

## DESAIN MONITORING KECEPATAN PUTAR NIRKABEL BERBASIS ARDUINO DAN XBEE

### THE DESIGN OF ROTATION SPEED MONITORING BASED ON ARDUINO AND XBEE

Agung Mubyarto\*<sup>1</sup>, Priswanto<sup>2</sup>, Bachtiar Awaloka<sup>3</sup>

Email: [agung.mubyarto@unsoed.ac.id](mailto:agung.mubyarto@unsoed.ac.id)

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

---

**Abstrak**— Parameter kecepatan putar pada motor listrik dapat memberikan informasi tentang kualitas kerja motor listrik. Kondisi lingkungan kerja motor listrik yang selalu bergerak berpotensi bahaya pada operatornya, untuk itu diperlukan sistem akuisisi data yang tepat untuk menggantikan pengambilan data secara manual. Kemajuan teknologi memungkinkan dilakukan monitoring secara nirkabel. Sistem monitoring nirkabel memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sistem monitoring menggunakan kabel seperti harga yang lebih murah dan perawatan yang mudah. Penelitian ini melakukan pengujian akurasi kecepatan putar pada motor listrik secara nirkabel menggunakan sensor optocoupler dengan tambahan sebuah roda encoder. Selain menguji kecepatan putar, penelitian ini juga menguji jarak jangkauan modul nirkabel Xbee didalam dan diluar ruangan. Sebagai test bed pengujian digunakan papan simulasi motor listrik yang dikopel dengan sebuah generator mini di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Unsoed. Hasil pengujian memberikan error kecepatan putaran kurang dari 1% dan jarak jangkauan terjauh sekitar 120 meter pada kondisi tanpa halangan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba dengan berbagai model skenario jaringan sensor nirkabel.

**Kata kunci** — Kecepatan putar, motor listrik, monitoring nirkabel, optocoupler, Xbee.

---

**Abstract**— Rotating speed parameters on electric motors can provide information about the working quality of electric motors. The condition of the working environment of an electric motor that is always moving has the potential to be dangerous for the operator, for that we need an appropriate data acquisition system to replace manual data retrieval. Advances in technology allow monitoring to be done wirelessly. Wireless monitoring systems have many advantages over wired monitoring systems, such as lower prices and easy maintenance. This study tested the accuracy of rotational speed on an electric motor wirelessly using an optocoupler sensor with the addition of an encoder wheel. In addition to testing the rotational speed, this study also tested the range of the Xbee wireless module indoors and outdoors. As a testbed, an electric motor simulation board coupled with a mini generator was used at the Electrical Engineering Laboratory, Faculty of Engineering Unsoed. The test results give a rotation speed error of less than 1% and the farthest range is about 120 meters in unobstructed conditions. For further research, various models of wireless sensor network scenarios can be tried.

**Keywords** — Rotary speed, electric motor, wireless monitoring, optocoupler, Xbee

---

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan sensor nirkabel pada saat ini sudah berkembang dengan pesat, berbagai jenis node sensor diaplikasikan pada berbagai bidang seperti bidang industri [1],[2], pemantauan cuaca dan iklim [3], bidang pertanian dan perkebunan [4], pemantauan gerak kendaraan [5], hingga aplikasi pada *smart home systems* [6] dan lain – lain.

Motor listrik mempunyai peran sangat penting dalam proses industri. Banyak piranti seperti pompa, pendingin, serta penggerak dioperasikan menggunakan motor listrik. Untuk mengetahui apakah motor bekerja pada kondisi yang diinginkan, maka salah satu parameter yang menjadi pemantauan adalah kecepatan putar motor. Dengan mengetahui kecepatan putar motor secara riil saat bekerja, maka dapat dihitung besar parameter lainnya dan dapat menentukan apakah terdapat gangguan dalam

operasinya. Hal ini berkaitan dengan kondisi operasi dimana motor merupakan piranti elektromekanik yang rentan terhadap gangguan mekanik seperti gangguan pada sumbu rotor, *bearing* atau gangguan elektrik seperti tegangan yang tidak seimbang, hubung singkat dan variasi frekuensi [1].

Motor listrik pada proses industri dapat diletakkan dekat ataupun jauh dari pusat pemantauan, ditempatkan pada lokasi berbahaya, dan merupakan benda yang selalu bergerak [7]. Kondisi ini termasuk kedalam kondisi yang membahayakan jika operator mendatangi lokasi secara langsung (8). Untuk mengatasinya, dapat dilakukan dengan memasang sistem monitoring untuk mengambil data dari obyek terpantau.

Pilihannya adalah monitoring berbasis kabel data atau secara nirkabel. Monitoring berbasis kabel berimbas kepada instalasi yang rumit karena harus menyesuaikan dengan bentuk ruang dan biaya yang lebih mahal. Sebagai alternatif, sistem monitoring nirkabel menjadi pilihan yang lebih baik karena lebih murah [9] dan aman bagi operator.

Deteksi kecepatan putaran sudah diteliti menggunakan sensor magnetic [10] dan secara nirkabel menggunakan sensor proximity[1]. Dalam [11] sudah dilakukan penelitian tentang jarak dan waktu gabung protokol Zigbee baik seri Xbee Pro maupun seri Xbee S2. Penelitian ini merancang sebuah sistem monitoring kecepatan putaran nirkabel dengan melakukan desain cakram berlubang sebagai pembangkit pulsa dari sebuah sensor *optocoupler*. Sebagai pemroses data digunakan mikrokontroler Arduino Uno yang bersifat *open hardware* dan piranti komunikasi data Xbee S2. Piranti-piranti tersebut diterapkan pada *test bed* berupa motor listrik yang digunakan untuk menarik generator pada papan simulasi. Pengujian yang dilakukan adalah menguji akurasi deteksi kecepatan putar dan menguji jangkauan dari jaringan sensor baik didalam ruangan yang bersekat dan diluar ruangan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sensor Kecepatan Putaran (Optocoupler)

Optocoupler seperti gambar 1 adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik yang bekerja secara otomatis.



Gambar-1. Sensor Optocoupler

Optocoupler atau optoisolator merupakan komponen penggandeng (*coupling*) antara rangkaian input dengan rangkaian output yang menggunakan media cahaya (*opto*) sebagai penghubung. Dengan kata lain, tidak ada bagian yang konduktif antara kedua rangkaian tersebut.

### B. Protokol Komunikasi Zigbee

Zigbee adalah spesifikasi untuk protocol komunikasi tingkat tinggi menggunakan daya rendah radio digital berdasarkan standar IEEE 802.15.4-2003 untuk *Wireless Personal Area Network* (WPAN). Zigbee merupakan paket radio berbasis protokol ditujukan untuk biaya rendah, perangkat baterai dioperasikan protokol yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dalam berbagai topologi jaringan dan dapat memiliki umur baterai yang berlangsung beberapa tahun. Modul *Radio frequency transceiver* ini adalah modul penerima dan pengirim frekuensi radio yang berfungsi untuk komunikasi secara *full duplex* yang terdiri dari *radio frequency* (RF) *receiver* dan *radio frequency* (RF) *transmitter* dengan sistem *interface serial UART asynchronous*. Modul Xbee Series 2 ditunjukkan pada gambar 2 [12].

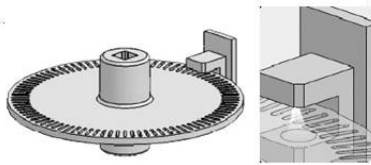


Gambar-2. Xbee Series 2

### C. Rotary Encoder

*Rotary Encoder* seperti gambar 3 adalah suatu komponen elektro mekanis yang memiliki fungsi untuk mendeteksi posisi angular pada suatu poros yang berputar. Dari perputaran benda tersebut data yang termonitoring akan diubah ke dalam bentuk data digital oleh *rotary encoder* berupa lebar pulsa kemudian akan dihubungkan ke mikrokontroler. Berdasarkan data yang di dapat berupa posisi angular (sudut) kemudian dapat diolah oleh kontroler

sehingga mendapatkan data berupa kecepatan, arah, dan posisi dari perputaran porosnya.



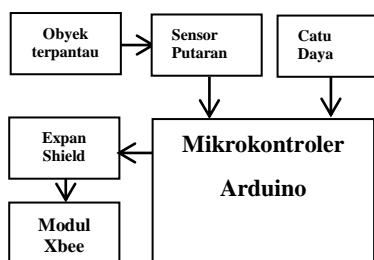
Gambar-3. Rotary Encoder

Pada saat saturasi, phototransistor akan menghasilkan pulsa dengan range +0.5V s/d +5V. Semakin banyak lubang yang berada pada piringan maka semakin banyak pulsa yang dihasilkan selama satu putaran, hal tersebut berbanding lurus dengan tingkat akurasi yang dihasilkan oleh *rotary encoder*.

### III. METODE

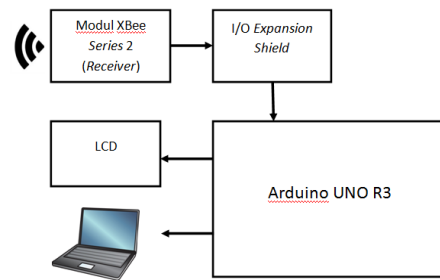
#### A. Tahap Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan *hardware* terdapat beberapa perancangan, yaitu perancangan rangkaian pengirim dan rangkaian penerima. Pada perancangan rangkaian pengirim seperti gambar 4 dirancang suatu rangkaian dengan berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan sensornya menggunakan sensor kecepatan putaran (*Optocoupler*) dan Xbee Series 2 sebagai modul pengirim data. Data yang diterima sensor akan diproses pada mikrokontroler, selanjutnya diteruskan ke modul komunikasi Xbee untuk dikirimkan ke rangkaian penerima. Ditambahkan piranti *expansion shield* apabila jumlah pin pada mikrokontroler kurang jumlahnya dibandingkan dengan terminal yang harus dihubungkan.



Gambar-4. Diagram Blok Rangkaian Pengirim

Perancangan kedua yaitu rangkaian penerima. Rangkaian penerima seperti pada gambar 5 digunakan untuk menerima data dari rangkaian pengirim dan menampilkan data dari hasil pengukuran.



Gambar-5. Diagram Blok Rangkaian Penerima

Rangkaian penerima dirancang dengan menggunakan Arduino-UNO yang dikoneksikan dengan laptop dengan Xbee Series 2 sebagai modul penerima, dan LCD sebagai penampil data. LCD digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran yang diterima, sedangkan Laptop / PC digunakan untuk menampilkan data dengan menggunakan tampilan program Arduino IDE.

#### B. Tahap Perancangan Software

Tahap pertama dibuat sistem konversi dari banyaknya sinyal yang terbaca oleh sensor putaran menjadi jumlah putaran per menit (RPM) dengan *software* Arduino IDE menggunakan bahasa C. Hasil pemrograman tersebut di *download* ke dalam mikrokontroler Arduino UNO dan hasilnya akan ditampilkan melalui *serial monitor* pada *software* Arduino IDE. Tahap kedua melakukan konfigurasi perangkat modul Xbee untuk menentukan Xbee *transmitter* dan Xbee *receiver* dengan menggunakan *software* X-CTU.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

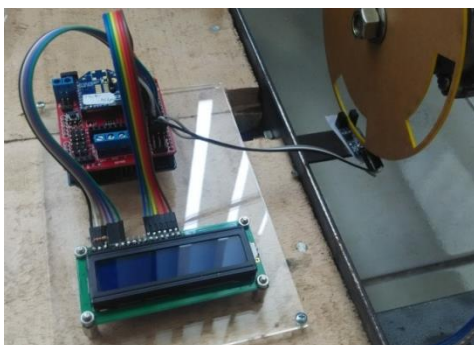
Pada penelitian ini, sensor putaran nirkabel diterapkan untuk mengukur putaran generator yang dikopel pada sebuah motor listrik dengan komunikasi data secara nirkabel menggunakan perangkat komunikasi Xbee. Spesifikasi kecepatan putar motor adalah 3000 rpm berdasar pengukuran menggunakan tachometer dan diinginkan agar diperoleh kecepatan 4500 rpm pada generator. Untuk itu dilakukan perancangan dengan perbandingan lebar puli antara generator dan motor yaitu 2 : 3.



Gambar 6. Kopel motor dengan generator

### A. Hasil Perancangan Hardware

Pada perancangan hardware terdiri dari perancangan pengirim dan perancangan penerima. Pada masing-masing perancangan terdiri dari catu daya, Arduino, dan sistem komunikasi data. Untuk perancangan rangkaian pengirim terdiri dari rangkaian sensor putaran (*Optocoupler*), Arduino, LCD, dan perangkat komunikasi Xbee. Pada perancangan rangkaian penerima ini catu daya menggunakan adapter sebagai sumber energi listrik. Sistem perancangan *hardware* untuk rangkaian pengirim ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar-7. Unit Pengirim

Untuk membaca kecepatan putaran dari generator, rangkaian ini menggunakan sensor *Optocoupler*. Pada sensor ini terdapat dua kondisi yaitu kondisi HIGH pada saat tidak ada yang menghalangi cahaya inframerah antara *transmitter* dan *receiver* pada sensor tersebut dan kondisi LOW pada saat sinar inframerah terhalang. Dari kondisi tersebut kita dapat mendapatkan sebuah sinyal digital agar dapat digunakan untuk menghitung kecepatan putaran dengan menggunakan fungsi *interrupt* pada Arduino yang terdapat pada port 2 (*interrupt 0/ INT\_0*) pada arduino.

Kemudian agar dapat dibaca oleh Arduino, sensor kecepatan putaran (*Optocoupler*) membutuhkan adanya sebuah *encoder*. Pada penelitian ini digunakan sebuah roda *encoder* agar sensor putaran

(*Optocoupler*) dapat membaca putaran dari generator, yang nantinya akan dikonversi oleh Arduino ke dalam bentuk satuan yang diinginkan. Berikut bentuk dari roda *encoder*-nya seperti pada gambar 8.



Gambar-8. Roda Encoder

Roda *encoder* ini dipasang pada puli generator. Pada roda *encoder* tersebut terdiri dari 4 buah lubang dengan sudut putar tiap sinyal sebesar 90 derajat, roda *encoder* ini akan dibaca sebagai sinyal digital 1 (HIGH) dan 0 (LOW) oleh sensor *Optocoupler*. Maka untuk satu kali putaran terdapat 4 buah sinyal LOW dan 4 buah sinyal HIGH, dengan gambaran sinyal seperti gambar 9.



Gambar-9. Gambaran sinyal roda *encoder*

Pada rangkaian penerima terdiri dari arduino, perangkat komunikasi Xbee, dan sebuah PC. Pada rangkaian penerima ini, rangkaian hanya menerima data yang sudah di olah oleh rangkaian pengirim yang kemudian ditampilkan pada jendela serial monitor dari IDE arduino pada PC (Gambar 10)



Gambar-10. Unit Penerima



## B. Hasil Perancangan Software

Pada perancangan *software* ini menggunakan dua buah *software*, Arduino IDE yang berfungsi untuk memprogram arduino dan *software* XCTU untuk mengatur konfigurasi dari Xbee. Terdapat dua perancangan *software* pada arduino yaitu, perancangan pada arduino pengirim dan pada arduino penerima dengan menggunakan *software* arduino IDE. Pada perancangan arduino pengirim terdiri dari program pembacaan sensor dan pengolahan data, penampilan data pada LCD, serta perintah pengiriman data pada serial. Dari program pada rangkaian pengirim ini, untuk mendapatkan nilai RPM (*rotation per minute*), digunakan perumusan sebagai berikut :

$$rpm = 60 \times timer / (time \times a) \quad (1)$$

Dimana :

- timer* : timer pada program
- time* : selisih waktu antara sinyal
- a* : jumlah sinyal untuk satu putaran

Untuk mendapatkan nilai frekuensi dengan nilai RPM yang sudah didapatkan kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$n = 120. f / p \quad (2)$$

$$f = n. p / 120 \quad (3)$$

Dimana :

- n : Kecepatan putar ( rpm)
- f : Frekuensi (Hz)
- p : Jumlah kutub

Untuk perancangan pada arduino penerima, arduino hanya berfungsi sebagai penerima data yang sudah diolah oleh pengirim yang nantinya akan ditampilkan pada serial monitor (PC). Kemudian dilakukan konfigurasi pada Xbee yang bertujuan untuk mengatur perangkat Xbee kedalam dua fungsi yakni menjadi Xbee *Coordinator* dan Xbee *End Device*. Tahap konfigurasi ini dilakukan melalui perangkat Xbee adapter yang sudah dilengkapi mini USB untuk dapat dihubungkan secara serial ke laptop. Perangkat lunak yang digunakan yakni XCTU yang merupakan perangkat lunak khusus untuk konfigurasi Xbee.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengatur konfigurasi Xbee adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Xbee yang sudah terpasang pada komputer, dengan pengaturan nilai baudrate 9600.

2. Mengupdate *firmware* menjadi Xbee *Coordinator* AT sebagai penerima dan Xbee *End Device* sebagai pengirim.
3. Melakukan pengaturan untuk parameter PAN ID, *Destination address High* (DH), dan *Destination address Low* (DL).

Berikut ini adalah tabel parameter yang diatur dalam konfigurasi Xbee *series 2* menggunakan *software* XCTU, seperti pada Tabel 1 berikut

Tabel-1. Konfigurasi Xbee

Setting	Acronym	Xbee Coordinator	XBee End Device
PAN ID	ID	1234	1234
Destination Address High	DH	13A200	13A200
Destination Address Low	DL	40AD701 E	40BF900F

## C. Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan pada alat, maka tahap selanjutnya adalah pengujian kinerja dari alat pemantau kecepatan putaran yang berbasis Arduino dengan sistem komunikasi data Xbee. Pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing bagian pada alat sudah berfungsi sesuai dengan apa yang diinginkan. Untuk pengujian ini dilakukan langsung pada putaran generator yang dikopel dengan motor AC (Gambar 11)



Gambar-11. Pengukuran kecepatan putaran dengan *Tachometer*

Kemudian dilakukan pengujian sensor untuk mengukur kecepatan pada generator yang nantinya akan dibandingkan dengan alat ukur kecepatan putaran konvensional (*Tachometer*). Untuk melakukan pengujian ini, mikrokontroler arduino menggunakan program rangkaian pengirim untuk

membaca putaran generator. Dengan cara mengkopel *Tachometer* pada generator, maka didapatkan nilai kecepatan putaran permenit (RPM).

Dari hasil pengukuran didapatkan nilai kecepatan putaran sebesar 4653 RPM. Kemudian dilakukan pengukuran kecepatan putaran dengan menggunakan sensor *optocoupler* dan didapatkan data hasil pengukuran seperti pada Tabel-2.

**Tabel-2.** Hasil pengukuran kecepatan putaran

Pengujian ke	Pengukuran Tachometer (RPM)	Pengukuran Optocoupler (RPM)	Error (%)
1	4653	4664	0.24
2	4653	4658	0.11
3	4653	4657	0.09
4	4653	4669	0.34
5	4653	4664	0.24
6	4653	4664	0.24
7	4653	4665	0.26
8	4653	4654	0.02
9	4653	4654	0.02
10	4653	4654	0.02
11	4653	4665	0.26
12	4653	4660	0.15
13	4653	4661	0.15
14	4653	4658	0.11
15	4653	4658	0.11
16	4653	4659	0.13
17	4653	4658	0.11
18	4653	4658	0.11
19	4653	4660	0.13
20	4653	4661	0.15
<b>Rerata</b>	<b>4653</b>	<b>4659</b>	<b>0.15</b>

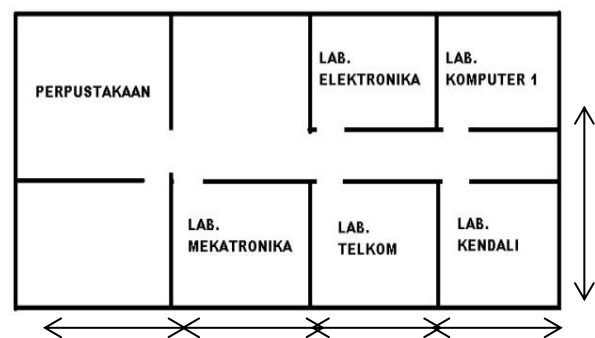
Dari hasil pengukuran dengan sensor *optocoupler* didapatkan besar presentasi *error* dari alat ukur konvensional (*Tachometer*). Dari hasil perhitungan presentasi *error* tersebut didapatkan *error* terbesarnya adalah 0,34%. Dari tabel diatas juga didapatkan nilai kecepatan rata-rata dari sensor *Optocoupler*, yaitu 4661,1 rpm, dan didapatkan nilai *error* sebesar 0,18%. Maka, dapat disimpulkan bahwa sensor *optocoupler* berfungsi dengan optimal sebagai sensor kecepatan putaran, karena *error* yang dihasilkan tidak mencapai 1%.

#### D. Pengujian Jangkauan Xbee

Pada pengujian Xbee dilakukan dengan menggunakan dua buah Xbee yaitu pada rangkaian

pengirim dan pada rangkaian penerima. Pengujian ini dilakukan dengan dua metode yaitu metode *indoor* dan *outdoor*. Pada pengujian *indoor* dilakukan untuk menguji kehandalan komunikasi Xbee dalam ruang dengan adanya penghalang. Penghalang terdiri dari dua macam yaitu dinding tembok dari batu bata dan campuran semen serta dinding dari bahan gypsum.

Pada pengujian *indoor* ini, dilakukan di ruang laboratorium Teknik Elektro FT Unsoed dengan denah pengujian seperti pada Gambar 12. Masing – masing ruangan mempunyai panjang sekitar 10 meter dan lebar sekitar 8 meter. Didalam laboratorium terdapat beberapa lemari kayu dan lemari besi sebagai tempat menyimpan peralatan praktikum dengan berbagai macam ukuran.



**Gambar-12.** Denah pengujian jangkauan Xbee

Dari gambar denah diatas, rangkaian pengirim berada di ruang lab. Mekatronika, dan rangkaian penerima berpindah-pindah ke tiap ruang diatas. Dari pengujian diatas didapatkan data sebagai berikut. Pada saat pengujian pintu masing – masing ruangan dalam kondisi tertutup.

Dari hasil pengujian yang didapatkan seperti pada tabel 3, dapat dikatakan Xbee sudah berfungsi baik. Pada saat melakukan pengujian *indoor* ini saat penerima berada di ruang Perpustakaan data yang terbaca oleh serial monitor sangat lancar. Namun pada saat penerima berada di ruang Lab. Kendali, data yang terbaca oleh serial monitor akan mengalami delay yang cukup besar. Hal ini bisa dikarenakan oleh banyaknya penghalang antara rangkaian pengirim dan penerima.

Kemudian dilakukan pengujian Xbee dengan metode *outdoor*, dengan menguji diruang terbuka tanpa ada halangan apapun. Hal ini bertujuan untuk menguji seberapa jauh jangkauan sinyal komunikasi dari Xbee tersebut tanpa halangan (LOS/ *line of sight*). Pelaksanaan pengujian LOS dilakukan di halaman depan Laboratorium. Kondisi lapangan terbuka tanpa adanya penghalang antara pengirim dan penerima. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel-3. Pengujian Xbee indoor

Pengujian ke	Rangkaian penerima	Keterangan
1	Lab. Mekatronika	Terkirim
2	Perpustakaan	Terkirim
3	Lab. Telekomunikasi	Terkirim
4	Lab. Elektronika	Terkirim
5	Lab. Komputer 1	Terkirim
6	Lab. Kendali	Terkirim

Tabel-4. Pengujian Xbee outdoor

Pengujian	Jarak (m)	Keterangan
1	10	Terkirim
2	20	Terkirim
3	30	Terkirim
4	40	Terkirim
5	50	Terkirim
6	60	Terkirim
7	70	Terkirim
8	80	Terkirim
9	90	Terkirim
10	100	Terkirim
11	110	Terkirim
12	120	Terkirim
13	130	Tidak Terkirim

Dari hasil pengujian jangkauan Xbee, jarak maksimal yang dapat dijangkau Xbee adalah 120 meter tanpa adanya halangan. Maka dapat dikatakan kemampuan Xbee baik karena sesuai dengan spesifikasi pada *datasheet*. Maka, disimpulkan modul Xbee ini dapat berfungsi dengan baik untuk melakukan komunikasi data.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa Secara umum *prototype* sistem *monitoring* kecepatan putar dan frekuensi secara nirkabel berbasis Arduino dengan modul komunikasi nirkabel Xbee yang dirancang telah berfungsi dengan baik pada pengujian dengan error yang kecil dan mampu menampilkan nilai yang sesuai dengan data

pada pengirim, sedangkan pada mode komunikasi Xbee pada *indoor* dapat berfungsi dengan baik dan pada *outdoor* mencapai jarak maksimal 120 meter. Selain itu Sistem kerja sensor *optocoupler* sebagai pembaca rotary encoder dengan metode *interrupt* dapat berfungsi dengan baik sebagai alat pengukur kecepatan putaran.

### B. Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, agar diperoleh hasil yang paling optimal dapat dicoba untuk berbagai skenario jaringan sensor nirkabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P.E. Elavenil and R. Kalaivani, "Speed Monitoring And Protection Of Motor Using Zigbee Communication". *International Journal of Scientific Research Engineering and Technology*, Vol 2 No 11, pp 760-766, 2014
- [2] S.Wardoyo, A.P.Habibie dan R.Wiryadinata, "Wireless Data Logger Suhu Multi Channel Menggunakan LabView". *JNTETI*, 2016, Vol 5 No 2, pp129-134, 2016
- [3] Y. Cholatif, & K. Satavath, "A Wireless Sensor Network for Weather and Disaster Alarm Systems". *Proc. IPCSIT'11*, Vol 6, pp 155-159, 2011
- [4] Apurva, C.P. and Vijay G.S., "Implementation of Wireless Sensor Networks for Real Time Monitoring of Agriculture". *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol 3 No 5, pp. 997-1003, 2016
- [5] Mohit J and Arun J., "Zigbee Based Wireless Data Acquisition Using LabView for Implementing Smart Driving Skill Evaluating Systems". *International Journal of Instrumentation and Control Systems*, Vol 3 No 3, pp. 1-19, 2013
- [6] Rajeev P and Seong R.L.. "Smart Home-Control and Monitoring Systems Using Smartphone". *Proc.ICCA'1*, Vol 24, pp. 83-86, 2013.
- [7] I.F. Aykildiz, W. Su, Y. Sankarasubramanian and E. Cayirci, "Wireless Sensor Networks : A Survey". *Computer Networks*, Vol 38 No 4, pp 393-422, 2002
- [8] V.Badhari dan P. Abrol, Field Monitoring of Treated Industrial Waste Water. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol 3 No 5, pp. 237 – 242, 2013.
- [9] Alaa A. J. and Robert B., "Design of a Wireless Sensor Node for Vibration Monitoring of Industrial Machinery". *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol 6 No2, pp. 639 – 653, 2016.
- [10] Priyanka T.W and Gauri M, *Temperature and Speed Monitoring System of DC Motor Using*

- Microcontroler. International Journal of Engineering Trends and Technology*, Vol 4 No 1, 20-22, 2014.
- [11] K. Joni, R. Hidayat, dan S. Sumaryono. Pengujian Jarak dan Waktu Gabung Protokol IEEE 802.15.4 / ZigBee di Lingkungan Indoor. *JNTETI*, Vol 1 No 2, pp. 48-52, 2012
- [12] R. Faludi. *Building Wireless Sensor Networks*. O'Reilly, 2011