

MODUL 1

FITUR KOMUNIKASI PADA XBEE (API SLEEP DAN MULTIHOP)

1. TUJUAN

- Membangun infrastruktur komunikasi wireless menggunakan modul RF Xbee
- Menguji koneksi client-server pada komunikasi wireless menggunakan API mode
- Menguji koneksi client-server pada komunikasi wireless menggunakan sleep mode
- Menguji koneksi client-server pada komunikasi wireless menggunakan multihop routing

2. DASAR TEORI

Komunikasi nirkabel (wireless) sebagai media komunikasi pada jaringan komputer banyak digunakan untuk beberapa aplikasi saat ini. Sehingga proses pengiriman data menjadi lebih mudah dan lebih efisien.

Xbee Pro adalah salah satu perangkat komunikasi data wireless yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan menggunakan protokol standart IEEE 802.15.4. Xbee Pro sudah banyak digunakan untuk beberapa aplikasi diantaranya Wireless Sensor Network (WSN) untuk monitoring kelembaban, temperature, kecepatan dan angin. Selain itu digunakan untuk komunikasi robot.

2.1 Modul Xbee Pro S2

Modul RF XBee Pro S2 merupakan perangkat yang berfungsi sebagai protokol komunikasi nirkabel. Perangkat *wireless* yang membutuhkan daya rendah ini cocok untuk implementasi pada jaringan sensor nirkabel karena harganya yang relatif murah. Modul yang beroperasi pada frekuensi band ISM (*Industrial, Scientific & Medical*) 2,4 GHz ini menyajikan kemampuan untuk pengiriman data antar perangkat dengan kemampuan kisaran jarak yang bervariasi tergantung pada kondisi dan tempat (*indoor & outdoor*). Protokol Xbee Pro ini disiapkan untuk aplikasi yang memerlukan kecepatan data dan konsumsi daya rendah.

Konsep Jaringan XBee Pro S2

Suatu jaringan XBee biasa disebut dengan PAN (*Personal Area Network*). Setiap jaringan ditetapkan dengan sebuah PAN *identifier* (PAN ID) yang unik. XBee S2 menetapkan tiga macam perangkat *node* yang berbeda untuk membentuk jaringan, yaitu: *Coordinator*, *Router* dan *End Device*.

1. Coordinator

Coordinator bertanggung jawab untuk membangun operating channel dan PAN (*Personal Area Network*) ID pada sebuah jaringan. Coordinator dapat membentuk suatu jaringan dengan mengijinkan *router* dan *end device* untuk bergabung dalam jaringan tersebut. Setelah jaringan terbentuk, fungsi coordinator seperti *router* (dapat berpartisipasi dalam *routing* paket dan menjadi sumber atau tujuan untuk paket data).

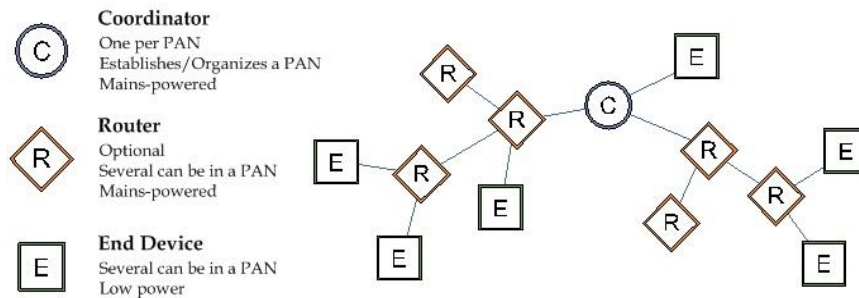
2. Router

Adalah sebuah *node* yang bertugas untuk menerima, mengirimkan dan merutekan data. Agar sebuah *router* dapat mengijinkan router lain dan *end device* untuk bergabung, maka *router* tersebut harus terlebih dahulu bergabung dengan jaringan PAN. Selain itu, *router* juga dapat berfungsi merutekan data atara PAN satu dengan yang lainnya. *Router* dapat berpartisipasi dalam *routing* paket dan menjadi sumber atau tujuan untuk paket data.

3. End Device

End device harus selalu berinteraksi atau terhubung dengan coordinator atau router untuk dapat menerima dan mengirimkan data. *End device* juga dapat menjadi sumber atau tujuan untuk paket data tetapi tidak bisa untuk menentukan rute paket data.

Konsep Jaringan XBee S2 ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1. Konsep Jaringan XBee Pro S2

API Mode

Secara default, perangkat XBee dikonfigurasi untuk bekerja dalam mode transparan: semua data yang diterima melalui input serial di-antri untuk transmisi radio dan data yang diterima secara nirkabel dikirim ke output serial persis seperti yang diterima, tanpa informasi tambahan. Perangkat yang beroperasi dalam mode Transparan tidak dapat mengidentifikasi sumber pesan nirkabel yang diterimanya.

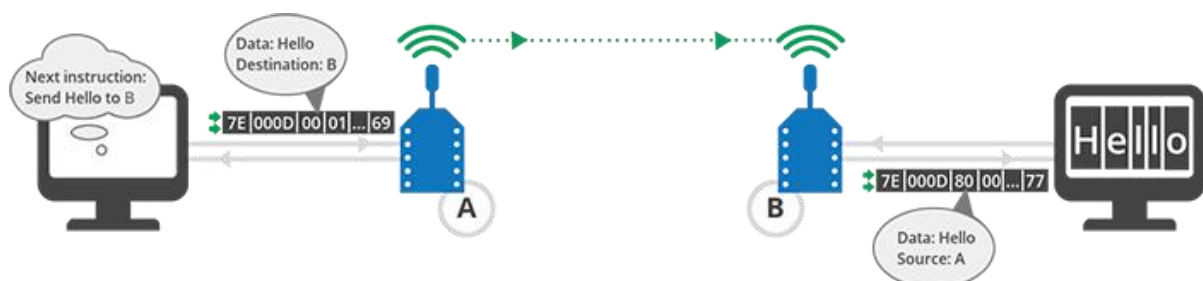
Untuk meminimalkan keterbatasan mode transparan, perangkat menyediakan mode alternatif yang disebut Application Programming Interface (API). Mode API menyediakan antarmuka terstruktur di mana data dikomunikasikan melalui antarmuka serial dalam paket terorganisir dan dalam urutan yang ditentukan.

Mode API menyediakan cara yang jauh lebih mudah untuk melakukan beberapa proses berikut:

1. Karena ada frame yang berbeda untuk tujuan yang berbeda (seperti konfigurasi dan komunikasi), perangkat dapat dikonfigurasi tanpa masuk ke mode command (AT command).
2. Karena tujuan data dimasukkan sebagai bagian dari struktur bingkai API, Anda dapat menggunakan mode API untuk mengirimkan pesan ke beberapa perangkat.
3. Kerangka API menyertakan sumber pesan sehingga mudah untuk mengidentifikasi dari mana data berasal.

Keuntungan API Mode:

1. Dapat mengkonfigurasi XBee lokal dan remote dalam jaringan.
2. Manage transmisi data secara wireless ke satu atau banyak tujuan
3. Dapat mengidentifikasi alamat sumber dari masing-masing paket yang diterima
4. Menerima status success / failure dari masing-masing paket yang ditransmisikan
5. Mendapatkan kekuatan sinyal dari setiap paket yang diterima

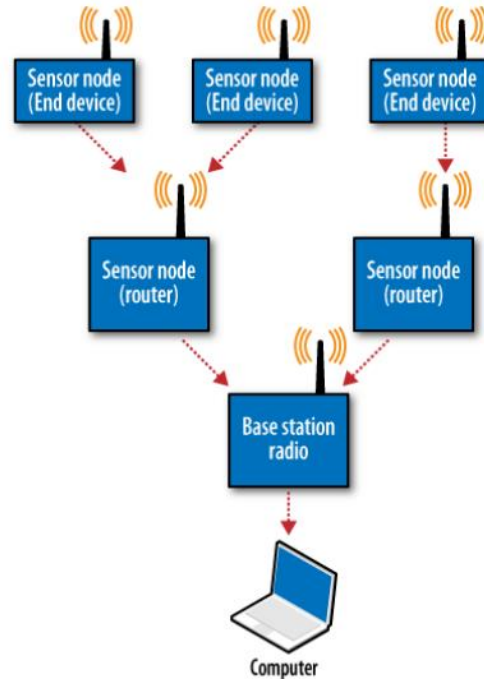


Gambar 2. XBee dalam mode API

Sleep Mode

Radio XBee, seperti banyak perangkat komunikasi dan mikrokontroler lainnya, dapat menempatkan diri dalam kondisi *sleep state* di mana hampir tidak ada arus yang dikonsumsi. *Trade-off* nya adalah selama kondisi tersebut, tidak ada kegiatan yang dilakukan. Selama sleep

state, perangkat tersebut hampir sepenuhnya dimatikan dan tidak dapat menerima atau mengirim pesan sampai terbangun kembali. Jaringan ZigBee mesh secara khusus dirancang untuk menangani komunikasi dengan lancar di jaringan di mana pada setiap radio banyak radio yang berada dalam jenis daya rendah. Dengan daya menjadi sangat rendah, jaringan ZigBee dapat memiliki baterai yang bertahan sangat lama pada satu waktu, sementara jaringan masih melakukan aktuasi penginderaan sehingga dapat diandalkan.



Gambar 3. XBee dalam jaringan sensor node dengan mode Sleep pada End Device dan multihop routing dengan Router

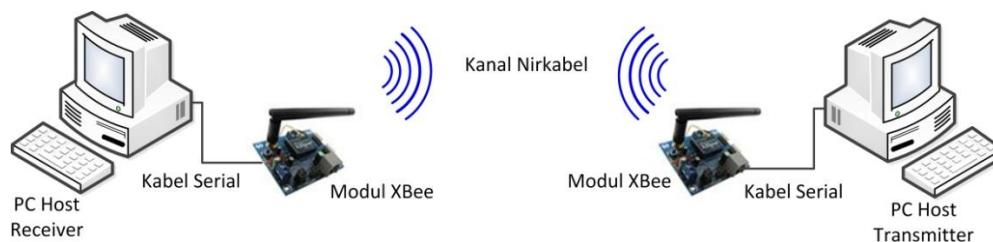
Sleep mode pada XBee:

- No Sleep (Router) [0]
- Pin Hibernate [1]
- Reserved [2]
- Reserved [3]
- Cyclic Sleep [4]
- Cyclic Sleep Pin-Wake [5]

3. Peralatan yang Digunakan

- 2 modul FTDI
- 2 modul XBee Pro S2
- 2 PC (atau laptop)
- Kabel serial (USB to mini USB)

4. Rangkaian



Gambar 4. Infrastruktur sistem komunikasi menggunakan modul RF Xbee

Pada pembuatan sistem ini digunakan dua modul RF Xbee. Bisa menggunakan versi 1 atau 2. Modul Xbee terhubung dengan host (PC atau laptop) melalui port serial. Dijalankan program aplikasi pada masing-masing host (client dan server). Kedua modul Xbee terkoneksi dan pengiriman data dapat dilakukan.

4. Langkah Percobaan

4.1 API Mode

1. Siapkan peralatan yang digunakan. Setting Xbee Pro S2 untuk mode konfigurasi UNICAST. Berikan pengalamatan PAN ID dan setting DL dan SL untuk peer-to-peer.
2. Tetapkan mana perangkat yang akan digunakan sebagai Coordinator dan mana yang digunakan sebagai End Device.
3. Setting pada Coordinator di XCTU sebagai berikut:
 - a. Setting pada bagian Networking

▼ Networking
Change networking settings

ID PAN ID	2019	
SC Scan Channels	7FFF	Bitfield
SD Scan Duration	3	exponent
ZS ZigBee Stack Profile	0	
NJ Node Join Time	FF	x1 sec
NW Network Watchdog Timeout	0	x1 minute
JV Channel Verification	Disabled [0]	
JN Join Notification	Disabled [0]	
OP Operating PAN ID	2019	
OI Operating 16-bit PAN ID	8F36	
CH Operating Channel	19	
NC Number of Remaining Children	14	
CE Coordinator Enable	Enabled [1]	
DO Device Options	0	Bitfield
DC Device Controls	0	Bitfield

- b. Setting pada bagian Addressing
Setting pada mode broadcast.

▼ Addressing
Change addressing settings

SH Serial Number High	13A200	
SL Serial Number Low	414F907F	
MY 16-bit Network Address	6135	
MP 16-bit Parent Address	FFFE	
DH Destination Address High	0	
DL Destination Address Low	FFFF	
NI Node Identifier	COORD	
NH Maximum Hops	1E	
BH Broadcast Radius	0	
AR Many-to-One Ro...Broadcast Time	FF	x10 sec
DD Device Type Identifier	A0000	
NT Node Discovery Backoff	3C	x100 ms
NO Node Discovery Options	0	
NP Maximum Numbe...mission Bytes	54	
CR PAN Conflict Threshold	3	

c. Setting pada Serial Interfacing
API Enable: API enabled [1]

Serial Interfacing
Change modem interfacing options

BD Baud Rate	9600 [3]
NB Parity	No Parity [0]
SB Stop Bits	One stop bit [0]
RO Packetization Timeout	3 x character times
D6 Pin 16 - DIO6/... Configuration	Disable [0]
D7 Pin 12 - DIO7/... Configuration	nCTS flow control [1]
AP API Enable	Transparent mode [0]
AO API Output Mode	Transparent mode [0] API enabled [1] API enabled with escaping [2]

4. Setting pada End Device di XCTU sebagai berikut:

a. Setting pada bagian Networking

Networking
Change networking settings

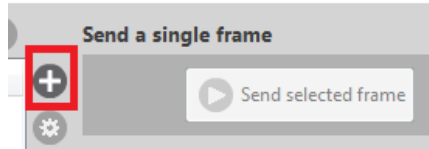
ID PAN ID	2019
SC Scan Channels	7FFF Bitfield
SD Scan Duration	3 exponent
ZS ZigBee Stack Profile	0
NJ Node Join Time	FF x1 sec
NW Network Watchdog Timeout	0 x1 minute
JV Channel Verification	Disabled [0]
JN Join Notification	Disabled [0]
OP Operating PAN ID	2019
OI Operating 16-bit PAN ID	8F36
CH Operating Channel	19
NC Number of Re...ing Children	0
CE Coordinator Enable	Disabled [0]
DO Device Options	0 Bitfield

b. Setting pada Addressing

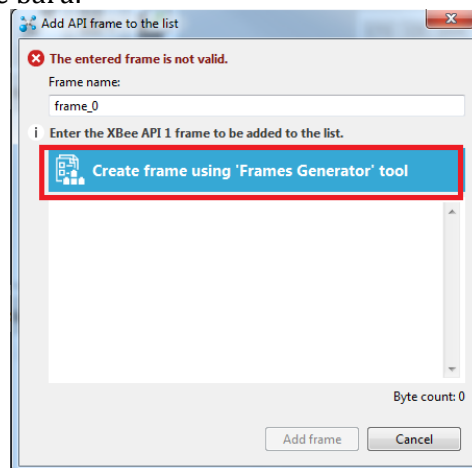
Addressing
Change addressing settings

SH Serial Number High	13A200
SL Serial Number Low	40D99C04
MY 16-bit Network Address	DD89
MP 16-bit Parent Address	6135
DH Destination Address High	0
DL Destination Address Low	0
NI Node Identifier	END_DEVICE
NH Maximum Hops	1E
BH Broadcast Radius	0
AR Many-to-One ...oadcast Time	FF x10 sec
DD Device Type Identifier	A0000
NT Node Discovery Backoff	3C x100 ms
NO Node Discovery Options	0
NP Maximum Numb...ission Bytes	54

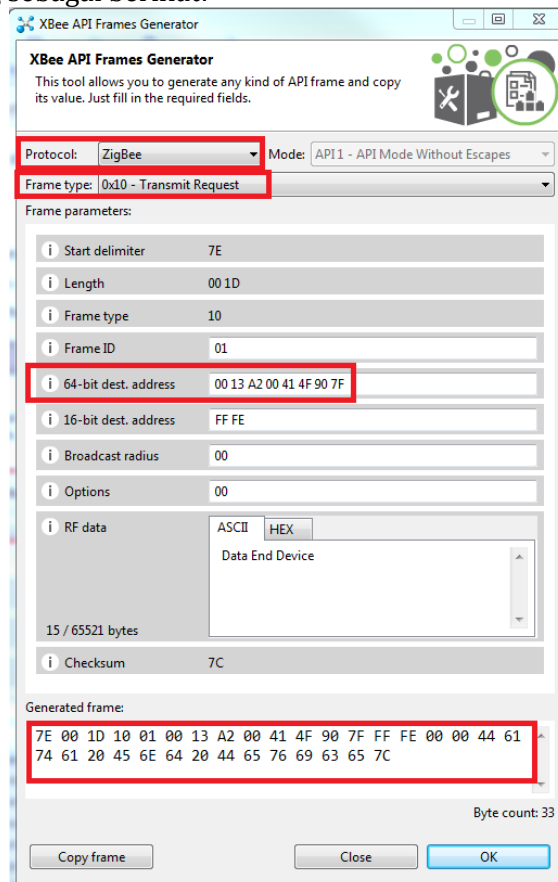
- c. Setting pada Serial Interfacing
API Enable: API enabled [1], bisa juga menggunakan Transparent mode, tetapi yang Coordinator harus API enabled.
- d. Lakukan pengiriman data dengan mode API:
 - Pilih Send a single frame dan tanda +



- Buat frame baru:



- Setting sebagai berikut:



➤ Amati pada sisi End Device:

Frames log				Frame details	
ID	Time	Length	Frame		
0	13:08:45.850	18	Transmit Request		
1	13:08:45.918	7	Transmit Status		
2	13:14:04.519	29	Transmit Request		
3	13:14:04.597	7	Transmit Status		

Transmit Status (API1)	
7E 00 07 8B 01 00 00 00 00 73	
Start delimiter	
7E	
Length	
00 07 (7)	

➤ Amati pada sisi Coordinator:

Frames log				Frame details	
ID	Time	Len...	Frame		
0	13:08:45.911	16	Receive Packet		
1	13:14:04.624	27	Receive Packet		

Receive Packet (API1)	
7E 00 1B 90 00 13 A2 00 40 D9 9C 04 4E 50 01 44 61 74 61 20 65 6E 64 20 64 65 76 69 63 65 01	
Start delimiter	
7E	
Length	

- Ulangi langkah diatas untuk mengirim pesan dari Coordinator ke End Device dengan data: Data dari Coordinator
Tuliskan frame dari data tersebut dan beri penjelasan.

4.2 Sleep Mode

1. Siapkan peralatan yang digunakan. Setting XBee Pro S2 untuk mode konfigurasi UNICAST. Berikan pengalamatan PAN ID dan setting DL dan SL untuk peer-to-peer.
2. Tetapkan mana perangkat yang akan digunakan sebagai Coordinator dan mana yang digunakan sebagai End Device.
3. Setting pada Coordinator di XCTU sebagai berikut:
 - a. Setting pada bagian Networking

Networking	
Change networking settings	
ID PAN ID	2019
SC Scan Channels	7FFF Bitfield
SD Scan Duration	3 exponent
ZS ZigBee Stack Profile	0
NJ Node Join Time	FF x1 sec
NW Network Watchdog Timeout	0 x1 minute
JV Channel Verification	Disabled [0]
JN Join Notification	Disabled [0]
OP Operating PAN ID	2019
OI Operating 16-bit PAN ID	8F36
CH Operating Channel	19
NC Number of Remaining Children	14
CE Coordinator Enable	Enabled [1]
DO Device Options	0 Bitfield
DC Device Controls	0 Bitfield

b. Setting pada bagian Addressing

Setting pada mode broadcast.

▼ Addressing
Change addressing settings

i	SH Serial Number High	13A200	
i	SL Serial Number Low	414F907F	
i	MY 16-bit Network Address	6135	
i	MP 16-bit Parent Address	FFFE	
i	DH Destination Address High	0	
i	DL Destination Address Low	FFFF	
i	NI Node Identifier	COORD	
i	NH Maximum Hops	1E	
i	BH Broadcast Radius	0	
i	AR Many-to-One Ro...Broadcast Time	FF	x 10 sec
i	DD Device Type Identifier	A0000	
i	NT Node Discovery Backoff	3C	x 100 ms
i	NO Node Discovery Options	0	
i	NP Maximum Numbe...mission Bytes	54	
i	CR PAN Conflict Threshold	3	

4. Setting pada End Device di XCTU sebagai berikut:

a. Setting pada bagian Networking

▼ Networking
Change networking settings

i	ID PAN ID	2019	
i	SC Scan Channels	7FFF	Bitfield
i	SD Scan Duration	3	exponent
i	ZS ZigBee Stack Profile	0	
i	NJ Node Join Time	FF	x 1 sec
i	NW Network Watchdog Timeout	0	x 1 minute
i	JV Channel Verification	Disabled [0]	
i	JN Join Notification	Disabled [0]	
i	OP Operating PAN ID	2019	
i	OI Operating 16-bit PAN ID	8F36	
i	CH Operating Channel	19	
i	NC Number of Re...ing Children	0	
i	CE Coordinator Enable	Disabled [0]	
i	DO Device Options	0	Bitfield

b. Setting pada Addressing

▼ Addressing
Change addressing settings

i	SH Serial Number High	13A200	
i	SL Serial Number Low	40D99C04	
i	MY 16-bit Network Address	DD89	
i	MP 16-bit Parent Address	6135	
i	DH Destination Address High	0	
i	DL Destination Address Low	0	
i	NI Node Identifier	END_DEVICE	
i	NH Maximum Hops	1E	
i	BH Broadcast Radius	0	
i	AR Many-to-One ...oadcast Time	FF	x 10 sec
i	DD Device Type Identifier	A0000	
i	NT Node Discovery Backoff	3C	x 100 ms
i	NO Node Discovery Options	0	
i	NP Maximum Numb...ission Bytes	54	

c. Setting pada Sleep Modes

Sleep Mode: Cyclic Sleep

Lama waktu untuk sleep: $SP * SN$

$SP = 0x7D0$ (2000 decimal). Ini membuat end device sleep selama 20 s.

$SN = 1$

$ST = 0x7D0$ (2000 decimal). Ini untuk mensetting sleep time 2 s setelah wake-up.

▼ Sleep Modes
Configure low power options to support end device children

i	SP Cyclic Sleep Period	7D0	x 10 ms	
i	SN Number of Cyc...Sleep Periods	1		
i	SM Sleep Mode	Cyclic Sleep [4]		
i	ST Time before Sleep	7D0	x 1 ms	
i	SO Sleep Options	0	bitfield	
i	WH Wake Host	0	x 1 ms	
i	PO Poll Rate	0	x 100 ms	

Time calculator

Time (ms):

Hex. value:

4. Lakukan analisa sebagai berikut:

a. **Dari Coordinator ke End Device** lakukan pengiriman data secara kontinyu selama 30 detik. Amati pada End Device ketika sudah 2 detik. Waktu sleep End Device bisa diamati pada bagian CTS.



b. **Dari End Device ke Coordinator** dengan cara yang sama, lakukan pengiriman data secara kontinyu selama 30 detik. Bandingkan dengan langkah a ketika setelah 2 detik masih ada data yang dikirimkan.

TUGAS

Buat Konfigurasi BROADCAST untuk 4 buah Node dengan XBee S2, dimana 1 node sebagai Coordinator dan 3 node sebagai End Device. Setting masing-masing node dengan konfigurasi sleep modes.