

SKRIPSI

PENGEMBANGAN APLIKASI TRANSFER DATA DI WSN



Jonathan Alva

NPM: 2015730047

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019**

UNDERGRADUATE THESIS

**DEVELOPMENT OF DATA TRANSFER APPLICATION IN
WSN**



Jonathan Alva

NPM: 2015730047

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN APLIKASI TRANSFER DATA DI WSN

Jonathan Alva

NPM: 2015730047

Bandung, 22 Mei 2019

Menyetujui,

Pembimbing

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Chandra Wijaya, M.T.

Pascal Alfadian, M.Comp.

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 TRANSFER DATA DI 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 22 Mei 2019

Meterai Rp. 6000

Jonathan Alva
NPM: 2015730047

ABSTRAK

Wireless Sensor Network (WSN) adalah jaringan nirkabel yang terdiri dari sekumpulan node sensor dengan kemampuan *sensing*, komputasi, dan komunikasi. Setiap node sensor akan mengumpulkan data seperti suhu, tekanan, dan kelembaban. WSN dapat dibangun menggunakan arsitektur flat dan hierarki. Setiap arsitektur dapat menggunakan jalur komunikasi *single-hop* atau *multi-hop*. Pada komunikasi *single-hop*, data dari node sensor langsung dikirim ke *base station* dalam 1 kali lompatan (*hop*). Sedangkan pada komunikasi *multi-hop*, data dari node sensor akan diteruskan kepada node sensor lain hingga sampai ke *base station*. Dalam melakukan pengiriman data atau pesan dapat terjadi *loss*. Untuk melakukan monitoring suatu area, data harus dapat diterima secara utuh. Dalam monitoring area, data yang *loss* dapat berpengaruh pada tingkat akurasi data. Semakin banyak data *loss*, tingkat akurasi akan semakin rendah.

Ada beberapa protokol yang sudah ada untuk menangani *loss* pada transfer data. Salah satu protokol transport yang ada adalah RMST (Reliable Multi Segment Transport). RMST menggunakan beberapa mekanisme antara lain *retransmission*, *end-to-end*, *ACK*, *sequence number* dan *timer* untuk melakukan transfer data yang *reliable*. Aplikasi yang dikembangkan akan menggunakan kelima mekanisme ini untuk menangani transfer data yang *reliable* pada WSN.

Pengembangan aplikasi ini berhasil dibangun dan transfer data dapat dilakukan secara *reliable* dimana tidak ada data yang *loss*. Tetapi transfer data yang *reliable* ini membutuhkan waktu yang lebih lama, energi yang lebih besar dan memerlukan tempat penyimpanan yang besar pada setiap node sensor.

Kata-kata kunci: Wireless Sensor Network, Arsitektur Flat, Single-hop, Reliable, RMST

ABSTRACT

Wireless Sensor Network (WSN) is a wireless network consists of a set sensor nodes with sensing, computing, and communication. Each sensor node will collect data such as temperature, pressure, and humidity. WSN can be built using flat and hierarchy architecture. Each architecture can use single-hop or multi-hop communication. In single-hop communication, data from sensor node is sent directly to the base station with 1 hop. Whereas in multi-hop communication, data from the sensor node will be forwarded to the sensor node until it reach the base station. In monitoring area, data must be received in its entirety. Data loss can affect to the level of data accuracy. The more data loss, the lower accuracy will be.

There are several protocols that can handle loss data transfer. One of the existing transport protocols is RMST (Reliable Multi Segment Transport). RMST uses mechanisms such as retransmission, end-to-end, ACK, sequence number, and timer for reliable data transfer. The application developed will use these five machanisms to handle the reliable data transfer in WSN.

This application development was successfully built and data transfer can be done reliable with no data loss. But the reliable data transfer need more time, more energy, and large storage on each sensor node

Keywords: Wireless Sensor Network, Arsitektur Flat, Single-hop, Reliable, RMST

Teknik Informatika UNPAR dan diri sendiri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **Pengembangan Aplikasi Transfer Data Di WSN** dengan baik dan tepat waktu. Penulis juga berterima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu

1. Keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Elisati Hulu sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dan meminjamkan node sensor selama mengerjakan tugas akhir ini.
3. Bapak Chandra Wijaya dan Bapak Pascal Alfadian sebagai dosen penguji yang telah membantu dalam menguji dan memperbaiki tugas akhir ini.
4. Teman-teman *admin* lab yang selalu menyediakan lab skripsi agar dapat mengerjakan skripsi dengan nyaman.
5. Felicia Christiany, Joshua Riyadi, Dandy Unggana, Victor Christian, Sutyoso, Thoby, Emmanuel Yudhistira, Irvan Wijaya Ludianto, Henry, Raymond Nagawijaya, Nico Samuel, Kezia, Edrick, Himawan Saputra sebagai teman seperjuangan dan bertukar pikiran sekaligus telah memberikan semangat kepada penulis
6. Teman-teman Teknik Informatika UNPAR angkatan 2015 yang telah berbagi ilmu kepada penulis.
7. Pihak-pihak lain yang belum disebutkan, yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Bandung, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Wireless Sensor Network	5
2.1.1 Penerapan Wireless Sensor Network [1]	5
2.1.2 Node Sensor	6
2.1.3 Arsitektur dan Topologi Wireless Sensor Network [2]	8
2.1.4 Sistem Operasi	13
2.1.5 Protokol Stack pada Wireless Sensor Network [3]	16
2.2 Reliable Data Transfer di WSN [4]	17
2.2.1 Jenis Reliability	18
2.2.2 Jenis - jenis Acknowledge [5]	19
2.2.3 Protokol Transport yang Reliable [5]	19
2.3 PreonVM	22
2.3.1 Preon32	23
2.3.2 Class Library JVM Preon32	25
2.3.3 Pemrograman Pada Preon32	27
2.4 Format Struktur Frame	30
3 ANALISIS	33
3.1 Analisis Aplikasi Pengiriman Data Pada WSN	33
3.1.1 Fitur dan Kebutuhan Sistem	40
3.1.2 Ukuran Reliability	42
3.2 Analisis Proses Pengiriman Data Dari Node Sensor Ke Base Station Pada WSN	42
3.2.1 Format Pesan Yang Dikirim Saat Melakukan Sensing	43
3.2.2 Format Pesan ACK Yang Dikirim	43
3.2.3 Format Pesan Untuk Mengetahui Node Yang Menyala	43
3.2.4 Format Pesan Untuk Mengirimkan Waktu Node Sensor	44

3.3	Analisis Protokol Transfer Yang Reliable Pada WSN Untuk Digunakan Dalam Membangun Aplikasi Transfer Data	44
4	PERANCANGAN	45
4.1	Perancangan Interaksi Antar Node Untuk Transfer Data Di WSN	45
4.1.1	Diagram Sequence "Check Online"	45
4.1.2	Diagram Sequence "Synchronize Time"	46
4.1.3	Diagram Sequence "Get Time"	47
4.1.4	Diagram Sequence "Start Sensing"	48
4.1.5	Diagram Sequence "Exit"	49
4.2	Perancangan Kelas Aplikasi Transfer Data Di WSN	49
4.3	Perancangan Masukan dan Keluaran	58
4.4	Perancangan Pseudocode Aplikasi Transfer Data Yang Reliable	58
4.4.1	Base Station	58
4.4.2	Node Sensor	58
4.5	Perancangan <i>Routing</i> Pada Aplikasi Transfer Data	63
4.6	Perancangan Format Pesan	63
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	67
5.1	Implementasi	67
5.1.1	Lingkungan Implementasi	67
5.1.2	Hasil Implementasi	68
5.2	Pengujian	74
5.2.1	Pengujian Fungsional	74
5.2.2	Pengujian Eksperimental	79
5.2.3	Kesimpulan Hasil Eksperimen	90
5.3	Masalah yang Dihadapi pada Saat Implementasi	91
6	KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.1	Kesimpulan	93
6.2	Saran	93
	DAFTAR REFERENSI	95
	A KODE PROGRAM	97
	B HASIL EKSPERIMEN SINGLE HOP	113
	C HASIL EKSPERIMEN MULTI HOP TIPE 1	115
	D HASIL EKSPERIMEN MULTI HOP TIPE 2	117
	E HASIL EKSPERIMEN MULTI HOP TIPE 3	119
	F HASIL EKSPERIMEN MULTI HOP TIPE 4	121
	G HASIL EKSPERIMEN MULTI HOP TIPE 5	123
	H CONTOH HASIL EKSPERIMEN YANG DISIMPAN PADA FILE TEXT	125

DAFTAR GAMBAR

2.1	Ilustrasi Pemanfaatan <i>Wireless Sensor Network</i>	6
2.2	Struktur Node Sensor	6
2.3	Topologi Point-to-Point	9
2.4	Topologi Bus	9
2.5	Topologi Ring	9
2.6	Topologi Star	10
2.7	Topologi Tree	10
2.8	Topologi Partially Connected Mesh	10
2.9	Topologi Fully Connected Mesh	11
2.10	Arsitektur <i>Wireless Sensor Network</i>	11
2.11	Arsitektur flat pada <i>Wireless Sensor Network</i>	12
2.12	Arsitektur hierarki pada <i>Wireless Sensor Network</i> dengan <i>single hop</i> terhadap <i>Cluster Head</i>	12
2.13	Arsitektur hierarki pada <i>Wireless Sensor Network</i> dengan <i>multi hop</i>	13
2.14	Clustering dengan multi tier	13
2.15	Arsitektur TinyOS	14
2.16	Arsitektur Contiki	15
2.17	Arsitektur LiteOS	15
2.18	Layer pada <i>Wireless Sensor Network</i>	16
2.19	Event Detection pada WSN	20
2.20	Hubungan antara RMST dengan Directed Diffusion	21
2.21	Penggunaan virtual machine pada perangkat yang berbeda	23
2.22	Preon32 Board	24
2.23	Tampilan struktur folder pada Sandbox Preon32	28
2.24	Struktur Frame Pada Physical Layer (PHY)	30
2.25	Struktur Frame Pada Medium Access Control (MAC) Layer	30
3.1	Diagram <i>use case</i> aplikasi data transfer pada WSN	34
3.2	Diagram Kelas Sederhana Dari Aplikasi Pada Node Sensor Biasa	38
3.3	Diagram Kelas Sederhana Dari Aplikasi Pada Handler	38
3.4	Diagram Kelas Sederhana Dari Aplikasi Pada Base Station	39
3.5	Contoh arsitektur flat	40
3.6	Flowchart transfer data dengan ACK dan <i>timer</i>	41
4.1	Diagram Sequence "Check Online"	45
4.2	Diagram Sequence "Synchronize Time"	46
4.3	Diagram Sequence "Get Time"	47
4.4	Diagram Sequence "Start Sensing"	48
4.5	Diagram Sequence "Exit"	49
4.6	Diagram Kelas Sensor-Sensor	50
4.7	Diagram Kelas Sensing	51
4.8	Diagram Kelas BS	52
4.9	Diagram Kelas NS	53

4.10	Diagram Kelas BS_Testing	55
4.11	Diagram Kelas NS_Testing	56
4.12	Diagram Kelas Handler	57
5.1	Tampilan Utama Aplikasi	75
5.2	Tampilan Check Online	75
5.3	Tampilan Synchronize Time	76
5.4	Tampilan Get Time	77
5.5	Tampilan Exit	77
5.6	Kesalahan Input 1	78
5.7	Kesalahan Input 2	78
5.8	Arsitektur flat <i>single-hop</i>	79
5.9	Grafik node DAAA pada single-hop	79
5.10	Grafik node DAAB pada single-hop	80
5.11	Grafik node DAAC pada single-hop	80
5.12	Grafik node DAAD pada single-hop	80
5.13	Arsitektur flat <i>multi-hop</i> tipe 1	81
5.14	Grafik node DAAA pada multi-hop tipe 1	81
5.15	Grafik node DAAB pada multi-hop tipe 1	81
5.16	Grafik node DAAC pada multi-hop tipe 1	82
5.17	Grafik node DAAD pada multi-hop tipe 1	82
5.18	Arsitektur flat <i>multi-hop</i> tipe 2	83
5.19	Grafik node DAAA pada multi-hop tipe 2	83
5.20	Grafik node DAAB pada multi-hop tipe 2	83
5.21	Grafik node DAAC pada multi-hop tipe 2	84
5.22	Grafik node DAAD pada multi-hop tipe 2	84
5.23	Arsitektur flat <i>multi-hop</i> tipe 3	84
5.24	Grafik node DAAA pada multi-hop tipe 3	85
5.25	Grafik node DAAB pada multi-hop tipe 3	85
5.26	Grafik node DAAC pada multi-hop tipe 3	85
5.27	Grafik node DAAD pada multi-hop tipe 3	86
5.28	Arsitektur flat <i>multi-hop</i> tipe 4	86
5.29	Grafik node DAAA pada multi-hop tipe 4	87
5.30	Grafik node DAAB pada multi-hop tipe 4	87
5.31	Grafik node DAAC pada multi-hop tipe 4	87
5.32	Grafik node DAAD pada multi-hop tipe 4	88
5.33	Arsitektur flat <i>multi-hop</i> tipe 5	88
5.34	Grafik node DAAA pada multi-hop tipe 5	89
5.35	Grafik node DAAB pada multi-hop tipe 5	89
5.36	Grafik node DAAC pada multi-hop tipe 5	89
5.37	Grafik node DAAD pada multi-hop tipe 5	90

DAFTAR TABEL

2.1	Jenis - jenis sensor yang dapat dimiliki node sensor	8
2.2	Tabel Perbandingan Sistem Operasi	16
2.3	Tabel Perbandingan Protokol	22
2.4	Tabel Radio Packages	25
2.5	Tabel Route Packages	26
2.6	Tabel Other Virtenio Packages	26
2.7	Tabel Java Related Packages	27
2.8	Tabel Fungsi-Fungsi Yang Dapat Digunakan Pada File "puild.xml"	29
3.1	Tabel skenario Mengetahui Node Yang Menyala.	34
3.2	Tabel skenario melakukan sinkronisasi waktu.	35
3.3	Tabel skenario mendapatkan waktu setiap node.	35
3.4	Tabel skenario melakukan perintah <i>sensing</i>	36
3.5	Tabel skenario mendapatkan data.	36
3.6	Tabel skenario keluar dari program (<i>exit</i>).	37
4.1	Tabel <i>routing</i> pada komunikasi <i>single-hop</i>	63
4.2	Tabel <i>routing</i> pada komunikasi <i>multi-hop</i>	64
5.1	Perbandingan waktu yang diperlukan node sensor mengumpulkan data (Single-Hop dan Multi-Hop tipe 1)	90
5.2	Perbandingan waktu yang diperlukan node sensor mengumpulkan data (Multi-Hop tipe 2 dan Multi-Hop tipe 3)	91
5.3	Perbandingan waktu yang diperlukan node sensor mengumpulkan data (Multi-Hop tipe 4 dan Multi-Hop tipe 5)	91
B.1	Jumlah Data Yang Diterima Node DAAA Single Hop	113
B.2	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAB Single Hop	113
B.3	Jumlah Data Yand Diterima Pada Node DAAC Single Hop	114
B.4	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAD Single Hop	114
C.1	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAA Multi Hop Tipe 1	115
C.2	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAB Multi Hop Tipe 1	115
C.3	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAC Multi Hop Tipe 1	116
C.4	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAD Multi Hop Tipe 1	116
D.1	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAA Multi Hop Tipe 2	117
D.2	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAB Multi Hop Tipe 2	117
D.3	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAC Multi Hop Tipe 2	118
D.4	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAD Multi Hop Tipe 2	118
E.1	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAA Multi Hop Tipe 3	119
E.2	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAB Multi Hop Tipe 3	119
E.3	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAC Multi Hop Tipe 3	120

E.4	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAD Multi Hop Tipe 3	120
F.1	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAA Multi Hop Tipe 4	121
F.2	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAB Multi Hop Tipe 4	121
F.3	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAC Multi Hop Tipe 4	122
F.4	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAD Multi Hop Tipe 4	122
G.1	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAA Multi Hop Tipe 5	123
G.2	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAB Multi Hop Tipe 5	123
G.3	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAC Multi Hop Tipe 5	124
G.4	Jumlah Data Yang Diterima Pada Node DAAD Multi Hop Tipe 5	124

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wireless Sensor Network (WSN) adalah suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari kumpulan node sensor dengan kemampuan *sensing*, komputasi, dan komunikasi yang tersebar pada suatu tempat. Setiap sensor akan mengumpulkan data dari area yang dideteksi seperti suhu, suara, getaran, tekanan, gerakan, kelembaban udara dan deteksi lainnya tergantung kemampuan sensor tersebut. Data yang diterima ini kemudian akan diteruskan ke *base station* untuk diolah sehingga memberikan suatu informasi. WSN dapat diimplementasikan pada berbagai bidang kehidupan manusia diantaranya bidang militer untuk deteksi musuh, bidang pertanian untuk pemantauan pertumbuhan tanaman, bidang kesehatan, deteksi bahaya dan bencana alam, bidang pembangunan dan tata kota, dan bidang pendidikan.

Terdapat dua macam arsitektur WSN, yaitu hierarki dan flat. Pada arsitektur hierarki, node sensor akan disusun secara berkelompok (*cluster*) dan terdapat node sensor yang memiliki peran sebagai *cluster head*. *Cluster head* berfungsi untuk mengumpulkan data dari node sensor pada suatu *cluster* dan mengirimkan data tersebut ke *base station*. Sedangkan pada arsitektur flat hanya terdapat dua macam node sensor secara fungsional, yaitu *source node* dan *sink node*. Setiap node sensor (*source node*) akan mengirim data ke satu tujuan akhir yaitu *sink node* atau *base station*. Pada arsitektur flat, data dari sebuah node sensor dapat diteruskan ke node tetangganya dan seterusnya hingga sampai ke *base station* (*multi-hop*) dan langsung dari node sensor ke *base station* (*single-hop*).

Dalam praktiknya, pengiriman data merupakan suatu hal yang penting pada WSN. Data yang didapat dari sensor harus sampai ke *base station* dengan utuh dan akurat (*reliable*). Data yang *reliable* ini sangat penting karena hasil pengukuran dan tindakan selanjutnya yang akan diambil akan bergantung pada data-data tersebut. Terdapat beberapa protokol untuk memastikan transfer data *reliable* yaitu dengan protokol *Event to Sink Reliable Transport*, *Reliable Multi Segment Transport*, *Price Oriented Reliable Transport*, *Delay Sensitive Transport*, dan lain-lain.

Pada skripsi ini dibangun aplikasi untuk transfer data pada WSN. Aplikasi dibangun dengan menggunakan node sensor jenis Preon32. Preon32 adalah node sensor yang dibuat oleh perusahaan Virtenio dan menggunakan bahasa pemrograman JAVA. Aplikasi WSN yang dibangun dapat melakukan transfer data ke node sensor tetangganya hingga sampai ke node sensor yang berperan sebagai *base station* dengan *single-hop* dan *multi-hop*. Karena data yang akurat sangat dibutuhkan untuk menentukan tindakan selanjutnya. Data yang lengkap juga membantu dalam melihat riwayat kejadian pada suatu tempat. Oleh karena itu dibangun juga aplikasi WSN yang memiliki sifat *reliable*.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana cara membangun aplikasi transfer data yang *reliable* pada *Wireless Sensor Network*?

1.3 Tujuan

- Membangun aplikasi transfer data yang *reliable* pada *Wireless Sensor Network*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibuat berdasarkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan sebagai penelitian hanya sensor untuk mengukur suhu, kelembaban udara, dan getaran.
2. Arsitektur yang digunakan untuk membangun *Wireless Sensor Network* ini adalah arsitektur flat dengan *single-hop* dan *multi-hop*.
3. Fokus utama penelitian ini adalah membangun aplikasi transfer data yang *reliable* oleh karena itu tidak memperhitungkan konsumsi energi dan *delay* dalam melakukan pengiriman waktu.

1.5 Metodologi

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Melakukan studi literatur mengenai *Wireless Sensor Network*.
2. Mempelajari protokol transfer data yang biasa pada *Wireless Sensor Network*.
3. Mempelajari prinsip *Reliable Data Transfer* yang dapat digunakan pada *Wireless Sensor Network*.
4. Mempelajari pemrograman pada *Wireless Sensor Network* dengan Bahasa Pemrograman JAVA.
5. Melakukan perancangan perangkat lunak.
6. Mengimplementasi rancangan perangkat lunak pada *Wireless Sensor Network*.
7. Melakukan pengujian aplikasi terkait *reliability* dalam pengiriman data.

1.6 Sistematika Pembahasan

Setiap bab dalam penelitian ini memiliki sistematika penulisan yang dijelaskan sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan, yaitu membahas mengenai gambaran umum penelitian ini. Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Dasar Teori, yaitu membahas teori-teori yang mendukung berjalannya penelitian ini. Berisi tentang *Wireless Sensor Network*, *Reliable Data Transfer* di WSN, PreonVM, dan Format Struktur Frame.

Bab 3 Analisis, yaitu membahas mengenai analisis masalah. Berisi tentang analisis aplikasi pengiriman data pada WSN, analisis proses pengiriman data dari node sensor ke *base station* pada WSN, dan analisis protokol transfer yang *reliable* pada *Wireless Sensor Network*.

Bab 4 Perancangan, yaitu membahas perancangan aplikasi WSN yang *reliable* untuk pengiriman data. Berisi tentang perancangan interaksi antar node untuk transfer data di WSN, perancangan kelas aplikasi transfer data di WSN, perancangan masukan dan keluaran, perancangan pseudocode aplikasi transfer data yang *reliable*, perancangan *routing* pada aplikasi transfer data, dan perancangan format pesan.

Bab 5 Implementasi dan Pengujian, yaitu membahas implementasi dari hasil rancangan dan pengujian dari aplikasi WSN yang telah dibuat dan pengujian aplikasi yang telah dibuat.

Bab 6 Kesimpulan, yaitu membahas kesimpulan dari hasil pengujian dan saran untuk pengembangan selanjutnya.