



UNIVERSITAS DIPONEGORO

***WIRELESS SMART SENSOR* UNTUK MONITORING KONDISI
MESIN ATAU STRUKTUR**

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

LATIF ROZAQI

L2E008058

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2013**

HALAMAN TUGAS AKHIR

Diberikan Kepada : Nama : Latif Rozaqi
NIM : L2E008058

Dosen Pembimbing : Dr. Achmad Widodo ST, MT

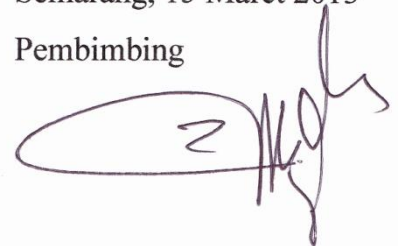
Jangka Waktu : 6 (enam) bulan

Judul : **WIRELESS SMART SENSOR UNTUK MONITORING KONDISI MESIN ATAU STRUKTUR**

Isi Tugas : Membuat sebuah *device* yang dapat digunakan untuk memonitorng kondisi kesehatan suatu mesin atau struktur dengan menggunakan metode analisa sinyal getaran dalam domain waktu dan domain frekuensi

Semarang, 15 Maret 2013

Pembimbing



Dr. Achmad Widodo ST, MT

NIP: 197307021999031001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Sarjana ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh sebutan keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah atau karya Tugas Sarjana ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 15 Maret 2013

Yang Menyatakan,



Latif Rozaqi

NIM. L2E008058

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Latif Rozaqi

NIM : L2E 008 058

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : *WIRELESS SMART SENSOR* UNTUK MONITORING
KONDISI MESIN ATAU STRUKTUR

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.


TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Achmad Widodo, ST, MT
Penguji : Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, Ms
Penguji : Dr. Eng. Gunawan Dwi H, ST, MT
Penguji : Norman Iskandar, ST, MT



Semarang, 15 Maret 2013

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Latif Rozaqi
NIM : L2E008058
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

WIRELESS SMART SENSOR UNTUK MONITORING KONDISI MESIN ATAU STRUKTUR

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 15 Maret 2013

Yang Menyatakan,



Latif Rozaqi

NIM. L2E008058

MOTTO

**Hidup adalah sebuah perjuangan dimana untuk mencapai sesuatu tujuan
diperlukan usaha dan kerja keras**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untuk :

**Kedua Orang Tuaku Tercinta (Supardjo Agung S dan Qomariyah), Kakakku
(Wahyu Setyadi), dan Adikku (Septian Nugroho).**

Abstrak

Pemantauan Kondisi Berdasarkan Parameter Getaran (*Vibration Based Condition Monitoring*) termasuk salah satu metode untuk menentukan kondisi dari sistem. Kondisi dari sistem struktur atau mesin dapat ditentukan dari parameter getaran. Getaran yang dihasilkan oleh sistem dapat dijadikan acuan untuk melihat kondisi dari sistem atau bahkan dapat digunakan untuk menghitung umur pakai dari sistem dan melakukan penanganan awal sebelum kegagalan fatal terjadi. Penelitian ini akan menjelaskan bagaimana Sensor Cerdas Nirkabel dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi dari sistem dengan memonitoring parameter getarannya..Sensor Cerdas Nirkabel ini akan secara terus menerus mengukur parameter getaran dari sistem secara realtime kemudian data akan ditransmisikan secara *wireless* ke sebuah *base station* yang merupakan sebuah PC yang digunakan untuk pemrosesan sinyal digital, dari sini data getaran akan di plot menjadi sebuah grafik yang digunakan untuk menganalisis kondisi dari sistem. Pada akhirnya beberapa tes dilakukan pada kondisi nyata untuk membuktikan keakuratan dari Sensor Cerdas Nirkabel dan metode Perawatan Berdasarkan Kondisi (CBM).

Kata kunci : Getaran, Perawatan Berdasarkan Kondisi, Pemantauan Kondisi Berdasarkan Parameter Getaran, Sensor Cerdas Nirkabel.

Abstract

Vibration Based Condition Monitoring is a method used for determining the condition of a system. The condition of mechanical or a structural system can be determined from the vibration. The Vibration that produced by the system indicates the condition of a system and possibly used to calculate the lifetime of a system or even used to take early action before fatal failure occurred. This paper will explain how the Wireless Smart Sensor can be used to identify the health condition of a system by monitoring the vibration parameters. The wireless smart sensor would continuously senses the vibration parameters of the system in a real-time systems and then data will be transmitted wirelessly to a base station which is a host PC used for digital signal processing, from there the vibration will be plotted as a graph which used to analyzed the condition of the system.

Finally several tested performed to the real system to verify the accuracy of a smart sensor and the method of Condition Based Monitoring.

Keywords : Vibration, Condition Based Maintenance, Vibtation Based Condition Monitoring, Wireless Smart Sensor

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT saya ucapkan karena dengan rahmatnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan maksimal. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Achmad Widodo ST, MT selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, Ms selaku dosen penguji dan telah memberikan masukan dan kritikan terhadap penyusunan dan tata cara penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Gunawan Dwi Hariyadi, ST, MT selaku dosen penguji dan telah memberikan masukan dan kritikan terhadap penyusunan dan tata cara penulisan skripsi ini.
4. Bapak Norman Iskandar, ST, MT selaku dosen penguji dan telah memberikan masukan dan kritikan terhadap penyusunan dan tata cara penulisan skripsi ini.
5. Saudara – saudaraku angkatan 2008.
6. Semua pihak yang telah membantu tersusunya laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu Penulis akan bersifat terbuka terhadap kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan di masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Maret 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
Abstrak	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	5

BAB II DASAR TEORI

2.1	<i>Smart Sensor</i>	6
2.1.1	<i>Smart Sensor</i>	6
2.1.2	Dasar dan Istilah dalam Pengukuran.....	9
2.1.3	Desain <i>Hardware</i>	22
2.2	<i>System Architecture</i>	26
2.3	<i>Condition Based Monitoring</i>	28
2.3.1	<i>Time Domain</i>	29
2.3.2	<i>Frequency Domain</i>	30
2.3.3	<i>Time – Frequency</i>	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	32
3.2	Diagram Alir Penelitian	33
3.3	Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	35
3.4	Pembuatan <i>Hardware Smart Sensor</i> dan <i>Base Station</i>	37
3.5	<i>Data Acquisition</i>	39
3.6	Transmisi data <i>Smart Sensor</i> dengan <i>Base Station</i>	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian <i>Rotating Machine</i>	45
4.1.1	Pengujian Validasi Pertama Data Sinyal dari <i>Wireless Smart Sensor</i> dengan Akselerometer komersial Dytran.....	46
4.1.2	Pengujian Validasi Kedua Data Sinyal dari <i>Wireless Smart Sensor</i> dengan Akselerometer komersial Dytran.....	49
4.1.3	Pengujian Validasi Ketiga Data Sinyal dari <i>Wireless Smart Sensor</i> dengan Akselerometer komersial Dytran.....	53

4.2	Analisa Kegagalan Validasi	54
-----	----------------------------------	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengubahan sinyal pada sensor	6
Gambar 2.2	Perbedaan Smart Sensor dan Sensor Tradisional	7
Gambar 2.3	Smart Sensor Network	8
Gambar 2.4	Contoh instrumen aktif.....	9
Gambar 2.5	Instrumen jenis pasif	10
Gambar 2.6	Null type Instrument	10
Gambar 2.7	Simple digital instrument Cam Counter.....	12
Gambar 2.8	Presisi dan Akurasi.....	14
Gambar 2.9	Grafik yang menunjukkan linieritas.....	15
Gambar 2.10	Hysterisis.....	16
Gambar 2.11	Dead space	17
Gambar 2.12	Perilaku instrument orde nol	18
Gambar 2.13	Perilaku instrument orde satu.....	18
Gambar 2.14	Perilaku instrument orde dua	19
Gambar 2.15	Hubungan fase antara Displacement, Velocity, Acceleration...	20
Gambar 2.16	ADXL345 Blok Diagram.....	22
Gambar 2.17	(a) skematik ADXL345 (b) ADXL345	23
Gambar 2.18	ATmega 128 Blok Diagram.....	24
Gambar 2.19	ATmega 128.....	24
Gambar 2.20	XBee-Pro series 2.....	25
Gambar 2.21	Skematik FT232BL USB to UART	26
Gambar 2.22	Skema kerja Wireless Smart Sensor dengan Base Station.....	26
Gambar 2.23	Wireless Smart Sensor	27
Gambar 2.24	Base Station.....	27
Gambar 2.25	Diagram Alir Sistem Komunikasi Smart Sensor dengan.....	28
	Base Station.....	28
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2	Mikrokontroler ATmega 128	35
Gambar 3.3	Accelerometer ADXL345	35

Gambar 3.4	Modul RF XBee – Pro Series 2.....	35
Gambar 3.5	Baterai Lithium Polymer.....	36
Gambar 3.6	USB to Serial Converter.....	36
Gambar 3.7	Smart Sensor	36
Gambar 3.8	Base Station.....	36
Gambar 3.9	Hot Air Blower.....	36
Gambar 3.10	Soldering Iron	36
Gambar 3.11	Digital Multimeter.....	36
Gambar 3.12	Third Hand Tool.....	36
Gambar 3.13	Diagram Alir proses pembuatan hardware <i>Smart Sensor</i>	37
Gambar 3.14	Desain pcb <i>smart sensor (schematic)</i>	37
Gambar 3.15	Transfer pola rangkaian elektronika ke pcb	38
Gambar 3.16	(a) proses etsa pcb (b) hasil etsa.....	38
Gambar 3.17	<i>Base Station Device</i>	39
Gambar 3.18	<i>ADXL345 simplified block diagram</i>	39
Gambar 3.19	TWI hardware interconnection	40
Gambar 3.20	Diagram Alir proses pengambilan data akselerometer	41
Gambar 3.21	System Data Flow through UART transparent mode	41
Gambar 3.22	Diagram Alir pembuatan <i>Vibration Scope Interface v1.1</i>	42
Gambar 3.23	Membuat Aplikasi Windows Form.....	42
Gambar 3.24	Penambahan User Interface ke dalam Form	43
Gambar 3.25	Pengaturan tata letak dari user control	43
Gambar 3.26	Hasil Akhir <i>Vibration Scope v1.1 Interface</i>	44
Gambar 4.1	Ujicoba <i>Wireless Smart Sensor</i> pada mesin uji kegagalan	45
Gambar 4.2	Uji Validasi pertama	46
Gambar 4.3	Uji Validasi Pertama 1000Rpm dalam domain waktu.....	47
Gambar 4.4	Uji Validasi Pertama 1500Rpm dalam domain waktu.....	47
Gambar 4.5	Uji Validasi Pertama 2000Rpm dalam domain waktu.....	48
Gambar 4.6	Uji Validasi Kedua.....	49
Gambar 4.7	Uji Validasi kedua 1000Rpm dalam domain waktu	50
Gambar 4.8	Uji Validasi kedua 1000Rpm dalam domain frekwensi	50

Gambar 4.9 Uji Validasi kedua 1500Rpm dalam domain waktu	51
Gambar 4.10 Uji Validasi kedua 1500Rpm dalam domain frekwensi	51
Gambar 4.11 Uji Validasi kedua 2000Rpm dalam domain waktu	52
Gambar 4.12 Uji Validasi kedua 2000Rpm dalam domain frekwensi	52
Gambar 4.13 Uji validasi ketiga	53
Gambar 4.14 Pengujian validasi ketiga dengan menempatkan sensor pada arah radial bearing.....	54
Gambar 4.15 Uji validasi ketiga 1000Rpm dalam domain waktu	55
Gambar 4.16 Uji validasi ketiga 1000Rpm dalam domain frekwensi	55
Gambar 4.17 Plot grafik nilai kurtosis pada kecepatan 1000rpm	56
Gambar 4.18 Uji validasi ketiga 1500Rpm dalam domain waktu	57
Gambar 4.19 Uji validasi ketiga 1500Rpm dalam domain frekwensi	57
Gambar 4.20 Plot grafik nilai kurtosis pada kecepatan 1500rpm	58
Gambar 4.21 Uji validasi ketiga 2000Rpm dalam domain waktu	59
Gambar 4.22 Uji validasi ketiga 2000Rpm dalam domain frekwensi	59
Gambar 4.23 Plot grafik nilai kurtosis pada kecepatan 2000rpm	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kurtosis pada kecepatan 1000Rpm.....	56
Tabel 4.2 Kurtosis pada kecepatan 1500Rpm.....	58
Tabel 4.3 Kurtosis pada kecepatan 2000Rpm.....	60