



SNTTM XII

seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin

Support by:



Sponsored by:



SPONSOR DAN ORGANISASI PENDUKUNG



PT. SWEET INDOLAMPUNG
PERKERJAAN TEBU DAN FABRIK GULA



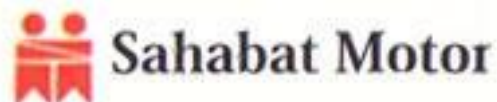
pt. Gula Putih Mataram
PERKERJAAN TEBU DAN FABRIK GULA



PT. INDOLAMPUNG PERKASA
PERKERJAAN TEBU DAN FABRIK GULA



PT. INDOLAMPUNG DISTILLERY
ETHANOL PLANT



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan doa syukur kepada Allah SWT, telah diterbitkan buku prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII).

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM XII) menyajikan makalah yang berkualitas yang berasal dari tulisan peneliti dari seluruh Indonesia. Makalah yang dipresentasikan dalam seminar ini meliputi lima konsentrasi teknik mesin yaitu konversi energi 86 makalah, material 54 makalah, kontruksi 50 makalah dan produksi 29 makalah serta pendidikan teknik mesin, 3 makalah.

Pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM XII) terdapat makalah tambahan berbahasa inggris dari sesi internasional sebanyak 32 makalah yang pesertanya adalah peserta nasional dan peserta dari Jepang Society of Mechanical Engineering (JSME). Adanya sesi internasional ini diharapkan sebagai sarana berbagi ilmu dan diskusi antara anggota Badan Kerjasama Teknik Mesin Indonesia (BKSTM) dengan JSME.

Makalah-makalah dalam proceeding ini diharapkan menjadi masukan bagi para peneliti akademisi, industri dan praktisi untuk perkembangan penelitian terkini dalam bidang teknik mesin dan hasilnya dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia. Untuk para penulis agar berkenan untuk terus mempublikasikan hasil penelitian yang berkualitas pada seminar-seminar SNTTM yang akan datang.

REDAKSI

PANITIA PELAKSANA

Penanggung Jawab:

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, DEA
(*Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung*)

Harmen, S.T., M.T
(*Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung*)

PANITIA KEGIATAN

Pengarah : Sekjen BKSTM
: Prof. Dr-Ing Mulyadi Bur
: Ketua Jurusan/Departemen/Program Studi Teknik Mesin dalam
BKSTM se-Indonesia

Ketua Pelaksana : Dr. Amrizal, S.T., M.T.

Ketua I : Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T
(*Koordinator pelaksana Musyawarah BKSTM*)

Ketua II : Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.
(*Koordinator pelaksana SNTTM*)

Ketua III : Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.
(*Koordinator Pelaksana Lomba Rancang Bangun*)

Bendahara : Novri Tanti, S.T., M.T.

Sekretaris : A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Sc.

Bidang Acara : Dr. Asnawi Lubis, S.T., M.Sc. (*Koordinator*)
Dr. M. Badaruddin, S.T., M.T.
Rabiah Surrianingsih
Dimas Rizky H
Nur Sai'in
Opi Sumardi
Tri Susanto
Yudi Setiawan
Eko Wahyu
Dedi Triyadi
Masagus Imran
Baron Hariyanto

Dedek Lamputra S

- Pendanaan : Ir. Arinal Hamni, M.T. (*Koordinator*)
Dr. Eng. Suryadiwansa, S.T., M.T.
Ir. Herry Wardono, M.Sc.
Jorfri B. Sinaga, S.T., M.T.
Cecep Tarmansyah
- Publikasi : M. Dyan Susila, S.T., M.Eng (*Koordinator*)
Martinus, S.T., M.Sc.
Rudolf S., S.T., M.T.
Ramli
Liwanson Jaya S
- Sekretariat&Humas : Ahmad Su'udi, S.T., M.T. (*Koordinator*)
Ahmad Yahya, S.T., M.T.
Harnowo, S.T., M.T.
Dwi Novriadi
Prancana M Riyadi
Fariz Basef
Jati Wahyu
Wafda Nadira
Galih Koritawa Purnomo
Yudi Setiawan
Dedi Triyadi
- Akomodasi : Tarkono, S.T., M.T. (*Koordinator*)
Zulhanif, S.T., M.T.
Agus Sugiri, S.T., M.Eng.
Nafriзал, S.T., M.T
Dr. Jamiatul Akmal, S.T., M.T
Dwi Andri Wibowo
Tri Susanto
Ramli
Galih Koritawa P
Dedek Lamputra S
Syarief Fathur Rohman
Chikal Noviansyah
Rahmat Dani
M zen Syarif
Dika Akut Y
Andicha Aulia
Dadang Hidayat

Nanang Trimono

Lomba Rancang Bangun: Yayang Rusdiana (koordinator)
Yulian Nugraha
Maulana Efendi
Rizky Dwi Printo
Muhammad Rifai
Yayang Rusdiana
Ali Mustofa
Akomodasi
Panji Mario Leksono
Stefanus D.P
Hotman Hutagalung
Feri Fariza
Ivan Safalas

Musyawaharah Nasional: Rahmat dani (Koordinator)
Dedi Triyadi
Nur'saiin
Opi Sumardi
M Zen Syarif
Liwanson Jaya S
Ali Mustofa

REVIEWERS

1. Prof. Dr. Ing. Harwin Saptohadi (Teknik Mesin UGM)
2. Prof. Dr. Yatna Yuwana Martawirya (Teknik Mesin ITB)
3. Prof. Dr. Jamasri (Teknik Mesin UGM)
4. Prof. Dr. Sulistijono (Teknik Mesin ITS)
5. Prof. Dr. Komang Bagiasna (Teknik Mesin ITB)
6. Prof. Dr. Ing. Mulyadi Bur (Teknik Mesin UNAND)
7. Prof. Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng. (Teknik Mesin UI)
8. Dr. Eng. Suryadiwansa Harun, ST. MT (UNILA)
9. Dr. Eng. Shirley Savetlana, ST. M.Met (UNILA)
10. Dr. Asnawi Lubis (UNILA)
11. Ir. Herry Wardono, M.Sc. (UNILA)

TOPIK SEMINAR NASIONAL

Tema Kegiatan :Peran Riset Teknik Mesin dalam Membangun Daya Saing dan Kemandirian Bangsa. Bidang Teknik Mesin sebagai salah satu pilar pengembangan teknologi terapan, memainkan peran penting dalam pengembangan dan pengelolaan sumber daya alam Indonesia. Untuk itu dituntut peran nyata bidang ini dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berguna bagi masyarakat luas yang terangkum dalam bidang-bidang kajian:

- Konversi Energi
- Manufaktur
- Konstruksi dan Perancangan
- Material
- Pendidikan Teknik Mesin

KEYNOTE SPEAKERS

1. Prof. Hiroomi Homma (Toyohashi University Technology of Japan)
2. Prof. Dr. Erry Yulian T. Andesta, IPM, CEng, (International Islamic University Malaysia).
3. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Prof. Dr. IGN Wiratmaja Puja)

DAY 2: 24 OCTOBER 2013 ROOM IV

No	WAKTU	PEMAKALAH	JUDUL
1	08:00 - 08:15	Rachman Setiawan dan Ilham Mubaroq	ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR LADDER BUCKET WHEEL DREDGER UNTUK PENAMBANGAN TIMAH BAWAH LAUT
2	08:15 - 08:30	Rr. Sri Poernomo Sari dan Rezza Aditya	Disain Sistem Pengenalan Suara sebagai Pengendali Dinamo Starter pada Otomobil
3	08:30 - 08:45	Sigit Yoewono dan Dicky Yusuf	<i>Analisis Design for Assembly</i> pada Mesin <i>Roll Sheeter</i> Karet
4	08:45 - 09:00	Syahrir Arief	Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kopi.
5	09:00 - 09:15	Syarif Hidayat, Bambang K Hadi, dan Hendri Syamsudin	ANALISIS TEGANGAN DI SEKITAR LUBANG PADA PELAT KOMPOSIT PIN-LOADED DENGAN PENDEKATAN NUMERIK DAN EKSPERIMENTAL
6	09:15 - 09:30	Wahyu Nirbito dan Dhimas Kirana Sainan	PENGEMBANGAN EXCAVATOR MINI AMFIBI PENERUK SAMPAH KAPASITAS BUCKET 0,4 m3 DI SUNGAI KECIL
7	09:30 - 09:45	Wahyu Nirbito dan Pringgo Jatmiko	PERANCANGAN SISTEM MEKANIKAL ALAT TOP-DRIVE PEMUTAR RANGKAIAN PIPA PENGEBORAN PADA OPERASI PENGEBORAN MIGAS
8	09:45 - 10:00	Wahyu Nuri, Herdi Hermawan, dan Sumadi	ANALISA KERUSAKAN BEARING FUSE ROLL PADA MESIN CETAK BILLING TYPE CONTINUOUS
	10:00 - 10:30	BREAK	
9	10:30 - 10:45	E.J. Wibawa, S.b. Jaka, dan Wibowo	Sifat Getar Elastik Pegas dan Membran Karet untuk Aplikasi Sistem Rem Antilock Brake System (ABS)
10	10:45 - 11:00	Wibowo, S.B. Jaka dan E.J. Wibawa	ANALISIS KARAKTERISTIK HANDLING KENDARAAN RODA TIGA DENGAN TILTING WHEELED MELALUI UJI MANUEVER SLALOM
11	11:00 - 11:15	Yeny Pusvyta	KOMPLEKSITAS PADA PROSES PERANCANGAN PROTOTIPE ALAT PEMINDAH MASAKAN (COMPLEXITY OF A PROTOTYPE TRANSPORTER CUISINE DESIGN PROCESS)
12	11:15 - 11:30	Zainal Abidin, Andriansyah, dan Budi Heryadi	Meningkatkan Ketelitian Pengukuran Nilai RMS Getaran Mesin dengan Menentukan Parameter Pengukuran yang Benar
13	11:30 - 11:45	Ahmad Su'udi, Novri Tanti, dan Tri Ganang Pandoyo	Perencanaan Gear Box dan Perhitungan Daya Motor pada Modifikasi Dongkrak Ulir Mekanis Menjadi Dongkrak Ulir Elektrik
14	11:45 - 12:00	Jamiatul Akmal	SAMBUNGAN ADESIF MODEL TIRUS-DALAM UNTUK PIPA KOMPOSIT YANG MENDAPAT BEBAN TEKanan INTERNAL
	12:00 - 13:00	LUNCH BREAK	
15	13:00 - 13:15	Harnowo Supriadi, Irwanto, dan Zulhanif	Pengaruh Jarak Anoda-Katoda dan Pemerata Arus pada Elektroplating Tembaga terhadap Baja AISI 1045 terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda

16	13:15 – 13:30	Mohammad Badaruddin dan Suharno	Korosi Temperatur Baja AISI 1020 yang Dilapisi Aluminium Dalam Lingkungan yang Mengandung Klorida dan Sulfur
17	13:30 – 13:45	Fauzan Baananto dan Moch Agus Choiron	Evaluasi Prosedur Pengetatan Flange pada Metal Gasket Tipe 100A terhadap Distribusi Contact Stress
18	13:45 – 14:00	Hendra	Finite Volume Method Untuk Koefisien Perpindahan Panas Pada Desain Bantalan Lori Perebusan Sawit
19	14:00 – 14:15	A. Widodo, L. Rozaqi, I. Haryanto dan Dj. Satrijo	Pembuatan Sensor Getaran Berbasis MEMS Untuk Pemantauan Kondisi Mesin dan Struktur
20	14:15 – 14:30		
21	14:30 – 14:45		
22	14:45 – 15:00		
23	15:00 – 15:15		
24	15:15 – 15:30		
	15:30 – 16:00	CLOSING CEREMONY	

Pembuatan Sensor Getaran Berbasis MEMS Untuk Pemantauan Kondisi Mesin dan Struktur

A. Widodo, L. Rozaqi, I. Haryanto, dan Dj. Satrijo

Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH - Tembalang, Semarang, 50275

E-mail: awid@undip.ac.id

Abstrak

Pemantauan kondisi mesin dan struktur berbasis getaran adalah sebuah metode yang digunakan untuk menentukan kondisi suatu mesin atau struktur dengan memantau getaran yang terjadi. Paper ini membahas pembuatan sensor cerdas nirkabel yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi mesin atau struktur dengan cara memonitor parameter getarannya. Sensor cerdas nirkabel tersebut dirancang agar bisa secara terus menerus mengukur parameter getaran dari sistem secara *real time* dan mengirimkan data tersebut secara nirkabel menuju *server* komputer (*base station*) untuk proses pengolahan sinyal secara digital. Dari proses ini getaran akan dianalisis dan diplot dalam bentuk grafik yang digunakan untuk menentukan kondisi dari mesin atau struktur tersebut. Pengujian akuisisi sinyal getaran telah dilakukan pada simulator mesin untuk menguji kinerja dari sensor cerdas yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor yang dibuat cukup baik dan berpotensi untuk digunakan sebagai alat pemantau getaran mesin dan struktur.

Keywords: Getaran, pemantauan kondisi mesin, sensor cerdas, nirkabel, MEMS sensor

Pendahuluan

Pada saat ini, sistem perawatan berbasis kondisi (PBK) mulai banyak digunakan karena memiliki tingkat efisiensi yang tinggi. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui dan memantau kondisi mesin tanpa harus menghentikan operasi dari sistem (Randall, dkk., 2011). Salah satu cara untuk mengetahui kondisi dari sistem yang sedang berjalan adalah dengan memantau dan menganalisa getaran yang terjadi pada sistem. Getaran dapat diukur dengan menggunakan beberapa macam sensor diantaranya *strain gauge*, *fiber optic*, *piezoelectric* dan akselerometer.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah prototipe alat untuk mengukur getaran pada sistem struktur atau mesin berbasis sensor nirkabel. Sensor dibuat dengan menggunakan sensor akselerometer MEMS 3-sumbu produksi dari *Analog Devices* tipe ADXL345 dengan dengan beberapa alasan diantaranya adalah ukurannya yang kecil, sensitif, ringan dan relatif murah (Joel, dkk., 2010). ADXL345 dapat mendeteksi akselerasi baik statik maupun dinamik yang dihasilkan dari getaran (www.analog.com). Sensor ADXL345 merupakan sensor yang dibuat

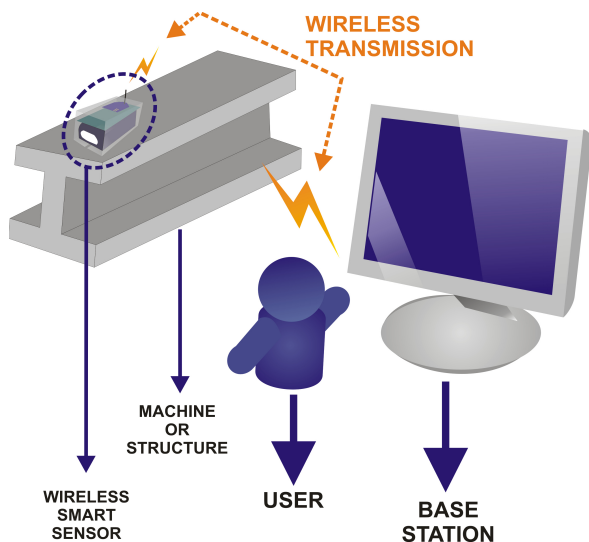
dengan teknologi *micromachining* dengan struktur *poly-silicon* yang dibuat diatas *silicon wafer*. Defleksi dari struktur di dalam MEMS akselerometer diukur menggunakan differensial kapasitor yang terdiri dari pelat-tetap yang bebas dan pelat yang dihubungkan dengan massa yang bergerak. Akselerasi memberikan defleksi pada pelat dan memberikan efek *unbalance* pada diferensial kapasitor yang menghasilkan output sensor proporsional amplitudo terhadap akselerasi.

Selain itu, sistem sensor nirkabel ini dilengkapi dengan sebuah mikroprosesor yang berfungsi sebagai pengatur jalannya pengambilan data dan eksekutor pada jalannya transmisi data dari sensor ke *base station*. Pengiriman data dari sensor ke *base station* dilakukan secara nirkabel karena mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan menggunakan kabel, yaitu apabila sebuah sistem pengukuran berada pada tempat yang terpisah jauh dengan sistem akuisisi data maka penggunaan kabel akan mengeluarkan biaya yang lebih besar untuk instalasi dan perawatannya (Mc Lean and Wolf, 2002; Ziani, dkk., 2000). Keuntungan lain dari sensor nirkabel ini dibandingkan akselerometer konvensional adalah harganya murah, fleksibel dan memungkinkan

pemrograman pada perangkat lunak yang dipakai. Selain itu sensor nirkabel dapat dibuat menjadi kumpulan dari beberapa sensor cerdas yang saling terintegrasi dan membentuk sebuah jaringan yang disebut jaringan sensor cerdas nirkabel (*wireless smart sensor network*) sehingga pemantauan kondisi pada suatu sistem tidak hanya dilakukan pada satu titik tetapi dapat dilakukan pada beberapa *node* sehingga pengukuran parameter yang ada pada sistem dapat lebih akurat (Lewsi, 2005).

Konfigurasi Sistem

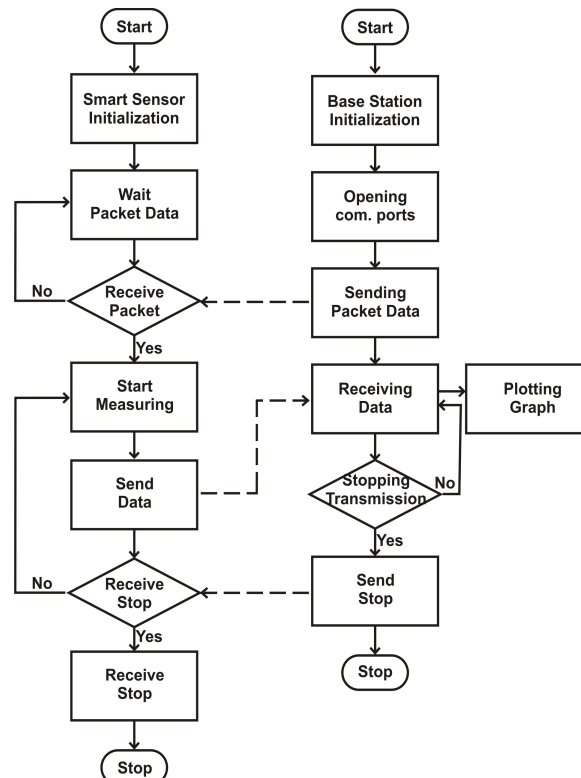
Prinsip kerja dari *sensor cerdas nirkabel* ditunjukkan pada Gambar 1, sensor dipasang pada struktur atau mesin kemudian sensor tersebut akan membaca getaran yang terjadi pada sistem dan mentransmisikannya ke *base station* sesuai dengan *setting* yang dilakukan pada *base station*. Komunikasi antara sensor dan *base station* dilakukan secara dua arah *half duplex* atau *full duplex* melalui jalur *wireless 2,4 GHz* dengan menggunakan modul komunikasi produksi Maxstream Xbee-Pro yang secara teoritis dapat mentransmisikan data sejauh 1,5 km *outdoor line of sight* (www.MaxStream.net).



Gambar 1. Skema Kerja *Sensor cerdas nirkabel* dan *Base Station*

Sistem komunikasi antara sensor cerdas nirkabel dengan *base station* sebagai penerima data getaran dimulai ketika sensor dihidupkan, kemudian sensor akan menerima paket data dari *base station* yang berisi parameter-parameter yang harus diukur seperti *sampling rate*, *range*

pengukuran, resolusi pengukuran dan lain-lain. Setelah menerima paket data dari *base station* yang berisi parameter-parameter yang harus dikirimkan, sensor kemudian memulai akuisisi data yang berjalan secara kontinyu, bersamaan dengan itu data yang didapatkan juga dikirimkan ke *base station* secara *realtime* sehingga kondisi getaran yang dipantau dapat diketahui sepanjang sensor masih aktif. Gambar 2 menunjukkan diagram sistem komunikasi antara *base station* dengan sensor cerdas nirkabel.

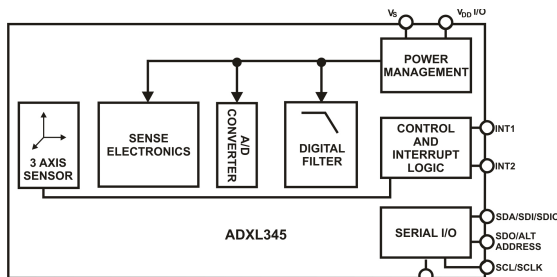


Gambar 2. Flowchart sistem komunikasi sensor cerdas nirkabel dengan *base station*

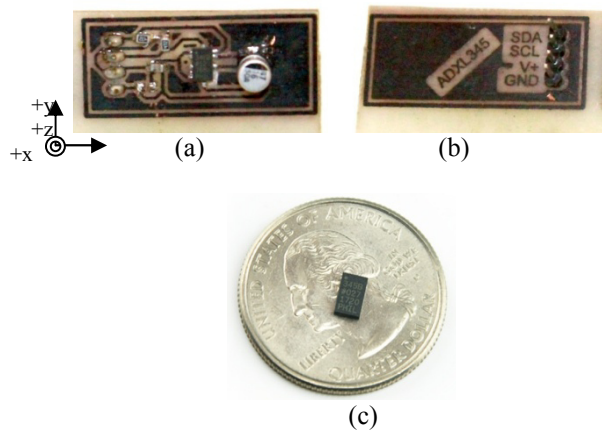
Desain Sistem

Sensor getaran yang digunakan pada sensor cerdas nirkabel ini adalah akselerometer MEMS produksi *Analog Devices* yaitu ADXL345, dimana *chip* ini merupakan *chip* yang kecil, tipis, ringan, murah serta dapat mendeteksi adanya akselerasi baik statik maupun dinamik yang dapat digunakan untuk membaca getaran arah 3-sumbu XYZ dan dapat mengeluarkan output digital dengan resolusi tinggi (13bit) secara langsung. Selain itu sensor ini dapat mengukur getaran dengan empat macam pilihan *range* pengukuran getaran yaitu ± 2 , ± 4 , ± 8 , $\pm 16g$ melalui komunikasi serial SPI (3 or 4 wire) atau *two-wire interface* I2C. Blok diagram dari

akselerometer MEMS ADXL345 dan modul sensor ditunjukkan oleh Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Blok Diagram ADXL345.

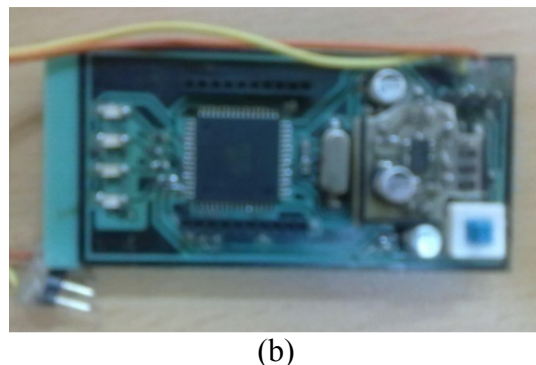
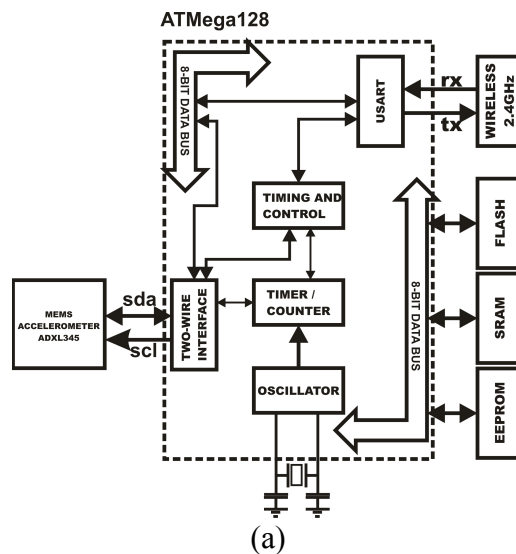


Gambar 4. Modul sensor akselerometer 3axis ADXL345; (a) Tampak Atas (b) Tampak Bawah (c) MEMS ADXL345 chip

Akselerometer dapat dibedakan berdasarkan output sensor yaitu digital dan analog. Pada akselerometer tipe analog keluaran sensor yang berupa akselerasi proporsional terhadap besarnya nilai tegangan yang dikeluarkan oleh akselerometer. Sedangkan akselerometer digital mengeluarkan output dengan modulasi panjang pulsa/pulse width modulation (PWM) yaitu sebuah pulsa persegi dengan frekuensi tertentu dan dalam bentuk data digital yang merupakan kombinasi dari beberapa bit yang merepresentasikan besarnya nilai pengukuran akselerometer. Keuntungan akselerometer tipe digital dibandingkan dengan akselerometer tipe analog adalah pada akselerometer digital sudah terdapat *signal conditioning* yang tertanam di dalam *chip* sehingga tidak diperlukan lagi rangkaian tambahan *signal conditioning* seperti pada akselerometer analog. Disamping itu pengaturan *range* pengukuran, resolusi pengukuran dan *bandwith* tidak perlu dilakukan dengan mengubah *hardware* seperti pada akselerometer tipe analog, pada akselerometer

tipe digital hanya perlu dilakukan pengiriman data serial pada *chip* akselerometer.

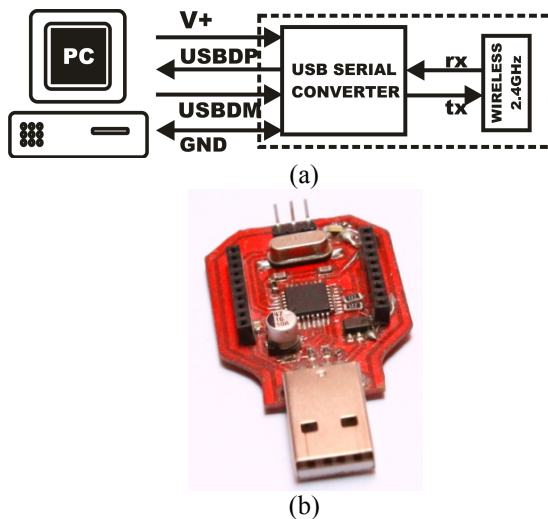
Sensor cerdas nirkabel tersusun atas tiga bagian yaitu modul sensor akselerometer, modul komunikasi *wireless* 2,4GHz dan sebuah mikroprocessor. Aktivitas sensor cerdas nirkabel ini sebagian besar dikendalikan oleh mikroprocessor ATmega128 seperti akuisisi data getaran dari akselerometer ADXL345 melalui komunikasi serial I2C, operasi aritmetika, serta komunikasi dan transmisi data dengan *base station* melalui jalur *wireless*. ATmega128 merupakan mikrokontroler 8 bit yang *powerfull* dengan fitur seperti 128Kbytes *programmable flash*, 4Kbytes EEPROM, 4Kbytes SRAM, 8channel 10bit ADC dan lain lain (www.atmel.com). Gambar 5a dan 5b menunjukkan blok diagram dari sensor cerdas nirkabel secara keseluruhan dan *board* utama sensor cerdas nirkabel.



Gambar 5. Sensor cerdas nirkabel; (a) Blok Diagram (b) Main Board

Base station merupakan sebuah stasiun penerima data yang terdiri dari sebuah PC dan sebuah alat

yang dapat berkomunikasi secara dua arah dengan sensor cerdas nirkabel. Pada perangkat keras *base station* juga dilengkapi dengan modul *wireless* 2,4 GHz sehingga dapat mengirim dan/atau menerima data dari sensor cerdas, data serial yang diterima melalui jalur *wireless* ini kemudian diubah menjadi paket USB oleh sebuah *chip* USB Serial Converter FT232BL. Blok diagram *base station* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Base Station*; (a) Blok Diagram
(b) *Hardware*.

Sinyal Getaran

Amplitudo dapat ditentukan dari pembacaan data sensor akselerometer yang berbentuk bilangan digital yang mana tiap LSB dari data merepresentasikan besarnya akselerasi gravitasi sebesar $0,004g$ ($g = 9,81 \text{ m/det}^2$). Jadi amplitudo getaran dapat ditentukan dengan mudah.

Untuk keperluan analisis sinyal secara digital dalam kenyataannya sinyal dari domain waktu diubah kedalam bentuk domain frekuensi dengan menggunakan *fourier transform*. *Discrete Fourier Transform* (DFT) mengubah data *real* sejumlah N sampel x_0, \dots, x_{N-1} menjadi sejumlah bilangan kompleks X_0, \dots, X_{N-1} dalam domain frekuensi yang ditunjukkan dengan menggunakan formula DFT (Kreuzig, 2011).

$$X_k = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{-j(\pi N k n)/N} ; k = 0, \dots, N-1 \quad (1)$$

Atau dalam bentuk matriks

$$X_k = \frac{1}{N} W_{kn} x_k ; X_k = [X_0, \dots, X_{N-1}] ; x_k = [x_0, \dots, x_{n-1}] \quad (2)$$

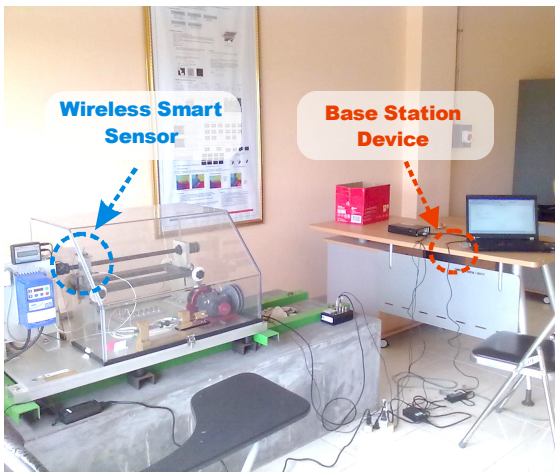
Namun penggunaan formula DFT untuk mengubah data dari domain waktu menjadi domain frekuensi memiliki sebuah kendala, apabila data yang diubah ke dalam domain frekuensi berjumlah besar karena memerlukan operasi yang panjang yaitu melakukan perkalian vektor matriks $X\vec{x}$ membutuhkan $O(N^2)$ untuk sejumlah N sampel data. Untuk memecahkan masalah ini, DFT dapat dihitung menggunakan algoritma FFT yang dapat mereduksi operasi DFT yang semula $O(N^2)$ menjadi $O(N \log^2 N)$.

Hasil dan Pembahasan

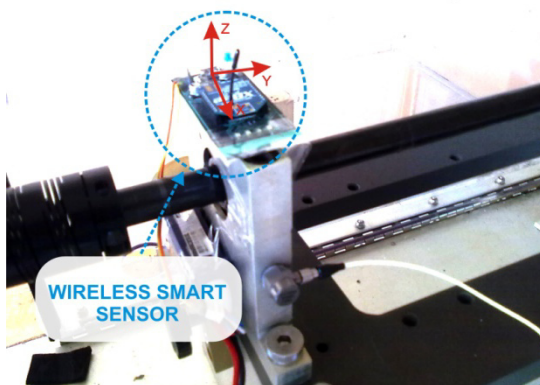
Pengujian sensor cerdas nirkabel untuk mengakuisisi data getaran mesin simulator sebagaimana terlihat pada Gambar 7. Ketika mesin dihidupkan, motor AC akan mengeluarkan getaran yang kemudian akan diukur oleh sensor dan kemudian data getaran tersebut akan ditransmisikan secara *wireless* ke *base station* yang berada terpisah di sisi lain mesin.

Gambar 8 menunjukkan hasil dari eksperimen, dimana sensor cerdas nirkabel dapat mendeteksi getaran dalam arah 3-sumbu XYZ. Data getaran yang didapat kemudian ditransmisikan ke *base station* dan kemudian ditampilkan pada PC sebagai plot sinyal domain waktu secara *realtime*.

Selain dengan cara tersebut data getaran juga dapat disimpan ke dalam format *text files* dan selanjutnya dapat dilakukan analisa secara *offline* dengan berbagai macam *software* seperti Matlab, LabView, atau bahkan dengan menggunakan Microsoft Excel. Gambar 8a dan 8b menunjukkan data getaran yang telah diubah menjadi *frequency domain* kemudian telah dilakukan *plot* menggunakan Matlab.

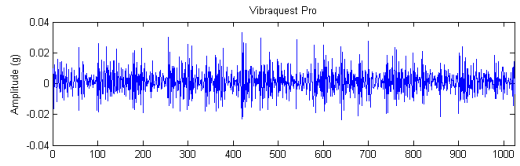
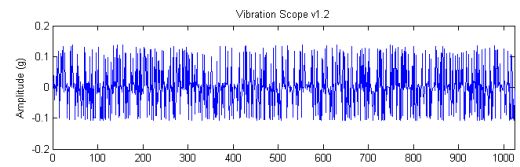


(a)

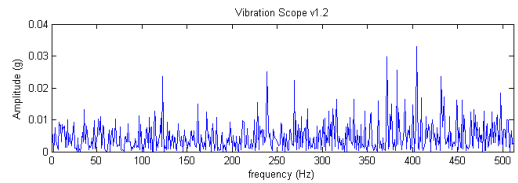


(b)

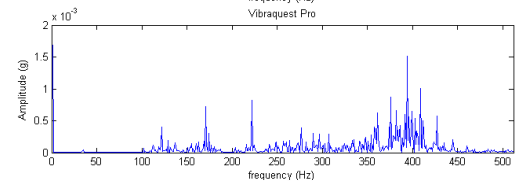
Gambar 7. (a) Pengujian sensor pada mesin; (b) Detail instalasi pengujian



(a)



(b)



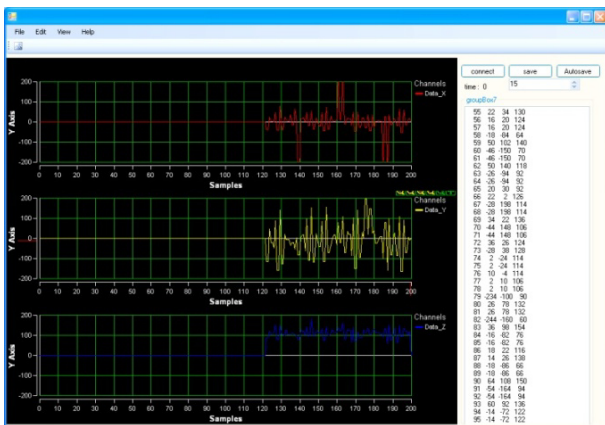
Gambar 8. Sinyal getaran; (a) domain waktu; (b) domain frekuensi

Kesimpulan

Pengembangan sensor cerdas nirkabel untuk mengukur getaran pada suatu sistem merupakan salah satu cara untuk mengimplementasikan metode pemantauan kondisi mesin secara efektif dan murah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor cerdas nirkabel dapat digunakan untuk mengukur getaran dalam arah 3-sumbu XYZ secara simultan dan dapat berkomunikasi secara *wireless* dengan *base station*. Sensor yang telah dibuat ini perlu dikembangkan lagi untuk mencapai *sampling rate* yang lebih tinggi. Validasi masih perlu dilakukan untuk mendapatkan data getaran yang handal seperti pada akselerometer konvensional.

Referensi

Joel, R., William, L., Cleghorn., James, K.M., Design and Analysis of a low frequency MEMS vibration snsor for automotive fault detection, *International Journal of Vehicle Design*. 54(2): 93-110, 2010.
 Kreyzig, E., *Advanced Engineering Mathematics 9th Ed.*, USA: John Willey & Sons Ltd. 2011.
 Lewis, F.L., *Smart Environments: Technologies, Protocols, and Applications*, New York: John Willey & Sons Ltd. 2005.



Gambar 8. Data getaran yang di plot kedalam domain waktu

- McLean, C., and Wolfe, D., Intelligent wireless condition-based maintenance, in *Sensors*, 2002.
- Randall, R. B., *Vibration Based Condition Monitoring*, West Sussex: John Willey & Sons Ltd. 2011.
- Ziani, M., Bennouna, M., Amamou, M., and Barboucha, M., The Smart Sensor Design in Industrial Processes Applications, *In The 10th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference*, 2000.
- <http://www.analog.com>, Analog Devices, Accelerometer 3 axis ADXL345, diakses pada tanggal 5 Maret 2013.
- <http://www.MaxStream.net>, XBee Series 2 OEM RF Modules, diakses pada tanggal 5 maret 2013.
- <http://www.atmel.com>, 8bit microcontroller with 128Kbytes In-System Programmable Flash, datasheet ATmega128, diakses pada tanggal 5 Maret 2013.

