

SKRIPSI

PENGEMBANGAN APLIKASI *NEIGHBOR DISCOVERY* DI
WIRELESS SENSOR NETWORK



Billy Setiadi

NPM: 2016730093

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2021

UNDERGRADUATE THESIS

**APPLICATION DEVELOPMENT NEIGHBOR DISCOVERY
ON THE WIRELESS SENSOR NETWORK**



Billy Setiadi

NPM: 2016730093

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN APLIKASI *NEIGHBOR DISCOVERY* DI
WIRELESS SENSOR NETWORK**

Billy Setiadi

NPM: 2016730093

Bandung, 19 Januari 2021

Menyetujui,

Pembimbing

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Lionov, M.Sc.

Dr. Veronica Sri Moertini

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

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

PENGEMBANGAN APLIKASI *NEIGHBOR DISCOVERY* DI WIRELESS SENSOR NETWORK

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 19 Januari 2021



Billy Setiadi
NPM: 2016730093

ABSTRAK

Neighbor Discovery (ND) adalah kemampuan suatu *device* untuk menentukan *device* lain yang merupakan tetangganya neighbor. Wireless Sensor Network (WSN) adalah jaringan nirkabel yang terdiri dari sekumpulan *node* yang disebarkan di suatu lokasi untuk mengumpulkan data lingkungan sekitar hasil penginderaan. Penyebaran ini dapat dibangun menggunakan arsitektur flat dan hierarki. *Node* yang disebarkan akan saling berkomunikasi untuk mengirim data antar *node* sensor lain, juga mengirim data ke *base station* untuk diteruskan ke aplikasi untuk diproses menjadi informasi, komunikasi yang terjadi bisa *multi-hop* dan *single-hop*. Komunikasi yang terjadi antara seluruh *node* sensor yang disebarkan bersama dengan *base station* akan membentuk komunikasi yang menunjukkan hubungan ketetanggaan antara *node* sensor termasuk *base station*. Hubungan komunikasi yang terbentuk antara *node* sensor ini melakukan "*Neighbor Discovery*", yaitu cara *node* sensor mencari tahu *node sensor* tetangganya. Dan dari penyebaran *node* sensor ingin dicari tahu seperti apa hubungan ketetanggaan yang terjadi antara *node* sensor termasuk dengan *base station*.

Pada skripsi ini akan dibangun sebuah perangkat lunak yang memiliki data ketetanggaan setiap *node* yang tersebar tersebut dan menampilkan informasi tersebut dalam bentuk visual jaringan komunikasi antara node tetangga yang terjalin dan dalam bentuk tabel ketetanggaan yang mana suatu *node* akan menampilkan daftar nama-nama *node* yang menjadi tetangganya dalam bentuk tabel. Perangkat lunak ini juga memiliki kontrol sederhana untuk mengontrol suatu node, agar dapat dilakukan percobaan untuk bahan penelitian, yaitu berupa kontrol untuk restart, serta hasil visualisasi dan tabel tersebut dapat diekspor ke dalam bentuk gambar agar dapat dikaji ulang hasil yang didapat dari percobaan yang dilakukan.

Pengembangan aplikasi *neighbor discovery* pada WSN ini telah berhasil dibangun. Aplikasi berhasil menampilkan hubungan ketetanggaan yang terbentuk dari penyebaran *node* sensor di suatu tempat, dan menampilkannya dalam bentuk visual dan tabel.

Kata-kata kunci: Wireless Sensor Network, Neighbor Discovery, Node Sensor, Arsitektur Flat, Multi-Hop, Single-Hop

ABSTRACT

Neighbor Discovery (ND) is the ability of a device to determine which device is its neighbor. Wireless Sensor Network (WSN) is a wireless network that consists of a set of nodes that are deployed in a location to collect environmental data around the sensing results. This deployment can be built using a flat and hierarchical architecture. Nodes that are deployed will communicate with each other to send data between nodes. Other sensors, also send data to the base station to be forwarded to the application to be processed into information, the communication that occurs can be multi-hop and single-hop. Communication that occurs between all node sensors distributed together with the base station will form communication that shows the neighbor relationship between node sensors including the base station. The communication relationship that is built between the node sensor performs "Neighbor Discovery", which is the way the node sensor finds out its sensor node neighbors. Furthermore, from the deployment of the node the sensor wants to find out what kind of neighborhood relationship that occurs between the node sensor including the base station.

In this thesis, a software will be built that has data on the subscriptions of each distributed node and displays the information in a visual form of communication networks between neighboring nodes that are intertwined and in the form of a neighbor table in which a node will display list the names of its neighbors in tabular form. This software also has simple controls to control a node, so that experiments are able to be brought for research materials, namely in the form of a restart control, and the visualization results and tables can be exported into images so that the results obtained from the experiments can be reviewed.

The development of the neighbor discovery application on this WSN has successfully been built. The application succeeds in displaying the neighborhood relationship formed from the deployment of node sensors in a place and displays them in visual and table form.

Keywords: Wireless Sensor Network, Neighbor Discovery, Sensor Node, Flat Architecture, Multi-Hop, Single-Hop

*Saya persembahkan skripsi ini untuk Teknik Informatika UNPAR,
orang tua saya, dan teman-teman yang selalu membantu saya
dalam perkuliahan.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan bimbingan yang diberikan-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul Pengembangan aplikasi neighbor discovery di Wireless Sensor Network dapat selesai dengan baik. Selama penulisan skripsi ini penulis menghadapi hambatan dan rintangan dalam menyelesaikannya namun semua hambatan dan rintangan tersebut dalam diselesaikan tepat waktu karena adanya bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak selama penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- Pertama yang terpenting untuk kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan semangat dan material selama pengerjaan skripsi.
- Bapak Elisati Hulu, sebagai dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan agar tujuan dari penulisan skripsi ini tercapai, dan meminjamkan node sensor.
- Rekan-rekan yang bersama-sama dalam bimbingan Bapak Elisati, Andrianto dan Reynaldi yang telah berbagi ilmu dan bertukar pikiran dalam pengerjaan skripsi ini.
- Teman-teman yang telah memberikan bantuan moral dan semangat serta berbagi ilmunya (Reggie, Aldo, Regen, Winnie, Michael, Ivan, Reynaldi, Sabina, dan teman-teman yang lainnya).
- Dan untuk pihak-pihak lain yang telah membantu namun yang belum disebutkan di sini.

Bandung, Januari 2021

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 Wireless Sensor Network	5
2.1.1 <i>node</i> Sensor	5
2.1.2 Sistem Operasi	6
2.1.3 Struktur Komunikasi Wireless Sensor Network[1]	9
2.1.4 Topologi Wireless Sensor Network	10
2.1.5 Arsitektur Wireless Sensor Network	13
2.2 Neighbor Discovery Protocol[2]	14
2.2.1 Fungsi Neighbor Discovery Protocol	14
2.2.2 Perbandingan Protokol Neighbor Discovery IPv6 dengan IPv4	15
2.2.3 Format Pesan	16
2.3 Preon32	19
2.3.1 Preon32[3]	20
2.3.2 Pemrograman Preon32[4]	20
3 ANALISIS	23
3.1 Analisis Perbandingan Perangkat Lunak yang dibangun dengan yang sudah Ada	23
3.2 Deskripsi Perangkat Lunak	25
3.3 Analisis Perangkat Lunak	26
3.3.1 Analisis Wireless Sensor Network	26
3.3.2 Analisis Fitur dan Kebutuhan Perangkat Lunak	27
3.3.3 Use Case Diagram	28
3.3.4 Diagram Kelas	31
3.4 Analisis Pesan pada WSN	33
3.5 Analisis Cara Kerja Neighbor Discovery pada WSN	34
4 PERANCANGAN	35
4.1 Perancangan Antarmuka	35

4.2	Perancangan Diagram Sequence Pengembangan aplikasi <i>neighbor discovery</i> di Wireless Sensor Network	36
4.2.1	Diagram Sequence Menampilkan Visual Grafik Jaringan WSN Dan Daftar <i>node</i> Tetangga Pada Tabel	37
4.2.2	Diagram Sequence <i>Restart</i>	38
4.3	Perancangan Format Pesan	38
4.4	Perancangan Masukan dan Keluaran	39
4.5	Perancangan Diagram Kelas	40
4.6	Perancangan Pseudocode Pengembangan aplikasi <i>neighbor discovery</i> di Wireless Sensor Network	44
4.6.1	Node	44
4.6.2	Base Station	45
4.6.3	GUI	46
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	47
5.1	Implementasi	47
5.1.1	Lingkungan Implementasi	47
5.1.2	Implementasi Antarmuka	47
5.1.3	Implementasi Perangkat Lunak	47
5.2	Pengujian	51
5.2.1	Pengujian Fungsional	51
5.2.2	Pengujian Eksperimental	54
5.3	Masalah yang Dihadapi Pada Saat Implementasi	64
6	KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1	Kesimpulan	65
6.2	Saran	65
	DAFTAR REFERENSI	67
	A KODE PROGRAM	69

DAFTAR GAMBAR

1.1	Ilustrasi neighbor Discovery	2
2.1	Struktur <i>node</i> Sensor	6
2.2	<i>TinyOS</i>	7
2.3	<i>Contiki</i>	8
2.4	<i>LiteOS</i>	8
2.5	Susunan Protokol Stack pada WSN	10
2.6	Point to Point Topology	10
2.7	Star Topology	11
2.8	Mesh Topology	11
2.9	Tree Topology	12
2.10	Bus Topology	12
2.11	Ring Topology	12
2.12	Arsitektur Flat dan Hierarki pada WSN	13
2.13	Multi-Hop dan Single-Hop	14
2.14	Format Pesan Router Solicitation	16
2.15	Format Pesan Router Advertisement	17
2.16	Format Pesan Neighbor Solicitation	18
2.17	Format Pesan Neighbor Advertisement	18
2.18	Format Pesan Redirect	19
2.19	context.properties	22
3.1	Antarmuka MoteView	23
3.2	Antarmuka Octopus	24
3.3	Antarmuka Spyglass	24
3.4	Arsitektur Perangkat Lunak	26
3.5	Topologi Wireless Sensor Network	26
3.6	Flowchart Cara Kerja Aplikasi	28
3.7	Use Case Diagram	29
3.8	Kelas Diagram Base Station	31
3.9	Kelas Diagram node Sensor	32
3.10	Kelas Diagram GUI	32
3.11	Ilustrasi Cara Kerja Neighbor Discovery	34
4.1	Rancangan Antarmuka Perangkat Lunak	35
4.2	Rancangan Diagram Sequence Menampilkan Jaringan WSN Dan Tabe Daftar <i>node</i> Tetangga	37
4.3	Rancangan Diagram Sequence Restart	38
4.4	Diagram Kelas <i>node</i>	40
4.5	Diagram Kelas BaseStation	41
4.6	Diagram Kelas GUI	42
5.1	Tampilan Antarmuka Perangkat Lunak	51

5.2	Tampilan Antarmuka Perangkat Lunak Menampilkan Informasi	52
5.3	Tampilan Antarmuka Perangkat Lunak Menampilkan Informasi <i>Restart</i>	53
5.4	Tampilan Antarmuka Perangkat Lunak Menampilkan Informasi Ekspor Gambar	54
5.5	Penyebaran Node Sensor di Lokasi Pengujian	55
5.6	Hubungan Ketetangaan Seluruh Node	55
5.7	Ilustrasi Node DAAC Mati	56
5.8	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAC Mati	56
5.9	Ilustrasi Node DAAB Mati	57
5.10	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAB Mati	57
5.11	Ilustrasi Node DAAD Mati	58
5.12	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAD Mati	58
5.13	Ilustrasi Node DAAA Mati	59
5.14	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAA Mati	59
5.15	Ilustrasi Node DAAC Jauh	60
5.16	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAC Jauh	60
5.17	Ilustrasi Node DAAB Jauh	61
5.18	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAB Jauh	61
5.19	Ilustrasi Node DAAD Jauh	62
5.20	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAD Jauh	62
5.21	Ilustrasi Node DAAA Jauh	63
5.22	Hasil Hubungan Ketetangaan Setelah Node DAAA Jauh	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

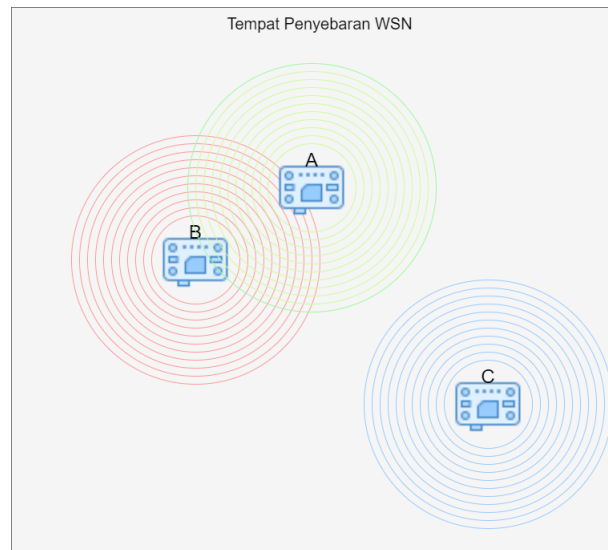
Wireless Sensor Network (WSN) merupakan jaringan nirkabel yang terbentuk dari kumpulan sensor yang tersebar di suatu tempat melakukan pemantauan dan perekaman data tertentu yang kemudian akan dikirim pada *base station* untuk dilakukan pengolahan data menjadi informasi. WSN sudah banyak diimplementasikan pada berbagai bidang dalam kehidupan manusia, yaitu dalam bidang militer untuk mendeteksi keberadaan musuh, bidang kesehatan, bidang lingkungan memantau cuaca, suhu atau hal lain yang berhubungan langsung dengan kondisi lingkungan, bidang transportasi, dan bidang pertanian untuk memantau pertumbuhan tanaman.

Dalam penerapan WSN pada umumnya, beberapa *node* sensor disebarkan di suatu lokasi untuk mengumpulkan data dari kegiatan penginderaan di tempat tersebut dan data yang dikumpulkan akan dikirim ke *base station*. Pengiriman data dari setiap *node* sensor ke *base station* ini akan membentuk jaringan komunikasi *node* sensor dengan *base station* dan *node* sensor dengan *node* sensor. Komunikasi yang terjadi dapat *single-hop*, yaitu *node* sensor langsung berkomunikasi dengan *base station* atau *multi-hop*, yaitu *node* sensor dikirim ke *node* sensor tetangganya dan seterusnya hingga sampai ke *base station*. Karena umumnya dari penerapan WSN ini untuk mendapatkan data dari lingkungan yang dipantau, sekarang ingin diketahui seperti apa hubungan ketetanggaan yang terjadi antara *node* sensor dengan *node* sensor maupun dengan *base station*, dilihat dari posisi *node* sensor disebarkan, termasuk *base station*, hubungan ketetanggaan apa yang terbentuk *node* sensor mana saja yang menjadi tetangga dan apakah semua *node* sensor pasti bertetangga langsung dengan *base station*.

Neighbor Discovery(ND) dalam jaringan nirkabel didefinisikan sebagai proses setiap satu unit *node* sensor untuk mengetahui *node* sensor mana yang merupakan tetangganya, yaitu semua *node* sensor yang terletak dalam radius jarak komunikasi dari *node* sensor tersebut. Dengan kata lain, ini adalah proses mengidentifikasi posisi *node* sensor-*node* sensor dalam suatu simpul yang dapat berkomunikasi secara langsung. Hubungan antara dua *node sensor* yang saling mengirim dan menerima pesan, dan pesan diterima oleh kedua *node* sensor menandakan terjadi hubungan komunikasi langsung yang menyatakan bahwa kedua *node* tersebut bertetangga (*neighbor*). Dan komunikasi dari kegiatan mengirim dan menerima pesan tersebut tidak hanya satu *node* sensor ke satu *node* sensor lainnya, namun satu *node* sensor ke banyak *node* sensor seperti terlihat pada Gambar 1.1. Suatu *node* sensor dinyatakan tetangga *node* sensor lain jika masuk dalam radius komunikasi untuk menerima mengirim pesan ke *node* sensor tersebut seperti pada Gambar 1.1, menunjukkan bahwa *node* sensor A dan B bertetangga karena komunikasi mereka dapat terjalin, sedangkan *node* sensor C tidak karena dari radius komunikasinya tidak menerima dan mengirim pesan juga tidak akan sampai ke *node* sensor manapun.

Oleh sebab itu pada skripsi ini akan dikembangkan *neighbor discovery* di *Wireless Sensor Network* untuk melakukan pengamatan terhadap jaringan yang terbentuk oleh komunikasi antara *nodesensor* dan *base station*. Dengan menggunakan *neighbor discovery* akan dibuat tabel tetangga untuk setiap *nodesensor* yang akan dikirim ke *nodesensor* tetangganya dan *base station*. Data dan tabel tetangga yang dikirimkan akan diolah dan divisualisasikan menjadi suatu tampilan informasi

di desktop sehingga dapat diketahui jaringan ketetanggaan di WSN dalam bentuk susunan daftar tabel dan visual.



Gambar 1.1: Ilustrasi neighbor

1.2 Rumusan Masalah

Berikut masalah dari pengembangan aplikasi ini:

- Bagaimana cara mengembangkan aplikasi *neighbor discovery* di *wireless sensor network*?
- Bagaimana node sensor melakukan *neighbor discovery*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari riset ini adalah membangun aplikasi *neighbor discovery* di *wireless sensor network* (WSN).

1.4 Batasan Masalah

Berikut batasan-batasan yang membatasi penelitian ini:

- Arsitektur *wireless sensor network* yang akan dibangun adalah arsitektur flat.

1.5 Metodologi

Berikut metode penelitian yang akan digunakan:

1. Studi literatur yang dilakukan adalah sebagai berikut:
 - Mempelajari *Wireless Sensor Network* dan cara kerjanya.
 - Mempelajari protokol komunikasi wireless.
 - Mempelajari sensor dan cara kerjanya.
 - Mempelajari penerapan bahasa Java pada sensor.
2. Analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:
 - Melakukan percobaan pada sensor.
 - Melakukan studi banding dengan perangkat lunak sejenis.
 - Menganalisis struktur jaringan sensor pada WSN.
3. Perancangan yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- Membuat rancangan *wireless sensor network*.
 - Membuat rancangan perangkat lunak untuk desktop.
4. Implementasi akan mencakup berbagai hal berikut:
 - Melakukan implementasi program *neighbor discovery* mengidentifikasi sensor tetangga.
 - Melakukan implementasi program untuk membuat tabel tetangga.
 - Melakukan implementasi program untuk membuat gambaran jaringan di WSN dalam bentuk visual.
 5. Pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:
 - Menguji fitur-fitur aplikasi *neighbor discovery* di WSN.
 - Menguji jika salah satu *node* sensor dimatikan.
 - Menguji jika salah satu *node* sensor dijauhkan dari dari semua *node* sensor.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada penelitian ini akan disusun sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan, membahas gambaran lengkap tentang penelitian yang akan dilakukan. Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

Bab 2 Dasar Teori, berisikan teori-teori yang mendukung penelitian pengembangan Neighbor Discovery pada WSN. Bab ini berisi mengenai *Wireless Sensor Network*, *Neighbor Discovery Protocol*, dan node sensor Preon32.

Bab 3 Analisis, yaitu membahas mengenai analisis yang menyangkut analisis perangkat lunak yang dikembangkan dengan yang sudah ada, deskripsi perangkat lunak, analisis perangkat lunak, analisis pesan pada WSN, dan analisis kerja *neighbor discovery* pada WSN.

Bab 4 Perancangan, berisikan perancangan antarmuka, perancangan diagram sequence pengembangan aplikasi *neighbor discovery* di WSN, perancangan format pesan, perancangan masukan dan keluaran, perancangan diagram kelas, perancangan pseudocode pengembangan aplikasi *neighbor discovery* di WSN.

Bab 5 Implementasi, yaitu membahas implementasi perangkat lunak dari hasil perancangan kelas-kelas, antarmuka, dan alur kerja perangkat lunak, serta membahas hasil pengujian fungsional dan eksperimental, dan masalah-masalah yang menghambat saat melakukan implementasi.

Bab 6 Kesimpulan, yaitu membahas kesimpulan dari hasil penelitian implementasi serta memberikan saran untuk pengembangan perangkat lunak selanjutnya.

