

PENGEMBANGAN PERANGKAT AKUISISI DATA PORTABEL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C52 UNTUK PENYEIMBANGAN DI LAPANGAN

Zainal Abidin⁽¹⁾, Arief Indrabayu⁽¹⁾, Adi Santoso⁽²⁾, dan Hariyadi⁽²⁾

⁽¹⁾Laboratorium Dinamika PPAU-IR-ITB

⁽²⁾UPT Balai LIN LIPI

Abstrak

Makalah ini membahas pengembangan perangkat keras sistem akuisisi data portabel berbasis mikrokontroler yang cocok digunakan untuk proses penyeimbangan di lapangan. Perangkat keras ini dirancang untuk memiliki tiga kanal masukan, yaitu kanal 0, 1, dan 2. Kanal 0 dirancang untuk dapat menerima sinyal DC sehingga sesuai bila dihubungkan dengan sensor optik, sedangkan kanal 1 dan 2 dapat menerima sinyal AC sehingga sesuai untuk dihubungkan dengan sensor getaran. Dalam perangkat keras ini, proses pencuplikan data dilakukan oleh tiga buah ADC yang bekerja secara serentak. Data hasil pencuplikan tersebut kemudian disimpan dalam memori yang memiliki kemampuan untuk menyimpan data sebanyak 8192 tiap kanal. Perangkat ini juga dilengkapi dengan modul keypad sebagai sarana masukan, modul LCD sebagai sarana keluaran, serta satu daya baterai yang dapat diisi ulang. Agar perangkat keras ini dapat bekerja, sebuah perangkat lunak untuk akuisisi data juga telah dikembangkan dalam penelitian ini. Perangkat lunak ini terdiri dari program akuisisi data dan program antar muka. Pengujian unjuk kerja dari sistem akuisisi data dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dengan data yang dicuplik menggunakan MSA HP 35650. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perangkat akuisisi data yang dibuat mampu menghasilkan data yang cukup mendekati data hasil pencuplikan dengan MSA.

Abstract

This paper describes the development of a portable microcontroller-based data acquisition system suitable for field balancing. The prototype was designed to have three channels. Channel 0 was designed to receive a DC signal and therefore suitable for reference signal, such as generated by optical sensor. In contrast, channels 1 and 2 were designed to receive AC signals and therefore suitable for vibration signals. In the design, the acquisition process was performed by three ADCs which sample data simultaneously, thus minimizing the phase-difference between channels. The data obtained by ADC are then stored within memory, capable to store data as many as 8192 for each channel. The hardware is also equipped with a keypad modul as an input medium, an LCD modul as an output medium, and a rechargeable battery as a power supply. The software of this data acquisition system is classified into data-acquisition program and interface program. The performance of the prototype was tested using unbalance demonstration setup and the results of measurement are compared to those obtained by MSA HP 35650 as a reference instrument. The measurement shows that results of measurement obtained by the prototype are relatively similar to those obtained by MSA.

Keywords: data acquisition, ADC, microcontroller, field balancing, unbalance.

1. PENDAHULUAN

Mesin-mesin produksi yang digunakan oleh industri sebagian besar termasuk jenis mesin rotasi. Mesin jenis ini rentan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh gaya sentrifugal akibat adanya massa tak seimbang yang berputar. Besar gaya sentrifugal tersebut sebanding dengan kuadrat kecepatan putar rotor, sehingga pada kecepatan putar yang tinggi, gaya sentrifugal akan menjadi sangat besar. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen mesin atau bahkan pada mesin keseluruhan.

Untuk menghindari hal ini, diperlukan suatu proses penyeimbangan (*balancing*). Proses penyeimbangan tersebut dapat dilakukan di bengkel (*shop balancing*) atau dilakukan di lapangan (*site balancing, in-situ balancing*). Proses penyeimbangan di bengkel umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin penyeimbang (*balancing machine*). Proses penyeimbangan ini cocok untuk rotor yang tidak terlalu berat (kurang dari 500 kg). Sebaliknya, proses penyeimbang di lapangan umumnya cocok untuk rotor yang cukup berat (lebih dari 500 kg) karena transportasinya ke bengkel biasanya sulit

dilakukan. Proses penyeimbangan ini dilakukan dengan menggunakan instrumen penyeimbang portabel (*portable balancer*).

Instrumen penyeimbang portabel diperlukan untuk merekam sinyal getaran dan sinyal referensi. Untuk penyeimbangan dinamik diperlukan paling tidak dua buah sensor getaran dan sebuah sensor referensi. Perangkat keras instrumen penyeimbang ini biasanya memiliki tiga bagian utama yaitu unit akuisisi data, unit pengolahan data, dan unit presentasi data.

Instrumen penyeimbang portabel biasanya memiliki teknik tampilan data yang kurang menarik, karena yang dapat ditampilkan oleh instrumen ini hanya berupa amplitudo dan sudut fasa getaran pada frekuensi yang sesuai dengan kecepatan putar mesin. Akibatnya, pengguna tidak dapat mendeteksi adanya ketidakberesan pengukuran, misalnya karena cara pemasangan sensor yang tidak benar atau adanya kabel yang tidak terhubung dengan baik. Padahal, kondisi ini dapat ditanggulangi secara mudah dengan menggunakan komputer, terutama komputer notebook.

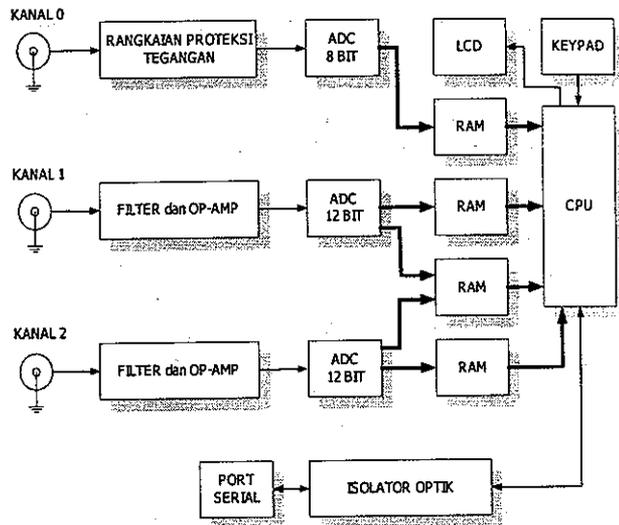
Untuk menanggulangi masalah ini, Laboratorium Dinamika PPAU-IR-ITB telah mengembangkan beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengembangan instrumen penyeimbang portabel. Penelitian awal dimulai dengan pengembangan perangkat akuisisi data yang memiliki tiga kanal masukan, yaitu dua kanal untuk sensor getaran dan satu kanal untuk sensor optik [1]. Namun, hasil penelitian tahap ini ternyata masih memiliki sejumlah kelemahan, di antaranya adalah belum mampu dioperasikan secara mandiri karena belum memiliki *keypad* dan *display*, belum mampu menyimpan data, dan belum bersifat portabel karena masih memerlukan catu daya dari jala-jala.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian lanjutan kemudian dilakukan [2]. Dalam penelitian lanjutan ini, dikembangkan suatu instrumen penyeimbangan portabel berbasis komputer. Perangkat ini dirancang untuk dapat mencuplik dan menyimpan data secara mandiri tanpa menggunakan komputer. Data yang diperoleh kemudian dapat didownload ke komputer, untuk selanjutnya ditampilkan dan diolah untuk keperluan penyeimbangan. Hasil penelitian inilah yang akan dibahas dalam makalah ini.

2. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT KERAS

Perangkat akuisisi data yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang agar memiliki tiga kanal yang mampu mencuplik secara serentak. Kanal 0 dihubungkan dengan sensor optik (*keyphasor*), sedangkan kanal 1 dan 2 dihubungkan dengan sensor getaran, misalnya akselerometer. Dengan ketiga kanal tersebut, perangkat akuisisi data dapat digunakan dalam penyeimbangan statik maupun dinamik.

Rancangan prototipe perangkat akuisisi data dapat dilihat pada Gambar (1). Dalam gambar ini terlihat bahwa sinyal masukan pada masing-masing kanal dilewatkan terlebih dahulu melalui rangkaian pengkondisi sinyal, sebelum dicuplik oleh ADC. Rangkaian pengkondisi sinyal pada kanal 0 adalah rangkaian proteksi tegangan, sedangkan pada kanal 1 dan 2 adalah rangkaian filter dan *op-amp*.



Gambar 1 Rancangan prototipe perangkat akuisisi data dengan 3 kanal masukan

Rangkaian proteksi tegangan berfungsi untuk membatasi tegangan sinyal masukan pada kanal 0. Karena ADC yang digunakan pada kanal 0 adalah ADC0804, maka rentang tegangan masukan yang diperbolehkan pada kanal 0 adalah 0 s.d. 5 Volt. Oleh karena itu, rangkaian proteksi tegangan dirancang untuk membatasi tegangan masukan pada rentang 0 s.d. 5 Volt. Rangkaian proteksi tegangan semacam ini tidak diperlukan pada kanal 1 dan 2, mengingat tegangan masukan pada kedua kanal tersebut akan dibatasi oleh tegangan catu daya rangkaian *op-amp*.

Rangkaian ADC0804 pada kanal 0 berfungsi untuk mengubah sinyal keluaran dari rangkaian proteksi tegangan menjadi data digital dengan lebar 8 bit. Data yang diperoleh kemudian dikirim ke dalam memori RAM. Pada kanal 0 ini, IC ADC yang digunakan hanya memiliki resolusi sebesar 8 bit, karena kanal 0 dirancang untuk menerima data dari sensor optik. Pada proses penyeimbangan, besar sinyal dari sensor optik tidaklah penting, karena yang diperlukan dari sensor ini adalah *timing*-nya.

Rangkaian filter aktif lalu rendah digunakan untuk memperkecil sinyal masukan pada kanal 1 dan kanal 2 yang memiliki frekuensi lebih tinggi dari frekuensi *cut-off*. Rangkaian ini dipilih agar memiliki frekuensi *cut-off* sebesar 240 Hz, karena perangkat akuisisi data ini dirancang untuk mendeteksi sinyal getaran akibat kondisi ketakseimbangan pada mesin yang memiliki kecepatan putar sebesar 600 s.d. 12000 rpm (frekuensi putar 10 s.d. 200 Hz). Di bawah harga frekuensi *cut-off* ini, sinyal getaran akan memiliki penguatan sebesar satu

(unity gain). Untuk itu, IC filter yang digunakan sama dengan IC filter yang terdapat pada perangkat akuisisi data multi kanal hasil penelitian Laboratorium Dinamika PPAU-IR-ITB [3]

Pada kanal 1 dan 2, IC yang digunakan untuk rangkaian ADC adalah AD1674 sehingga data digital yang diperoleh resolusinya 12 bit. Penggunaan IC ADC 12 bit ini dimaksudkan agar resolusi pengukuran yang tinggi dapat dicapai, karena sinyal keluaran dari sensor getaran, misalnya akselerometer, pada umumnya memiliki amplitudo tegangan yang kecil. Seperti halnya pada kanal 0, data yang diperoleh dari rangkaian ADC pada kanal 1 dan 2 kemudian dikirim ke dalam memori RAM.

Pada rancangan ini digunakan tiga buah RAM yang berfungsi untuk menyimpan data digital keluaran ADC begitu proses pencuplikan selesai dilakukan oleh tiap-tiap kanal. IC yang digunakan untuk rangkaian memori adalah RAM 6264. IC ini termasuk jenis RAM statik dan bersifat *volatile*. IC jenis ini memiliki kapasitas sebesar 8 kByte dan memiliki jalur data masukan-keluaran digital yang resolusinya 8 bit.

Agar proses pencuplikan dapat berlangsung dengan cepat, data digital hasil konversi ADC langsung disimpan ke rangkaian memori. Seluruh proses penyimpanan data ini diatur oleh rangkaian CPU. Selain itu, rangkaian CPU juga berfungsi untuk mengatur penampilan menu pada LCD [4], memproses perintah dari *keypad* [4], serta melakukan komunikasi serial dengan komputer.

Pada perangkat akuisisi data yang telah dibuat dalam penelitian sebelumnya [1], program akuisisi data dikirim dari komputer untuk kemudian disimpan dan dijalankan pada RAM eksternal, sementara ROM internalnya hanya digunakan untuk menyimpan program monitor. Oleh karena itu, perangkat akuisisi data ini sangat bergantung pada komputer untuk memulai pengoperasiannya, sehingga tidak dapat dikatakan mandiri. Untuk menghindari hal ini pada perangkat akuisisi data yang dirancang, program monitor digabungkan dengan program akuisisi data, dan disimpan serta dijalankan pada ROM internal yang terdapat dalam mikrokontroler AT89C52. Kapasitas ROM internal AT89C52 adalah sebesar 8 kBytes dan dirasakan cukup untuk menyimpan keseluruhan program tersebut. Apabila dikemudian hari perangkat akuisisi data ini ingin diperceangguh sehingga programnya semakin besar, maka program tersebut dapat disimpan secara tetap pada ROM luar yaitu EEPROM eksternal.

Rangkaian isolator optik (*opto-coupler*) berfungsi untuk menghindari kontak fisik langsung antara perangkat akuisisi data dengan komputer. Rangkaian ini dipasang di antara rangkaian komunikasi serial dan rangkaian CPU. Rangkaian ini terdiri dari dua bagian utama yaitu rangkaian penerima dan rangkaian pengirim. Dua bagian ini sebenarnya cara kerjanya sama hanya saja arahnya berkebalikan.

Agar bersifat portabel, perangkat akuisisi data perlu memiliki catu daya alternatif selain menggunakan listrik AC 220 Volt. Oleh karena itu, pada catu daya perangkat akuisisi data ditambahkan baterai kering buatan YUASA bertipe VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*). Baterai ini memiliki spesifikasi anti arus bocor (*leak-free*) sehingga cocok jika digunakan pada perangkat digital. Pada perangkat akuisisi data yang dirancang dipilih baterai dengan kapasitas 2,8 Ah. Rangkaian catu daya yang dibuat terdiri dari empat bagian utama, yaitu:

- Rangkaian catu daya penghasil tegangan positif
- Rangkaian pengisi ulang baterai (*charger*)
- Rangkaian pengganda tegangan (*voltage doubler*) dan pembalik tegangan (*voltage inverter*)
- Rangkaian catu daya penghasil tegangan negatif

3. PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak yang digunakan pada perangkat akuisisi data terdiri dari dua jenis, yaitu program akuisisi data yang disimpan dan dijalankan dalam ROM internal mikrokontroler AT89C52, dan program antar muka yang disimpan dan dijalankan pada komputer. Dalam penelitian ini, program akuisisi data dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Reads51, sedangkan program antar muka dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi.

Program akuisisi data yang disimpan dalam ROM merupakan program yang dibuat dalam bahasa *assembly* [5]. Program tersebut berfungsi untuk mengatur kerja perangkat keras seperti ADC, RAM, dan LCD.

Program antar muka yang disimpan dalam komputer merupakan program yang dibuat dalam bahasa pemrograman Borland Delphi. Program ini berfungsi untuk mengatur proses penerimaan data berformat heksa dari perangkat akuisisi data, melakukan konversi angka heksa menjadi desimal, melakukan perhitungan, serta menampilkan hasil pengukuran ke dalam grafik domain waktu. Untuk analisa selanjutnya, hasil perhitungan tersebut dapat disimpan ke dalam berkas berformat txt.

4. PENGUJIAN PERANGKAT AKUISISI DATA

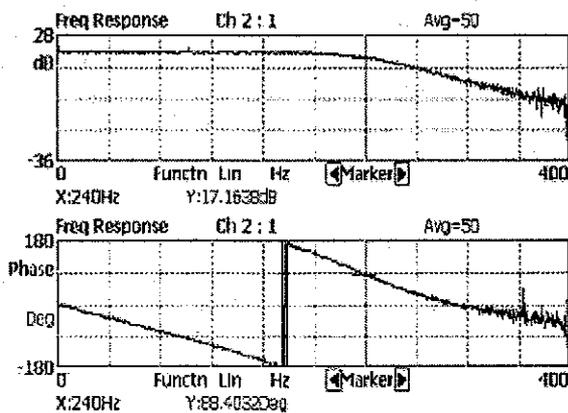
Pengujian prototipe perangkat akuisisi data dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian fungsional perangkat keras dan pengujian proses akuisisi data. Pengujian fungsional perangkat keras dilakukan pada saat proses pembuatan masing-masing modul rangkaian berlangsung. Dengan cara ini, kesalahan yang terjadi baik kesalahan rangkaian maupun kesalahan komponen dapat ditemukan dengan mudah serta dapat diteliti penyebabnya. Bila pengujian ini tidak dilakukan, kesalahan komponen atau rangkaian akan sulit diketemukan bila seluruh komponen dan rangkaian telah disatukan.

Selanjutnya, pengujian proses akuisisi data dilakukan setelah seluruh komponen telah terpasang pada PCB dan masing-masing modul rangkaian berfungsi dengan baik.

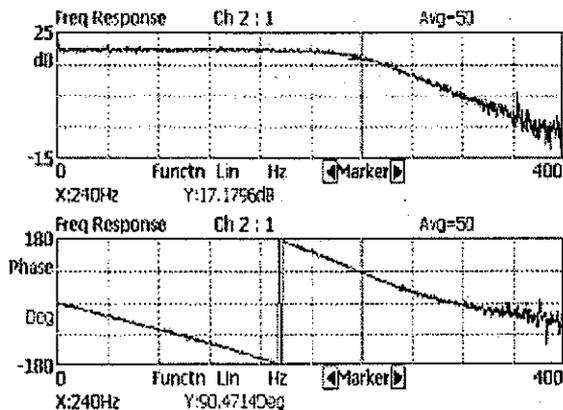
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari keseluruhan sistem akuisisi data yang telah dibuat.

Pengujian Perangkat Keras

Beberapa hasil pengujian perangkat keras tidak ditampilkan dalam makalah ini karena unjuk kerjanya akan terlihat langsung pada pengujian proses akuisisi data. Di sini hanya akan ditampilkan hasil pengujian fungsi respon frekuensi filter, seperti terlihat pada Gambar (2) dan (3). Pengujian fungsi respon frekuensi (FRF) filter LMF60CIN-50 dilakukan dengan menggunakan perangkat keras MSA HP 35656, dan fungsi *window uniform*. Sinyal masukan yang digunakan adalah sinyal *burst random* dengan amplitudo sebesar 100 mV. Pengujian ini dilakukan pada filter dengan penguatan sebesar sepuluh kali.



Gambar 2 Hasil pengujian fungsi respon frekuensi filter dengan catu daya AC 220 V



Gambar 3 Hasil pengujian fungsi respon frekuensi filter dengan catu daya baterai

Pada Gambar (2) dan (3) terlihat bahwa frekuensi *cut-off* filter berada di sekitar 240 Hz. Nilai ini sesuai dengan nilai hasil perhitungan yang dilakukan dalam proses perancangan. Berdasarkan teori, perbedaan fasa sebesar 90° akan terjadi pada frekuensi *cut-off*. Kondisi ini juga dijumpai pada Gambar (2) dan Gambar (3).

Pengujian Beda Fasa

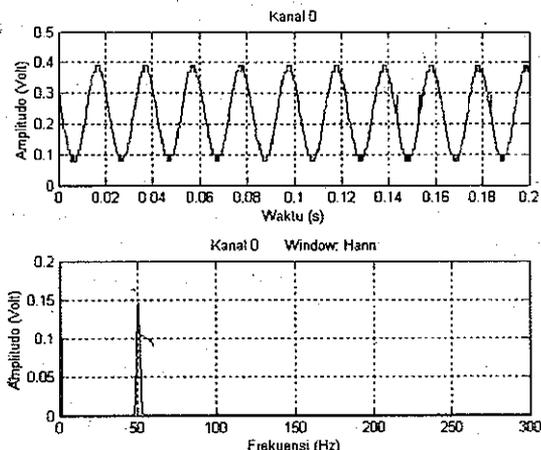
Pengujian beda fasa dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan fasa yang timbul antar ketiga kanal yang terdapat pada perangkat akuisisi data yang dibuat. Untuk keperluan ini, data hasil pengukuran perlu ditampilkan dalam grafik domain waktu maupun domain frekuensi. Proses ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Matlab v6.0.

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan satu sinyal masukan sinusoidal yang dihasilkan oleh *function generator* ke ketiga kanal perangkat akuisisi data secara serentak. Perlu diingat di sini bahwa kanal 0 pada perangkat akuisisi data yang dibuat hanya mampu menerima sinyal DC positif. Oleh karena itu, agar sinyal masukan dapat diterima dengan utuh oleh ketiga kanal, maka sinyal tersebut perlu diberi tegangan *offset* positif sehingga seluruh sinyal berada pada level tegangan positif.

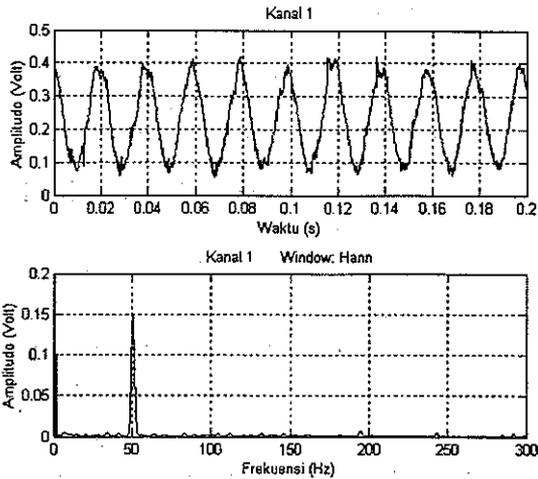
Pada pengujian ini, sinyal sinusoidal yang diberikan mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Amplitudo : 0,15 Volt
- Offset : +0,25 Volt
- Penguatan pada kanal 0 : 1 kali
- Penguatan pada kanal 1 dan 2 : 10 kali

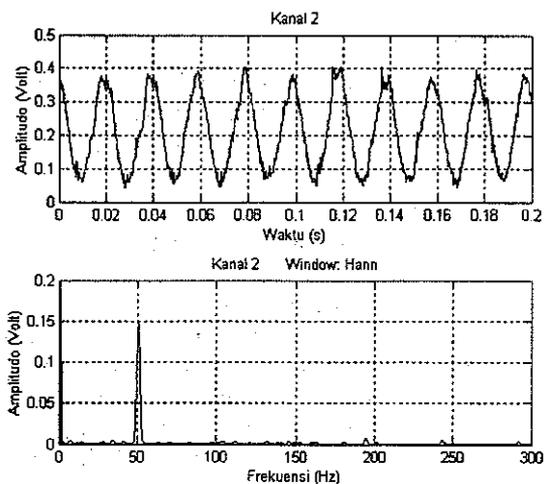
Hasil pengukuran masing-masing kanal untuk frekuensi sinyal masukan 50 Hz secara berturut-turut dapat dilihat pada Gambar (4), (5) dan (6). Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa beda fasa antara sinyal pada kanal 0 dengan kanal 1 dan 2 adalah sangat kecil. Hasil yang lain yang diperoleh dari pengujian ini adalah bahwa sinyal yang terbaca pada kanal 0 dapat dikatakan murni merupakan sinyal sinusoidal tunggal, sedangkan sinyal yang terbaca pada kanal 1 dan 2 tidak murni merupakan sinyal sinusoidal tunggal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada kanal 1 dan 2 masih terdapat sinyal *noise* yang kemungkinan disebabkan oleh rangkaian filter aktif, atau dapat juga disebabkan oleh kurang baiknya performa ADC 12 bit yang digunakan.



Gambar 4 Hasil pengujian dengan masukan sinyal sinusoidal 50 Hz pada kanal 0



Gambar 5 Hasil pengujian dengan masukan sinyal sinusoidal 50 Hz pada kanal 1



Gambar 6 Hasil pengujian dengan masukan sinyal sinusoidal 50 Hz pada kanal 2

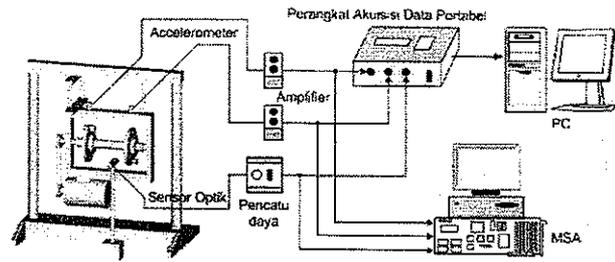
Pengujian Simulasi Proses Akuisisi Data

Pengujian simulasi proses akuisisi data dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja sistem akuisisi data yang telah dibuat. Untuk keperluan ini, data yang dihasilkan oleh perangkat akuisisi data yang dibuat perlu dibandingkan dengan perangkat akuisisi data standar, dalam hal ini digunakan perangkat keras MSA HP 35656.

Pengujian ini dilakukan pada alat peraga getaran akibat massa tak seimbang yang berputar. Susunan perangkat pengujian yang digunakan ditampilkan seperti tampak pada Gambar (7). Di sini, pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan keluaran sensor yang terdapat pada perangkat uji tersebut dengan prototipe perangkat akuisisi data dan juga MSA sebagai perangkat akuisisi data acuan. Dalam pengujian ini, sensor yang digunakan adalah sebuah sensor optik dan dua buah akselerometer.

Sebelum dihubungkan dengan kedua perangkat akuisisi data, sinyal keluaran akselerometer perlu diperkuat dulu dengan amplifier agar diperoleh resolusi pengukuran yang baik, sedangkan sinyal keluaran sensor optik tidak

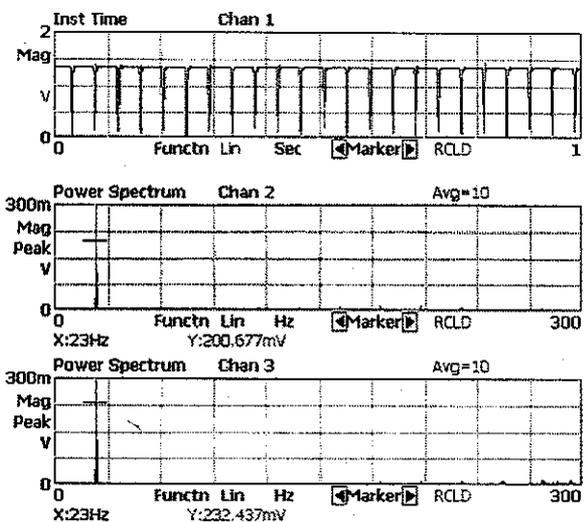
perlu diperkuat karena rentang tegangannya sudah cukup besar.



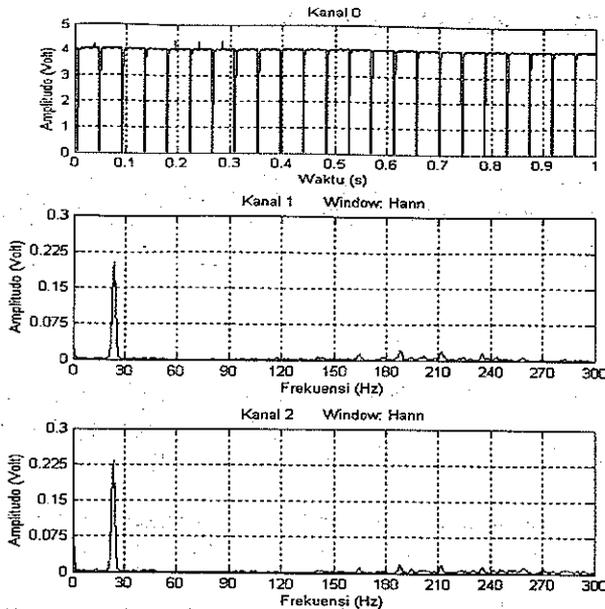
Gambar 7 Susunan pengujian pada perangkat uji massa tak seimbang

Dalam pengujian ini, digunakan dua kondisi ketidakseimbangan yang berbeda, yaitu ketidakseimbangan statik dan ketidakseimbangan kopel. Dalam pengujian ketidakseimbangan statik, pada poros dipasang satu buah piringan. Dalam pengujian ketidakseimbangan kopel, pada poros dipasang dua buah piringan dan kedua sensor getaran diletakkan pada bidang ketidakseimbangan dalam arah vertikal. Dengan cara ini, diharapkan akan terjadi beda fasa sebesar 180° antara sinyal hasil pengukuran pada kanal 1 dan 2.

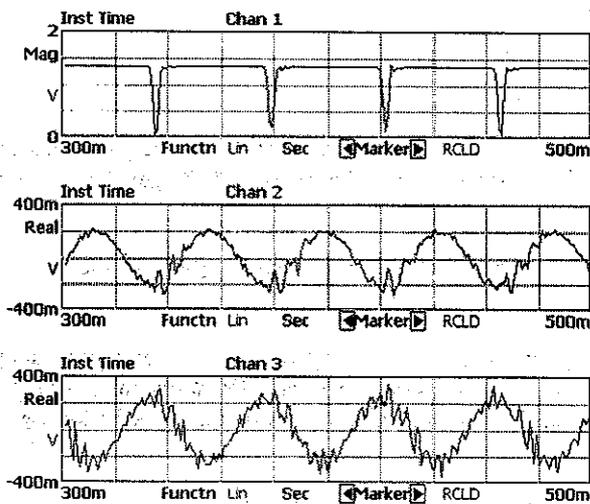
Hasil pengujian perangkat akuisisi data dengan kondisi ketidakseimbangan kopel diperlihatkan pada Gambar (8) s.d. (11). Dalam gambar ini tampak bahwa hasil pengukuran oleh prototipe perangkat akuisisi data cukup mendekati hasil yang diperoleh oleh MSA, terutama pada kanal yang dihubungkan dengan akselerometer, walaupun tampak sedikit ada *noise* pada data yang dihasilkan oleh prototipe perangkat akuisisi data. Namun, perbedaan ini relatif kecil, sehingga perangkat akuisisi data yang dibuat dapat dikatakan bekerja cukup baik. Dari Gambar (10) dan (11), dapat dilihat juga bahwa pada kanal 1 dan 2 prototipe perangkat akuisisi data terjadi beda fasa sinyal sebesar 180° , sesuai dengan hasil yang ditunjukkan oleh MSA.



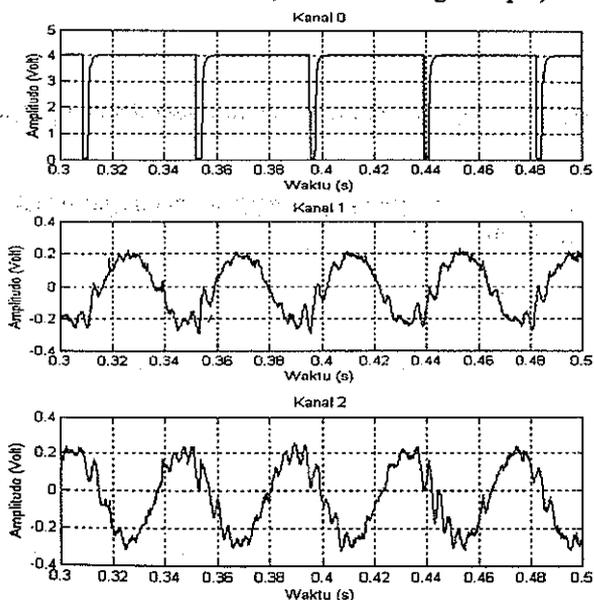
Gambar 8 Sinyal hasil pengukuran MSA (kanal 1 dan 2: domain frekuensi, ketidakseimbangan kopel)



Gambar 9 Sinyal hasil pengukuran prototipe (kanal 1 dan 2: domain frekuensi, ketakseimbangan kopel)



Gambar 10 Sinyal hasil pengukuran MSA (kanal 0-2: domain waktu, ketakseimbangan kopel)



Gambar 11 Sinyal hasil pengukuran prototipe (kanal 0-2: domain waktu, ketakseimbangan kopel).

5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perangkat akuisisi data yang dibuat mampu menghasilkan data yang cukup mendekati hasil yang diperoleh perangkat akuisisi data acuan, yaitu MSA HP35656.
2. Perangkat akuisisi data telah mampu dioperasikan secara mandiri, berkat ditambahkannya modul keypad, modul LCD, dan catu daya baterai.
3. Kanal 1 dan 2 dari perangkat akuisisi data ini mempunyai keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya [1], karena pada prototipe ini digunakan ADC 12 bit. Di samping itu, prototipe ini mampu membuang sinyal masukan yang tidak diperlukan dalam proses penyeimbangan karena prototipe ini telah memiliki rangkaian filter pada kanal masukan yang berhubungan dengan sensor getaran.
4. Perangkat lunak akuisisi data yang dibuat telah mampu mengatur perangkat keras dengan baik, sedangkan perangkat lunak antar muka telah mampu menampilkan dan menyimpan data hasil pengukuran.

Ucapan terima kasih

Penelitian ini dibiayai oleh DRN (Dewan Riset Nasional) melalui dana RUT 9 (Riset Unggulan Terpadu) untuk tahun anggaran 2002 s.d. 2004. Atas dukungan finansial yang diberikan, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kurniadi, A. : 'Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Perangkat Akuisisi Data Berbasis Mikrokontroler Atmel 89C52 Untuk Mesin Penyeimbang', Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, ITB, Bandung, 2002.
2. Indrabayu, A. : 'Pengembangan Perangkat Akuisisi Data Portabel Berbasis Mikrokontroler AT89C52 untuk Penyeimbangan di Lapangan', Draft Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, ITB, Bandung, 2003.
3. Krisnandito : 'Perbaikan Rancangan, Pembuatan, dan Pengujian Perangkat Akuisisi Data Multi Kanal Berbasis Komputer Pribadi', Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, ITB, Bandung, 1997.
4. Kamaludin, A. : 'Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Data Logger 16 Kanal Berbasis Mikrokontroler Intel 8751 Yang Dilengkapi Sistem Human Interface', Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, ITB, Bandung, 2002.
5. Yeralan, S. dan Ahluwalia, A.: 'Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller', Edisi kedua, Addison-Wesley, USA, 1995.

PANDUAN BAGI PENULIS JURNAL MESIN

UMUM

Naskah asli yang dikirim penulis akan langsung dicetak sebagai isi Jurnal MESIN. Untuk menjamin keseragaman dan kelancaran proses pencetakan, format penulisan naskah harus diperhatikan. Panduan ini memberikan berbagai informasi yang diperlukan untuk penulisan dan pengiriman naskah Jurnal MESIN.

RUANG LINGKUP DAN KRITERIA NASKAH

Redaksi menerima artikel ilmiah berupa hasil penelitian atau hasil studi, baik dalam bentuk kajian teoritik maupun eksperimental atau gabungan keduanya dalam bidang Teknik Mesin. Bidang ini meliputi Teknik Produksi, Konversi Energi, Proses Material, Konstruksi Mesin, Mekatronika, Teknik Dirgantara, dan Aplikasi Sistem Kendali.

Naskah harus berisi informasi yang sah, jelas, serta memiliki kontribusi substantif terhadap bidang kajian. Penulisan harus singkat dan jelas sesuai dengan Format Penulisan Jurnal Mesin dan mempunyai kualitas presentasi yang baik.

Informasi dalam naskah harus belum pernah dimuat atau tidak sedang dalam proses untuk dimuat di media lain, baik media cetak maupun elektronik. Naskah yang pernah disampaikan dalam seminar/ceramah/workshop harus diberi catatan mengenai hal tersebut pada catatan kaki di halaman pertama naskah.

PENGIRIMAN DAN PENILAIAN NASKAH

Satu eksemplar naskah asli yang dikirimkan ke redaksi Jurnal MESIN haruslah naskah yang siap diperbanyak. Naskah tersebut sebaiknya dicetak dengan memakai *printer laser*, atau yang sejenis. Naskah yang dicetak dengan *printer dot matrix* tidak dapat diterima.

Penulis yang pertama kali memasukkan naskahnya ke Jurnal MESIN harus melampirkan biografi ringkas, afiliasi dan alamat lengkap termasuk alamat e-mail (bila ada).

Naskah akan dievaluasi oleh redaksi dan pengkaji ahli. Naskah dapat diterima langsung, diterima dengan perbaikan atau ditolak untuk dimuat. Naskah yang diterima dengan perbaikan akan dikembalikan dan penulis harus memperbaiki naskahnya sesuai dengan semua saran redaksi. Naskah yang ditolak untuk dimuat dalam Jurnal MESIN akan dikembalikan kepada Penulis.

Setiap penulis yang naskahnya dimuat di Jurnal MESIN akan menerima satu eksemplar Jurnal MESIN secara cuma-cuma.

FORMAT PENULISAN NASKAH

Format penulisan Jurnal MESIN dapat dilihat pada halaman berikut. Panduan penulis tersebut sesuai dengan format baku Jurnal MESIN dan dapat dijadikan contoh.

Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Bila menggunakan Bahasa Indonesia, gunakan bahasa yang benar. Penggunaan bahasa dan istilah asing sedapat mungkin dihindari.