

RANCANG BANGUN SISTEM *WIRELESS SENSOR NETWORK* UNTUK SENSOR GETARAN BERBASIS ARDUINO

Muhamat Saifudin

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : muhamatsaifudin@gmail.com

Lilik Anifah

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : anifahl@yahoo.com

Abstrak

Wireless Sensor Network merupakan salah satu teknologi baru untuk monitoring suatu sistem yang tersebar cukup luas dan tidak memungkinkan dilakukan komunikasi data melalui jaringan kabel biasa. Pada perkembangannya pendeteksi level getaran dapat menggunakan berbagai sensor maupun alat lainnya dalam merespon suatu getaran. Salah satunya menggunakan *Vibration Sensor*. Perancangan hardware terdiri dari perancangan *Wireless Sensor Network*, topologi bus, dan base station. Selain itu, perancangan software menggunakan Arduino. Hasil dari pengujian dapat diketahui bahwa alat dapat beroperasi dengan baik pada jarak maksimal 130 meter dengan tanpa terhalang, vibration sensor dapat mendeteksi getaran pada jarak 20 meter pada bidang rambatannya, *Wireless Sensor Network* dapat bekerja dalam waktu yang cukup lama dan data yang diterima tidak ada noise sama sekali.

Kata Kunci: *Wireless Sensor Network*, *Vibration Sensor*, Arduino

Abstract

Wireless Sensor Network is one of the new technology for monitoring a wide spread system and does not make possible data communications through ordinary cable network. In its development the vibration level detector can use various sensors and other devices in response to a vibration. One of them uses *Vibration Sensor*. The design of hardware consists of designing *Wireless Sensor Network*, bus topology, and base station. In addition, the design software using Arduino. The results of the test can be seen that the tool can operate well at a maximum distance of 130 meters without unhindered, vibration sensors can detect vibrations at a distance of 20 meters in the field propagation, *Wireless Sensor Network* can work for a long time and the data received no noise at all.

Keyword: *Wireless Sensor Network*, *Vibration Sensor*, Arduino

PENDAHULUAN

Wireless Sensor Network merupakan salah satu teknologi baru untuk monitoring suatu sistem yang tersebar cukup luas dan tidak memungkinkan dilakukan komunikasi data melalui jaringan kabel biasa.

Wireless Sensor Network (Jaringan Sensor Nirkabel) pada awalnya dikembangkan sebagai aplikasi militer untuk digunakan dalam survei medan perang. Namun, sekarang *Wireless Sensor Network* digunakan dalam banyak aplikasi industri dan komersial lainnya untuk memantau kondisi lingkungan, aplikasi kesehatan, pemantauan jembatan, pemantauan aktivitas gunung berapi, komponen pendukung dalam rangka menuju *smart city*, pemantauan dan kontrol aktivitas di bidang pertanian, dan sebagainya.

Pada perkembangannya pendeteksi level getaran dapat menggunakan berbagai sensor maupun alat lainnya dalam merespon suatu getaran. Salah satunya menggunakan *Vibration Sensor*. Getaran sering dijumpai pada kehidupan sehari-hari, maka dari itu sistem pendeteksi level getaran mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai penerapan, seperti

alat untuk pendeteksi gempa bumi, analisa kerja mesin, analisa struktur bangunan gedung bertingkat, pengeboran tambang minyak, analisa kekuatan getaran jembatan, dan lain sebagainya yang tentunya segala penerapan yang berhubungan dengan getaran.

TINJAUAN PUSTAKA

Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network juga dapat dikatakan jaringan sensor nirkabel yang merupakan sensor pintar (*smart sensor*) yang dimana pada masing-masing titik sensornya memiliki kemampuan untuk merasakan keadaan sekitarnya (*sensing*), serta memproses data yang diperoleh dan berkomunikasi, akan tetapi dikembangkan dalam skala yang besar serta dapat dihubungkan satu sama lain.

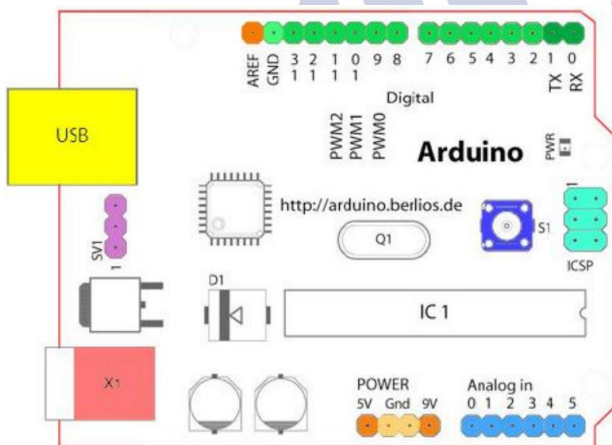
Wireless Sensor Network terdiri dari dua komponen, yaitu *Sensor Node* dan *Sink*. *Sensor Node* merupakan kesatuan beberapa perangkat yang terdiri dari prosesor untuk pemrosesan data, memori untuk menyimpan data, sensor untuk pendeteksi kejadian, ADC (*Analog Digital Converter*) untuk mengkonversi

pembacaan dari analog ke digital, *tranceiver* sebagai pengirim dan penerima sinyal radio dari dan kepada node yang lain, dan baterai sebagai sumber energi. *Sink* merupakan kesatuan perangkat yang mengumpulkan informasi dari *sensor node* sehingga informasi tersebut dapat diolah lebih lanjut dan didapatkan kondisi lingkungan yang dipantau.

Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.

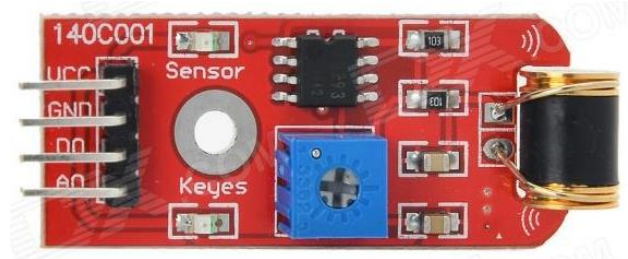
Arduino memiliki kelebihan yaitu, tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer, sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya, memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. Untuk lebih jelas mengenai arduino ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino UNO

Vibration Sensor

Vibration Sensor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan akan diubah ke dalam sinyal listrik. *Vibration Sensor* 801S memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap suatu getaran. *Vibration Sensor* 801S memiliki 2 jenis output yaitu, output analog dan output digital. Sensitivitas pada output digital dapat diatur dengan potensiometer yang ada pada sensor. Sensor ini juga dapat membaca output analog dengan ADC untuk mendapatkan kondisi getaran. Untuk mengetahui bentuk fisik dari *Vibration Sensor* dapat dilihat pada Gambar 2.



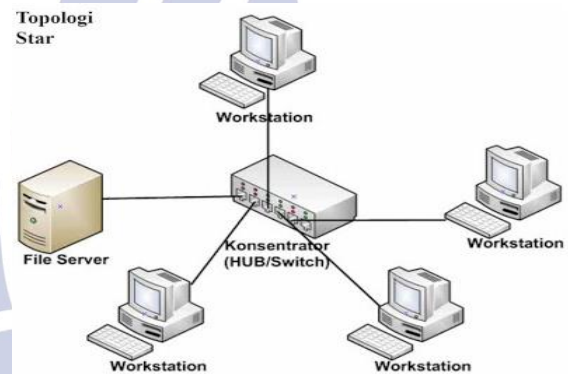
Gambar 2. Vibration Sensor

Topologi Jaringan

Ada beberapa topologi jaringan yang umum digunakan dalam membangun sebuah sistem *Wireless Sensor Network*, yaitu:

a. Topologi Star

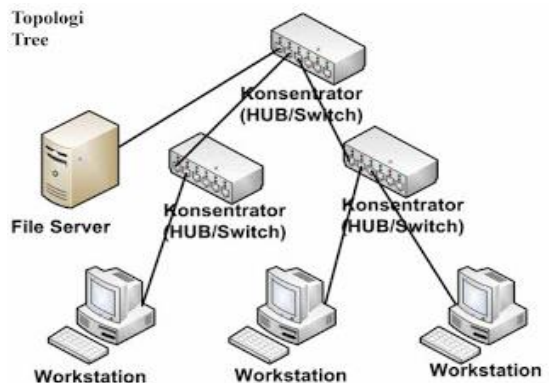
Topologi ini merupakan topologi paling dasar dimana setiap node mempertahankan satu jalur komunikasi langsung dengan *gateway*. Topologi ini sederhana namun membatasi jarak keseluruhan yang dapat dicapai. Untuk lebih jelas mengenai topologi *Star* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Topologi Jaringan Star

b. Topologi Tree

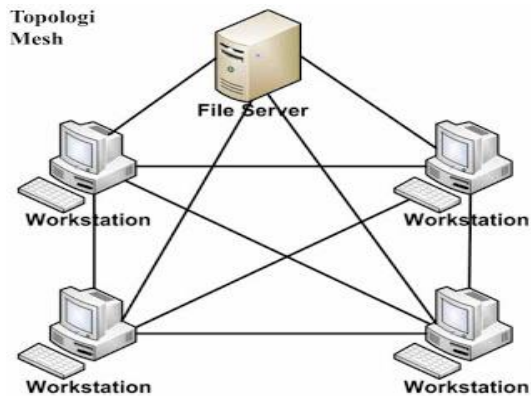
Arsitektur topologi *Tree* lebih kompleks dibandingkan dengan topologi *star*. Setiap node masih mempertahankan satu jalur komunikasi untuk *gateway*. Perbedaannya menggunakan node-node lain dalam mengirimkan data, namun masih dalam satu jalur tersebut. Untuk lebih jelas mengenai topologi *Tree* dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Topologi Jaringan Tree

c. Topologi Mesh

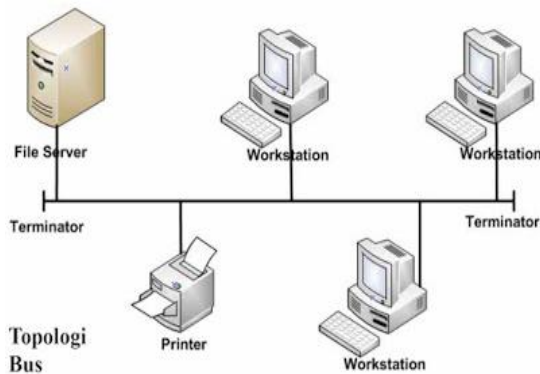
Topologi ini merupakan jalur komunikasi dimana masing-masing node masih berkomunikasi dengan yang lainnya. Dalam sebuah jaringan *Mesh*, node mempertahankan jalur komunikasi untuk kembali ke *gateway*, sehingga jika salah satu node router *down*, secara otomatis router data. Untuk lebih jelas mengenai topologi *Mesh* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Topologi Jaringan Mesh

d. Topologi Bus

Topologi *Bus* merupakan metode transmisi pada jaringan yang dapat digambarkan sebagai transmisi yang menggunakan kendaraan umum (*Bus/Bis*), oleh sebab itu jaringan *bus* digolongkan sebagai komunikasi bersama. Untuk mengetahui lebih jelas mengenai topologi *Bus* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Topologi Jaringan Bus

Jadi, disini penulis akan menggunakan topologi *Bus* untuk penelitiannya dikarenakan data pada *Wireless Sensor Network 1* akan dikirim pada *Wireless Sensor Network 2*, kemudian data dari *Wireless Sensor Network 2* akan dikirimkan pada *Base Station*.

Wireless

Teknologi *wireless* adalah teknologi nirkabel yang dapat melakukan hubungan komunikasi tanpa menggunakan media kabel tetapi dengan menggunakan elektromagnetik.

Jaringan *wireless* memiliki berbagai jenis tetapi umumnya digolongkan ke dalam empat jenis berdasarkan jangkauannya.

a. Wireless Personal Area Network (WPAN)

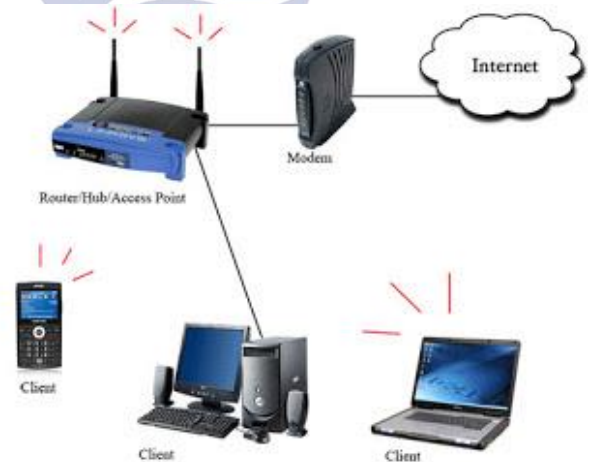
WPAN merupakan teknologi personal area network seperti *bluetooth* dan *infrared*. Jaringan ini memungkinkan hubungan peralatan personal dalam suatu area sekitar 30 feet (1 feet = 12 inch). Untuk lebih jelas mengenai WPAN dapat dilihat Gambar 7.



Gambar 7. Bluetooth Personal Area Network

b. Wireless Local Area Network (WLAN)

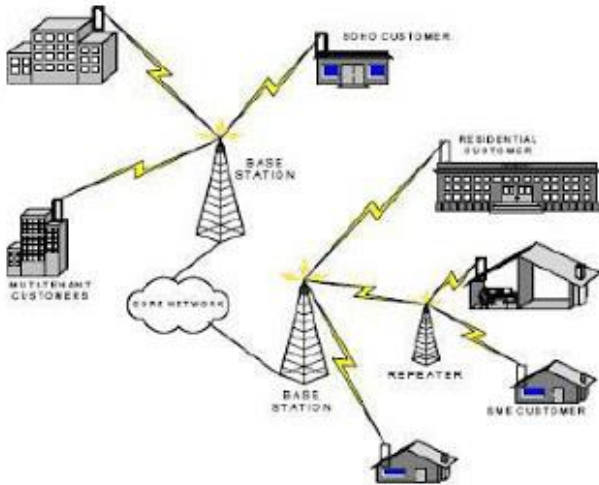
WLAN merupakan jaringan area lokal tanpa kabel yang menggunakan frekuensi radio sebagai media transmisinya untuk memberikan koneksi jaringan ke seluruh pengguna di area sekitarnya. Untuk mengetahui lebih jelas mengenai WLAN dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Jaringan WLAN

c. Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

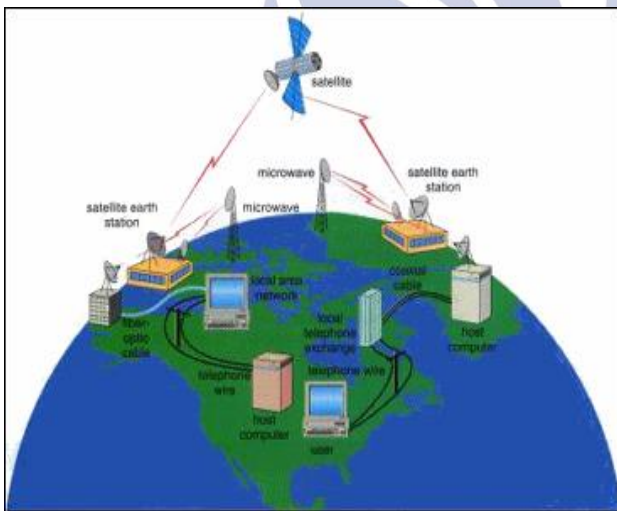
Teknologi ini mendukung koneksi dari berbagai jaringan dalam suatu area yang cukup luas seperti kota metropolitan atau dapat menghubungkan beberapa jaringan WLAN. Untuk mengetahui lebih jelas mengenai WMAN dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Jaringan WMAN

d. **Wireless Wide Area Network (WWAN)**

WWAN meliputi teknologi dengan daerah jangkauan yang luas seperti selular 2G, *Cellular Digital Packet Data* (CDPD), *Global System to Mobile Communications* (GSM). Untuk lebih jelas mengenai WWAN dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Jaringan WWAN

Jadi, disini penulis menggunakan *Wireless Metropolitan Area Network* (WMAN) sebagai jenis wirelessnya karena jangkauan dalam penelitian ini mencapai titik maksimal dari modul *wireless* sendiri sehingga diperlukan teknologi yang mendukung koneksi dari berbagai jaringan dalam area yang cukup luas.

LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Bentuk fisik dari LCD dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Bentuk Fisik LCD 16x2

HC-12

Modul HC-12 adalah modul wireless data transceiver dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, dengan frekuensi 433MHz. Bentuk fisik modul HC-12 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Bentuk Fisik HC-12

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

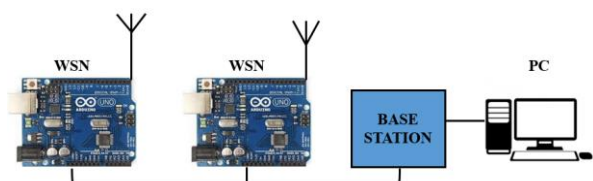
Awal penelitian akan dilakukan melalui studi literatur dengan mengumpulkan sumber-sumber jurnal nasional sebagai referensi. Setelah itu penulis akan merancang dan menguji coba rancangan alat. Setelah berhasil, akan dilakukan implementasi alat yang bisa di uji coba secara langsung bagaimana efektifitas dari *Wireless Sensor Network* tersebut.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikroprosesor Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan waktu pelaksanaannya dilakukan pada semester genap 2016/2017.

Tahap Perancangan Alat

Alat ini akan dibuat menggunakan topologi *Bus*. Diagram blok Topologi *Bus* dapat dilihat pada Gambar 13.

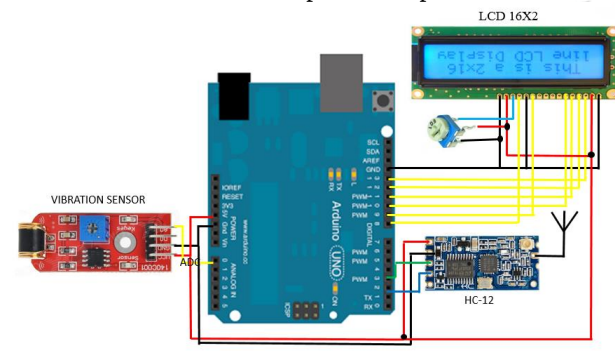


Gambar 13. Diagram Blok Sistem Topologi *Bus*

Data dari *Wireless Sensor Network* 1 akan dikirim menggunakan modul HC-12 dan akan diterima oleh *Wireless Sensor Network* 2. Kemudian data dari *Wireless Sensor Network* 2 akan dikirim menggunakan modul HC-12 dan diterima oleh *Base Station*. Begitu juga sebaliknya, *Base Station* juga dapat mengirim data dan diterima oleh *Wireless Sensor Network* 2. Dan juga *Wireless Sensor Network* 2 juga dapat mengirim data dan diterima oleh *Wireless Sensor Network* 1.

Perancangan *Wireless Sensor Network*

Perancangan untuk *Wireless Sensor Network* membutuhkan sebuah arduino sebagai mikrokontroler, modul HC-12 sebagai pengirim dan penerima data, *Vibration Sensor* sebagai sensor getaran. Sistem *Wireless Sensor Network* dapat dilihat pada Gambar 14.

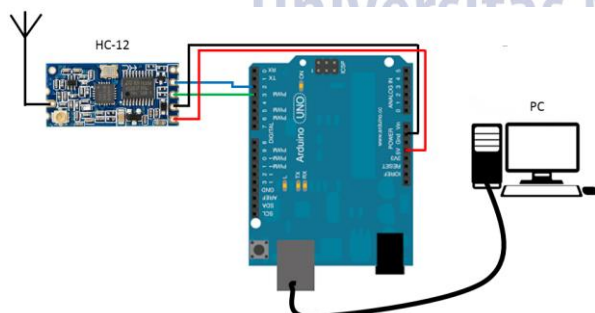


Gambar 14. Sistem *Wireless Sensor Network*

Apabila sensor mendeteksi suatu getaran, maka getaran tersebut akan diubah menjadi sinyal listrik. Akan tetapi data tersebut masih berupa data analog, sehingga harus diubah terlebih dahulu ke data digital (ADC). Oleh karena itu, pengolahan data tersebut dilakukan oleh arduino. Setelah data diubah, maka data siap dikirim melalui modul HC-12.

Perancangan *Base Station*

Perancangan untuk *Base Station* membutuhkan sebuah arduino sebagai mikrokontroler, modul HC-12 sebagai pengirim dan penerima data, dan laptop maupun komputer untuk melihat data. Perancangan *Base Station* dapat dilihat pada Gambar 15.

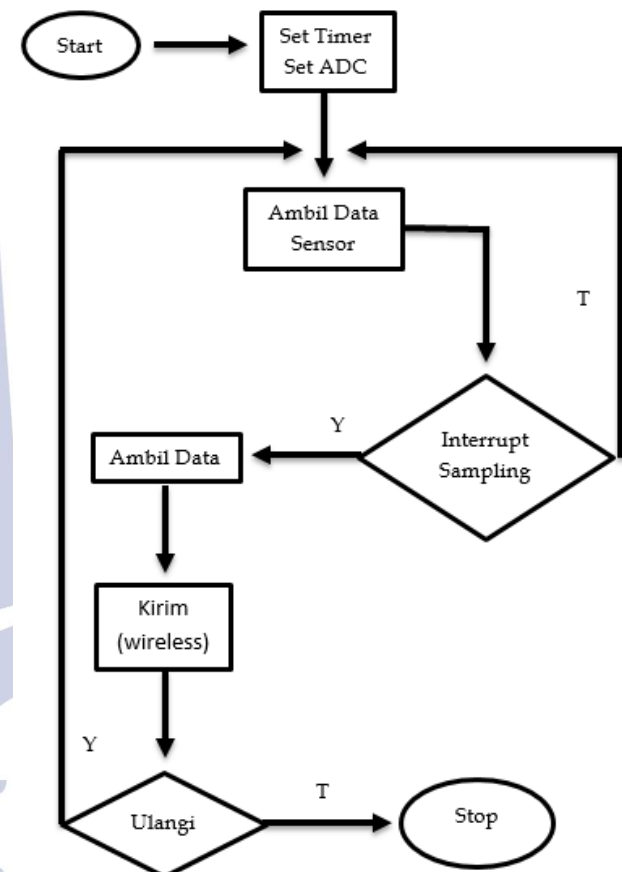


Gambar 15. Sistem *Base Station*

Setelah data dikirim oleh modul HC-12 pada *Wireless Sensor Network*, maka data tersebut akan diterima oleh modul HC-12 yang terdapat pada *Base Station*. Kemudian data tersebut akan diolah oleh arduino. Setelah data diolah, maka hasilnya akan ditampilkan pada laptop maupun komputer.

Perancangan dan Pembuatan Software

Di dalam perancangan software akan terdapat software untuk arduino. Untuk bagian arduino, perancangan software dilakukan melalui software bawaan dari arduino. Alur perancangan dan pembuatan software dapat dilihat pada Gambar 16.

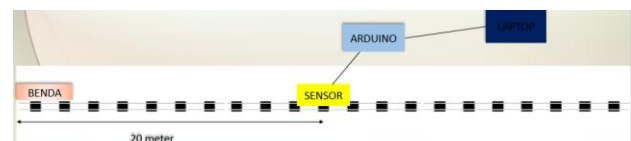


Gambar 16. Alur Perancangan dan Pembuatan Software

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Getaran (*Vibration Sensor*)

Pengujian sensor getaran (*Vibration Sensor*) ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor dari keadaan diam maupun digetarkan. Pengujian sensor getaran dilakukan dengan cara meletakkan sensor pada bidang yang dapat dialiri suatu getaran.



Gambar 17. Pengambilan Data *Vibration Sensor*

Pada Gambar 17 dapat dilihat bahwa ketika jarak antara benda dan *Vibration Sensor* sebesar 20 meter, maka sensor dapat mendeteksi suatu getaran tetapi data tersebut masih berupa analog sehingga diubah menjadi digital pada proses ADC (*Analog to Digital Converter*) kemudian data ditampilkan pada Serial Monitor pada Arduino IDE yang terdapat pada komputer maupun PC.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Getaran

No	Jarak (meter)	Data (10bit)
1	-20	20
2	-10	460
3	-5	900
4	0	1023
5	5	900
6	10	460
7	20	20

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa ketika jarak suatu benda berada 20 meter dari letak sensor maka sensor hanya akan mendeteksi suatu getaran sebesar 20 (data dalam 10 bit). Ketika benda bergetar tepat diatas sensor maka sensor mendeteksi getaran dengan nilai maksimum yaitu sebesar 1023 (data dalam 10 bit). Ketika benda bergetar dengan jarak sekitar 10 meter dari letak sensor maka sensor mendeteksi getaran sebesar 460 (data dalam 10 bit).

Pengujian Jarak

Pengujian jarak dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak untuk mentransmisikan data dari *Wireless Sensor Network 1* dengan yang lain maupun sampai ke *Base Station* dan untuk mengetahui besarnya nilai error yang diakibatkan adanya noise pada saat mentransmisikan data. Pengujian jarak dilakukan dengan menggunakan 2 buah laptop (laptop 1 sebagai *transmitter* dan laptop 2 sebagai *receiver*) dan dengan cara mengirimkan 100 data karakter dari *transmitter* ke *receiver*. Pengujian jarak dilakukan sebanyak 6 kali dengan jarak maksimal 150 meter.



Gambar 18. Pengambilan Data Jarak

Pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa pengujian jarak menggunakan 2 buah laptop (laptop 1 sebagai *transmitter* dan laptop 2 sebagai *receiver*) dengan jarak antara 20 meter sampai 150 meter dengan mengirimkan data karakter sebanyak 100 kali. Dalam pengambilan data jarak harus dalam keadaan LOS (*Line Off Sight* atau dalam ruang terbuka dan secara garis lurus).

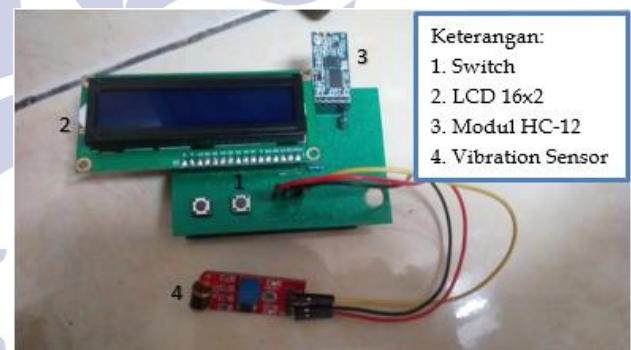
Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak

No	Jarak (meter)	Data (karakter)		Error (%)
		Transmitter	Receiver	
		Kirim	Terima	
1	20	100	100	0%
2	50	100	100	0%
3	80	100	100	0%
4	100	100	100	0%
5	130	100	100	0%
6	150	100	0	-

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa ketika jarak 20 meter, data karakter sebanyak 100 kali dikirim dari *transmitter* dan diterima oleh *receiver* sebanyak 100 kali dan tidak terdapat noise sama sekali (0%). Begitu pula ketika jarak 50, 80, 100, 130 meter, data dapat diterima oleh *receiver* sesuai dengan data yang dikirimkan oleh *transmitter* dengan tidak adanya noise (0%). Tetapi ketika jarak mencapai 150 meter, data karakter yang dikirimkan oleh *transmitter* tidak dapat diterima oleh *receiver* (0) begitu juga noise (0%).

Pengujian Wireless Sensor Network

Pengujian alat dilakukan dengan cara mengirimkan data yang dihasilkan dari sensor getaran melalui modul HC-12 dan diterima oleh modul HC-12 yang ada pada *Wireless Sensor Network* lainnya maupun *Base Station* dan apakah terdapat noise pada saat data dikirimkan. Alat keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Alat Secara Keseluruhan

Tabel 3. Hasil Pengujian Wireless Sensor Network 1

No	Waktu (menit)	WSN 1			WSN 2			Base Station		
		Kondisi			Kondisi			Kondisi		
		Kirim (dalam 10 bit)	Terima	Noise	Kirim	Terima (dalam 10 bit)	Noise	Kirim	Terima	Noise
1	1	100	-	-	-	100	0%	-	Tidak	-
2	2	300	-	-	-	300	0%	-	Tidak	-
3	3	700	-	-	-	700	0%	-	Tidak	-
4	4	900	-	-	-	900	0%	-	Tidak	-
5	5	1023	-	-	-	1023	0%	-	Tidak	-

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa data yang dikirim dari *Wireless Sensor Network 1* dapat diterima oleh *Wireless Sensor Network 2* dengan nilai yang sama dan tidak adanya noise sama sekali meskipun dalam waktu yang berbeda. Akan tetapi *Base Station* tidak dapat

menerima data yang dikirimkan dari *Wireless Sensor Network 1*, hal ini disebabkan karena setiap node memiliki alamat masing-masing. Sehingga data yang dikirim akan sesuai dengan alamat yang dituju.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Wireless Sensor Network 2*

No	Waktu (menit)	WSN 1			WSN 2			Base Station		
		Kondisi			Kondisi			Kondisi		
		Kirim	Terima	Noise	Kirim (dalam 10 bit)	Terima	Noise	Kirim (dalam 10 bit)	Terima	Noise
1	1	-	Tidak	-	200	-	-	200	0%	-
2	2	-	Tidak	-	400	-	-	400	0%	-
3	3	-	Tidak	-	600	-	-	600	0%	-
4	4	-	Tidak	-	800	-	-	800	0%	-
5	5	-	Tidak	-	1023	-	-	1023	0%	-

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa data yang dikirim dari *Wireless Sensor Network 2* dapat diterima oleh *Base Station* dengan nilai yang sama dan tidak adanya noise sama sekali meskipun dalam waktu yang berbeda. Akan tetapi *Wireless Sensor Network 1* tidak dapat menerima data yang dikirimkan dari *Wireless Sensor Network 2*, hal ini disebabkan karena setiap node memiliki alamat masing-masing. Sehingga data yang dikirim akan sesuai dengan alamat yang dituju.

Tabel 5. Hasil Pengujian Base Station

No	Waktu (menit)	WSN 1			WSN 2			Base Station		
		Kondisi			Kondisi			Kondisi		
		Kirim	Terima (dalam 10 bit)	Noise	Kirim	Terima	Noise	Kirim (dalam 10 bit)	Terima	Noise
1	1	-	50	0%	-	Tidak	-	50	-	-
2	2	-	250	0%	-	Tidak	-	250	-	-
3	3	-	550	0%	-	Tidak	-	550	-	-
4	4	-	850	0%	-	Tidak	-	850	-	-
5	5	-	1023	0%	-	Tidak	-	1023	-	-

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa data yang dikirim dari *Base Station* dapat diterima oleh *Wireless Sensor Network 1* dengan nilai yang sama dan tidak adanya noise sama sekali meskipun dalam waktu yang berbeda. Akan tetapi *Wireless Sensor Network 2* tidak dapat menerima data yang dikirimkan dari *Base Station*, hal ini disebabkan karena setiap node memiliki alamat masing-masing. Sehingga data yang dikirim akan sesuai dengan alamat yang dituju.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa yang dilakukan, beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut, Alat dapat dioperasikan dengan baik di luar ruangan yang tanpa terhalang (LOS) dengan jarak maksimal 130 meter serta dengan paket data yang dikirimkan atau diterima cukup sempurna (tanpa ada noise), *Vibration Sensor* memiliki

sensitifitas yang cukup tinggi dengan dapat mendeteksi getaran pada jarak 20 meter meskipun data yang diterima kecil, *Wireless Sensor Network* dapat bekerja dalam waktu yang cukup lama dan data yang diterima tidak ada noise sama sekali.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran untuk penelitian mendatang, Sistem jaringan *Wireless Sensor Network* yang telah dibangun dalam penelitian kali ini, diharapkan dapat digunakan untuk *monitoring* pembacaan sensor getaran. Karena apabila ditinjau dari hasil penelitian, memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi, dan dengan kemampuan komunikasi secara luas dan *real time*. Sehingga untuk kedepannya penelitian ini tidak hanya dilakukan pada sensor getaran dan dalam skala yang kecil saja, tetapi terhadap sensor yang lainnya dan dengan skala yang luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Eka, Dian, dkk. 2006. Otomatisasi Pintu Perlindungan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler AT89S81 dan Frekwensi Ultrasonik.
- Firmandes, Toni, dkk. 2012. Aplikasi *Wireless Sensor Network* (WSN) Berbasis Radio Frequency (RF) dan SMS Alert GSM.
- Ismail, Abu. 2014. Sistem Penghitung Jarak dan Kecepatan Kereta Api Menggunakan Sensor *Accelerometer* MMA731 Sebagai Sarana Informasi Bagi Penumpang.
- Nur, Evy, dkk. 2013. Perbandingan Topologi WSN (*Wireless Sensor Network*) Untuk Sistem Pemantauan Jembatan.
- Arduino. (Online), (<https://www.arduino.cc/en/Reference/Board>), diakses 29 September 2016.
- Rangkaian Sensor 801S. (Online), (<http://www.elecrow.com/vibration-sensor-module-801s-p-827.html>), diakses 29 September 2016.
- Topologi Jaringan. (Online), (<http://www.markijar.com/2015/09/8-topologi-jaringan-komputer-lengkap.html>), diakses 29 September 2016.
- Vibration Sensor. (Online), (<http://www.dx.com/p/keyes-801s-vibration-sensor-module-red-dc-3-5v-334772#.WC28INKLTIU>), diakses 29 September 2016.
- Wireless. (Online), (<http://sondangmatondang.blogspot.co.id/>), diakses 30 September 2016.