

RANCANGAN INTERNET OF THINGS PADA KOTA CERDAS

Arya Kesuma
Teknik Komputer
*) kesuma@gmail.com

Abstrak

Internet of Things (IoT) harus mampu menangani sistem heterogen secara transparan dan stabil dengan menyediakan akses terbuka ke subset data yang dipilih untuk pengembangan sejumlah besar layanan digital. Membangun arsitektur umum untuk IoT adalah tugas yang sangat kompleks, terutama karena banyaknya variasi perangkat, berbagai teknologi, dan layanan yang diperlukan. Dalam makalah ini, kami fokus secara eksklusif pada sistem IoT perkotaan besar. Pengembangan IoT dirancang untuk mendukung visi kota pintar untuk memanfaatkan teknologi komunikasi tercanggih guna mendukung layanan bernilai tambah bagi administrasi kota dan bagi warga. Makalah ini memberikan survei komprehensif tentang teknologi, protokol, dan arsitektur yang memungkinkan IoT perkotaan.

Kata Kunci: Iot, arsitektur dan kota pintar

PENDAHULUAN

Perkembangan Internet of Things (IoT) menjadi paradigma komunikasi yang begitu pesat, di mana hampir semua objek dalam kehidupan sehari-hari akan dilengkapi dengan mikrokontroler, transceiver untuk komunikasi digital, dan tumpukan protokol yang sesuai untuk dapat berkomunikasi satu sama lain (Rahmanto et al., 2020), (S Samsugi & Suwanto, 2018), (F. Kurniawan & Surahman, 2021). Pengguna IoT menjadi bagian integral dari Internet (Surahman et al., 2021). Konsep IoT bertujuan untuk membuat Internet lebih merata penyebarannya (Ratnasari et al., n.d.), (Subandi, 2016). Selain itu, dengan memungkinkan akses dan interaksi yang mudah dengan berbagai perangkat seperti, peralatan rumah tangga, kamera pengawas, sensor pemantauan, aktuator, display, kendaraan, dan sebagainya, IoT akan mendorong pengembangan sejumlah aplikasi yang memanfaatkan jumlah dan variasi data yang sangat besar yang dihasilkan oleh objek-objek tersebut untuk memberikan layanan baru kepada warga, perusahaan, dan administrasi publik (Hayatunnufus & Alita, 2020), (S Samsugi et al., 2018), (Ahmad et al., 2022). Paradigma ini memang menemukan aplikasi di banyak bidang yang berbeda, seperti otomatisasi rumah, otomatisasi industri, bantuan medis, perawatan kesehatan keliling, bantuan orang tua, manajemen energi cerdas dan jaringan cerdas, otomotif, manajemen lalu lintas, dan banyak lainnya (Selamet Samsugi, Mardiyansyah, et al., 2020), (Rahmanto et al., 2021), (Suaidah, 2021).

Namun, bidang aplikasi yang heterogen membuat identifikasi solusi yang mampu memenuhi persyaratan dari semua skenario aplikasi yang mungkin merupakan tantangan yang berat (Puspaningrum et al., 2020), (S Samsugi & Burlian, 2019). Kesulitan ini telah menyebabkan kebutuhan yang berbeda dan, kadang-kadang, penyelesaian yang tidak kompatibel untuk realisasi praktis sistem IOT (Anantama et al., 2020), (Pratama et al., 2021). Oleh karena itu, dari perspektif sistem, realisasi jaringan IoT, bersama dengan layanan dan perangkat jaringan backend yang dibutuhkan, masih kurang memiliki

implementasi terbaik yang telah ditetapkan karena kebaruan dan kompleksitasnya (Pratama Zanofa & Fahrizal, 2021), (Yuliana et al., 2021). Selain kesulitan teknis, penerapan paradigma IoT juga terhambat oleh kurangnya model bisnis yang jelas dan diterima secara luas yang dapat menarik investasi untuk mempromosikan penyebaran teknologi ini (Kristiawan et al., 2021), (Riski et al., 2021).

Penerapan paradigma IoT ke konteks perkotaan adalah kepentingan khusus, karena ia merespon dorongan kuat dari banyak pemerintah nasional untuk mengadopsi solusi ICT dalam pengelolaan urusan publik, sehingga mewujudkan apa yang disebut konsep Kota cerdas (Hafidhin et al., 2020), (Selamet Samsugi et al., 2021), (Dita et al., 2021). Tujuan dari kota cerdas secara umum adalah untuk memanfaatkan sumber daya publik secara lebih baik, meningkatkan kualitas layanan yang ditawarkan kepada warga, sekaligus mengurangi biaya operasional publik dan administrasi (Selamet Samsugi, Yusuf, et al., 2020), (Isnain et al., 2021). Tujuan ini dapat dikejar oleh penyebaran IoT perkotaan, yaitu infrastruktur komunikasi yang menyediakan akses terpadu, sederhana, dan ekonomis untuk sejumlah besar layanan publik, sehingga melepaskan potensi sinergi dan meningkatkan transparansi kepada warga (S Samsugi, 2017), (S Samsugi & Silaban, 2018b). Sebuah IoT perkotaan, memang, dapat membawa sejumlah manfaat dalam pengelolaan dan optimalisasi layanan publik tradisional, seperti transportasi dan parkir, penerangan, pengawasan dan pemeliharaan area publik, pelestarian warisan budaya, pengumpulan sampah, rumah sakit, dan sekolah (Nurdiansyah et al., 2020), (Setiawan et al., 2021), (Rumalutur & Ohoiwutun, 2018).

KAJIAN PUSTAKA

Konsep Kota Cerdas

Pengembangan Kota cerdas diperkirakan mencapai ratusan miliar dolar pada tahun 2020, dengan pengeluaran tahunan mencapai hampir 16 miliar (Jayadi et al., 2021). Kebutuhan ini berasal dari interkoneksi sinergis sektor industri dan layanan utama, seperti smart governance, smart mobility, smart utility, smart building, dan smart environment (S Samsugi & Silaban, 2018a), (Selamet Samsugi et al., 2018). Sektor-sektor ini juga telah dipertimbangkan dalam proyek kota cerdas untuk menentukan kriteria peringkat yang dapat digunakan untuk menilai tingkat “kecerdasan” kota-kota (Budioko, 2016), (Yulianti et al., 2021). Meskipun demikian, pengembangan Kota cerdas belum benar-benar lepas landas, untuk sejumlah hambatan politik, teknis, dan keuangan (Ahdan et al., 2019).

Di bawah dimensi politik, hambatan utama adalah atribusi kekuatan pengambilan keputusan kepada pemangku kepentingan yang berbeda (Borman et al., 2018). Cara yang mungkin untuk menghilangkan hambatan ini adalah melembagakan seluruh keputusan dan proses eksekusi, memusatkan perencanaan strategis dan manajemen aspek kota cerdas menjadi satu departemen yang berdedikasi di kota (Imani & Ghassemian, 2019), (Pindrayana et al., 2018), (D. E. Kurniawan et al., 2019). Di sisi teknis, masalah yang paling relevan adalah ketidaktergantungan teknologi heterogen yang saat ini digunakan dalam perkembangan kota dan perkotaan (Zanofa et al., 2020), (Wantoro et al., 2021). Dalam hal ini, visi IoT dapat menjadi blok bangunan untuk mewujudkan platform ICT berskala perkotaan bersatu, sehingga melepaskan potensi visi kota cerdas (Susanto, n.d.), (Yurnama & Azman, 2009).

Akhirnya, mengenai dimensi keuangan, model bisnis yang jelas masih kurang, meskipun beberapa inisiatif untuk mengisi kesenjangan ini baru-baru ini dilakukan (S

Samsugi et al., 2021). Situasi ini diperburuk oleh situasi ekonomi global yang buruk, yang telah menentukan penyusutan umum investasi pada layanan publik (Rikendry & Navigasi, 2007). Situasi ini mencegah pengembangan Kota cerdas yang berpotensi besar menjadi kenyataan (Widodo et al., 2020). Sebuah jalan keluar yang mungkin dari kebuntuan ini adalah untuk pertama-tama mengembangkan layanan- layanan yang mengkonjugasikan utilitas sosial dengan pengembalian investasi yang sangat jelas, seperti parkir cerdas dan bangunan pintar, dan karenanya akan bertindak sebagai katalisator untuk layanan nilai tambah lainnya (Selamet Samsugi & Wajiran, 2020), (Amarudin et al., 2020), (Kholidi dkk., 2015).

METODE

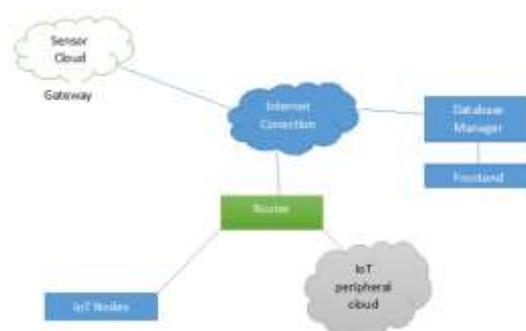
Layanan Kota Cerdas

Pada penelitian ini, kami mengulas beberapa layanan yang mungkin diaktifkan oleh paradigma IoT perkotaan dan yang memiliki minat potensial dalam konteks Kota Cerdas karena mereka dapat mewujudkan situasi yang menguntungkan untuk meningkatkan kualitas dan meningkatkan layanan ditawarkan kepada warga sambil membawa keuntungan ekonomis bagi administrasi kota dalam hal pengurangan biaya operasional [6]. Untuk lebih menghargai tingkat kematangan teknologi yang memungkinkan untuk layanan ini, kami melaporkan pada Tabel I pandangan sinoptik layanan dalam hal tipe yang disarankan dari jaringan yang akan digunakan, lalu lintas yang diharapkan dihasilkan oleh layanan. Dari tabel, jelas tampak bahwa, secara umum, realisasi praktis sebagian besar layanan semacam itu tidak terhalang oleh masalah teknis, tetapi oleh kurangnya arsitektur layanan dan komunikasi yang diterima secara luas yang dapat mengaburkan dari fitur khusus dari satu teknologi dan menyediakan akses yang terharmonisasi ke layanan.

Tabel 1 Spesifikasi Layanan Untuk Kota Cerdas

Service	Network type	Feasibility
Structural health	802.15.4; wifi dan Ethernet	Mudah direalisasikan tetapi sulit diintegrasikan
Waste management	Wifi; 3G dan 4G	Memungkinkan direalisasikan tetapi membutuhkan kotak sampah yang smart
Air quality monitoring	802.15.4; wifi dan Bluetooth	Mudah direalisasikan tetapi masih kurang efektif
Noise monitoring	802.15.4 dan Ethernet	Deteksi kebisingan masih sulit diimplementasikan
Traffic congestion	802.15.4; Ethernet; wifi dan Bluetooth	Membutuhkan realisasi antara kualitas udara dan pengawasan kebisingan
City energy consumption	PLC dan Ethernet	Mudah direalisasikan tetapi harus diintegrasikan
Smart parking	802.15.4 dan Ethernet	Sudah diimplementasikan diberbagai tempat
Smart lighting	802.15.4; wifi dan Ethernet	Membutuhkan perubahan infrastruktur
Automation and salubrity of public building	802.15.4; wifi dan Ethernet	Membutuhkan perubahan infrastruktur

Pendekatan Layanan Web Untuk Arsitektur Layanan IoT



Gambar 1 Representasi Konseptual Dari Jaringan IoT Perkotaan Berdasarkan Pendekatan Layanan

Standar IoT menggunakan arsitektur layanan web untuk layanan IoT, yang telah banyak didokumentasikan dalam literatur sebagai pendekatan yang sangat menjanjikan dan fleksibel. Bahkan, layanan web memungkinkan untuk mewujudkan sistem yang fleksibel dan interoperable yang dapat diperluas ke node IoT, melalui adopsi paradigma berbasis web yang dikenal sebagai Representational State Transfer (ReST) [18]. Layanan IoT yang dirancang sesuai dengan paradigma ReST menunjukkan kemiripan yang sangat kuat dengan layanan web tradisional, sehingga sangat memudahkan adopsi dan penggunaan IoT oleh pengguna akhir dan pengembang layanan, yang akan dapat dengan mudah menggunakan kembali sebagian besar pengetahuan yang didapat dari web tradisional teknologi dalam pengembangan layanan untuk jaringan yang berisi objek pintar.

Dalam arsitektur protokol kita dapat membedakan tiga lapisan fungsional yang berbeda, yaitu (i) Data, (ii) Aplikasi / Transportasi, dan (iii) Jaringan, yang mungkin memerlukan entitas khusus untuk mengoperasikan transcoding antara dibatasi dan tidak dibatasi format dan protokol. Di sisa bagian ini, kami menetapkan secara lebih rinci persyaratan pada masing-masing dari tiga lapisan fungsional untuk menjamin interoperabilitas di antara bagian-bagian yang berbeda dari sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Format Data

Seperti disebutkan, paradigma IoT perkotaan menetapkan persyaratan khusus dalam hal aksesibilitas data. Dalam arsitektur yang didasarkan pada layanan web, pertukaran data biasanya disertai dengan deskripsi konten yang ditransfer dengan menggunakan bahasa representasi semantik, di mana Bahasa Markup yang eXtensible (XML) mungkin yang paling umum. Namun demikian, ukuran pesan XML sering terlalu besar untuk kapasitas terbatas perangkat khas untuk IoT. Selain itu, sifat teks representasi XML membuat penguraian pesan oleh perangkat yang dibatasi CPU lebih kompleks dibandingkan dengan format biner. Untuk alasan ini, kelompok kerja World Wide Web Consortium (W3C) 7 telah mengusulkan format EXI, yang memungkinkan bahkan untuk perangkat yang sangat terbatas untuk secara native mendukung dan menghasilkan pesan menggunakan format data terbuka yang kompatibel dengan XML.

EXI mendefinisikan dua jenis pengkodean, yaitu skema-kurang dan skema-informasi. Sementara pengkodean skema-kurang dihasilkan langsung dari data XML dan dapat diterjemahkan oleh setiap entitas EXI tanpa pengetahuan sebelumnya tentang data, pengkodean skema-informasi mengasumsikan bahwa dua prosesor EXI berbagi skema XML sebelum pengkodean aktual dan decoding dapat terjadi. Skema bersama ini memungkinkan untuk menetapkan pengidentifikasi numerik ke tag XML dalam skema dan membangun tata bahasa EXI pada pengkodean tersebut. Seperti yang dibahas dalam, sebuah prosesor EXI dengan tujuan skema informasi umum dapat dengan mudah diintegrasikan bahkan di perangkat yang sangat terbatas, memungkinkan mereka untuk menafsirkan format EXI dan, karenanya, memungkinkan untuk membangun node IoT multiguna bahkan dari perangkat yang sangat terbatas. Menggunakan pendekatan skema informasi, bagaimanapun, membutuhkan perawatan tambahan dalam pengembangan aplikasi lapisan yang lebih tinggi, karena pengembang perlu mendefinisikan Skema XML untuk pesan yang terlibat dalam aplikasi dan menggunakan prosesor EXI yang mendukung mode operasi ini. Detail lebih lanjut tentang EXI dan pemrosesan berdasarkan skema dapat ditemukan di.

Integrasi beberapa sumber data XML / EXI ke dalam sistem IoT dapat diperoleh dengan menggunakan database yang biasanya dibuat dan dikelola oleh aplikasi tingkat tinggi. Bahkan, aplikasi IoT umumnya membangun database dari node yang dikendalikan oleh aplikasi dan, seringkali, dari data yang dihasilkan oleh node tersebut. Basis data memungkinkan untuk mengintegrasikan data yang diterima oleh perangkat IoT apa pun untuk menyediakan layanan khusus untuk aplikasi yang dibangun. Kerangka umum untuk membangun aplikasi web IoT sesuai dengan panduan yang diuraikan dalam bagian ini telah diusulkan, di mana penulis juga menyarankan untuk mengeksplorasi kemampuan Asynchronous JavaScript dan XML (AJAX) dari browser web modern yang memungkinkan komunikasi langsung antara browser dan simpul IoT akhir, mendemonstrasikan internetworking penuh dari tumpukan protokol dan sifat data terbuka dari pendekatan yang diusulkan.

Lapisan Aplikasi dan Transportasi

Sebagian besar lalu lintas yang melintasi Internet saat ini dilakukan di lapisan aplikasi oleh HTTP melalui TCP. Namun, verbositas dan kompleksitas dari HTTP asli membuatnya tidak cocok untuk penyebaran langsung pada perangkat IOT yang dibatasi. Untuk lingkungan seperti itu, pada kenyataannya, format HTTP yang dapat dibaca manusia, yang telah menjadi salah satu alasan keberhasilannya dalam jaringan tradisional, ternyata menjadi faktor pembatas karena jumlah besar yang sangat berkorelasi (dan karenanya, redundant) data. Selain itu, HTTP biasanya bergantung pada protokol transport TCP yang, bagaimanapun, tidak mengukur dengan baik pada perangkat yang dibatasi, menghasilkan kinerja yang buruk untuk arus data kecil di lingkungan yang rugi.

Protokol CoAP [22] mengatasi kesulitan-kesulitan ini dengan mengajukan format biner yang diangkut melalui UDP, hanya menangani transmisi ulang yang diperlukan untuk menyediakan layanan yang dapat diandalkan. Selain itu, CoAP dapat dengan mudah interoperate dengan HTTP karena: (i) mendukung metode ReST dari HTTP (GET, PUT, POST, dan DELETE), (ii) ada korespondensi satu- ke-satu antara kode respon dari dua protokol, dan (iii) opsi CoAP dapat mendukung berbagai skenario penggunaan HTTP.

Meskipun host Internet biasa dapat secara native mendukung CoAP untuk langsung berbicara dengan perangkat IoT, solusi yang paling umum dan mudah interoperable membutuhkan penyebaran perantara HTTP-CoAP, juga dikenal sebagai proxy silang yang dapat menerjemahkan permintaan / tanggapan secara langsung di antara dua protokol, sehingga memungkinkan interoperasi transparan dengan perangkat dan aplikasi HTTP asli.

Lapisan Jaringan

IPv4 adalah teknologi pengalamatan terkemuka yang didukung oleh host Internet. Namun, IANA, organisasi internasional yang menetapkan alamat IP di tingkat global, baru-baru ini mengumumkan penghapusan blok alamat IPv4. Jaringan IoT, pada gilirannya, diharapkan untuk menyertakan miliaran node, yang masing-masing harus (secara prinsip) dapat dialamati secara unik. Solusi untuk masalah ini ditawarkan oleh standar IPv6, yang menyediakan bidang alamat 128-bit, sehingga memungkinkan untuk menetapkan alamat IPv6 unik ke setiap node yang mungkin dalam jaringan IOT.

Sementara, di satu sisi, ruang alamat IPv6 yang sangat besar memungkinkan untuk menyelesaikan masalah pengalamatan di IoT; di sisi lain, ia memperkenalkan overhead yang tidak kompatibel dengan kemampuan langka dari node yang dibatasi. Masalah ini dapat diatasi dengan mengadopsi 6LoWPAN, yang merupakan format kompresi yang ditetapkan untuk header IPv6 dan UDP melalui jaringan dengan daya rendah. Sebuah

router perbatasan, yang merupakan perangkat yang langsung terhubung ke jaringan 6LoWPAN, secara transparan melakukan konversi antara IPv6 dan 6LoWPAN, menerjemahkan paket IPv6 apa pun yang ditujukan untuk node di jaringan 6LoWPAN ke dalam paket dengan format kompresi header 6LoWPAN, dan mengoperasikan terjemahan inversi dalam arah yang berlawanan.

Sementara penyebaran router perbatasan 6LoWPAN memungkinkan interaksi transparan antara node IoT dan host IPv6 di Internet, interaksi dengan host IPv4 saja tetap menjadi masalah. Lebih khusus lagi, masalahnya adalah menemukan cara untuk mengatasi host IPv6 spesifik menggunakan alamat IPv4 dan meta-data lainnya yang tersedia dalam paket. Berikut ini, kami menyajikan pendekatan yang berbeda untuk mencapai tujuan ini.

Pemetaan URI. Teknik pemetaan Universal Resource Identifier (URI) juga dijelaskan dalam. Teknik ini melibatkan tipe tertentu proxy cross HTTP-CoAP, proxy silang terbalik. Proksi ini berfungsi sebagai server web terakhir untuk klien HTTP / IPv4 dan sebagai klien asli ke server web CoAP / IPv6. Karena mesin ini harus ditempatkan di bagian jaringan di mana konektivitas IPv6 hadir untuk memungkinkan akses langsung ke simpul IoT akhir, konversi IPv4 / IPv6 diselesaikan secara internal oleh fungsi pemetaan URI yang diterapkan.

Teknologi Lapisan Tautan

Sistem IoT perkotaan, karena area penyebarannya yang sangat luas, membutuhkan seperangkat teknologi lapisan tautan yang dapat dengan mudah menjangkau area geografis yang luas dan, pada saat yang sama, mendukung kemungkinan jumlah lalu lintas yang besar dari agregasi yang sangat tinggi jumlah arus data yang lebih kecil. Untuk alasan ini, teknologi lapisan tautan memungkinkan realisasi sistem IoT perkotaan diklasifikasikan ke dalam teknologi yang tidak dibatasi dan dibatasi. Kelompok pertama mencakup semua teknologi komunikasi tradisional LAN, MAN, dan WAN, seperti Ethernet, WiFi, serat optik, Broadband Power Line Communication (PLC), dan teknologi seluler seperti UMTS dan LTE. Mereka umumnya dicirikan oleh keandalan yang tinggi, latensi rendah, dan tingkat transfer tinggi (urutan Mbit / s atau lebih tinggi), dan karena kompleksitas yang melekat dan konsumsi energi mereka umumnya tidak cocok untuk node IOT perifer.

Teknologi lapisan fisik dan tautan yang dibatasi, sebaliknya, umumnya dicirikan oleh konsumsi energi yang rendah dan tingkat transfer yang relatif rendah, biasanya lebih kecil dari 1 Mbit / dtk. Solusi yang lebih menonjol dalam kategori ini adalah IEEE 802.15.4 [27], [28] Bluetooth dan Bluetooth Low Energy, 8 IEEE 802.11 Daya Rendah, PLC [29], NFC dan RFID [30]. Tautan ini biasanya menunjukkan latensi yang panjang, terutama karena dua faktor: 1) tingkat transmisi yang secara intrinsik rendah pada lapisan fisik dan 2) kebijakan hemat daya yang diterapkan oleh node untuk menghemat energi, yang biasanya melibatkan bersepeda tugas dengan periode aktif pendek.

SIMPULAN

Dalam makalah ini, kami menganalisis solusi yang tersedia saat ini untuk penerapan IoT perkotaan. Teknologi yang dibahas mendekati standar, dan pemain industri sudah aktif dalam produksi perangkat yang memanfaatkan teknologi ini untuk memungkinkan aplikasi yang menarik, seperti yang dijelaskan dalam Bagian II. Faktanya, sementara rentang pilihan desain untuk sistem IoT cukup lebar, set protokol terbuka dan standar secara signifikan lebih kecil. Teknologi yang memungkinkan, lebih jauh lagi, telah mencapai tingkat kematangan yang memungkinkan realisasi praktis solusi dan layanan IoT, mulai dari uji coba lapangan

yang diharapkan akan membantu menghilangkan ketidakpastian yang masih menghalangi adopsi besar-besaran paradigma IoT.

REFERENSI

- Ahdan, S., Susanto, E. R., & Syambas, N. R. (2019). Proposed Design and Modeling of Smart Energy Dashboard System by Implementing IoT (Internet of Things) Based on Mobile Devices. *2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, 194–199.
- Ahmad, I., Samsugi, S., & Irawan, Y. (2022). Penerapan Augmented Reality Pada Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mendukung Pembelajaran Titik Titik Bekam Pengobatan Alternatif. *Jurnal Teknoinfo*, *16*(1), 46. <https://doi.org/10.33365/jti.v16i1.1521>
- Amarudin, A., Saputra, D. A., & Rubiyah, R. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, *1*(1), 7–13.
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, *1*(1), 29–34.
- Borman, R. I., Syahputra, K., Jupriyadi, J., & Prasetyawan, P. (2018). Implementasi Internet Of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System. *Seminar Nasional Teknik Elektro, 2018*, 322–327.
- Budioko, T. (2016). Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt. *Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi*, *1*(30 July), 353–358.
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, *2*(1), 121–135.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Ramanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, *1*(2), 26–33.
- Hayatunnufus, H., & Alita, D. (2020). SISTEM CERDAS PEMBERI PAKAN IKAN SECARA OTOMATIS. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, *1*(1), 11–16.
- Imani, M., & Ghassemian, H. (2019). Electrical Load Forecasting Using Customers Clustering and Smart Meters in Internet of Things. *9th International Symposium on Telecommunication: With Emphasis on Information and Communication Technology, IST 2018*, 113–117. <https://doi.org/10.1109/ISTEL.2018.8661071>
- Isnain, A. R., Sintaro, S., & Ariany, F. (2021). Penerapan Auto Pump Hand Sanitizer Berbasis Iot. *2*(2), 63–71.
- Jayadi, A., Susanto, T., & Adhinata, F. D. (2021). Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, *20*(1), 47. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p05>
- Kholidi dkk. (2015). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan dan Pengatur Suhu Otomatis untuk Ayam Pedaging Berbasis Programmable Logic Controller pada Kandang Tertutup. *Rekayasa Dan Teknologi Elektro Rancang*, 86–95.

- Kristiawan, N., Ghafaral, B., Borman, R. I., & Samsugi, S. (2021). Pemberi Pakan dan Minuman Otomatis Pada Ternak Ayam Menggunakan SMS. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 93–105.
- Kurniawan, D. E., Iqbal, M., Friadi, J., Borman, R. I., & Rinaldi, R. (2019). Smart Monitoring Temperature and Humidity of the Room Server Using Raspberry Pi and Whatsapp Notifications. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012006>
- Kurniawan, F., & Surahman, A. (2021). SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 7–12.
- Nurdiansyah, M., Sinurat, E. C., Bakri, M., & Ahmad, I. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 7–12.
- Pindrayana, K., Borman, R. I., Prasetyo, B., & Samsugi, S. (2018). Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Pratama, M. A., Sidhiq, A. F., Rahmanto, Y., & Surahman, A. (2021). Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 80–92.
- Pratama Zanofa, A., & Fahrizal, M. (2021). Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis. *Portaldata.Org*, 1(2), 1–10.
- Puspaningrum, A. S., Firdaus, F., Ahmad, I., & Anggono, H. (2020). Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 1–10.
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1–6.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23–28.
- Ratnasari, T. D., Samsugi, S., Kom, S., & Eng, M. (n.d.). *SETUP MIKROTIK SEBAGAI GATEWAY SERVER PADA SMK PELITA GEDONGTATAAN*.
- Rikendry, & Navigasi, S. (2007). *Sistem kontrol pergerakan robot beroda pemadam api. 2007(Snati)*, 1–4.
- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., & Putri, N. U. (2021). Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 67–79.
- Rumalutur, S., & Ohoiwutun, J. (2018). Sistem Kendali Otomatis Panel Penerangan Luar Menggunakan Timer Theben Sul 181 H Dan Arduino Uno R3. *Electro Luceat*, 4(2), 43–51. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v4i2.143>
- Samsugi, S. (2017). Internet of Things (iot): Sistem Kendali jarak jauh berbasis Arduino dan Modul wifi Esp8266. *ReTII*.

- Samsugi, S., & Burlian, A. (2019). Sistem penjadwalan pompa air otomatis pada aquaponik menggunakan mikrokontrol Arduino UNO R3. *PROSIDING SEMNASTEK 2019*, 1(1).
- Samsugi, S., Neneng, N., & Aditama, B. (2018). *IoT: kendali dan otomatisasi si parmin (studi kasus peternak Desa Galih Lunik Lampung Selatan)*.
- Samsugi, S., Neneng, N., & Suprpto, G. N. F. (2021). Otomatisasi Pakan Kucing Berbasis Mikrokontroller Intel Galileo Dengan Interface Android. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 5(1), 143–152.
- Samsugi, S., & Silaban, D. E. (2018a). PROTOTIPE CONTROLLING BOX PEMBERSIH WORTEL BERBASIS MIKROKONTROLER. *ReTII*.
- Samsugi, S., & Silaban, D. E. (2018b). Purwarupa Controlling Box Pembersih Wortel Dengan Mikrokontroler. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*, 13, 1–7.
- Samsugi, S., & Suwanto, A. (2018). Pemanfaatan Peltier dan Heater Sebagai Alat Pengontrol Suhu Air Pada Bak Penetasan Telur Ikan Gurame. *Conf. Inf. Technol*, 295–299.
- Samsugi, Selamat, Ardiansyah, A., & Kastutara, D. (2018). Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), 23–27.
- Samsugi, Selamat, Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17–22.
- Samsugi, Selamat, Nurkholis, A., Permatasari, B., Candra, A., & Prasetyo, A. B. (2021). Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa. *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, 2(2), 174.
- Samsugi, Selamat, & Wajiran, W. (2020). IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2), 99–105.
- Samsugi, Selamat, Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 1–6.
- Setiawan, M. B., Susanto, T., & Jayadi, A. (2021). PENERAPAN SISTEM KENDALI PID PESAWAT TERBANG TANPA AWAK UNTUK KESETABILAN ROLL, PITCH DAN YAW PADA FIXED WINGS. *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*.
- Suaidah, S. (2021). Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 02(02). <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1341>
- Subandi. (2016). *PEMBASMI HAMA SERANGGA MENGGUNAKAN CAHAYA LAMPU BERTENAGA SOLAR CELL*. 9(1), 86–92.
- Surahman, A., Aditama, B., Bakri, M., & Rasna, R. (2021). Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 13–20.
- Susanto, E. R. (n.d.). *Sistem Penunjang Keputusan Cerdas Spasial Pengendalian Avian Influenza H5n1 Pada Unggas Peternakan Rakyat Non Komersial: Studi Kasus Provinsi Lampung*. Bogor Agricultral University (IPB).

- Wantoro, A., Samsugi, S., & Suharyanto, M. J. (2021). Sistem Monitoring Perawatan dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus : Kota Metro Lampung). *Jurnal TEKNO KOMPAK*, 15(1), 116–130.
- Widodo, T., Irawan, B., Prastowo, A. T., & Surahman, A. (2020). Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 1–6.
- Yuliana, Y., Paradise, P., & Kusriani, K. (2021). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ispa Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 10(3), 127. <https://doi.org/10.22303/csrid.10.3.2018.127-138>
- Yulianti, T., Samsugi, S., Nugroho, P. A., & Anggono, H. (2021). Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak. *JTST*, 2(1), 21–27.
- Yurnama, T. F., & Azman, N. (2009). Perancangan Software Aplikasi Pervasive Smart Home. *Snati*, 2009(Snati), E2–E5.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27.