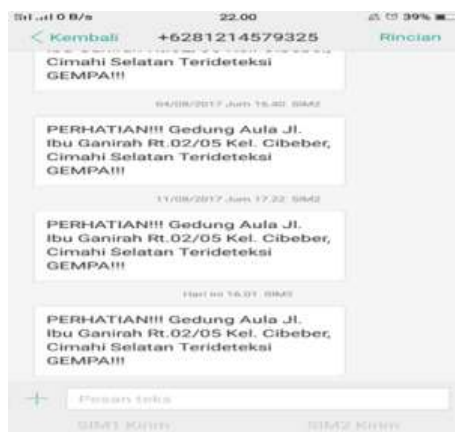
Pengujian terhadap sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara mengkondisikan suhu ruangan dari suhu normal sampai suhu tertentu saat terjadi indikasi kebakaran yaitu 60°C serta dengan membuat asap buatan sampai konsentrasi asap mencapai lebih dari 100 ppm. Pesan terkirim saat terjadi indikasi kebakaran diperlihatkan pada Gambar 18. Pesan dikirim sebanyak tiga kali dengan menyertakan alamat lokasi kebakaran dan kata penegas kebakaran yang dicetak tebal dan dalam bentuk huruf kapital.



Gambar 18. Pesan terkirim yang memberi informasi tentang adanya kebakaran di gedung pada alamat yang tertulis dalam pesan

Sementara itu, pengujian terhadap indikasi gempa bumi dilakukan dengan cara

mengetarkan sensor SW420 sehingga getaran yang terjadi di atas ambang yang ditentukan. Pesan singkat yang dikirimkan kepada nomor kontak yang diregistrasikan dalam sistem diperlihatkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Pesan pendek yang memberi informasi adanya gempa

SIMPULAN DAN SARAN

Perancangan dan realisasi dari prototipe sistem informasi kondisi gedung telah diuraikan. Sistem terdiri atas sensor suhu LM35, sensor asap MQ5, sensor getaran SW420, mikrokontroler Arduino dan modul GSM. Sebuah penampil LCD digunakan untuk menampilkan besaran suhu, konsentrasi asap, dan ada/tidaknya potensi gempa bumi. Jika terindikasi adanya kebakaran dan/atau gempa bumi maka sistem mengirimkan pesan singkat berisi informasi bencana dan lokasi gedung ke nomor kontak yang diregistrasikan dalam sistem melalui modul GSM yang dikoneksikan dengan port output mikrokontroler Arduino. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja dengan baik. Semua sensor dapat mendeteksi besaran fisis berupa suhu dan konsentrasi asap dengan akurasi sekitar 98 %. Pesan singkat yang berisi lokasi gedung dan tipe bencana yang terjadi dapat dikirimkan ke nomor kontak yang terregistrasi dalam waktu sekitar 14 detik.

Pengembangan berikutnya dari sistem diarahkan kepada penggunaan sensor yang lebih banyak dan menerapkan konsep *wireless sensor network* untuk mengefektifkan pengolahan informasi dan mengoptimalkan penggunaan komponen dan sumber dayanya. Realisasi sistem secara keseluruhan menuju *networked control systems* yang menyatukan semua elemen sistem dari mulai sensor sampai pengambilan keputusan secara otomatis

menggunakan jaringan komunikasi (Najmurokhman *et al.*, 2013).

10.1080/13574809.2018.1469402.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Achmad Yani yang telah membantu sebagian dana penelitian ini dalam skema Penelitian Kompetitif Tahun Anggaran 2018 serta Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Dirlitjen SDID Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian dalam skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Albino, V., Berardi, U. and Dangelico, R. M. (2015) 'Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives', *Journal of Urban Technology*, 22(1), pp. 1–9. doi: 10.1080/10630732.2014.942092.
- Bakakeu, J. *et al.* (2017) 'Building Cyber-Physical Systems - A Smart Building Use Case', in *Smart Cities: Foundations, Principles and Applications*. John Wiley & Sons, Inc., pp. 605–639. doi: 10.1002/9781119226444.ch21.
- Batov, E. I. (2015) 'The distinctive features of "smart" buildings', *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 111(TFoCE), pp. 103–107. doi: 10.1016/j.proeng.2015.07.061.
- Buckman, A. H., Mayfield, M. and B.M. Beck, S. (2014) 'What is a Smart Building?', *Smart and Sustainable Built Environment*, 3(2), pp. 92–109. doi: 10.1108/SASBE-01-2014-0003.
- Caird, S. P. and Hallett, S. H. (2018) 'Towards evaluation design for smart city development', *Journal of Urban Design*. Routledge, 4809(May), pp. 1–22. doi: 10.1080/13574809.2018.1469402.
- Chafekar, Z. *et al.* (2018) 'Implementation of Automatic Gas Accident Prevention System using Arduino and GSM', *International Journal of Computer Applications*, 180(47), pp. 5–7.
- Fikriyah, L. and Rohmanu, A. (2018) 'Sistem Kontrol Pendingin Ruangan Menggunakan Arduino Web Server dan Embedded Fuzzy Logic Di PT. INOAC Polytechno Indonesia', *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 3(1), pp. 21–27.
- Ghaffarianhoseini, A. *et al.* (2018) 'Intelligent or smart cities and buildings: a critical exposition and a way forward', *Intelligent Buildings International*. Taylor & Francis, 10(2), pp. 122–129. doi: 10.1080/17508975.2017.1394810.
- Jamzuri, J. (2016) 'Pembuatan Sistem Akuisisi Data Pengukur Suhu Menggunakan Labview Interface For Arduino (LIFA)', *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 6(1), pp. 25–29.
- Najmurokhman, A. *et al.* (2013) 'Dissipative controller design for networked control systems via the Markovian jump system approach', *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 45 B(1), pp. 25–45. doi: 10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.1.3.
- Najmurokhman, A. *et al.* (2017) 'Desain pengendali putaran kipas untuk mempercepat proses pendinginan perangkat elektronis dan medis', in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2017*, pp. 1–7.
- Siano, P. and Shahrour, I. (2018) 'Introducing Smart Cities: A Transdisciplinary Journal on the Science and Technology of Smart Cities', *Smart Cities*, 1(1), pp. 1–3. doi: 10.3390/smartcities1010001.
- Yuhanah, T. (2014) 'Konsep Desain Shelter Mitigasi Tsunami', *Jurnal Teknologi*, 6(1), pp. 19–31.