

Peningkatan Jarak Jangkauan Pengiriman Data dari *Node* Bergerak dengan Jaringan Sensor Nirkabel

Abdul Rokhman As Syukur*¹, Raden Sumiharto ²

¹Program Studi S1 Elektronika dan Instrumentasi

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *abdulras@mail.ugm.ac.id, ²r_sumiharto@ugm.ac.id

Abstrak

Telah berhasil dibuat sistem routing pada mobilenode untuk dapat mengenali staticnode yang memiliki sinyal terkuat sebagai salah satu metode untuk meningkatkan jarak jangkauan pengiriman data ke basestation. Dengan sistem ini, mobilenode dapat berpindah – pindah pasangan staticnode sehingga jarak pengiriman data dapat semakin diperluas dengan ditambahkannya staticnode disekitar jalur yang dilalui mobilenode.

Penelitian dilakukan dengan menerapkan routing yang dikembangkan pada sistem jaringan sensor nirkabel yang berbasis modul komunikasi XBee. Sistem jaringan sensor nirkabel tersebut berfungsi sebagai pemantau lingkungan dengan parameter suhu dan intensitas cahaya dengan menggunakan sensor LM35DZ untuk melakukan pengukuran suhu, dan LDR untuk melakukan pengukuran intensitas cahaya. Kedua sensor diletakkan pada mobilenode. Pusat pemrosesan data pada seluruh node menggunakan mikrokontroler ATmega8. Sistem telah diuji dengan menggunakan satu buah mobilenode dan tiga buah staticnode.

Hasil pengujian penelitian ini adalah diketahuinya jarak jangkauan nyata tiap node dengan modul komunikasi XBee yaitu hingga 100 meter untuk tipe antena wire. Waktu untuk setiap konfigurasi alamat oleh mobilenode adalah tujuh detik jika alamat pengiriman staticnode sebelum dan sesudah konfigurasi adalah sama. Dan waktu konfigurasi sembilan detik jika alamat pengiriman staticnode sebelum dan sesudah konfigurasi berbeda.

Kata kunci—jaringan sensor nirkabel, ATmega8, XBee , mobilenode, staticnode

Abstract

A routing algorithm has been created for mobilenode to be able to recognize staticnodes that have the strongest signal as a method to increase the range of data delivery to the basestation. With this system, the mobilenode can move between staticnodes, so that the data transmission range can be extended with the addition of staticnodes around the path of movement of mobilenode.

In this study, the routing algorithm applied to wireless sensor network which based on XBee communication module. Wireless sensor network system serves as environmental monitor parameters of temperature and light intensity using LM35DZ sensors for measuring temperature, and LDR for measuring light intensity. Both sensors placed on the mobilenode. All nodes use ATmega8 microcontroller as data processing center. The system has been tested using a single mobilenode and three staticnodes.

The experiment shows that range of each communication modules node with wire antenna type is up to 100 meters. Second, time needed for each configuration of the mobilenode addressing is seven seconds if your staticnode's address, before and after configuration is identical, and the configurations need nine seconds if the staticnode's address is different.

Keywords—wireless sensor network, ATmega8, XBee , mobilenode, staticnode

1. PENDAHULUAN

Pengukuran dan pengambilan parameter dengan menggunakan sensor dilakukan dalam banyak bidang ilmu pengetahuan. Kondisi lingkungan pengukuran yang sulit ataupun jauh juga menjadi kendala dalam pengukuran tersebut. Jika dilakukan pengukuran dan jarak dari sensor ke operator yang jauh tadi menggunakan kabel, seringkali memerlukan penanganan dan perawatan yang tidak mudah dikarenakan kondisi lingkungan yang seringkali tidak bersahabat.

Karena itulah, salah satu cara dalam melakukan pengukuran dan pengamatan jarak jauh dapat menggunakan konsep Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) yang pada dasarnya tidak menggunakan kabel dalam hubungan satu titik dengan lainnya, namun menggunakan teknologi nirkabel.

Teknologi nirkabel memberikan solusi atas keterbatasan kemampuan mencuplik data. Dengan teknologi nirkabel, dapat dicuplik data yang berada di lingkungan – lingkungan yang terkendala apabila menggunakan kabel. Dengan teknologi ini, dapat juga mencuplik data dengan cakupan area yang lebih luas.

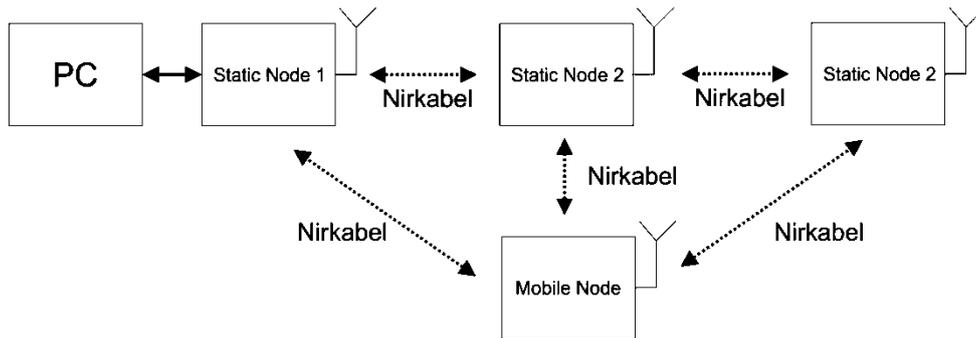
Dalam perkembangannya, saat ini telah terdapat beberapa produk-produk teknologi nirkabel dibedakan berdasarkan rentang kerjanya, misal untuk *short range*: Infra Red, Bluetooth, Zigbee, WPAN (Wireless Personal Area Network), untuk *middle range*: WLAN (Wireless Local Area Network), dan untuk *wide range* : GSM (Global Sistem for Mobile) dan CDMA (Code Division Multiple Access). Beberapa keunggulan teknologi nirkabel antara lain akses data secara *real-time*, penempatan di daerah-daerah sulit, dan fleksibilitas dalam ekspansi sistem dan konfigurasi jaringan komunikasi. Selain itu, dari sisi ekonomi, harga dari teknologi nirkabel ini semakin lama semakin menurun [1].

Pada JSN secara umumnya dilakukan dengan *node* yang bersifat tetap atau disebut *staticnode*. Sedangkan pada banyak kasus membutuhkan *node* yang bisa berpindah dari tempatnya semula atau disebut dengan *mobilenode*. Koneksi yang dilakukan antar *mobilenode* dan *staticnode* dilakukan terbatas pada kedua *node* saja, sehingga perpindahan inipun terbatas pada jarak jangkauan sinyal *node* yang terkoneksi tersebut. Dengan penanganan routing yang tepat, diharapkan jarak jangkauan *mobilenode* dapat ditingkatkan dengan melakukan koneksi tidak dengan satu *node* tertentu saja, namun bisa beradaptasi dengan *node* terdekat disekitar *mobilenode* sehingga data dapat terkirim ke *basestation* dengan jarak yang lebih jauh.

2. METODE PENELITIAN

Sistem yang dibangun dalam penelitian ini memiliki peran sebagai perpanjangan pengiriman data dari *mobilenode* ke *sink* , atau *node* yang bertugas mengirimkan data ke PC pengguna. *Mobilenode* akan mengirimkan data dan nantinya akan terkoneksi dan dikirimkan dengan *staticnode* yang berada disekitarnya. Kemampuan ini didapat dari penggunaan JSN.

Sistem akan terdiri dari empat buah *node*. Satu *node* akan berperan sebagai *mobilenode* dan ketiga lainnya akan berperan sebagai *staticnode*. Koneksi dari *mobilenode* ke *sinknode* adalah *multihop* mengingat *mobilenode* akan mengirimkan data ke PC melalui *node-node* berbeda. Ilustrasi dari sistem yang akan dibuat adalah pada Gambar 1.

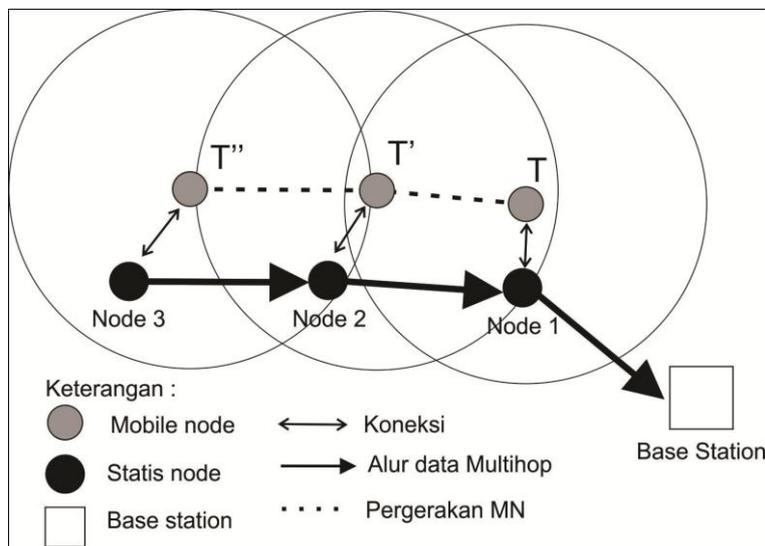


Gambar 1 Diagram blok sistem

Sistem akan berkerja dengan *mobilenode* yang mencari kuat sinyal dari *node* terdekat yang terkuat berdasarkan dari pemeriksaan kuatnya *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*. Dari nilai *RSSI* yang diterima, maka *mobilenode* akan mencoba untuk mencari nilai dari *static node* mana yang terkuat yang berarti dapat menandakan bahwa *node* tersebut memiliki kemungkinan terbesar dari berhasilnya terkirimnya data yang dikirimkan dari *mobilenode*.

ATMega akan memproses dan mengambil nilai yang diterima XBee dalam *nodenya*, dan ATMega juga akan memproses alamat yang tertera dari laporan *RSSI* tersebut. Alamat yang dimaksud adalah alamat 16 bit MY dari *staticnode*. Dengan bekal alamat tersebut, ATMega mengirimkan perintah pada XBee untuk mengubah alamatnya dengan alamat *staticnode* tersebut. Lalu setelah terganti dengan alamat *node* yang dituju, sistem mengirimkan data sebanyak atau selama yang diatur, baru akan mencari nilai *RSSI* kembali untuk mencari *node* dengan sinyal terkuat. Jika *node* yang terkuat masih sama dengan sebelumnya, maka *mobilenode* akan langsung mengirimkan datanya tanpa perlu mengubah nilai alamat sehingga proses pengiriman data akan lebih cepat.

Dengan sistem koneksi dan pengiriman data seperti ini, akan dimungkinkan ditambahkannya *staticnode* di sepanjang jalur dari *mobilenode*, dan data yang diambil oleh *mobilenode* akan dapat langsung terkirim ke *basestation*. Ilustrasi sistem ada pada Gambar 2.

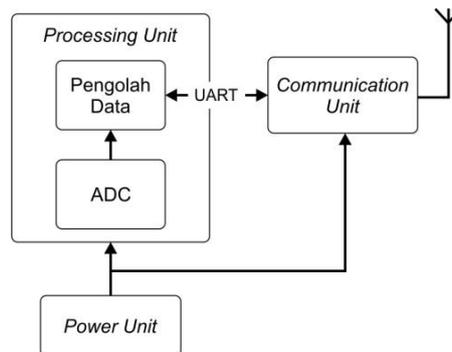


Gambar 2 Konsep pergerakan dan koneksi dari *mobilenode*

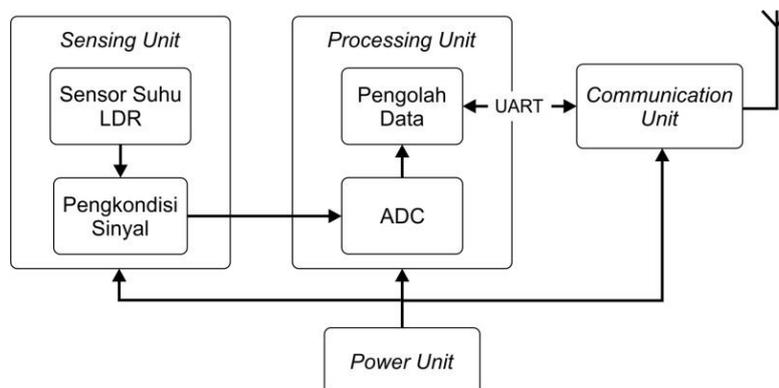
2.1 Perangkat Keras

Perangkat keras dari sistem terdiri dari dua jenis *node*. Yaitu *mobilenode* dan *staticnode*. *Mobilenode* adalah *node* yang bertugas untuk bergerak dan mengambil data, sedangkan *staticnode* dalam rancangan ini hanya digunakan untuk meneruskan data dari *mobilenode* ke *sink*. Sehingga dalam rancangan perangkat keras sistem, hanya *mobilenode* yang

dipasangkan dengan sensor-sensor. Diagram blok *staticnode* dapat dilihat pada Gambar 3. *Mobilenode* akan mengambil data dari LM35 dan LDR yang akan dipasangkan pada sistem. Diagram blok dari *mobilenode* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Diagram blok *staticnode*



Gambar 4 Diagram blok *mobilenode*

Pada *mobilenode* akan digunakan dua buah sensor yaitu LM35DZ untuk mengukur suhu dan LDR untuk mengukur intensitas cahaya. LDR yang digunakan sendiri bersifat resistif dan membutuhkan pengkondisian sinyal karena yang dikeluarkannya adalah nilai resistansi. Maka dirancang rangkaian pembagi tegangan agar hasilnya bisa dibaca oleh ADC yang ada di sistem minimum. Pada Sub-sistem *Communication Unit* akan digunakan XBee sebagai komponen utamanya.

2.2 Perangkat Lunak

StaticNode diperlukan sebagai perpanjangan agar data dari *MobileNode* dapat tersalurkan ke *sink.StaticNode* yang dirancang disini hanya akan meneruskan data dari yang diberikan oleh *MobileNode*. Namun jika dalam penelitian berikutnya diperlukan, dengan program yang disertakan juga dapat diatur jika setiap *StaticNode* nantinya juga akan mengirimkan data.

MobileNode merupakan *node* yang akan menjadi fokus dari penelitian kali ini. Dengan menggunakan XBee akan dibuat sistem nirkabel yang mampu mendeteksi dan mengambil data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). ATmega akan mengirimkan perintah pada XBee agar mengambil nilai RSSI dari *node* yang berada di sekitar *MobileNode*. Nilai RSSI melambangkan dari kekuatan sinyal dan dapat disimpulkan, semakin kuat sinyal, maka kemungkinan berhasilnya pengiriman data semakin besar.

Jika ada *node* yang terdeteksi, maka XBee akan mengirimkan data alamat dan RSSI pada ATmega dan ATmega akan mengambil nilai RSSI tersebut beserta alamat *nodenya*.

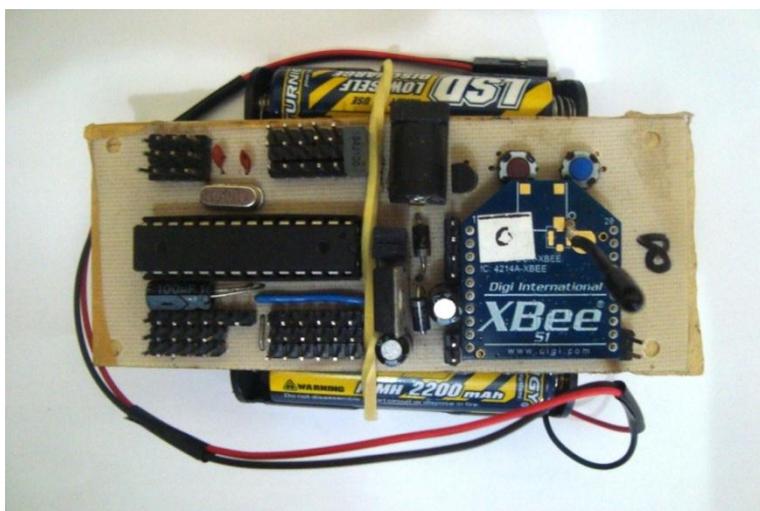
Setelah itu ATmega akan membandingkan nilainya. Jika yang tersedia hanya satu XBee, maka otomatis ATmega akan mengubah alamat pada XBee dengan alamat *node* tersebut. Dan bila yang terdeteksi lebih dari satu, ATmega akan melakukan perhitungan *node* mana yang terdekat melalui nilai RSSInya. Perlu dipahami, bahwa dalam XBee, semakin kecil nilai RSSI yang diterima, maka semakin kuat besar sinyal yang diterima. Sehingga nanti akan dibandingkan nilai *node* mana yang terkecil, baru setelah ditentukan mana yang terkecil, ATmega akan mengubah alamat kirim XBee menjadi *node* tersebut.

2.3 Rancangan Protokol

Pada sistem yang dirancang akan dilakukan pemeriksaan nilai dari RSSI tiap-tiap *node* yang terdeteksi. Dan dari nilai RSSI tersebut, akan dicari *node* mana yang memiliki kekuatan sinyal terbesar dan dari situlah menjadi dasar atas koneksi yang dilakukan oleh *mobilenode*. *MobileNode* sendiri akan beroperasi dengan koneksi *unicast*, yaitu koneksi dari satu *node* ke satu *node* lain dan tidak dengan koneksi secara *broadcast*. Dalam penelitian ini akan difokuskan dalam routing secara *unicast* karena dengan *unicast*, bisa mengatur kepada siapa *node* akan mengirim data. Berbeda dengan routing secara *broadcast* yang menyebabkan *node* akan mengirimkan data ke semua *node* dalam satu channel dan Pan ID. Dengan *unicast* akan diatur pengiriman data dari satu *node* agar mengalir secara *multihop* hingga sampai ke *sink*.

2.4 Implementasi Perangkat Keras Sistem

Implementasi dari Processing Unit, PowerUnit, dan Communication Unit dirancang dalam sebuah board ditunjukkan pada Gambar 5. Juga Digunakan baterai berukuran AA sebanyak 4 buah yang disusun secara seri untuk menjadi sumber listrik dari perangkat.



Gambar 5 ImplementasiNode

2.5 Implementasi Perangkat Lunak Sistem

StaticNode digunakan sebagai penyaluran data dari *MobileNode* ke *sink*. Untuk dapat melakukannya, dalam program BASCOM digunakan perintah “*input*” guna mengambil nilai masukan dari data yang diterima oleh RX dari ATmega melalui XBee.

Sebagai tambahan, penelitian ini merupakan bagian dari penelitian besar mengenai JSN. Dalam skripsi yang dilakukan oleh Mukhtar [2], dibahas mengenai konfigurasi routing secara otomatis dari *node-node* yang dalam sebuah sistem besar, konfigurasi tadi dapat diimplementasikan kepada *StaticNode* sehingga nantinya selain *MobileNode* mencari nilai RSSI *StaticNode* terkuat, *StaticNode* sendiri dapat melakukan konfigurasi routing dari rute yang diatur

oleh operator secara otomatis. Sehingga dalam penelitian ini, *StaticNode* dibahas hanya sebagai penghubung data dari *MobileNode* ke *sink* sehingga tidak memiliki program yang kompleks.

Pada *MobileNode* diimplementasikan dari rencana yang telah dirancang. Program secara keseluruhan terdiri dari beberapa sub program. Dalam penerapannya menggunakan interrupt agar nantinya dapat menerima dan memproses data yang dikirimkan oleh XBee.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Jarak Jangkauan Transmisi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak pengiriman data dari masing-masing jenis XBee. Pada penelitian ini digunakan dua tipe XBee seri satu, yaitu XBee dengan menggunakan berbagai jenis antena serta XBee Pro sebagai penerimanya.

Modul XBee memiliki beberapa jenis antena seperti yang dijelaskan dalam *manual XBee* [3]. Dari hasil yang didapatkan, selain jenis XBee berpengaruh, pengaruh lain dalam jarak jangkauan adalah antena. Hasil uji transmisi data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil uji transmisi data

No	Jarak (meter)	Jumlah data yang diterima (dari 10 kali pengiriman)		
		XBee antena <i>wire</i>	XBee antena <i>chip</i>	XBee antena U.FL
1	10	10	10	10
2	20	10	10	10
3	30	10	9	10
4	40	10	5	10
5	50	10	5	9
6	60	8	1	8
7	70	10	-	10
8	80	9	-	10
9	90	2	-	6
10	100	3	-	3
11	110	4	-	4

Dari hasil percobaan, dapat disimpulkan antena jenis *chip* terbukti memiliki kekuatan pengiriman paling lemah diantara dua jenis lainnya. Dari pengujian juga dapat diamati perbedaan yang cukup signifikan antara jarak jangkauan antara datasheet dan pengujian langsung. Setelah dianalisis, hal ini bisa terjadi karena beberapa hal diantaranya adalah adanya *noise*, dan posisi XBee.

Untuk meminimalisir *noise*, dalam pengoperasian XBee didapat menggunakan perintah "ATED". Dan tampil nilai nilai channel disekitaran XBee.

3.2 Pengujian Pengecekan nilai RSSI Pada *MobileNode*

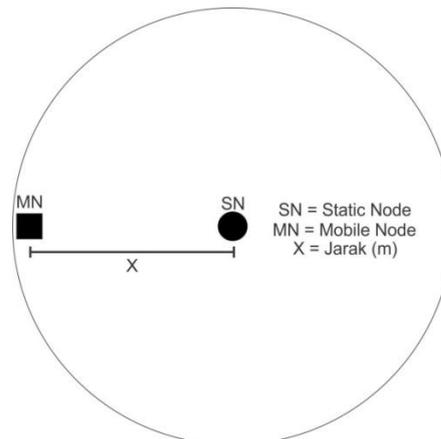
Dalam X-CTU, harus masuk dalam mode AT dengan mengetik "+++" tanpa tanda kutip, lalu setelah ada jawaban "OK" dari XBee, ketik "ATND". Perintah "ATND" atau perintah ND adalah *NodeDiscover* yang memungkinkan XBee mencari XBee lain disekitarnya asalkan masih dalam satu *channel* dan satu Pan ID.

Jawaban XBee meliputi empat baris dalam satu kelompok data. Satu kelompok data dengan empat baris ini mewakili satu XBee. Masing-masing barisnya memiliki maksud sebagai berikut.

- a. Baris pertama adalah alamat MY atau alamat 16 bit
- b. Baris kedua adalah alamat dari SH
- c. Baris ketiga adalah alamat SL
- d. Baris keempat adalah nilai DB / RSSI

Tampilnya tiap kelompok data tidaklah berdasarkan dari besarnya nilai RSSI sehingga nanti perlu dipikirkan mengenai perbandingan dari nilai RSSI agar didapat nilai sinyal terkuat. Perlu diketahui bahwa nilai disini menandakan $-dBm$. Dan dalam kasus pemeriksaan RSSI melalui XBee ini, didapat bahwa semakin negatif nilai RSSI yang diterima, maka semakin lemah sinyalnya. Dan bisa diartikan secara umum, XBee tujuan berjarak lebih jauh dengan XBee pengirim meskipun masih harus diperhatikan faktor-faktor lain yang membuat sinyalnya lemah. Rentang nilai RSSI yang diterima adalah berkisar dari $-40dBm$ hingga $-100dBm$.

Untuk menguji antara jarak dan nilai RSSI yang diterima, maka digunakan empat buah *node* dalam kondisi diam terhadap satu *node* yang bergerak dan diatur jaraknya seperti nampak pada Gambar 6.



Gambar 6 Skema pengujian jarak

Pengujian dibagi dalam dua bagian dalam pengujian ini. Yaitu dalam jarak per satu meter dan per lima meter. Pengujian per satu meter digunakan untuk mencari rata-rata dari perubahan nilai RSSI permeter, dan pengujian per lima meter digunakan untuk mencari batas sampai jarak yang bisa digunakan maksimal untuk pencarian nilai RSSI *node* sekitar. Pengujian ini juga dapat dihubungkan dengan pengujian jarak jangkauan sinyal. Namun perbedaannya, dalam pengecekan RSSI, masing-masing *node* harus dalam jangkauan pengiriman dan penerimaan data dengan *node* lainnya, baru dengan cara seperti itu nilai RSSI dapat didapatkan. Berbeda dengan pengujian jarak jangkauan. Yang paling berperan adalah jarak jangkauan dari *node* pengirim, sedangkan *node* penerima hanya bertugas menerima. Tabel 2 adalah hasil yang didapat dari pengujian tahap satu.

Tabel 2 Hasil pengujian nilai RSSI per satu meter

Jarak (m)	Nilai RSSI (Hex Dec)								Rerata (Dec)
	Node 1		Node 2		Node 3		Node 4		
0	2c	42	34	52	2f	47	30	48	51
1	3f	44	2c	44	3c	60	2c	44	50,25
2	40	63	33	51	32	50	34	52	54,75
3	48	64	39	57	34	52	38	56	60,75
4	4a	72	3d	61	3a	58	3c	60	64,5
5	4a	74	42	66	3f	63	41	65	68,3
6	4f	74	42	66	45	69	43	67	70,25
7	-	-	43	67	-	-	46	70	68,5
8	-	-	48	72	-	-	-	-	72
9	-	-	41	65	-	-	-	-	65

Dari hasil pengujian tahap pertama, didapat nilai di sembilan meter pertama nilai RSSI bervariasi besarnya dari tiap *node* dan bahkan ada yang dalam tujuh meter sudah tidak terdeteksi RSSI-nya. Setelah diteliti, ada beberapa penyebab yang dapat dijadikan perhatian. Diantaranya adanya *noise* dari perangkat sekitar lokasi pengujian, sumber daya yang berkurang, serta kualitas antenna yang berbeda.

Dalam pengujian tahap kedua, digunakan untuk mengetahui nilai RSSI dengan jarak kelipatan 5 meter menggunakan XBee Pro. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian nilai RSSI per lima meter

Jarak (m)	Nilai RSSI	
	Hex	Dec
10	39	57
15	38	56
20	3a	58
25	48	72
30	43	67

Dari hasil pengujian ini, dapat diketahui bahwa kekuatan RSSI yang terdeteksi akan berkemungkinan selalu berubah meskipun pada titik yang sama karena adanya *noise* di sekitar XBee. Namun melihat pengujian secara keseluruhan, terbukti bahwa semakin jauh jarak dari *node* yang dideteksi, nilai RSSI yang didapat semakin besar.

Dalam penelitian ini perlu diketahui banyaknya data yang cocok guna digunakan sebagai patokan dalam melakukan jeda pengiriman data. Maka dalam pengujian kali ini, akan digunakan tiga macam banyaknya pengiriman data yaitu, 25 data, 50 data, dan 100 data untuk digunakan dalam program utama. Hasil pengujian waktu pengiriman data dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian waktu pengiriman data

No	Banyak data	Waktu 1 (detik)	Waktu 2 (detik)	Waktu 3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	25	3	2	3	2,7
2	50	6	5	6	5,7
3	100	12	11	11	11,3

Dari data yang telah didapatkan, diketahui bahwa setiap 25 data yang dikirimkan dengan menggunakan XBee dan jeda 100 milidetik melalui ATmega, diperlukan waktu kirim sekitar 2,7 detik. Karena *mobilenode* senantiasa bergerak, maka dari percobaan ini digunakan program pengiriman 25 data sekali kirim dengan pertimbangan data yang terkirim cukup banyak waktu pengiriman data cukup cepat.

Dengan berdasarkan pengujian dari bagian-bagian sistem, akhirnya dapat digabungkan sehingga membentuk suatu sistem secara utuh guna meneliti pengiriman data dengan *mobilenode* dan *staticnode* sehingga dapat digunakan untuk mengirimkan data dengan jarak yang lebih jauh.

Sesuai rancangan dengan pengujian sistem dengan tiga *staticnode* dan satu *mobilenode*. Nantinya *mobilenode* bergerak dari *static node* 1 menuju *staticnode* 3 dan data yang terkirim diamati yang dikirim dari sensor yang berada di *mobilenode* pada antarmuka yang telah dibuat.

Jarak antara tiap *nodenya* divariasikan dengan jarak 5 – 25 m dengan kenaikan tiap 5 m dengan pertimbangan melihat hasil uji coba dari bagian 6.1.2 saat data seluruhnya dapat dikirim dengan jenis antena di bawah 30 m. Selain jarak, *mobilenode* juga bergerak dengan kecepatan bervariasi dari 5 – 20 Km/jam dengan kenaikan 5 km/jam. Dari pengujian ini diharapkan dapat diketahui berapa banyak data yang dapat diterima oleh *sink* terhadap kecepatan dari *mobilenode*.

Tujuh detik merupakan waktu yang diperlukan dengan alamat *node* sebelum dan setelahnya sama, sedangkan jika berbeda, membutuhkan waktu tambahan sekitar dua detik untuk konfigurasi alamat XBee sehingga total diperlukan waktu sembilan detik. Sehingga jika data ingin sampai secara sempurna, dalam waktu minimal tujuh detik inilah *mobilenode* harus berada dalam jarak jangkauan XBee suatu *node*.

Dalam antarmuka juga disediakan kolom yang menampilkan *Node* mana yang terkoneksi dengan *MobileNode*, dan kolom RSSI yang menampilkan nilai RSSI dari *node* tersebut. Namun dalam hal ini, RSSI menampilkan nilai awal saat *node* yang terkoneksi dikoneksikan, karena XBee tidak bisa melakukan pengecekan RSSI secara terus menerus

sembari mengirimkan data jika tidak dalam mode API. Hasil dari pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian sistem secara keseluruhan

No	Jarak Antar Node (m)	Kecepatan (km/jam)	Banyak data diterima 1	Banyak data diterima 2	Banyak data diterima 3	Rerata	Jalur Node
1	5	5	26	26	25	25,7	1
2		10	26	26	26	27	1
3		15	26	26	25	25,7	1
4		20	26	26	26	26	1
5	10	5	53	50	52	51,7	1,2
6		10	26	25	26	25,7	1
7		15	26	26	26	26	1
8		20	26	25	25	25,3	1
9	15	5	30	34	25	29,7	1,2
10		10	52	42	30	41,3	1,2
11		15	32	26	28	28,7	1,2
12		20	26	26	25	25,7	1,2
13	20	5	94	87	83	88	1,2,3
14		10	52	40	48	46,7	1,2
15		15	53	45	60	52,7	1,2
16		20	53	40	45	46	1,2
17	25	5	107	111	102	106,7	1,2,3
18		10	71	65	70	68,7	1,2,3
19		15	53	50	53	52	1,2,3
20		20	53	53	51	52,3	1,2

Dalam penelitian ini digunakan lima variasi kecepatan. Namun kecepatan tadi masih dalam bentuk km/jam. Hasil konversinya dapat kita lihat pada Tabel 6.

Tabel 6 konversi kecepatan

No	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (m/detik)
1	5	1,4
2	10	2,8
3	15	4,2
4	20	5,6

Dari Tabel 5, dapat dilihat jika pada jarak antar *node* cukup dekat, data yang dikirimkan hanya berkisar satu siklus data, yaitu sekitar 25 data. Dan jikapun lebih dari 25, dikarenakan terjadi duplikasi data yang diterima.

Dan dari data kecepatan ini, akan coba kita perhitungkan berapa jauh *mobilenode* akan berada dari titik awal nilai RSSI mulai diproses berdasarkan lima variasi kecepatan tadi. Namun perlu diingat bahwa dalam pengujian ini kecepatan yang dicapai tidaklah konstan sehingga ada kemungkinan terjadinya error. Perkalian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Jarak jangkauan minimum *staticnode* untuk konfigurasi alamat

No	Kecepatan (m/detik)	Jarak pada 7 detik (m)	Jarak pada 9 detik (m)
1	1,4	9,8	12,6
2	2,8	19,6	25,2
3	4,2	29,4	37,8
4	5,6	39,2	50,4

Dari sini bisa diambil kesimpulan, maka semakin cepat *mobilenode* bergerak, maka semakin jauh jaraknya dari lokasi awal pengecekan RSSI dan jika disaat setelah konfigurasi selesai, yaitu pada 7 detik atau 9 detik *node* telah berada diluar jangkauan sinyal *node* yang dituju, maka data tidak dapat dikirimkan. Dari pengujian juga didapatkan setidaknya data dapat dikirimkan satu siklus dan semakin banyak data yang terkirim karena faktor jarak antar *node* yang semakin jauh.

Dari keseluruhan pengujian, secara umum data dapat dikirimkan secara *multihop* dari *mobilenode* sehingga jarak jangkauan data dapat ditingkatkan. Namun keberhasilan data yang dikirimkan memiliki banyak faktor penentu. Diantaranya *noise* dari sekitar *node* dan kecepatan

dari *mobilenode*. Faktor dari jarak jangkauan pengiriman *node* diantaranya jenis XBee yang digunakan, jenis antena, dan posisi *node*.

4. KESIMPULAN

1. Posisi dari *mobilenode* dalam masa konfigurasi dan pengiriman harus berada dalam jangkauan sinyal *staticnode* agar data dapat diterima sehingga kecepatan *node* dan jarak jangkau berbanding lurus. Semakin jauh jarak jangkau sinyal *node* maka kecepatan *mobilenode* dapat diatur semakin tinggi.
2. Waktu untuk setiap konfigurasi adalah tujuh detik jika alamat pengiriman *staticnode* sebelum dan sesudah konfigurasi adalah sama. Dan waktu konfigurasi sembilan detik jika alamat pengiriman *staticnode* sebelum dan sesudah konfigurasi berbeda.
3. Untuk dapat meningkatkan jarak jangkau pengiriman data melalui XBee, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya ada faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu dalam pemilihan jenis XBee dan bentuk antena. Sedangkan faktor eksternal yaitu banyaknya *noise* dan posisi dari *node*.
4. Pengiriman data melalui *mobilenode* dengan XBee terbatas pada waktu konfigurasi koneksi *nodenya*, sehingga XBee tidak cocok menjadi modul komunikasi untuk *mobilenode* yang bergerak relatif cepat.

5. SARAN

1. Dalam penelitian selanjutnya, dapat dicoba mengenai pemeriksaan channel diantara *node-nodenya* sehingga bisa didapatkan sistem yang secara dinamis mencari channel yang paling sedikit *noisenya*. Penggunaan “ATED” dapat digunakan guna mencari channel mana yang memiliki *noise* rendah. Sehingga channel tersebut dapat digunakan agar nilai RSSI semakin baik, dan keberhasilan pengiriman data semakin besar
2. Jika selanjutnya masih mengembangkan *mobilenode*, maka dalam melakukan konfigurasi alamat DL, perintah untuk menulis ke Non-Volatile Memory dari XBee atau “ATWR” tidak perlu dipergunakan. Karena selain menambah waktu jeda konfigurasi data dengan pengiriman data hingga 10 detik, dengan metode pencarian RSSI seperti yang dilakukan pada penelitian kali ini *node* tidak akan terkoneksi dengan satu *node* secara terus menerus, karena pencarian *node* akan terus terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rami, A., 2003, *Sensor Networks: Research Challenges in Practical Implementation, Physical Characteristic, and Application*, School of Information Technology and Engineering, Ottawa.
- [2] Mukhtar, K., 2012, Konfigurasi Autonomous Routing Untuk Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis XBee, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [3] Digi International Inc., 2009, XBee™/XBee-PRO™ OEM RF Modules Manual, tersedia di http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000982_H.pdf, diakses 12 Juli 2012.