

SKRIPSI
LORAWAN INTERNET OF THINGS (IOT) TRAINER
KIT



Oleh:

Lungky Endinyoto

5103019005

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2023

SKRIPSI
LORAWAN INTERNET OF THINGS (IOT) TRAINER
KIT

Diajukan kepada Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya untuk memenuhi sebagian
persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro



Oleh:
Lungky Endinyoto
5103019005

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
2023

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 02 Januari 2023

Mahasiswa yang bersangkutan



Lungky Endinyoto

5103019005

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul **LORAWAN INTERNET OF THINGS (IOT) TRAINER KIT** yang ditulis oleh **LUNGKY ENDINYOTO/5103019005** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji.

Pembimbing I: David Budi Suryadinata, S.T.



A handwritten signature in blue ink, consisting of a long horizontal stroke followed by a vertical stroke and a small flourish.

Pembimbing II: Ir. Andrew Joewono, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.97.0291

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi dengan judul “LoRaWAN *Internet of Things* (IoT) *Trainer Kit*” yang ditulis oleh Lungky Endinyoto/5103019005 telah diseminarkan dan disetujui di Surabaya, pada 06 Januari 2023.

Ketua Dewan Penguji



Ir. Albert Gunadhi, S.T., M.T.

NIK. 511.94.0209

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan

Teknik Elektro



Prof. Ir. Felicia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

NIK. 521.99.0391



Ir. Albert Gunadhi, S.T., M.T.
NIK. 511.94.0209

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Lungky Endinyoto

NRP : 5103019005

menyetujui Skripsi/karya ilmiah saya, dengan judul: **“LORAWAN INTERNET OF THINGS (IOT) TRAINER KIT”** untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 02 Januari 2023

Mahasiswa yang bersangkutan



Lungky Endinyoto

5103019005

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan luaran dari salah satu mata kuliah dalam Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang juga digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan segala bentuk semangat, bantuan, serta bimbingan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, dengan segenap kerendahan hati disampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Andrew Joewono, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing skripsi yang dengan sabar membimbing, memberikan arahan dan saran, serta berdiskusi dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak David Budi Suryadinata, S.T. selaku pimpinan CV. Rekatama Elektronika Persada dan pembimbing skripsi yang telah menyediakan sarana belajar dan riset, serta bimbingan dalam pengerjaan proyek skripsi.
3. Bapak Ir. Wong Eddyanto Wiratama selaku pembimbing lapangan yang dengan sabar membimbing, memberikan arahan dan saran, serta berdiskusi dalam pengerjaan alat skripsi.
4. Seluruh rekan kerja CV. Rekatama Elektronika Persada yang telah membantu dalam pembuatan alat skripsi.

5. Bapak Ir. Albert Gunadhi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
6. Seluruh teman Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan dukungan.
7. Seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan.

Demikian skripsi ini, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2023

Penulis

ABSTRAK

Trainer kit merupakan salah satu media pembelajaran yang memiliki berbagai kelebihan dibandingkan media pembelajaran lainnya. Salah satu jenis *trainer kit* yang masih jarang atau belum dapat ditemukan di pasaran Indonesia adalah *long range wide area network (LoRaWAN) trainer kit*. LoRa merupakan suatu teknologi nirkabel dengan konsumsi daya rendah dan rentang jarak komunikasi yang jauh, sedangkan LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) adalah suatu teknologi jaringan LoRa (*long range*) yang dikembangkan oleh *LoRa Alliance* dan merupakan protokol yang berdiri pada lapisan MAC (*media access control*), yang mencakup lapisan fisik di mana modulasi LoRa berlangsung.

Penelitian ini membahas mengenai perancangan dan pembuatan LoRaWAN IoT *Trainer Kit*, sebuah *trainer kit* yang memadukan LoRaWAN dengan jaringan *internet of things (IoT)*. LoRaWAN IoT *Trainer Kit* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bentuk media pembelajaran dan *training* bagi pelajar, mahasiswa, maupun masyarakat umum. LoRaWAN IoT *Trainer Kit* dibangun menggunakan *Seeed Studio XIAO SAMD21* sebagai mikrokontroler, sejumlah modul LoRa, sensor, dan aktuator, serta dilengkapi dengan buku modul praktikum yang berisi panduan menyeluruh mengenai pengaturan dan penggunaan alat, dan lembar kerja yang berfungsi sebagai bahan evaluasi dalam suatu proses pembelajaran. Kinerja keseluruhan komponen dalam LoRaWAN IoT *Trainer Kit* diuji coba dengan menganalisis respons *output* terhadap *input* masing-masing komponen yang tersedia pada *trainer kit* dan telah menunjukkan hasil yang sesuai dengan sumber pustaka yang ditinjau.

Kata kunci: *LoRaWAN, IoT, Trainer kit, TTN, Datasheet*

ABSTRACT

Trainer kit is one type of learning media which offers various advantages over other types of learning media. One type of trainer kit that is said to be rare or cannot be found on the Indonesian market is the long range wide area network (LoRaWAN) trainer kit. LoRa is a wireless technology with low power consumption and a long range of communication distances, while LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) is a LoRa (long range) network technology developed by the LoRa Alliance and it is a protocol that stands at the MAC (media access control) layer that includes the physical layer where the LoRa modulation takes place.

This research discusses the design and creating of LoRaWAN IoT Trainer Kit, a trainer kit which is a combination of LoRaWAN and internet of things (IoT) network. LoRaWAN IoT Trainer Kit can be used as one form of learning and training media for students and the general public. LoRaWAN IoT Trainer Kit features Seeed Studio XIAO SAMD21 as a microcontroller, a number of LoRa modules, sensors, and actuators, also equipped with a lab work module book which contains a thorough guide on setting up and using tools, as well as worksheets that serve as evaluation material in a learning process. The overall performance of the components in the LoRaWAN IoT Trainer Kit is tested by analyzing the output response to the input of each component available in the trainer kit and shows matching results with the reviewed reference sources.

Keywords: *LoRaWAN, IoT, Trainer kit, TTN, Datacake*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Relevansi	3
1.6 Metodologi	3
1.7 Sistematika Penulisan	5

BAB II TEORI PENUNJANG DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 LoRa dan LoRaWAN	6
2.1.1 <i>End Device</i>	10
2.1.1 LoRaWAN <i>Gateway</i>	12
2.1.2 <i>Network Server</i>	13
2.1.3 <i>Application Server</i>	14
2.1.4 <i>Join Server</i>	15
2.2 Modul Mikrokontroler <i>Seeed Studio XIAO SAMD21</i>	15
2.3 Modul LoRa <i>Grove Wio-E5</i>	19
2.4 Modul Sensor Sentuhan <i>Grove Touch Sensor</i>	20
2.5 Modul Sensor Kelembapan Tanah <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	21
2.6 Modul Sensor Suhu dan Kelembapan Udara <i>Grove Temperature&Humidity Sensor</i>	22
2.7 Modul <i>Relay Grove – Relay</i>	23
2.8 Modul Sensor <i>Pulse Oximeter (MAX30102)</i>	24
2.9 Modul Termometer Inframerah <i>MLX90614</i>	26
2.10 LoRaWAN <i>Network Server (LNS) The Things Network (TTN)</i>	27
2.11 <i>Platform IoT Datacake</i>	28
2.12 LoRaWAN <i>Gateway Dragino-LG308</i>	28
BAB III METODE PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	31
3.1 Diagram Blok Sistem.....	31

3.1.1	Pengiriman Data <i>Uplink</i>	31
3.1.2	Pengiriman Data <i>Downlink</i>	33
3.1.3	Pengiriman Data Campuran (<i>Uplink-Downlink</i>)	35
3.2	Perancangan Perangkat Lunak	36
3.2.1	Diagram Alir Program Pengiriman Data <i>Uplink</i>	36
3.2.2	Diagram Alir Program Pengiriman Data <i>Downlink</i>	39
3.2.3	Konfigurasi <i>Server The Things Network (TTN)</i>	41
3.2.4	Antarmuka <i>Dashboard Datacake</i>	43
3.3	Perancangan Perangkat Keras	45
3.3.1	Persiapan Komponen <i>Trainer Kit</i>	45
3.3.2	Desain <i>Layout Trainer Kit</i>	46
3.3.3	Perakitan <i>Trainer Kit</i>	47
BAB IV PENGUJIAN ALAT		50
4.1	Pengujian <i>Grove Touch Sensor</i>	50
4.2	Pengujian <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	53
4.3	Pengujian <i>Grove Temperature&Humidity Sensor</i>	57
4.4	Pengujian <i>Passive Buzzer</i>	61
4.5	Pengujian <i>Grove Relay</i>	64
4.6	Pengujian Sensor <i>Pulse Oximeter</i>	67
4.7	Pengujian Sensor <i>Infrared Thermometer</i>	70
4.8	Pengujian Transmisi Data Dua <i>Node</i>	72

BAB V KESIMPULAN.....	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi gelombang radio pada spektrum elektromagnetik	7
Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan LoRaWAN.....	10
Gambar 2.3 <i>Seeed Studio XIAO SAMD21</i>	16
Gambar 2.4 Konfigurasi pin <i>Seeed Studio XIAO SAMD21</i>	17
Gambar 2.5 <i>Seeed Studio XIAO</i> yang terpasang pada <i>Expansion Board</i>	18
Gambar 2.6 Modul <i>Grove Wio – E5</i>	20
Gambar 2.7 Modul <i>Grove – Touch Sensor</i>	21
Gambar 2.8 <i>Grove – Soil Moisture Sensor</i>	22
Gambar 2.9 <i>Grove – Temperature&Humidity Sensor</i>	23
Gambar 2.10 <i>Grove – Relay</i>	24
Gambar 2.11 Modul <i>Pulse Oximeter MAX30102</i>	25
Gambar 2.12 Modul <i>MLX90614</i>	27
Gambar 2.13 Logo <i>The Things Network</i>	27
Gambar 2.14 Logo <i>Datacake</i>	28
Gambar 2.15 Perangkat <i>Dragino-LG308</i>	28
Gambar 3.1 Diagram blok sistem pengiriman data <i>uplink</i>	32
Gambar 3.2 Diagram blok sistem pengiriman data <i>downlink</i>	34
Gambar 3.3 Diagram blok sistem pengiriman data campuran	35
Gambar 3.4 Diagram alir program pengiriman data <i>uplink</i>	38

Gambar 3.5 Diagram alir program pengiriman data <i>downlink</i>	40
Gambar 3.6 Tampilan <i>dashboard Datacake</i> pada <i>desktop</i>	44
Gambar 3.7 Tampilan <i>dashboard Datacake</i> pada <i>smartphone</i>	44
Gambar 3.8 Desain <i>print background</i> akrilik.....	46
Gambar 3.9 Desain <i>cutting laser</i> akrilik	47
Gambar 3.10 Desain <i>cutting laser bracket</i> komponen	47
Gambar 3.11 Koper yang telah terpasang <i>bracket</i> untuk papan akrilik	48
Gambar 3.12 LoRaWAN IoT <i>Trainer Kit</i> yang telah selesai dirakit	49
Gambar 4.1 Skema koneksi percobaan <i>Grove Touch Sensor</i>	51
Gambar 4.2 Tampilan layar OLED saat sensor (a) tidak disentuh, dan (b) disentuh	51
Gambar 4.3 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat sensor tidak disentuh ..	52
Gambar 4.4 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat sensor disentuh	52
Gambar 4.5 Tampilan <i>dashboard Datacake</i> saat sensor (a) tidak disentuh, dan (b) disentuh	53
Gambar 4.6 Skema koneksi percobaan <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	54
Gambar 4.7 Tampilan layar OLED saat sensor (a) dibiarkan di udara terbuka, dan (b) dibalut tisu basah.....	55
Gambar 4.8 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat sensor dibiarkan di udara terbuka.....	55
Gambar 4.9 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat sensor dibalut tisu basah	56

Gambar 4.10 Tampilan *dashboard Datacake* saat sensor (a) dibiarkan di udara terbuka, dan (b) dibalut tisu basah56

Gambar 4.11 Skema koneksi percobaan *Grove Temperature&Humidity Sensor*.....58

Gambar 4.12 Tampilan layar OLED saat sensor (a) ditempatkan di dalam ruangan, dan (b) didekatkan dengan korek api yang menyala58

Gambar 4.13 Tampilan *serial monitor Arduino* saat sensor ditempatkan di dalam ruangan59

Gambar 4.14 Tampilan *serial monitor Arduino* saat sensor didekatkan dengan korek api yang menyala59

Gambar 4.15 Tampilan *dashboard Datacake* saat sensor (a) ditempatkan di dalam ruangan, dan (b) didekatkan dengan korek api yang menyala.....60

Gambar 4.16 Skema koneksi percobaan *Passive Buzzer*.....61

Gambar 4.17 Tampilan layar OLED saat (a) tombol *widget “ON”* ditekan, dan (b) tombol *widget “OFF”* ditekan.....62

Gambar 4.18 Tampilan *serial monitor Arduino* saat tombol *widget “ON”* ditekan.....62

Gambar 4.19 Tampilan *serial monitor Arduino* saat tombol *widget “OFF”* ditekan.....63

Gambar 4.20 Tampilan *dashboard Datacake* saat (a) tombol *widget “ON”* ditekan, dan (b) tombol *widget “OFF”* ditekan.....63

Gambar 4.21 Skema koneksi percobaan *Grove Relay*.....65

Gambar 4.22 Tampilan layar OLED saat (a) tombol <i>widget</i> “ON” ditekan, dan (b) tombol <i>widget</i> “OFF” ditekan.....	65
Gambar 4.23 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat tombol <i>widget</i> “ON” ditekan.....	66
Gambar 4.24 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat tombol <i>widget</i> “OFF” ditekan.....	66
Gambar 4.25 Tampilan <i>dashboard Datacake</i> saat (a) tombol <i>widget</i> “ON” ditekan, dan (b) tombol <i>widget</i> “OFF” ditekan.....	67
Gambar 4.26 Skema koneksi percobaan sensor <i>Pulse Oximeter</i> MAX30102	68
Gambar 4.27 Tampilan layar OLED saat jari ditempelkan pada sensor	69
Gambar 4.28 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat jari ditempelkan pada sensor	69
Gambar 4.29 Tampilan <i>dashboard Datacake</i> saat jari ditempelkan pada sensor	70
Gambar 4.30 Skema koneksi percobaan sensor <i>Infrared Thermometer</i> MLX90614.....	71
Gambar 4.31 Tampilan <i>serial monitor Arduino</i> saat sensor dihadapkan pada telapak tangan.....	71
Gambar 4.32 Tampilan <i>dashboard Datacake</i> saat sensor dihadapkan pada telapak tangan.....	72
Gambar 4.33 Skema koneksi percobaan transmisi data dua <i>node</i>	73

Gambar 4.34 Tampilan layar OLED saat <i>Grove Touch Sensor</i> pada <i>node</i> 2 (gambar kanan) tidak disentuh	73
Gambar 4.35 Tampilan layar OLED saat <i>Grove Touch Sensor</i> pada <i>node</i> 2 (gambar kanan) disentuh	74
Gambar 4.36 Tampilan <i>widget</i> (a) <i>Touch</i> dan (b) <i>Relay</i> saat sensor tidak disentuh	74
Gambar 4.37 Tampilan <i>widget</i> (a) <i>Touch</i> dan (b) <i>Relay</i> saat sensor disentuh	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Seeed Studio XIAO SAMD21</i>	16
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin <i>Seeed Studio XIAO SAMD21</i>	17
Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Seeeduino XIAO Expansion Board</i>	18
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Grove Wio – E5</i>	20
Tabel 2.5 Spesifikasi Modul <i>Grove – Touch Sensor</i>	21
Tabel 2.6 Spesifikasi <i>Grove – Soil Moisture Sensor</i>	22
Tabel 2.7 Spesifikasi <i>Grove – Temperature&Humidity Sensor</i>	23
Tabel 2.8 Spesifikasi <i>Grove – Relay</i>	24
Tabel 2.9 Spesifikasi Modul MAX30102	25
Tabel 3.1 Daftar Komponen <i>Trainer Kit</i>	45
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Grove Touch Sensor</i>	53
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	57
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Grove Temperature&Humidity Sensor</i>	60
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Passive Buzzer</i>	64
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Grove Relay</i>	67
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Transmisi Data Dua <i>Node</i>	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Listing Program</i> Deteksi <i>DevEUI</i>	82
Lampiran 2 <i>Listing Program</i> <i>Grove Touch Sensor</i>	83
Lampiran 3 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Grove Touch Sensor</i>	88
Lampiran 4 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Grove Touch Sensor</i>	89
Lampiran 5 <i>Listing Program</i> <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	89
Lampiran 6 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	95
Lampiran 7 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Grove Soil Moisture Sensor</i>	95
Lampiran 8 <i>Listing Program</i> <i>Grove Temperature&Humidity Sensor</i>	95
Lampiran 9 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Grove Temperature&Humidity Sensor</i>	102
Lampiran 10 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Grove Temperature&Humidity Sensor</i>	102
Lampiran 11 <i>Listing Program</i> <i>Passive Buzzer</i>	103
Lampiran 12 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Passive Buzzer</i>	109
Lampiran 13 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Passive Buzzer</i>	109
Lampiran 14 <i>Payload Encoder</i> “ <i>ON</i> ” untuk <i>Passive Buzzer</i>	109
Lampiran 15 <i>Payload Encoder</i> “ <i>OFF</i> ” untuk <i>Passive Buzzer</i>	109
Lampiran 16 <i>Listing Program</i> <i>Grove Relay</i>	110

Lampiran 17 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Grove Relay</i>	115
Lampiran 18 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Grove Relay</i>	116
Lampiran 19 <i>Payload Encoder</i> “ON” untuk <i>Grove Relay</i>	116
Lampiran 20 <i>Payload Encoder</i> “OFF” untuk <i>Grove Relay</i>	116
Lampiran 21 <i>Listing Program</i> <i>Pulse Oximeter Sensor</i> MAX30102	117
Lampiran 22 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Pulse Oximeter Sensor</i> MAX30102	125
Lampiran 23 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Pulse Oximeter Sensor</i> MAX30102	125
Lampiran 24 <i>Listing Program</i> <i>Infrared Temperature Sensor</i> MLX90614	125
Lampiran 25 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Infrared Temperature Sensor</i> MLX90614	131
Lampiran 26 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Infrared Temperature</i> <i>Sensor</i> MLX90614	131
Lampiran 27 <i>Listing Program</i> <i>Transmisi Data Dua Node (Node 1)</i>	131
Lampiran 28 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Transmisi Data Dua Node</i> <i>(Node 1)</i>	138
Lampiran 29 <i>Payload Decoder</i> <i>Datacake</i> untuk <i>Transmisi Data Dua Node</i> <i>(Node 1)</i>	139
Lampiran 30 <i>Listing Program</i> <i>Transmisi Data Dua Node (Node 2)</i>	139
Lampiran 31 <i>Payload Decoder</i> TTN untuk <i>Transmisi Data Dua Node</i> <i>(Node 2)</i>	146

Lampiran 32 <i>Payload Decoder Datacake</i> untuk Transmisi Data Dua <i>Node</i> (<i>Node 2</i>).....	146
Lampiran 33 <i>Payload Encoder Datacake</i> untuk Transmisi Data Dua <i>Node</i> (<i>Node 2</i>).....	147