

TUGAS AKHIR

PEMBANGUNAN PROGRAM PENENTU NODE TETANGGA TERDEKAT WSN



Leonard Wang

NPM: 2017730025

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2024

FINAL PROJECT

**DEVELOPMENT OF THE DETERMINING PROGRAM FOR
NEAREST NEIGHBOR NODES IN WSN**



Leonard Wang

NPM: 2017730025

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBANGUNAN PROGRAM PENENTU NODE TETANGGA TERDEKAT WSN

Leonard Wang

NPM: 2017730025

Bandung, 27 Agustus 2024

Menyetujui,

Pembimbing

Digitally signed
by Elisati Hulu

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji

Digitally signed
by Gede Karya

Gede Karya, M.T.

Anggota Tim Penguji

Digitally signed
by Pascal
Alfadian Nugroho

Pascal Alfadian, Nugroho, M.Comp.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Digitally signed
by Lionov

Lionov, Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

PEMBANGUNAN PROGRAM PENENTU NODE TETANGGA TERDEKAT WSN

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 27 Agustus 2024



Leonard Wang
NPM: 2017730025

ABSTRAK

Wireless Sensor Networks (WSN) merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk berbagai aplikasi pemantauan, seperti lingkungan dan infrastruktur. WSN sendiri terdiri dari banyak sensor nirkabel yang mengumpulkan data lingkungan. Namun, menentukan node tetangga terdekat dalam WSN merupakan tantangan kompleks karena perubahan topologi jaringan dan kondisi lingkungan yang tidak pasti. Node tetangga yang tepat dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan memastikan pengiriman data yang akurat, serta mendukung routing dinamik dalam jaringan.

Penentuan node tetangga terdekat biasanya mengandalkan delay waktu pengiriman pesan dan balasan dari node lain. Pengukuran rata-rata delay waktu dari beberapa percobaan pengiriman pesan membantu memilih node tetangga yang stabil dan andal. Algoritma penentuan node tetangga harus mampu mengantisipasi perubahan dinamis dalam topologi jaringan. Data hasil penentuan node tetangga ini dikirimkan ke base station untuk membentuk tabel routing yang ditampilkan secara real-time pada antarmuka pengguna. Skripsi ini menggunakan node sensor preon32 dari Virtenio dengan bahasa pemrograman Java, dan mendemonstrasikan transfer data ke base station menggunakan single-hop atau multi-hop.

Kata-kata kunci: Jaringan Sensor Nirkabel, Node Tetangga, Base Station, Pemrograman Java, Preon32, Virtenio, Single-Hop

ABSTRACT

Wireless Sensor Networks (WSN) is a technology used for various monitoring applications, such as the environment and infrastructure. WSN itself consists of many wireless sensors that collect environmental data. However, determining nearest neighbor nodes in WSNs is a complex challenge due to changes in network topology and uncertain environmental conditions. Appropriate neighboring nodes can optimize energy usage and ensure accurate data delivery, as well as supporting dynamic routing in the network.

Determining the nearest neighbor node usually relies on the delay in sending messages and replies from other nodes. Measuring the average time delay from several message delivery experiments helps select stable and reliable neighbor nodes. Neighbor node determination algorithms must be able to anticipate dynamic changes in network topology. The data resulting from determining the neighboring nodes is sent to the base station to form a routing table which is displayed in real-time on the user interface. This thesis uses the preon32 sensor node from Virtenio with the Java programming language, and demonstrates data transfer to the base station using single-hop or multi-hop.

Keywords: Wireless Sensor Networks, Neighbor Nodes, Base Station, Java programming, Preon32, Virtenio, Single-Hop

*Dipersembahkan kepada kedua orang tua, saudara-saudara,
sahabat-sahabat. Yang amat saya cintai dan kasihi*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan, kekuatan, dan kesehatan serta berkatnya yang terus menerus menyertai saya sebagai penulis dalam penulisan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ **Pembangunan Program Penentu Node Tetangga Terdekat WSN (Development of the Determining Program for Nearest Neighbor Nodes in WSN)**”. Penulisan Tugas Akhir ini ditulis untuk memenuhi nilai Tugas Akhir.

Kelancaran dalam penulisan Tugas Akhir ini selain merupakan karunia dari Tuhan Yang Maha Esa, juga karena atas dukungan dari kedua orang tua, keluarga, dosen pembimbing, dan juga sahabat – sahabat sehingga pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih dan juga penghargaan setinggi – tingginya kepada semuanya yang telah membantu memberikan dukungan kepada penulis selama penulisan Tugas Akhir ini.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Node	5
2.1.1 Node Tetangga	5
2.1.2 Komunikasi antara node-node	6
2.1.3 Manajemen Daya pada Node	6
2.2 <i>Wireless Sensor Network</i> (WSN)	6
2.2.1 Arsitektur WSN	9
2.2.2 Topologi WSN	11
2.2.3 Protokol WSN	13
2.3 Virtenio	14
2.3.1 Pengertian Virtenio	14
2.3.2 Fitur-fitur Virtenio	14
2.3.3 Kelebihan Virtenio	15
2.4 Preon32	15
2.4.1 Spesifikasi Teknis Preon32	15
2.4.2 Fleksibilitas Preon32	16
2.5 Bahasa Pemograman Java	16
2.5.1 Variabel	16
2.5.2 Fungsi	16
2.5.3 Class	17
2.5.4 Deklarasi	17
2.5.5 Definisi	17
2.5.6 Exception Handling	17
2.5.7 Interface	18
2.5.8 Library	18
2.5.9 Collection	19
2.5.10 Threads	19
2.5.11 Timer	20

3	ANALISIS	21
3.1	Analisis Masalah	21
3.2	Deskripsi Perangkat Lunak	21
3.3	Arsitektur WSN	22
3.4	Format Pesan	23
3.4.1	Format Pesan Broadcast	23
3.4.2	Format Pesan Respon Waktu	23
3.4.3	Format Pesan Jarak	23
3.5	Diagram kelas	24
4	PERANCANGAN	27
4.1	Perancangan Arsitektur Sistem	27
4.1.1	Diagram Sequence	27
4.2	Perancangan Model	29
4.2.1	Model Sensor Node	29
4.2.2	Model <i>Base Station</i>	29
4.3	Perancangan Antarmuka Pengguna	30
4.3.1	Antarmuka Konsol <i>Base Station</i>	30
4.3.2	Antarmuka Konsol Node Sendor	30
5	IMPELEMENTASI DAN PENGUJIAN	33
5.1	Implementasi	33
5.1.1	Lingkungan Implementasi	33
5.1.2	Hasil Implementasi	33
5.2	Pengujian Fungsional	39
5.2.1	Pengujian Pertama	39
5.2.2	Pengujian Kedua	43
5.2.3	Pengujian Eksperimental	47
6	KESIMPULAN DAN SARAN	51
6.1	Kesimpulan	51
6.2	Saran	51
	REFERENCES	53
	A KODE PROGRAM	55

DAFTAR GAMBAR

2.1	Penerapan <i>Wireless Sensor Network</i> pada kehidupan sehari-hari	8
2.2	Arsitektur umum pada WSN	9
2.3	Arsitektur Flat	9
2.4	Arsitektur Single Hop	10
2.5	Arsitektur Multi Hop	11
2.6	Topologi Bintang / <i>Star</i>	11
2.7	Topologi <i>Mesh</i>	12
2.8	Topologi Pohon / <i>Tree</i>	12
2.9	Topologi Linear	13
2.10	Protokol Jaringan	14
3.1	Diagram Kelas pada pembangunan program	24
4.1	Diagram Sequence Pencarian Node Tetangga	28
4.2	Rancangan pada Console <i>Base Station</i>	30
4.3	Rancangan pada Console Node Sensor 1	31
4.4	Rancangan pada Console Node Sensor 2	32
4.5	Rancangan pada Console Node Sensor 3	32
5.1	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 1</i>	39
5.2	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 2</i>	40
5.3	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 2</i>	41
5.4	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Base Station</i>	42
5.5	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 1</i>	43
5.6	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 2</i>	44
5.7	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 2</i>	45
5.8	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Base Station</i>	46
5.9	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 1</i>	47
5.10	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 2</i>	48
5.11	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Sensor Node 2</i>	49
5.12	Hasil antarmuka pada halaman console <i>Base Station</i>	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wireless Sensor Networks (WSN) adalah teknologi yang mendasar bagi berbagai aplikasi pemantauan otomatis, yang berkisar dari pemantauan lingkungan hingga pengawasan infrastruktur. WSN terdiri dari sejumlah besar sensor nirkabel yang tersebar dalam suatu wilayah tertentu dan mengumpulkan data lingkungan sekitarnya. Informasi yang dikumpulkan oleh WSN adalah inti dari pengambilan keputusan dalam berbagai konteks, seperti pemantauan kualitas udara, pemantauan cuaca, dan banyak lagi.

Meskipun informasi yang dikumpulkan oleh WSN sangatlah penting, tetapi menentukan node tetangga terdekat dalam WSN bukanlah tugas yang sederhana. WSN seringkali menghadapi tantangan yang kompleks seperti perubahan topologi¹ jaringan karena mobilitas node atau ketidakpastian dalam kondisi lingkungan. Selain itu, jaringan WSN dapat terdiri dari ratusan atau bahkan ribuan node, membuat pengelolaan node tetangga terdekat semakin rumit.

Dalam konteks WSN, penting untuk memahami bahwa node sensor yang tersebar di suatu area memainkan peran penting dalam pengumpulan data dan pengiriman informasi. Untuk melakukan tugas ini secara efisien, node-node ini seringkali perlu menentukan node tetangga terdekat mereka. Node tetangga ini adalah node lain dalam jaringan yang berada dalam jarak terdekat, dan pengetahuan tentang node-node ini adalah dasar dari banyak protokol dan fungsi dalam jaringan wireless sensor. Misalnya, ketika sebuah node perlu mengirimkan data, pemilihan node tetangga yang tepat dapat meminimalkan energi yang digunakan dan memastikan pengiriman data yang tepat.

Node terdekat juga merupakan aspek kunci dalam pembentukan routing yang dinamik dalam WSN. *Routing*² yang dinamik memungkinkan jaringan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan topologi dan kondisi jaringan secara otomatis. Dalam konteks ini, pemilihan rute berikutnya seringkali didasarkan pada identifikasi node tetangga terdekat. Misalnya, dalam situasi di mana sebuah node perlu mengirimkan data ke node lain, pemilihan node tetangga terdekat mungkin menjadi keputusan yang paling efisien. Namun, pemilihan ini juga dapat bervariasi, mulai dari memilih satu node tetangga terdekat hingga mempertimbangkan semua node tetangga dengan prioritas tertentu, seperti node dengan daya baterai tinggi atau node dengan kualitas koneksi yang baik.[1]

Proses penentuan node tetangga terdekat seringkali mengandalkan delay waktu pengiriman pesan dan menerima balasan dari node tetangga. Ketika node sensor mengirimkan pesan ke node lain dan tidak mendapatkan balasan dalam waktu yang wajar, ini dapat mengindikasikan bahwa node tersebut tidak memiliki tetangga yang responsif atau bahwa jaringan mengalami masalah koneksi. Dengan demikian, penentuan node tetangga dapat membantu dalam mengidentifikasi node yang tidak memiliki koneksi yang handal atau membutuhkan perbaikan.

Dalam praktiknya, penentuan node tetangga terdekat dapat dilakukan dengan mengukur

¹Topologi jaringan adalah pengaturan substansial dari jaringan di mana semua node terhubung satu sama lain menggunakan tautan jaringan atau jalur penghubung.

²proses pada paket yang akan meneruskan jaringan dari satu jaringan menuju ke jaringan lainnya melalui internet.

rata-rata delay waktu setelah melakukan beberapa percobaan pengiriman pesan dan menerima balasnya. Ini membantu menghindari kesalahan akibat fluktuasi sementara dalam jaringan dan memungkinkan pemilihan node tetangga yang stabil dan dapat diandalkan. Dalam beberapa kasus, bahkan perlu mempertimbangkan variasi dalam delay waktu untuk memahami tingkat keandalan koneksi dengan lebih baik.

Penting untuk diingat bahwa dalam WSN, perubahan dalam tetangga node harus diantisipasi secara efektif. Ini karena topologi jaringan dapat berubah secara dinamis akibat pergerakan node atau gangguan dalam lingkungan. Oleh karena itu, algoritma penentuan node tetangga harus mampu mengidentifikasi dan mengatasi perubahan dalam tetangga node secara tepat waktu untuk memastikan informasi tentang node tetangga terdekat yang paling akurat. Ini melibatkan pemantauan dan pemutakhiran berkelanjutan dalam rangka mendapatkan gambaran yang akurat tentang kondisi jaringan saat ini.

Hasil dari penentuan node tetangga terdekat ini perlu dikirimkan ke *base station*, agar dapat digunakan membentuk table routing yang kemudian dapat menampilkan informasi pada antarmuka pengguna *Graphical User Interface* (GUI)³ atau *Command User Interface* (CUI)⁴ secara *real-time*. Program Tugas Akhir ini akan menggunakan node sensor jenis preon32. Preon32 adalah jenis node sensor yang dibuat oleh perusahaan Virtenio dan menggunakan bahasa pemrograman Java. Program yang akan dibangun dapat melakukan transfer data ke node sensor tetangganya hingga sampai ke node sensor yang berperan sebagai *base station* dengan menggunakan *single-hop*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas di Tugas Akhir ini antara lain:

1. Bagaimana cara membangun jaringan WSN dan cara menentukan node tetangga terdekat pada WSN ?
2. Bagaimana cara membangun program penentu node tetangga terdekat pada jaringan WSN ?

1.3 Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Membangun jaringan WSN dan mengetahui cara menentukan node terdekat pada WSN.
2. Membangun program penentu node tetangga terdekat pada jaringan WSN Preon32.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah Sensor yang digunakan pada Tugas Akhir ini hanya berdasarkan perangkat keras Preon32.

1.5 Metodologi

1. Mempelajari jaringan WSN.
2. Melakukan studi literatur mengenai WSN.
3. Melakukan implementasi atau pembangunan program untuk menentukan node terdekat.
4. Pengumpulan data hasil eksperimen dari program yang sudah dibuat.
5. Melakukan Evaluasi dan Kesimpulan dari hasil uji coba program yang telah dibuat.

³GUI merupakan program yang berjalan di atas Graphical User Interface atau dengan kata lain merupakan program yang di buat dengan bahasa pemrograman.

⁴CUI adalah program yang berjalan dengan mode tampilan konsol. CUI program yang akan anda buat kebanyakan disusun oleh tampilan teks (walaupun anda dapat membuat efek sehingga terlihat tampilan seperti visual).

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika Pembahasan Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan, Bab ini sebagai pengantar untuk penelitian ini. Berisi tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi, dan Sistematika Pembahasan.
2. Bab 2 Landasan Teori, yaitu membahas teori-teori yang mendukung penelitian ini.
3. Bab 3 Analisis, analisi yang akan diperlukan dalam pembuatan Tugas Akhir ini seperti masalah yang dihadapi, perangkat lunaknya bagaimana.
4. Bab 4 Perancangan, Pada bab ini akan dijelaskan Rancangan apa saja yang sudah dibuat sebelum melakukan pembuatan program.
5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian, Bab ini berisikan penjelasan mengenai Implementasi Perangkat Lunak dan Pengujian Perangkat Lunak yang dibangun.
6. Bab 6 Kesimpulan dan Saran, Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan saran-saran agar menjadi lebih baik kedepannya.