

# METERAN AIR TERPUSAT BERBASIS JARINGAN SENSOR WIRELESS

I Wayan Sutaya<sup>1</sup>, Ketut Udy Ariawan<sup>2</sup>, Dewa Gede Hendra Divayana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektronika; <sup>2</sup> Jurusan Teknik Elektronika; <sup>3</sup> Jurusan Pendidikan Teknik Informatika  
Email: wsutaya@undiksha.ac.id

## ABSTRACT

*The product of central water metering made in this research is an implementation of WSN technology. This product uses Mesh network topology. The wireless radio to implementing the network is nRF24I01 that is a low cost and operates on a free license frequency 2,4 GHz. The water flow sensor is G1/2 sensor. This product was build on microprocessor 8 bit ATMega328 with a use of Arduino platform for the programming tools. The product made had operated well with one Server and four Node Sensors. The server of the product was capable to display the information data of each Node Sensor. The data is the volume of water consumption. The server has a graphic LCD and menu buttons for choosing the needed information. The real implementation of this product is by adding Node Sensors depend on the number of room. The next development of this product is adding a billing system feature.*

**Keywords:** WSN, central water metering, room

## ABSTRAK

Produk meteran air terpusat yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebuah penerapan dari teknologi WSN. Produk ini menggunakan topologi jaringan Mesh. Radio wireless untuk implementasi jaringan menggunakan nRF24I01 yang berbiaya rendah dan beroperasi pada frekuensi bebas lisensi 2.4 GHz. Sensor aliran air menggunakan sensor G1/2. Perangkat ini dibangun dengan mikroprosesor 8 bit ATMega328 dengan menggunakan platform Arduino untuk memprogramnya. Produk yang dibuat sudah bisa beroperasi normal dengan satu Server dan empat Node Sensor. Dari pengujian yang sudah dilakukan, bagian Server dari produk ini sudah bisa menampilkan data informasi dari setiap Node Sensor yang berupa besar volume pemakaian air. Server dilengkapi dengan LCD grafik dan tombol menu sehingga pengguna produk ini bisa dengan mudah memilih data yang ingin ditampilkan. Penerapan di lapangan untuk produk ini bisa dilakukan dengan penambahan jumlah Node Sensor tergantung banyaknya kamar kos yang akan dimetering penggunaan airnya. Pengembangan lebih lanjut produk ini adalah penambahan fitur sistem pembayaran.

**Kata kunci:** WSN, meteran air terpusat, kamar kos

## 1. Pendahuluan

Debit air bersih yang dialirkan oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ke rumah pelanggan dari tahun ke tahun semakin menurun. Masalah ini bisa dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia. Jumlah pelanggan air yang terus meningkat, pemakaian air yang tidak bijak oleh konsumen, serta sumber mata air yang terus menyusut menjadi penyebab utama masalah ini. Dampak dari hal ini adalah banyak PDAM menaikkan harga air (Syahril, 2010). Masalah yang terkait dengan air ini telah memunculkan berbagai penelitian khususnya penelitian terkait dengan masalah manajemen penggunaan air di berbagai bidang (Nasir & Soong, 2009).

Saat ini masalah manajemen penggunaan air bisa ditemukan pada rumah kos. Rumah kos modern di setiap kamarnya mempunyai dapur dan kamar mandi tersendiri. Penghuni kamar kos melakukan segala aktifitas mereka yang terkait dengan penggunaan air di dalam kamar. Tapi sayangnya jumlah air yang mereka gunakan tidak bisa dicatat karena belum adanya meteran air.

Meteran air yang ada saat ini bekerja secara mekanik. Meteran mekanik ini mempunyai banyak kendala dalam mendukung meteran cerdas (Lee, Hong, & Shin, 2014). Banyak kesulitan akan ditemui apabila diimplementasikan di rumah kos. Berbeda dengan meteran listrik yang mudah dipasang pada setiap kamar, meteran air ini tidak bisa dipasang ditempat tertentu yang diinginkan karena terkait dengan letak pipa air. Pada umumnya pipa air terpasang pada bagian belakang kamar dan berada pada lokasi yang sempit. Hal ini akan sangat menyulitkan pemilik kos untuk melakukan pengecekan meteran air.

Sistem meteran air yang paling tepat untuk rumah kos adalah sebuah sistem meteran air terpusat. Semua data pemakaian air untuk setiap kamar kos akan berada pada sebuah meteran yang

terpusat/ server, sehingga pemilik rumah kos tidak perlu mengecek ke masing-masing kamar melainkan langsung melihat pada satu meteran server. Pipa air yang terpasang pada setiap kamar kos dipasang sensor, sehingga diperlukan sensor sebanyak jumlah kamar. Sensor-sensor akan membaca aliran air kemudian data dari aliran air ini dikirimkan ke meteran server. Meteran server ini akan mengolah semua data kemudian menampilkan biaya pemakaian air masing-masing kamar.

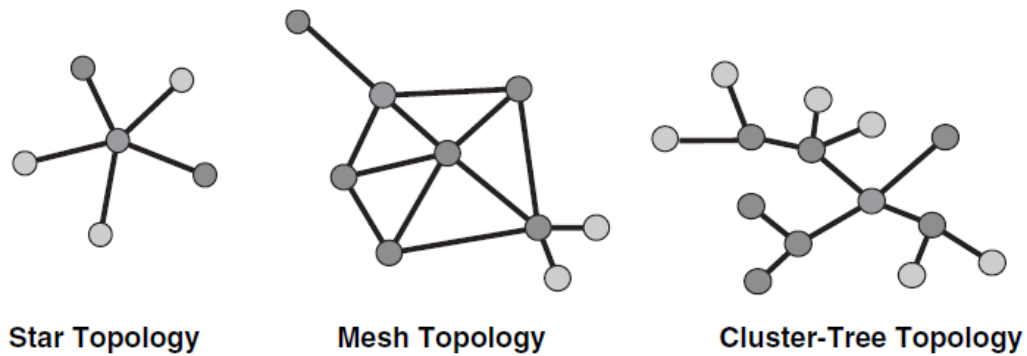
Pada penelitian yang telah dilakukan ini, sistem meteran air terpusat dibuat dengan teknologi jaringan sensor wireless atau WSN (*Wireless Sensor Network*). WSN membuat sebuah proses menjadi lebih efektif dan ekonomis. WSN mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan media kabel. Media kabel yang panjang dapat menyebabkan atenuasi dan rawan gangguan *noise* pada sinyal yang dikirim. Selain itu sistem kabel juga membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang besar jika kabel harus dipasang di bawah tanah. Sistem kabel juga kurang fleksibel karena tidak mudah dipindah-pindahkan bila ada perombakan sistem dan berbagai masalah dalam pemeliharaan seperti kabel terbakar, korosi, kerusakan akibat hewan dan lain lain (Himawan, Hasanuddin, & Samman, 2014).

WSN adalah kumpulan *Node Sensor* yang membentuk sebuah jaringan wireless untuk memonitor dan merekam kondisi fisik dari suatu lingkungan dan mengorganisasi data yang dikumpulkan pada lokasi tepusat (Jitesh, Bala, & Varsha, 2017). *Node Sensor* adalah bagian utama dari sebuah WSN. Sebuah *Node Sensor* terdiri dari empat bagian utama, yaitu modul *power supply*, sensor, mikrokontroler, dan wireless *transmitter/ receiver*. *Power supply* menyediakan daya listrik yang diperlukan oleh sistem. Sensor bertugas mengumpulkan dan mentransformasikan sinyal seperti cahaya, getaran, gas kimia, menjadi sinyal elektrik. Mikrokontroler bertugas untuk menerima data dari sensor dan memprosesnya sesuai dengan kebutuhan. Modul wireless *transmitter/ receiver* mentransfer data ke *Node Sensor* lainnya. Sebuah WSN bisa dibuat dengan berbagai jenis topologi jaringan seperti *star*, *tree*, dan *mesh*. Jenis topologi ini menentukan bagaimana sebuah *Node Sensor* berkomunikasi dengan *node* lainnya.

Model jaringan WSN ini menggunakan jenis Mesh, karena Mesh menggunakan manajemen *self-organizing* sehingga bisa meningkatkan *robustness* jaringan dan mengurangi beban jaringan pada saat proses transfer data (Sharma, Verma, & Sharma, 2013). Pada mesh, *Node Sensor* pertama kali memonitor node berdekatan dan mengukur kuat sinyal, dan memilih node berdekatan yang sesuai dan mengirimkan request untuk bergabung.

WSN dibentuk dari sekumpulan perangkat kecil yang autonomus dengan beberapa sensor yang terdapat di dalamnya, sehingga perangkat ini disebut dengan *Node Sensor* (Nechibvute & Mudzingwa, 2013). Fungsi dasar sebuah WSN umumnya tergantung pada aplikasi, tetapi tujuan dasarnya yaitu: untuk menentukan nilai dari sebuah parameter pada suatu lokasi yang diberikan, mendeteksi terjadinya event-event untuk tujuan estimasi parameter dari event, mengklasifikasikan sebuah objek yang telah dideteksi dan mentracking objek (Bindal, 2014).

Sebuah *Node Sensor* sebagai penyusun dari sebuah WSN mempunyai lima subsistem software dasar yaitu: Mikrokode sistem operasi, Driver sensor, Prosesor komunikasi, Driver komunikasi, Pengolahan data (Shiravale & Bhagat, 2014). Menurut (Gupta, Singh, & Binay Kumar, 2014), sebuah *Node Sensor* bermasalah pada keterbatasan *resource* sehingga menghambat dalam penggunaannya secara global pada setiap aplikasi. Keterbatasan tersebut antara lain disebabkan oleh konsumsi daya, komunikasi, komputasi, dan ketidaktentuan dari parameter yang diukur. Struktur jaringan dari WSN bisa dikonfigurasi dalam beberapa jenis topologi yaitu: *Star single hop*, *Mesh multi hop*, *Cluster hirarki* (Kaur & Garg, 2012).



Gambar 1. Topologi jaringan (Sohraby, Minoli, & Znati, 2007)

Radio frekuensi sebagai wireless transmitter/ receiver yang digunakan pada penelitian adalah nRF24L01. Radio frekuensi ini beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz sampai 2.5 GHz. Frekuensi ini bebas lisensi. Saat mentransmisikan data, radio ini mengkonsumsi arus sebesar 11.3 mA dan saat menerima data 12.3 mA (Li, Li, Xin, Lai, & Ma, 2014). Chip Radio frekuensi ini mempunyai fasilitas setara dengan Zigbee yang paling banyak digunakan saat ini tetapi dengan harga yang jauh lebih murah. Kekurangan dari chip nRF24L01 yang akan digunakan ini adalah diperlukannya lebih banyak programming karena fungsi-fungsi yang tersedia sangat sedikit. Tetapi hal ini menjadi sebuah tantangan dalam penelitian ini untuk menghasilkan sebuah perangkat dengan biaya produksi yang rendah.

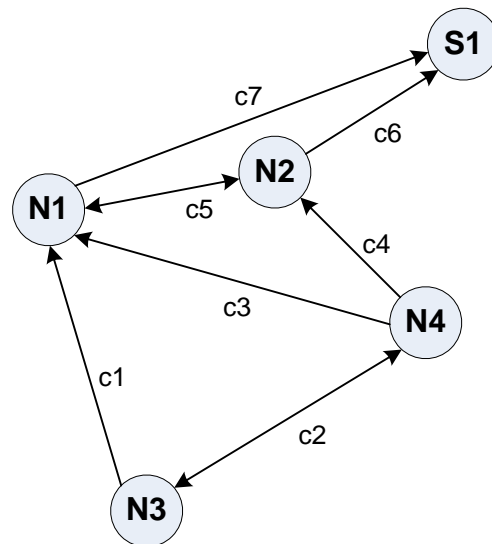
Meteran air terpusat ini menggunakan sensor aliran G1/2 dalam mendeteksi penggunaan air. Ketika air mengalir melalui rotor yang terdapat dalam sensor ini maka rotor akan berputar. Ketika turbin berputar medan magnet dihasilkan dan pulsa ac juga akan dihasilkan yang selanjutnya dikonversikan menjadi output digital. Jumlah pulsa yang dihasilkan per liter dihitung oleh program yang tertanam pada chip mikrokontroler. Pulsa-pulsa ini menghasilkan frekuensi output yang secara langsung proporsional terhadap volume aliran (Sood, Kaur, & Lenka, 2013).

Mikrokontroler yang digunakan untuk membangun WSN pada penelitian ini adalah ATmega328. Mikrokontroler ATmega328 adalah keluarga mikrokontroler AVR keluaran dari perusahaan Atmel. AVR menggunakan arsitektur Harvard dimana memisahkan memori bus untuk program dan data. Instruksi yang diletakkan dalam memori program dieksekusi dalam sebuah *single level pipelining*. Saat sebuah instruksi sedang dieksekusi, maka instruksi berikutnya sedang diambil sehingga setiap instruksi bisa dieksekusi dalam satu clock. Semua instruksi dalam AVR mempunyai lebar 16 bit atau 32 bit (Mohan, Mueller, Whalley, & Healy, 2005).

Pemilihan metode programming, komponen-komponen elektronika dan model jaringan wireless yang tepat pada penelitian ini, mampu menghasilkan sebuah produk prototipe meteran air terpusat yang mempunyai biaya yang rendah, *reliable*, dan tepat guna. Produk yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan menjadi solusi dalam masalah manajemen air khususnya untuk rumah kos. Selain itu perangkat ini juga ikut memperkaya berbagai aplikasi WSN yang sedang populer saat ini.

## 2. Metode

Produk meteran air terpusat yang dibuat pada penelitian ini menggunakan empat sensor kran air. Maka dari itu, produk ini hanya akan mampu melakukan metering pada empat unit kamar di mana setiap sensor kran akan memantau pemakaian air di setiap kamar kos. Setiap sensor terkoneksi ke dalam sebuah jaringan sensor wireless yang menggunakan topologi Mesh. Perancangan jaringan sensor wireless dari perangkat meteran air terpusat ini ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah.



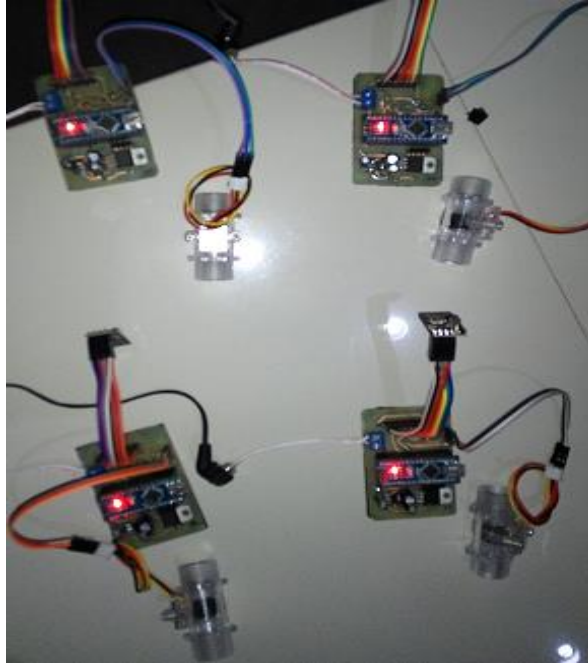
Gambar 2. Model jaringan sensor wireless yang menggunakan topologi Mesh

Sensor yang dipasang pada setiap kran air disebut dengan Node Sensor dan disimbolkan dengan lambang N1, N2, N3 dan N4. Pada jaringan yang dirancang ini, terdapat satu unit Server yang berfungsi untuk menyimpan dan manajemen data dari setiap Node Sensor. Penggunaan topologi Mesh pada jaringan ini membuat jaringan ini mempunyai reliabilitas yang tinggi dan tahan terhadap gangguan. Tetapi hal yang menjadi kekurangan dari penggunaan topologi ini adalah diperlukan banyak hubungan antar Node Sensor. Sebagai salah satu contoh kasus pada perancangan yang dibuat, Node Sensor N1 bisa berkomunikasi dengan Server S1 lewat dua opsi. Cara pertama adalah dengan menggunakan koneksi C6. Sedangkan cara kedua adalah lewat koneksi C5 dan C7. Dua opsi tentunya akan lebih baik dari satu opsi dan begitu juga tiga opsi akan lebih baik dari dua opsi dan seterusnya. Semakin banyak opsi-opsi yang tersedia untuk berkomunikasi maka semakin kecil kemungkinan sebuah jaringan mengalami gangguan. Opsi-opsi komunikasi dari setiap node pada jaringan sensor wireless yang dirancang dengan menggunakan topologi Mesh bisa ditabelkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah. Setiap Node Sensor akan mengirimkan data ke Server setiap 5 menit. Data ini berupa besar volume air dalam satuan liter per 5 menit. Alasan menggunakan periode waktu 5 menit adalah agar Node Sensor tidak terlalu banyak melakukan koneksi dengan Server.

Tabel 1. Jalur komunikasi antara Node Sensor dengan server

No.	Node Sensor	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3	Opsi 4	Opsi 5
1	N1	c7	c5, c6	-	-	-
2	N2	c6	c5, c7	-	-	-
3	N3	c1, c7	c2, c4, c6	c2,c3,c7	c2,c4,c5, c7	c1,c5,c6
4	N4	c4,c6	c3,c7	c3,c5,c6	c2,c1,c7	-

Input dari sensor ini berupa gerakan mekanis yang disebabkan oleh air yang mengalir melalui sensor tersebut. Output dari sensor ini berupa bit pulsa. Prosesor yang digunakan adalah ATmega328 yang terintegrasi dalam platform atau board arduino. Platform ini memerlukan catu daya sebesar 5 Volt. Radio transmitter yang digunakan adalah NRF24L01. Radio ini memerlukan input daya sebesar 3.3 Volt. Tegangan ini disediakan melalui board yang menggunakan regulator. Secara keseluruhan, modul Node Sensor yang dibuat sebanyak empat unit pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.

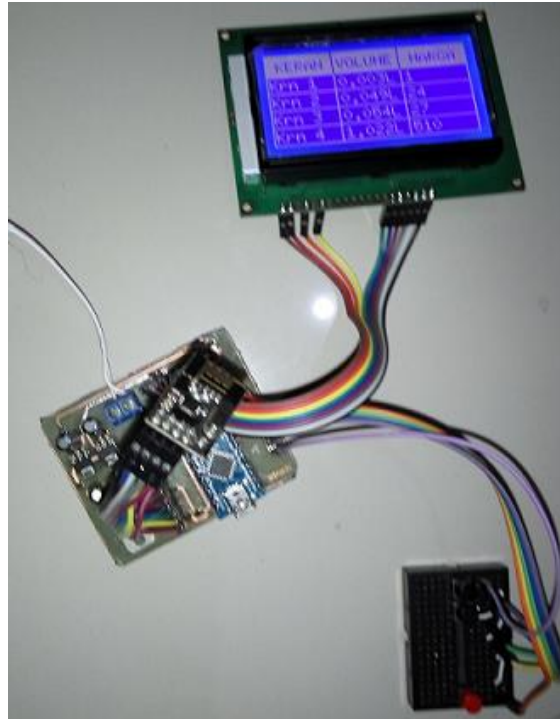


Gambar 3. Modul Node Sensor secara keseluruhan

Modul server dari perangkat meteran air terpusat bertugas sebagai pencatat dan penyimpanan data dari seluruh Node Sensor. Server ini akan menerima data seluruh Node Sensor melalui modul radio penerima. Data Node Sensor yang diterima berupa besar pemakaian air pada periode tertentu. Setiap data Node Sensor diterima maka server akan mengakumulasikan dengan data sebelumnya sehingga data Node Sensor yang tercatat di server adalah data total volume pemakaian air.

Modul server ini terdiri dari empat bagian utama. Bagian yang pertama adalah power supply. Power supply ini berfungsi untuk memberikan daya listrik pada seluruh bagian-bagian dari modul server. Bagian yang kedua adalah mikroprosesor/mikrokontroler. Mikroprosesor merupakan otak utama agar modul ini bisa bekerja. Mikroprosesor ini akan memproses data yang berasal dari bagian input seperti bagian tombol menu dan bagian penerimaan data dari radio penerima. Bagian yang ketiga adalah tombol menu. Tombol menu ini berfungsi sebagai sarana bagi user untuk memberikan inputan atau perintah pada modul. Melalui tombol ini, user bisa memilih menu yang akan ditampilkan di layar LCD. Bagian yang keempat adalah radio penerima/pemancar. Radio ini berfungsi untuk menerima data dari seluruh Node Sensor. Bagian yang terakhir dari modul ini adalah tampilan LCD. Bagian ini berfungsi sebagai media informasi bagi pengguna. Pada LCD akan ditampilkan data-data dari seluruh Node Sensor.

Tombol di sini berguna untuk memilih menu yang ingin ditampilkan di LCD display informasi. Selain itu tombol-tombol ini juga bisa digunakan untuk menscroll data yang ditampilkan apabila jumlahnya banyak dan tidak bisa ditampilkan dalam satu tampilan layar. Tampilan menggunakan ukuran layar yang cukup lebar sehingga bisa menampilkan informasi data dari setiap Node Sensor secara jelas. Secara keseluruhan modul Server ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Modul server secara keseluruhan

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian jaringan WSN yang telah dilakukan adalah untuk mengetahui jika semua data dan status Node Sensor sudah bisa ditampilkan sebagai informasi untuk user. Skenario pengujian ini dilakukan dengan cara menghidupkan dan mematikan sebagian Node Sensor kemudian mengamati apakah status Node Sensor itu sudah ditampilkan dengan benar atau tidak. Penelitian ini menggunakan empat buah Node Sensor sehingga kombinasi hidup dan mati dari Node Sensor untuk uji jaringan WSN ini ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah. Dari tabel hasil pengujian, sebuah kesimpulan dapat diambil bahwa modul ini sudah dapat beroperasi dengan normal.

Tabel 2. Data pengujian Node Sensor pada jaringan WSN

No	Node1	Node2	Node3	Node4	Display di Server
1	ON	ON	ON	ON	OK
2	OFF	OFF	OFF	OFF	OK
3	ON	ON	OFF	OFF	OK
4	ON	OF	ON	OFF	OK

Pengujian produk secara keseluruhan dilakukan dengan menggabungkan semua modul-modul yang telah dibuat yang terdiri dari empat unit modul Node Sensor dan satu unit modul Server. Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air ke masing-masing sensor yang terdapat pada setiap Node Sensor dan kemudian melihat pada display informasi di Server jika semua Node Sensor sudah mampu melakukan pembacaan volume air dan mengirimkan data tersebut ke Server dengan benar.



Gambar 5. Layar LCD pada Server yang menampilkan data volume pemakaian air di setiap kamar

Tabel 3. Pengujian sistem secara keseluruhan

Nama Node	Volume air	Display di Server
1	2 liter	2 Liter
2	1 liter	1 liter
3	2 liter	2 liter
4	3 liter	3 liter

#### 4. Simpulan

Perangkat meteran air yang dibuat berbasis jaringan sensor wireless ini menggunakan topologi mesh. Topologi mesh ini memungkinkan jaringan lebih tahan dari kegagalan komunikasi karena topologi ini mempunyai banyak jalur pilihan untuk sebuah Node Sensor berkomunikasi dengan server. Perangkat meteran yang dibuat ini mampu untuk melakukan metering di empat kamar kos. Untuk implementasi perangkat ini pada rumah kos yang mempunyai kamar kos lebih banyak maka memerlukan penambahan jumlah node sensor. Penambahan Node Sensor ini bisa dilakukan dengan mudah karena untuk komunikasi sebuah Node Sensor yang baru ditambahkan bisa menggunakan Node Sensor lainnya sebagai jalur perantara dalam berkomunikasi dengan server.

Pengembangan lebih lanjut pada perangkat ini bisa dilakukan pada bagian server. Pada perangkat ini untuk mengetahui besar pemakaian air di setiap kamar, pemilik kos harus melihatnya di bagian LCD dari server. Penambahan fasilitas koneksi antara server dengan perangkat gadget akan menjadikan perangkat ini lebih tangguh. Koneksi antara server dengan perangkat gadget bisa dilakukan lewat wifi.

#### Daftar Rujukan

- Bindal, N. (2014). Energy Efficiency in Wireless Sensor Network Contains Leach Protocol in Environmental Study. *International Journal of Exploring Emerging Trends in Engineering (IJEETE)*, 1(2), 31–37.
- Gupta, A., Singh, B., & Binay Kumar, R. (2014). Power Management in Wireless Sensor Networks. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 4(4), 2277–128. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/8f8d/c27c589e5e58613256cf36a89a501b4585cb.pdf>
- Himawan, A. A. F., Hasanuddin, Z. B., & Samman, F. A. (2014). Perancangan Sistem Sensor dan Aktuator Nirkabel untuk Sistem SCADA Berbasis PLC. *Jnteti*, 3(3). Retrieved from <http://ejnteti.jteti.ugm.ac.id/index.php/JNTETI/article/view/90/37>
- Jitesh, Bala, M., & Varsha. (2017). A comparative analysis of BEENISH and iBEENISH in WSN. *International Journal for Science, Management and Technology*, 13(1), 1–6. Retrieved from <http://journals.cfrde.com/index.php/ijsmt/article/view/87/56>
- Kaur, G., & Garg, R. M. (2012). ENERGY EFFICIENT TOPOLOGIES FOR WIRELESS SENSOR

- NETWORKS. *International Journal of Distributed and Parallel Systems (IJDPS)*, 3(5).  
<https://doi.org/10.5121/ijdps.2012.3516>
- Lee, H., Hong, S., & Shin, G. (2014). Smart Metering based on Wireless Networks for Improved Water Management. *The Ninth International Conference on Systems*.
- Li, J., Li, M., Xin, J., Lai, B., & Ma, Q. (2014). Wireless Sensor Network for Indoor Air Quality Monitoring. *Sensors & Transducers*, 172(6), 86–90. Retrieved from [http://www.sensorsportal.com/HTML/DIGEST/june\\_2014/Vol\\_172/P\\_2106.pdf](http://www.sensorsportal.com/HTML/DIGEST/june_2014/Vol_172/P_2106.pdf)
- Mohan, S., Mueller, F., Whalley, D., & Healy, C. (2005). Timing analysis for sensor network nodes of the Atmega processor family. *11th IEEE Real Time and Embedded Technology and Applications Symposium*, 2, 405–414. <https://doi.org/10.1109/RTAS.2005.53>
- Nasir, A., & Soong, B. H. (2009). PipeSense: A framework architecture for in-pipe water monitoring system. *Proceedings - MICC 2009: 2009 IEEE 9th Malaysia International Conference on Communications with a Special Workshop on Digital TV Contents*, 703–708. <https://doi.org/10.1109/MICC.2009.5431405>
- Nechibvute, A., & Mudzingwa, C. (2013). Wireless Sensor Networks for SCADA and Industrial Control Systems. *International Journal of Engineering and Technology*, 3(12).
- Sharma, D., Verma, S., & Sharma, K. (2013). Network Topologies in Wireless Sensor Networks : A Review. *International Journal of Electronics & Communication Technology*, 4, 93–97. <https://doi.org/2230-7109>
- Shiravale, S., & Bhagat, S. M. (2014). Wireless Sensor Networks in Agriculture Sector- Implementation and Security Measures. *International Journal of Computer Applications*, 92(13), 975–8887. <https://doi.org/10.5120/16069-5217>
- Sohraby, K., Minoli, D., & Znati, T. (2007). *Wireless Sensor Networks*. *Booksgooglecom*. <https://doi.org/10.1002/047011276X>
- Sood, R., Kaur, M., & Lenka, H. (2013). Design and Development of Automatic Water Flow Meter. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, 3(3), 49–59. <https://doi.org/10.5121/ijcsea.2013.3306>
- Syahril, N. (2010). KAJIAN MANAJEMEN PROYEK PENYEDIAAN AIR BERSIH PERKOTAAN DAERAH BERBUKIT DENGAN SUMBER AIR SUNGAI. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 19(3), 5–12.