

Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network

Bambang Sugiarto

Pusat Penelitian Informatika – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Abstraksi

Pada suatu gedung bertingkat, misalnya gedung perkantoran, hotel-hotel atau apartemen, diperlukan suatu sistem pengendalian suhu. Hal ini dikarenakan banyaknya ruangan sehingga sangat sulit untuk memantau pemakaian Air Conditioning (AC) setiap ruangan. Sistem pengendalian ini digunakan untuk memantau besarnya suhu setiap ruangan sehingga dapat mengendalikan pemakaian AC. Pada makalah ini akan dibahas perancangan pengendalian suhu dengan menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN). Teknologi WSN memanfaatkan jaringan nirkabel Zigbee sebagai komunikasi datanya, dimana setiap ruangan dipasang sebuah sensor suhu (sensor node). Sensor node yang dipasang di setiap ruangan tersebut saling berhubungan satu sama lain membentuk jaringan bintang, pohon atau mesh. Keuntungan memakai sistem ini adalah digunakannya nirkabel Zigbee yang bebas lisensi. Hasil pemantauan suhu dari setiap sensor node kemudian dikumpulkan dalam sebuah Base Station Controller (BSC) yang menjadi pusat pengendali dan pengolahan datanya, sehingga terbentuklah suatu sistem pengendalian suhu setiap ruangan pada gedung bertingkat tersebut.

Kata kunci: suhu, wireless sensor network, zigbee

Abstract

At the building, for example the office building, hotels or the apartment, is needed by a control system of the temperature. This is caused the number of rooms so it is difficult to monitor the use of Air Conditioning (AC) for each room. This control system is used to monitor the temperature of each room so as to be able to control the use of AC. This paper will discuss the designing of control temperature by using technology of Wireless Sensor Network (WSN). WSN technology made use of the Zigbee wireless network as the data communication, where each room was installed by a temperature sensor (the node sensor). The node sensor that is installed in each room are connected with each other and make the star, the tree or mesh network formation. The advantages of this system is using Zigbee wireless that is free of the licence. The results of the temperature monitoring of each node sensor are afterwards gathered in the Base Station Controller (BSC) that became the centre of managing and processing the data, so as to be formed a control system of the temperature of each room to this building.

Keywords: temperature, wireless sensor network, zigbee

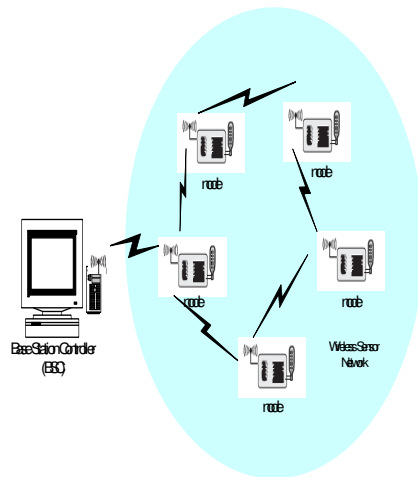
1. PENDAHULUAN

Pada suatu gedung bertingkat, misalnya gedung perkantoran, hotel-hotel atau apartemen, diperlukan suatu sistem pengendalian suhu setiap kamar. Suhu merupakan suatu besaran yang menyatakan derajat panas suatu benda.

Suhu ruang (kamar) berarti menyatakan derajat panas dari suatu ruangan yang mempunyai kisaran antara 20 °C sampai 25 °C [1]. Karena banyaknya kamar pada gedung bertingkat tersebut, maka sangat sulit untuk memantau dan mengendalikan suhu setiap ruangan

tersebut sehingga hal ini akan berpengaruh terhadap pemakaian *Air Conditioning (AC)*. Untuk itu diperlukan suatu teknologi pemantauan dan pengendalian suhu yang efisien, efektif dan murah. Salah satu teknologi yang mulai banyak digunakan saat ini adalah *Wireless Sensor Network (WSN)*.

Pada makalah ini akan dibahas perancangan pengendalian suhu dengan menggunakan WSN. Adapun pokok permasalahan perancangan yang akan dibahas pada makalah ini terdiri dari spesifikasi peralatan perangkat keras yang akan digunakan dimana harus sesuai dengan karakteristik WSN, jenis-jenis komunikasi nirkabel yang digunakan beserta jenis topologinya, dan perangkat lunak sebagai alat bantu operasi sistem dari sistem WSN.



Gambar 1.1 Gambaran umum dari Wireless Sensor Network [5]

2. WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)

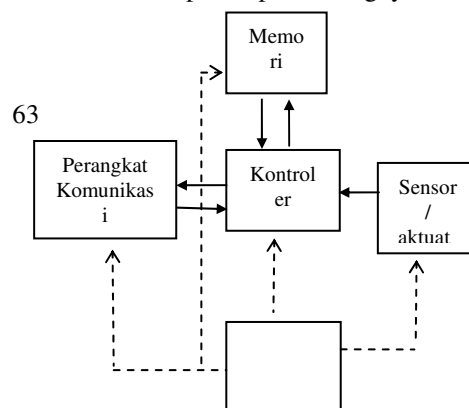
Wireless Sensor Network (WSN) merupakan suatu sistem yang melakukan proses *sensing*, komputasi dan komunikasi yang memberikan kemampuan bagi administrator untuk

mengukur, mengobservasi dan memberikan reaksi terhadap kejadian-kejadian dan fenomena pada lingkungan tertentu [2].

Teknologi WSN pada dasarnya adalah menggabungkan proses *sensing*, pengendalian dan komunikasi menjadi satu alat yang disebut dengan *sensor node*. Yang membedakan WSN dengan sistem komunikasi yang lainnya adalah tidak diperlukannya komunikasi secara langsung dengan *Base Station Controller (BSC)*, tetapi hanya berhubungan melalui lokal peer dalam jaringan node-nodenya sendiri dalam berinteraksi dengan fisik lingkungan. Ketika sebuah node akan mengirimkan data ke BSC, tetapi jarak jangkauan transmisi tidak memungkinkan maka node tersebut mengirimkan data ke node tetangga terdekat untuk dikirimkan lagi ke node lain yang terdekat dan seterusnya sehingga data akhirnya sampai di BSC. Kemudian, data tersebut barulah dikirimkan ke sebuah BSC. Pada BSC, data-data dari setiap aplikasi WSN mengalami proses akuisisi data sehingga menghasilkan informasi yang dapat dikirimkan kepada user melalui berbagai macam jaringan distribusi informasi baik melalui jaringan *nirkabel (wireless)* maupun *wireland* (Ethernet, WLAN ataupun optik) [3,4,5]. Gambar 1.1 menjelaskan tentang gambaran umum dari sistem WSN.

2.1 Sensor Node

Pada intinya sebuah *sensor node* terdiri dari komponen pengendali (kontroler), sensor/aktuator, memori, perangkat komunikasi dan catu daya (*power supply*). Karena komponen-komponenya tersebut maka *sensor node* pada WSN ini disebut juga dengan *smart/intelligent sensor*. Gambar 2.1 berikut menggambarkan sebuah *node* beserta komponen pendukungnya.



Gambar 2.1 komponen-komponen pada sensor node [5].

Sebuah pengendali akan memproses semua data yang relevan dan berkemampuan untuk mengeksekusi semua kode-kode, sedangkan beberapa memori digunakan untuk menyimpan program dan data intermediate yang nantinya akan dikirimkan ke *controller board (gateway)*. Sensor dan aktuator merupakan interface terhadap parameter-parameter fisik dari lingkungan. Perangkat komunikasi digunakan sebagai peralatan jaringan dalam mengirim dan menerima informasi melalui kanal nirkabel. Power supply digunakan sebagai penyimpan energi untuk mengaktifkan komponen-komponen utama yang lainnya.

Untuk mengukur suhu suatu lingkungan maka digunakan sensor suhu yang sudah berada pada *sensor node*. Beberapa tipe sensor suhu yang biasa digunakan yaitu *thermocouple*, *Resistance Temperature Detector (RTD)*, *thermistor*, *silicon sensor* dan *infrared sensor* [6].

2.2 Jaringan Komunikasi Zigbee

Agar setiap node pada sistem WSN dapat terhubung satu sama lain, maka dibutuhkan satu sistem komunikasi nirkabel (*wireless communication*). Aplikasi nirkabel untuk

node-node ini memerlukan *data rate* yang kecil, konfigurasi sistem yang sederhana, daya baterai yang kecil dan bertahun-tahun lamanya, dan beroperasi pada frekuensi bebas lisensi secara internasional. Untuk memenuhi kebutuhan aplikasi nirkabel tersebut, *IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)* telah mengembangkan sebuah standar baru yaitu IEEE 802.15.4. Yang termasuk kedalam standar tersebut adalah *Zigbee*. Salah satu kelebihan pada jaringan Zigbee ini adalah pada pengoperasiannya yang sangat mudah, bentuknya kecil dan membutuhkan daya yang sangat rendah. Saat ini banyak berbagai macam otomatisasi dan pengendalian yang lengkap dan terintegrasi menggunakan jaringan zigbee sebagai standar protokol komunikasinya [5].

Standar IEEE 802.15.4 menentukan dua lapisan fisik yang mencakup tiga pita frekuensi bebas lisensi yaitu :

1. Frekuensi 2,4 GHZ : 16 kanal dengan bit rate 250 kbps.
2. Frekuensi 902-928 MHz : 10 kanal dengan bit rate 40 kbps.
3. Frekuensi 868-868,6 MHz : 1 kanal dengan bit rate 20 kbps.

Secara fungsinya, setiap node pada komponen Zigbee dapat dijadikan tiga tipe node yaitu *Co-ordinator*, *Router* dan *End Device* [5,7]. Jaringan Zigbee harus mempunyai satu *Co-ordinator* sesuai dengan jenis topologi jaringannya. Adapun tugas dari sebuah *Co-ordinator* pada layer jaringan adalah :

- menyeleksi kanal frekuensi yang akan digunakan oleh jaringan (setidaknya satu yang dapat dideteksi secara aktif),
- memulai jaringan,
- mengizinkan node-node yang lain untuk melakukan koneksi terhadapnya (bergabung dengan jaringan)
- dapat juga bertugas untuk menyediakan pesan routing,

manajemen keamanan dan pelayanan lainnya.

Sedangkan Tugas dari *Router* adalah :

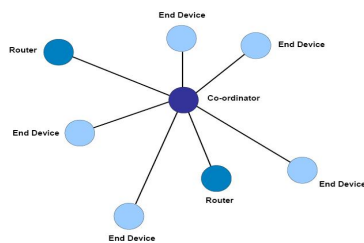
- merelay pesan-pesan dari satu node ke node yang lainnya
- memungkinkan node-node lain untuk melakukan koneksi terhadapnya.

Dan tugas utama dari sebuah *End Device* pada level jaringan adalah mengirimkan dan menerima pesan. Pada *End Device* biasanya catu dayanya berupa baterai dan ketika tidak mengirimkan atau menerima pesan dapat diset ke mode sleep untuk menghemat daya.

Jenis-jenis topologi yang dapat dibangun oleh jaringan Zigbee dibagi ke dalam tiga pengelompokan [7,8], yaitu :

1. Topologi Star

Pada topologi ini terdapat lebih dua komponen Zigbee dan terdiri dari satu buah *Co-ordinator* dan satu set *End Device*. Setiap *End Device* dapat berkomunikasi hanya dengan *Co-ordinator*. Sehingga untuk mengirimkan pesan dari satu *End Device* ke *End Device* lainnya, harus melalui *Co-ordinator* yang berfungsi sebagai relay. Penggunaan node *Router* pada topologi ini dapat dilakukan secara fungsinya untuk menggantikan *End Device*. Gambar. 2.2 menggambarkan ilustrasi topologi star jaringan pada Zigbee.



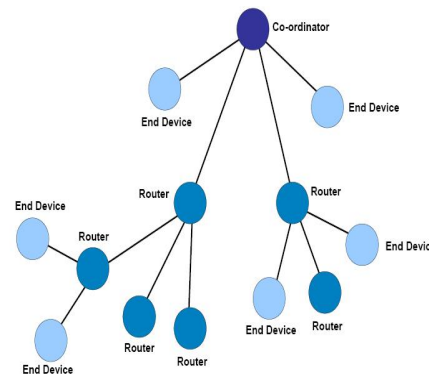
Gambar 2.2 Topologi Star pada jaringan Zigbee [7,8].

Kerugian dari jenis topologi ini adalah tidak adanya alternatif proses *routing*

jika terjadi pemutusan komunikasi antara *Co-ordinator* dengan target deviceny. Selain itu, *Co-ordinator* akan mengalami bottleneck sehingga akan terjadi *congestion* (kemacetan).

2. Topologi Tree

Topologi *tree* terdiri dari satu buah *Co-ordinator* dan satu set *Router* dan *End Device*. *Co-ordinator* dihubungkan dengan beberapa *Router* dan *End Device*. Kemudian *Router* yang berhubungan dengan *Co-ordinator* tadi dapat dihubungkan juga dengan beberapa *Router* dan *End Device* yang lainnya. Hirarki dari topologi ini dapat dilihat pada Gambar. 2.3 berikut.

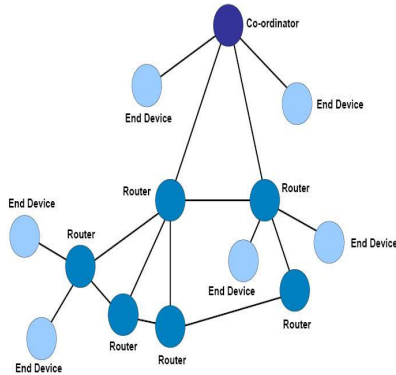


Gambar 2.3 Topologi Tree pada jaringan Zigbee [7,8].

Pada topologi ini *Co-ordinator* dan *Router* dapat mempunyai *child* sehingga dapat menjadi *parent*. Tetapi *End Device* tidak dapat mempunyai *child*, sehingga tidak dapat menjadi *parent*. Kerugian dari topologi ini adalah tidak adanya alternatif proses *routing* jika ada komunikasi yang putus.

3. Topologi Mesh

Topologi *mesh* terdiri dari satu buah *Co-ordinator* dan satu set *Router* dan *End Device*. Struktur jaringan sama dengan topologi *tree*, tetapi antara sesama Router dapat berkomunikasi satu sama lain secara langsung. Gambar. 2.4 merupakan ilustrasi dari topologi *mesh*.



Gambar 2.4 Topologi Mesh pada jaringan Zigbee [7,8].

Pada topologi *mesh*, terjadi fitur penemuan *route* yang baru pada jaringan untuk menemukan route terbaik untuk pengiriman pesan.

3. PERANCANGAN SISTEM

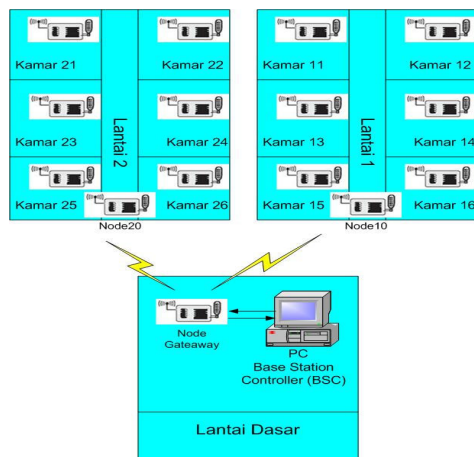
Untuk mewujudkan suatu sistem pengendalian suhu menggunakan teknologi WSN, maka pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana merancang suatu sistem pengendalian, mulai dari perancangan perangkat keras setiap node sampai ke perancangan komunikasi Zigbee-nya.

Perancangan sistem pengendalian suhu yang akan dibuat mempunyai konfigurasi seperti pada Gambar 3.1. Pada perancangan ini dibatasi pada suatu gedung yang mempunyai dua lantai dan mempunyai enam kamar setiap lantainya.

Gambar 3.1 Konfigurasi perancangan pengendalian suhu dengan teknologi WSN.

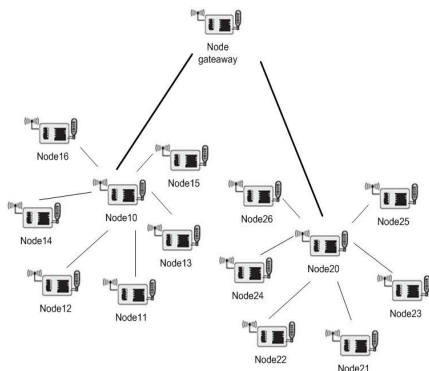
Pada Gambar 3.1 tersebut, setiap kamar masing-masing mempunyai satu sensor node yang bertugas memantau suhu dan kemudian mengirimkan data suhu tadi ke Node 10 untuk lantai satu atau Node 20 untuk lantai dua. Karena berfungsi untuk menerima dan mengirimkan lagi data suhu tersebut, maka Node 10 dan Node 20 disebut dengan *router node*. Kemudian Node 10 dan Node 20 mengirimkan hasil besaran suhu dari setiap node di kamar setiap lantai ke Node *Gateway* yang berada di lantai dasar. Hasil pengiriman data suhu tersebut oleh node gateway dikirimkan ke *Base Stasiun Controller (BSC)* yang berupa perangkat PC.

Pada PC inilah terdapat tampilan hasil pemantauan suhu di setiap kamar serta posisi ON/OFF dari AC yang berada di kamar tersebut. Dengan adanya konfigurasi ini maka pembangunan sistem WSN akan lebih mudah diaplikasikan pada gedung bertingkat tersebut.



3.1 Perancangan Topologi Jaringan

Topologi jaringan Zigbee yang digunakan dalam perancangan ini adalah topologi *tree*. Gambar 3.2 menggambarkan topologi jaringan *tree* yang digunakan dalam sistem pengendalian suhu.



Gambar 3.2 Topologi tree pada jaringan Zigbee.

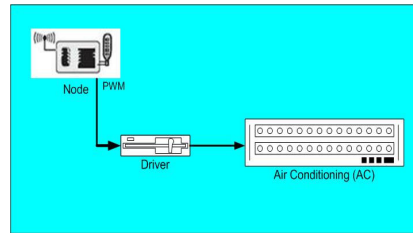
Pada gambar tersebut terlihat bahwa Node 10 dan Node 20 berfungsi sebagai pusat penerimaan data suhu dari setiap node pada lantai 1 dan lantai 2 dan membentuk topologi jaringan *star*. Kemudian Node 10 dan Node 20 mengirimkan data suhu tadi ke Node Gateway.

3.2 Perancangan Sensor Node

Seperti telah dijelaskan sebelumnya sebuah sensor node harus memiliki komponen-komponen : pengendali, sensor suhu, memori, komunikasi Zigbee dan catu daya. Kelima komponen tersebut terintegrasi dalam sebuah board yang bentuknya kecil. Untuk pengendali biasanya digunakan sebuah mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat komputasi dari data-data yang masuk dari sensor.

Untuk membangun sebuah sensor node yang dapat memantau suhu dan mengendalikan AC maka konfigurasi untuk sensor node dan

perangkat AC dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini



Gambar 3.3 Konfigurasi antara sensor node dengan perangkat AC.

Sesuai dengan Gambar 3.3, maka langkah pertama pada sensor node yang dilakukan adalah menentukan set point (batas) untuk suhu yang digunakan pada besaran berapa. Ketika terjadi kenaikan suhu dari batas tadi maka sensor suhu pada sensor node memantau kenaikan suhu tadi dan mengeluarkan sinyal *Pulse Width Modulation (PWM)* sesuai dengan kenaikannya kepada suatu driver AC sehingga perangkat AC bekerja sesuai suhu yang diinginkan oleh sensor node.

Selain memantau suhu, node sensor juga bertugas untuk menyimpan hasil pemantauan suhu tadi ke memori yang ada di nodenya atau mengirimkannya ke BSC agar dapat disimpan dalam sebuah database melalui Node 10 atau Node 20. Pada BSC, data hasil pemantauan suhu dan keadaan perangkat AC dapat dilihat oleh operator secara *real time* dan dapat dibuat suatu sistem pelaporan.

4. HASIL DAN DISKUSI

Sesuai dengan perancangan di atas maka, dibutuhkan 15 sensor node. Satu node bertugas sebagai *gateway* node, dua node sebagai *router* node dan sisanya (*end device node*) sebagai pemantau suhu setiap kamar. Sedangkan BSC berada pada sebuah PC yang dapat memperlihatkan keadaan suhu secara *real time*.

Hasil perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya dapat dibangun dengan berbagai perangkat keras. Adapun peralatan yang telah dicoba adalah board *DR1048* dari *Jennic* dengan mikrokontroler *JN5139* yang di dalamnya sudah tersedia *transceiver* Zigbee. Sedangkan sensor suhu *Sensirion SHT11* sudah berada pada board tersebut

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan maka topologi yang sesuai untuk diaplikasikan pada gedung bertingkat adalah topologi *tree* sedangkan setiap sensor node harus memiliki komponen pengendali, sensor suhu, memori, komunikasi Zigbee dan catu daya.

Penerapan *Wireless Sensor Network (WSN)* pada sistem pengendalian suhu untuk gedung bertingkat mempunyai keunggulan antara lain : penggunaan frekuensi radio yang bebas lisensi, konsumsi daya listrik yang kecil, kecepatan dalam akuisisi data hasil pemantauan suhu karena *transceiver* Zigbee sudah berada pada sensor node dan kemudahan dalam pengembangan sistem selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wikipedia, *Suhu Kamar*, http://id.wikipedia.org/wiki/Suhu_kamar, Diakses tanggal 22 Juni 2010.
- [2] Sohraby, Kazem and Daniel Minoli, *Wireless Sensor Network , Technology, Protocols, and Applications*, Jhon Wiley and Sons, Canada, 2007.
- [3] Lewis, F.L. , *Wireless Sensor Network*, University of Texas, Arlinton, 2004.
- [4] Hill, Jason Lester, *System Architecture for Wireless Sensor Networks*, Dissertation, University of California, Berkeley, 2003.
- [5] Sugiarto, Bambang., Erwin, Iwan M., Sakti, Indra, *Rancang Bangun*

Sensor Node Pada Sistem Wireless Sensor Network untuk Pengukuran Kualitas Udara, Seminar Nasional Riset dan Teknologi Informasi (SRITI), Proseding, ISSN:1907-3526, 2009.

- [6] Huddleston, Creed., *Intelligent Sensor Design Using the Microchip dsPIC*, Elsevier, USA, 2007.
- [7] _____, *Application Note: JN-UG-3017 Zigbee Stack User Guide*, Jennic. UK, 2008.
- [8] Sugiarto, Bambang, *The Formation of Star Topology in Zigbee Network on the JN5139 Microcontroller Based*, Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (1st APTECS), ISSN: 2086-1931, 2009.