

# APLIKASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL UNTUK SISTEM MONITORING DEFORMASI KONTRUKSI JEMBATAN

Nuraeni Umar<sup>1</sup>, Airin<sup>2</sup>, Hafsa Nirwana.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>1</sup>Email : [aeni12345@yahoo.com](mailto:aeni12345@yahoo.com)

<sup>2</sup>Email : [airin@yahoo.com](mailto:airin@yahoo.com)

<sup>3</sup>Email : [yayeng555@yahoo.co.id](mailto:yayeng555@yahoo.co.id)

## Absrak

*Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi kondisi kesehatan jembatan dalam hal ini deformasi konstruksi jembatan. Sensor yang kami gunakan adalah sensor accelerometer. Akusisi data dari sensor tersebut kemudian dikirim baik secara berperiodik atau kontinu dan realtime. Adapun proses pengiriman data tersebut menggunakan konsep Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network/WSN). Perangkat komunikasi pengiriman data menggunakan Zigbee 802.15 yang terintegrasi dengan perangkat sensor. Pengukuran yang dilakukan adalah menghitung kinerja dari WSN tersebut. Hasil yang diperoleh adalah data sensor accelerometer terkirim dalam posisi tiga dimensi dan jumlah sensor yang terpasang ada 3 buah. Sedangkan kinerja perangkat komunikasi dihitung dengan berbagai skenario yaitu menggunakan topologi star dengan variasi jarak 10 meter, 30 meter, 40 meter dan 60 meter.*

*Hasil penelitian yang diperoleh adalah data sensor terkirim secara akurat hanya sampai 40 meter. Adapun parameter yang diukur adalah throughput 254 bps, delay 13,68ms, dan packet loss 0, baik untuk 10 meter, 30 meter dan 40 meter hingga 50 meter. Sedangkan pada jarak 60 meter, data sensor sudah tidak diterima lagi.*

**Kata Kunci :** Monitoring, konstruksi Jembatan, WSN

## 1. PENDAHULUAN

Peranan jembatan sangat penting dalam transportasi darat, utamanya di Indonesia karena negara kita terdiri dari berbagai kepulauan. Sehubungan dengan peranannya yang sangat penting maka pembuatan jembatan harus memenuhi berbagai macam standart yang ada. Salah satu syarat yang harus terpenuhi dalam pembuatan jembatan adalah ketahanan jembatan tersebut dalam menahan beban baik manusia maupun kendaraan yang melintas di jembatan tersebut serta kondisi regangan pada jembatan tersebut. Beberapa jembatan yang rusak dan rubuh ternyata karena akibat konstruksi bawah tanah (pondasi) dan kondisi tanah disekitar yang mengalami perubahan bentuk. Hal ini disebabkan kemungkinan karena faktor internal (kontruksi pondasi) atau bisa saja faktor eksternal (suhu, tekanan/strain, gempa).

Perubahan-perubahan yang terjadi dapat di deteksi dengan menggunakan perangkat sensor yang akan mendeteksi kondisi kesehatan jembatan dalam hal ini deformasi konstruksi jembatan. Sensor yang kami gunakan adalah sensor accelerometer. Akusisi data dari sensor tersebut kemudian

dikirim baik secara berperiodik atau kontinu dan realtime. Adapun proses pengiriman data tersebut menggunakan konsep Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network/WSN). Perangkat komunikasi pengiriman data menggunakan Zigbee 802.15 yang terintegrasi dengan perangkat sensor. Pengukuran yang dilakukan adalah menghitung kinerja dari WSN tersebut. Hasil yang diperoleh adalah data sensor accelerometer terkirim dalam posisi tiga dimensi dan jumlah sensor yang terpasang ada 3 buah. Sedangkan kinerja perangkat komunikasi dihitung dengan berbagai skenario yaitu menggunakan topologi star dengan variasi jarak 10 meter, 30 meter, 40 meter dan 60 meter.

### 1.1. Throughput

Throughput merupakan kinerja jaringan yang terukur. Throughput merupakan jumlah bit yang berhasil dikirim pada suatu jaringan (Ardiansyah, 2014). Sedangkan menurut E. Setio Dewo (2003) ditulis kembali oleh Prahareza Ardiansyah (2014), throughput adalah bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute

jaringan yang spesifik ketika sedang men *download* suatu file. Nilai throghput dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah bit yang di kirim}}{\text{Total waktu pengiriman}} \quad (\text{bps})$$

### 1.2. Delay

Delay adalah waktu yang diperlukan untuk transmisi paket data dari pengirim ke penerima.

Tabel 2.1 Standar Delay

Kategori Delay	Besar Delay
Excellent	< 150 ms
Good	150 s/d 300 ms
Poor	300 s/d 450 ms
Unnacceptable	> 450 ms

Gangguan yang sering terjadi pada proses transmisi data diantaranya adalah Attenuation/Attenuation Distortion dan Delay Distortion. Delay Distortion adalah pemotongan/pelemahan fasa, dimana fasa atau waktu yang diperlukan sinyal untuk melewati media transmisi dilemahkan, terjadi akibat kecepatan sinyal yang melalui medium berbeda-beda, sehingga sinyal yang dikirimkan transmitter ke reciver akan cenderung lebih lama. Nilai delay didapatkan dari persamaan berikut:

$$\text{Delay} = \text{Lamanya waktu pengiriman data} \quad (\text{detik})$$

### 1.3. Packet Loss

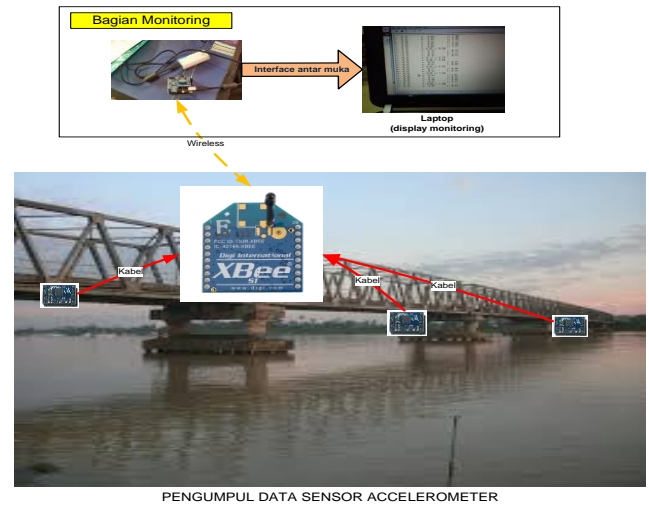
Definisi packet loss adalah banyaknya paket yang hilang selama proses transmisi dari sumber ke tujuan. Nilai packet loss selama proses transmisi dari sumber ke tujuan didapatkan dari persamaan berikut :

$$\text{Packet Loss} = \frac{\sum \text{Paket dikirim} - \sum \text{Paket diterima}}{\sum \text{Paket di kirim}} \times 100\% \quad (\%)$$

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian tahun pertama ini masih berskala laboratorium, dan fokus penelitiannya adalah rancang bangun perangkat sensor, rancang bangun perangkat telekomunikasi dan integrasi

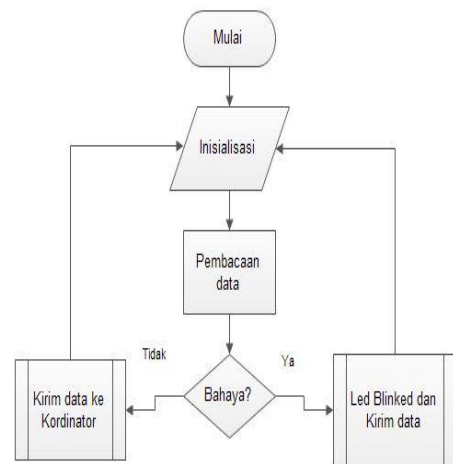
dari perangkat sensor dan telekomunikasi. Adapun skema dari penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 1. Konsep Pengembangan Sistem Monitoring Kesehatan Jembatan

### 2.1. Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Berikut ini adalah flowchart alir program sistem yang akan dibuat :



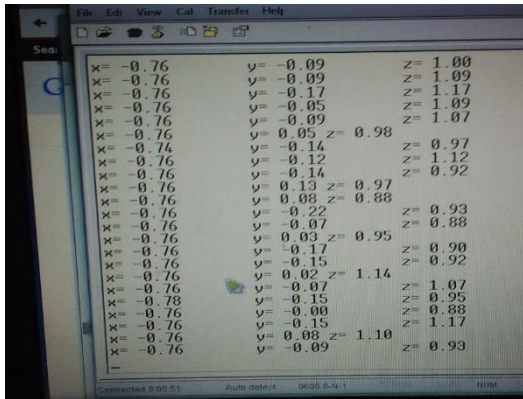
Gambar 2. Flowchart Node Sensor

## 3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil yang dicapai pada tahap tahun pertama, yaitu berupa rancang bangun perangkat sensor Accelerometer dan suhu serta perhitungan kinerja perangkat komunikasi Zigbee 802.15. Ujicoba perangkat accelerometer masih berskala laboratorium atau berupa protipe, untuk ujicoba lapangan rencananya di tahun kedua. Sedangkan untuk ujicoba perangkat komunikasinya dilakukan

di luar kampus untuk menghitung kemampuan jarak, delay dan throughputnya.

### 3.1. Hasil Uji Coba Sensor Accelerometer



Gambar 3. Hasil Uji Coba Sensor Accelerometer

### 3.2. Hasil Uji Coba Perangkat Komunikasi

Perangkat Komunikasi yang di hasilkan seperti pada gambar 4. di bawah ini. Perangkat ini dilengkapi Led sebagai indikator kondisi 'bahaya'. Sedangkan sensor accelerometer diletakkan di beberapa tempat pada prototipe jembatan (ada 3 sensor).



Gambar 4 : Perangkat Komunikasi



Gambar 5 : Protipe Jembatan

Ujicoba perangkat komunikasi dilakukan di ruang terbuka dengan berbagai variasi jarak, topologi (letak sensor) terhadap perangkat komunikasi point to point dengan model Star. Untuk validasi hasil pengukuran maka dilakukan 10 kali setiap satu kondisi (atau jarak) dan kemudian di rata-ratakan. Parameter pengukuran berupa Throughput (bps), Delay (ms) dan Packet Loss (%). Sedang data yang di kirim berupa posisi dari sensor tersebut (seperti terlihat pada gambar

3). Adapun hasil validasi dari pengukuran perangkat komunikasi di tampilkan dalam bentuk tabel 2 di bawah ini.

Hasil pengukuran menyatakan bahwa sistem SHMS yang di buat ini, dapat di implementasikan atau di terapkan di jembatan yang ukuran panjangnya maksimal 50 meter.

Tabel 5.1 : Hasil Pengukuran Perangkat Komunikasi (zigbee 802.15)

Topologi	Jarak (Meter)	Throughput (bps)	Delay (ms)	Packet Loss (%)	Keterangan
S	10	254	4,62	0	Diterima sangat baik
	20	254	8,91	0	Diterima sangat baik
T	30	254	10,76	0	Diterima sangat baik
	40	254	13,52	0	Diterima sangat baik
A	50	221	17,98	12,99	Diterima baik
	60	0	?	100	Gagal Pengiriman

Hasil pengukuran menyatakan bahwa sistem SHMS yang di buat ini, dapat di implementasikan atau di terapkan di jembatan yang ukuran panjangnya maksimal 50 meter.

## 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, maka beberapa hal dapat di simpulkan yaitu :

1. Kinerja sensor *accelerometer* dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan/ perubahan posisi suatu objek dalam hal ini sktruktur bangunan Jembatan.
2. Penerapan perangkat komunikasi Zigbee 802.15 yang terintegrasi dengan sensor yang selanjutnya disebut Wireless Sensor Network (WSN) sangat baik atau cocok digunakan untuk proses pengiriman data, dimana hasil yang pengukuran sampai jarak maksimum 50 meter.
3. Nilai rata-rata Kinerja sistem komunikasi data yaitu Throughput 254 bps, delay 13,87 ms dan packet loss 0. Hasil tersebut dapat di andalkan untuk diterapkan pada SHMS.
4. Sehubungan (1) dan (2) tersebut maka di simpulkan bahwa sistem ini dapat di implementasikan di Jembatan sebagai sistem SHMS (*Structural Health Monitoring Technology*).

## 5. REFERENSI

1. Abdul Haris Junus Ontowirjo dan Wirawan, Jaringan Sensor Nirkabel Arsitektur Titik Tunggal Sebagai Wahana Penerapan Sistem

Kendali Tersebar Teknik Elektro Institut Teknologi Surabaya, Diakses Maret 2011.

2. [Ardi Winoto, Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR, Informatika, 2010.](#)
3. Eni Dwi Wardihani, Wirawan, Analisis Inerja Sistem Deteksi Terdistribusi Pada Jaringan Nirkabel. Teknik Elektro Institut Teknologi Surabaya, Diakses Maret 2011.
4. Ning Xu, Sumit Rangwala, Krishna Kant Chintalapudi, Deepak Ganesan A Wireless Sensor Network For Structural Monitoring, IEEE jurnal
5. *Poltak H.A. Nababan, Structural Health Monitoring System Alat Bantu Mempertahankan Usia Teknis Jembatan. 2008.* Diakses 5 Maret 2012
6. [Widodo Budiharto, Kendali Cerdas Berbasis SMS/Web/TCP-IP, Elexmedia Komputindo, 2009](#)
7. Yong Xu<sup>1</sup>, 2, Zhixiang Zhou<sup>2</sup>, Benniu Zhang<sup>2</sup>, Electrical and Mechanical Character of Smart Film for Crack Monitoring of Concrete Bridges, 1. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074. China. 2010.
8. Yu-Ting Liu<sup>1</sup>, Jian-Hua Tong<sup>2</sup>, Yiching Lin<sup>1</sup>, Tsung-Han Lee<sup>3</sup> and Chia-Feng<sup>4</sup> Chang, Real time Bridge Scouring Safety Monitoring System by using mobile wireless technology, National Chung Hsing University<sup>1</sup>, Hong Kuang Technology University<sup>2</sup>, National Taichung University<sup>3</sup>, Taiwan Construction Research Institute<sup>4</sup>. 2010.
9. <http://bukitcemaracitraindah.blogspot.com/2011/11/prinsip-kerja-sensor-strain-gauge.html>. Diakses 5 Maret 2012