

PENGEMBANGAN ALAT UKUR INTENSITAS SUARA (BISING) BERBASIS KOMPUTER

Sujito

Abstract: *This study aims to build a sound intensity measuring instrument (noise), which is equipped with the tools perakaman recording data so that data can be processed if necessary. This research was completed with the descriptive approach, which describes the process of making the sound intensity measuring instrument (noise)-based computer. The data obtained were analyzed by correlation of the variables obtained. To calibrate the intensity of sound measured in dB and the output measure in binary form. Results from this penelitian form a sound intensity measuring instrument and a software (computer program) to record data (output devices) as well as interface with the user.*

Keywords: *Measurement, Sound, Computer-Based*

Derau atau yang sering dikenal dengan kebisingan merupakan suatu problema lingkungan yang timbul akibat pesatnya pertumbuhan teknologi disegala bidang, baik komunikasi, industri, transportasi, dan populasi penduduk. Terlebih lagi dalam abad 21, permasalahan lingkungan menjadi topik utama dalam pembahasan mengenai keramahan lingkungan dan kenyamanan manusia dalam kehidupannya. Segala macam produk telah diluncurkan untuk memberikan kenyamanan bagi para penggunanya, bahkan mobilisasi perpindahan penduduk dari daerah perkotaan ke daerah pedesaan (pegunungan) menjadi solusi terbaik bagi manusia didalam mendapatkan kenyamanan dan ketenangan lingkungan.

Sebagaimana halnya polusi yang ditimbulkan oleh zat kimia, derau yang tergolong dalam polusi suara, juga dapat menimbulkan kerugian atau efek samping

bagi manusia, karena derau atau kebisingan dapat menyebabkan ketulian dan kebutaan yang serius bila berlangsung secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama. Hal inilah yang menjadi alasan utama, disamping kebutuhan akan ketenangan lingkungan, bagi para pemerhati lingkungan untuk senantiasa melakukan penelitian dan pengontrolan terhadap derau atau kebisingan. Oleh karena itu peran penting para pemerhati lingkungan sangat diharapkan keberadaannya, terlebih lagi bagi mereka yang berkompeten dalam bidang kesehatan.

Salah satu permasalahan dalam malakukan pengukuran terhadap derau adalah, timbulnya pemahaman atau pendapat yang berbeda mengenai definisi derau. Bagi sebagian orang mendefinisikan derau sebagai polusi suara yang ditimbulkan oleh kegaduhan ataupun keramaian kendaraan bermotor. Bagaimana

dengan musik yang beraliran keras?. Tentu terdapat dua pendapat dalam mengkatagorikannya. Sebagian orang menganggap musik beraliran keras merupakan suatu seni yang memberikan kepuasan tersendiri pada dirinya. Akan tetapi bagi orang lain musik beraliran keras merupakan suatu penyebab timbulnya polusi suara atau kebisingan. Sementara alat ukur yang mampu melakukan pengukuran intensitas suara tidak dapat membedakan antara musik yang dinikmati dengan musik yang menyebabkan timbulnya kebisingan. Alat ukur yang tersedia telah didesain untuk merespon suara-suara yang mampu didengar manusia, sehingga sebuah instrumen yang dipakai untuk mengukur intensitas derau tidak dapat menanggapi penilaian subyektif dan perbedaan psikologis pada setiap orang, meskipun dia didesain menirukan cara telinga manusia menanggapi frekuensi-frekuensi yang berlainan dan intensitas suara yang berlainan pula.

Sebenarnya manusia dapat merespon suara antara 20 Hz sampai 16 kHz. Gelombang suara di udara yang mengelilingi manusia merupakan akibat adanya perubahan tekanan yang sangat kecil dan cepat. Seperti tekanan pada umumnya, tekanan suara diukur dalam satuan newton per meter persegi (N/m^2). Telinga manusia sangat sensitif karena dia

dapat mendeteksi perubahan tekanan yang terkecil yaitu sekitar $0.00002 N/m^2$ kemudian disebut sebagai ambang batas pendengaran, yang besarnya sekitar satu per satu milyar tekanan udara normal ($10 N/m^2$). Suara tekanan di bawah ini tidak dapat direspon oleh manusia atau “tak terdengar” oleh telinga manusia. Perubahan tekanan yang semakin membesar masih dapat direspon oleh telinga manusia sampai dengan $10 N/m^2$. Jika tekanan semakin membesar melewati $10 N/m^2$ maka telinga manusia akan terasa sakit saat meresponnya. Suara yang menyakitkan itu kemudian disebut sebagai ambang rasa sakit, sebab perubahan tekanan udara mencapai sejuta kali lebih besar daripada yang kita dengar pada “ambang pendengaran”.

Telinga manusia normal mampu melakukan respon frekuensi dalam suatu daerah mulai dari 20 Hz sampai 16 kHz tetapi respon ini berbeda-beda untuk setiap individu dan juga dipengaruhi oleh umur individu tersebut. Semakin bertambah usia manusia, maka kepekaan telinga dalam merespon frekuensi tinggi semakin berkurang. Bagaimanapun, untuk telinga normal kepekaannya akan berkurang untuk frekuensi suara setinggi 3 kHz.

Respon ini sifatnya logaritmik dan memberikan kenaikan pada satuan pengukuran intensitas suara yang dikenal

sebagai desibel. Pada intensitas suara dengan skala desibel ambang pendengaran sebesar $0,00002 \text{ N/m}^2$ diberikan nilai 0 dB. Setiap kali tekanan suara naik sepuluh kali lipat menyebabkan kenaikan sebesar 20 dB (Malcom Plant, 1985). Skala ini disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1: Skala Ambang Pendengaran Sampai Ambang Rasa Sakit

Tekanan suara (N/m^2)		Tingkat Tekanan suara (desibel)
2×10	Ambang rasa sakit	120 dB
2×10^0		100 dB
2×10^{-1}		80 dB
2×10^{-2}		60 dB
2×10^{-3}		40 dB
2×10^{-4}		20 dB
2×10^{-5}	Ambang pendengaran	0 dB

Jadi setelah enam langkah kita melakukan pembesaran sepuluh kali dari tekanan suara sebelumnya, kita mencapai 120 dB yang merupakan ambang rasa sakit. Instrumen yang didesain untuk mengukur intensitas suara harus mempunyai kelakuan logaritmik supaya dapat melakukan respon yang sama seperti halnya telinga manusia. Sayangnya pada telinga kita terdapat karakteristik yang rumit yang harus dimasukkan dalam perhitungan karakteristik itu adalah respon frekuensi.

Sistem kerja alat ukur bunyi pada dasarnya adalah transduser yang mengkonversikan perubahan pada tekanan yang berkaitan dengan suara kedalam bentuk sinyal listrik, hal ini dapat dilakukan oleh mikrofon. Sinyal mikrofon diumpankan ke dalam penguat elektronik

yang menghasilkan penguatan sinyal dan frekuensi 1 kHz sampai frekuensi 4 kHz seperti halnya telinga manusia. Skala yang dihasilkan dikalibrasikan dalam dBA.

Sebelum meter dioperasikan, sinyal-sinyal listrik berfrekuensi audio ini perlu diolah lebih lanjut. Sinyal tersebut perlu disearahkan sehingga dapat mengoperasikan meter dc dan sinyal tersebut perlu dilemahkan sehingga *Sound level meter* terbaca dBA. Contoh dari 45 dB sampai 60 dB, dan 55 dB sampai 70 dB dan seterusnya. Secara umum prinsip kerja *Sound level meter* seperti pada gambar 1.

Gambar 1: Sistem Alat Ukur Intensitas Suara/bising (*Sound level meter*)

Tersedianya alat ukur yang mampu melakukan pengukuran terhadap intensitas suara/bising, akan sangat membantu bagi para peneliti dikala melakukan penelitian tentang karakteritis suara/bising. Selama ini yang digunakan untuk mengukur intensitas suara/bising adalah *Sound level meter*. *Sound level meter* didesain untuk memberikan respon seperti telinga manusia dengan memasukkan sebuah penguat dalam rangkaian elektroniknya, yang memberikan penguatan tegangan yang lebih kecil pada

frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Akan tetapi penggunaan *sound level meter* kurang begitu efektif dalam penggunaannya pada penelitian. Karena *sound level meter* tidak dapat merekam suara yang telah direspon olehnya (manual). Terlebih lagi pengukuran yang dilakukan berlangsung secara terus menerus dalam waktu yang relatif lama. Sehingga pengukuran intensitas suara/bising tidak akan memberikan hasil seperti yang diinginkan. Untuk mengatasi pengukuran yang dapat merekam hasil pengukuran dan pengukuran dalam waktu yang relatif lama serta data hasil ukur dapat diolah pada saat itu, maka perlu sekali penyempurnakan alat yang selama ini sudah ada.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, yaitu menggambarkan proses pembuatan alat pengukur intensitas suara/bising berbasis komputer. Data yang diperoleh dianalisis secara korelasi dan variabel-variabel yang diperoleh, yaitu untuk mengkalibrasi dilakukan pengukuran intensitas suara dalam dB dan keluaran sistem alat ukur dalam biner. Serta dalam

menyimpulkan secara deskriptif kualitatif.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Digital dan Instrumentasi Prodi Sistem Komputer STMIK Pradnya Paramita Malang, dan dilaksanakan selama 8 bulan

Strategi dalam penelitian ini dilakukan menurut urutan berikut: (a) merancang dan membangun rangkaian konversi suara menjadi tegangan dengan menggunakan penguat audio. (b) merancang dan membangun rangkaian konversi data analog menjadi data digital menggunakan ADC 0804 sebagai komponen utama. (c) Merancang dan menyusun perangkat lunak (*software*) untuk mengaktifkan perangkat keras ADC 0804 dan memilih saluran masukan ADC 0804. (d) Merancang dan membuat perangkat lunak (*software*) untuk melakukan proses inialisasi COM1. (e) Mencari hubungan antara intensitas suara (dalam dB) dengan data digital (dalam biner). Adapun diagram blok proses penelitian tentang pembuatan alat ukur intensitas suara/bising seperti gambar 2.

Gambar 2 : Diagram Blok Sistem Pengukuran Intensitas suara.

Penjelasan masing-masing blok dari gambar 2, adalah sebagai berikut: (a) rangsangan fisis yang diberikan dalam hal

ini adalah suara. (b) *mic condensor* berfungsi sebagai sensor suara untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi

besaran listrik (tegangan). (c) penguat audio digunakan untuk menguatkan tegangan analog dari keluaran *mic condensor* menjadi tegangan yang lebih proporsional bagi tegangan masukan ADC 0804. (d) ADC 0804 berfungsi untuk mengubah tegangan analog menjadi tegangan digital agar dapat dibaca oleh komputer. (e) PC atau komputer berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan proses visualisasi pembacaan intensitas suara/bising dan sebagai penyimpan data.

Sistem pengukuran intensitas suara

pada penelitian ini terdiri dari tiga komponen pendukung, yaitu penguat audio, *converter* sinyal analog ke data digital dan peripheral komputer. Data pada penelitian ini, dapat diperoleh dari pengujian ketiga komponen tersebut, yaitu:

Penguat Audio

Penguat audio berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari mic condensor yang berupa tegangan. Secara lengkap rangkaian penguat audio ditunjukkan pada gambar 3.

Gambar 3: Rangkaian Penguat Audio Mic Condensor.

Pengujian Konverter ADC 0804

Pengujian ADC 0804 dilakukan untuk mengetahui apakah ADC 0804 dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian hanya dilakukan pada kestabilan

ADC 0804 untuk masukan yang tetap dan linearitas keluaran ADC. Adapun cara pengujian rangkaian ADC adalah menyusun alat-alat seperti pada gambar 4.

Gambar 4: Susunan Diagram Blok Pengujian Kestabilan ADC 0804

Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah penggabungan *mic condensor*, penguat dan ADC 0804 dapat menghasilkan tegangan keluaran yang linear terhadap masukan suara. Adapun pengujian linearitas sistem *mic condensor*

dilakukan dengan cara: (a) menyusun alat-alat seperti pada gambar 5. (b) dengan memvariasi amplitudo AFG sebagai variabel bebas dan mengukur keluaran yang terbaca pada komputer sebagai variabel terikat maka akan dapat diperoleh data hubungan x dan y.

Gambar 5: Susunan Diagram Blok Pengujian Linearitas Sistem Mic Condensor

Teknik Analisa Data

Berdasarkan tujuan yang telah dijelaskan, maka analisis data yang digunakan adalah menggunakan korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat, yaitu data untuk linearitas sistem, dan data kalibrasi sistem yang distandarkan dengan *sound level meter*. Metode grafis yang dimaksudkan untuk mengetahui teknik pengkonversian suara menjadi data digital melalui komputer. Demikian juga untuk kalibrasi sistem. Setelah menganalisis data yang diperoleh secara keseluruhan alat ini digunakan untuk mengukur intensitas suara/bising sehingga alat ini dapat disimpulkan baik atau tidak.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian dibahas dalam 3 sub bahasan, yaitu: (a) Hasil Studi Literatur, (b) Hasil Pengembangan Alat (*Hardware*) dan (3) Hasil Pengembangan Perangkat Lunak (*Software*).

Hasil Studi Literatur

Hasil studi literatur berupa landasan teori yang digunakan sebagai dasar dalam membangun alat ukur intensitas suara (bising) berbasis komputer. Landasan teori tersebut adalah: (a) Cara kerja *sound level meter*, (b) Pengertian dan karakteristik mic condensor (c) *Analog To Digital Converter (ADC)* 0804 (d) Operational amplifier, (e) Komunikasi data baik serial maupun paralel, (f) Karakteristik microcontroller AT89C51.

Pengujian Rangkaian ADC

Dengan asumsi bahwa tegangan output dari rangkaian sensor suara adalah tegangan DC dengan amplitudo $V_o = 5\text{ V}$ maka simulasi output sensor suara dapat digantikan dengan catu daya dengan output DC yang dapat disesuaikan (*adjustable*).

Rangkaian ukur pengujian sensor suara ditunjukkan seperti pada gambar 6, sedangkan hasil pengujian sebagai berikut:

Gambar 6: Rangkaian Ukur ADC 0804

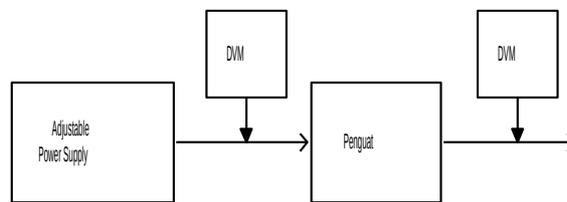
Dalam menghitung proses kesalahan sebagai berikut :
rata-rata dengan menggunakan persamaan

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{\text{jumlah kesalahan}}{\text{jumlah data}} = 0,0844\%$$

Diperoleh hasil pengukuran dari langkah-langkah di atas didapatkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 0,0844%, ini berarti dalam tiap bitnya kemungkinan terjadi kesalahan adalah 0,0844%. Angka ini adalah kesalahan yang sangat kecil sehingga dapat disimpulkan rangkaian ADC dianggap telah bekerja dengan baik.

Pengujian Rangkaian Penguat Non Inverting

Rangkaian penguat berfungsi untuk menguatkan tegangan output dari transduser dengan gain 10 kali atau 20 dB. Rangkaian uji ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7: Rangkaian Ukur Rangkaian Penguat

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

- Set tegangan power supply dengan output 10 mV
- Naikkan tegangan dengan step 10 mV

Catat hasilnya. Hasil dari pengujian

rangkain penguat non inverting ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2: Hasil Uji Rangkaian Penguat

V_{in} (mV)	V_{out} (mV)	Gain A = $20 \log \frac{V_o}{V_i}$ (dB)
10	100	20
20	200	20
30	300	20
40	400	20
50	500	20
60	600	20
70	700	20
80	800	20
90	900	20
100	1000	20

Pembuatan Software

Setelah alat pengukur intensitas suara (bising) berhasil dibangun dan ditest, kegiatan selanjutnya adalah membuat *software* antar muka yang digunakan untuk menangkap data intensitas suara kemudian merekam data tersebut ke media penyimpanan.

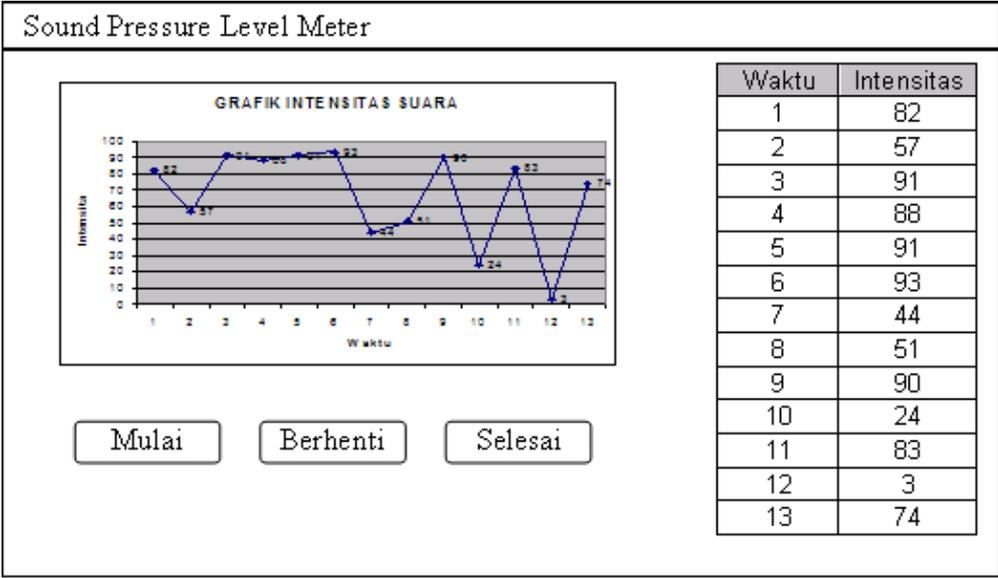
Secara umum beberapa tahapan yang telah dilalui dalam pembangunan *software* ini meliputi:

- a. Analisis kebutuhan awal
- b. Mengoleksi teori dan rujukan untuk persiapan desain dan implementasi
- c. Perancang algoritma dan layout program

- d. Implementasi algoritma dan layout program pada model awal
- e. Pengujian model oleh pakar dan komunitas pengguna
- f. Perbaikan model berdasarkan masukan pakar dan komunitas pengguna untuk kesempurnaan produk akhir
- g. Pengulangan tahap 5 dan 6 hingga produk akhir telah dianggap layak

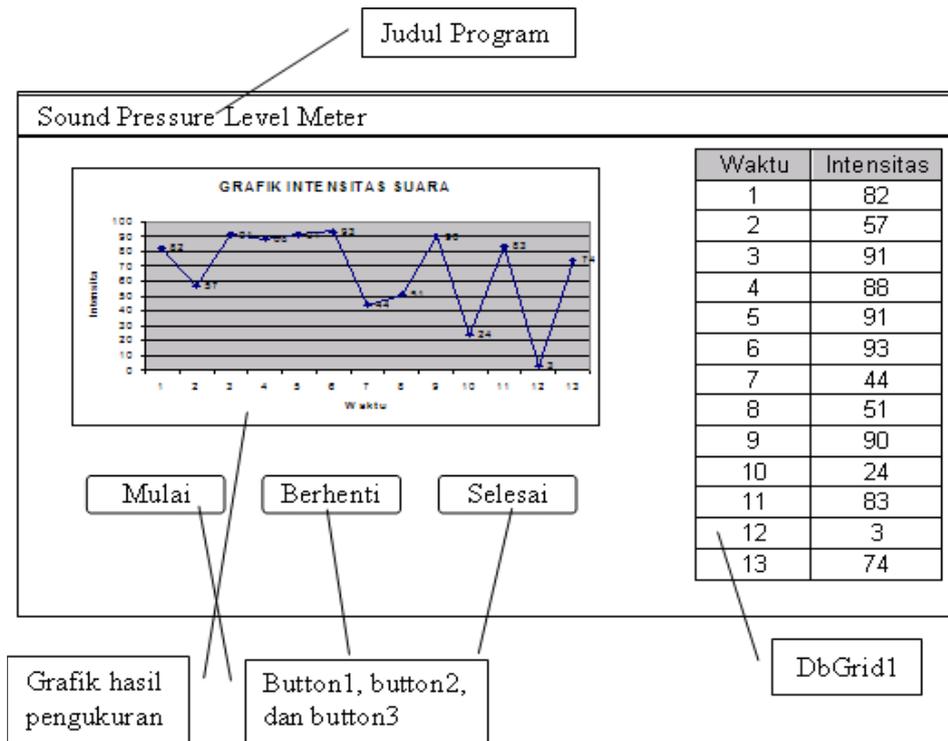
Tampilan Program

Tampilan program dibuat sederhana untuk memudahkan dalam pengoperasiannya. Tampilan program tersebut seperti gambar 8.



Gambar 8: Tampilan Program

Dari tampilan program gambar 8 tampilan program seperti gambar 9 berikut: dapat dirinci bagian-bagian (komponen)



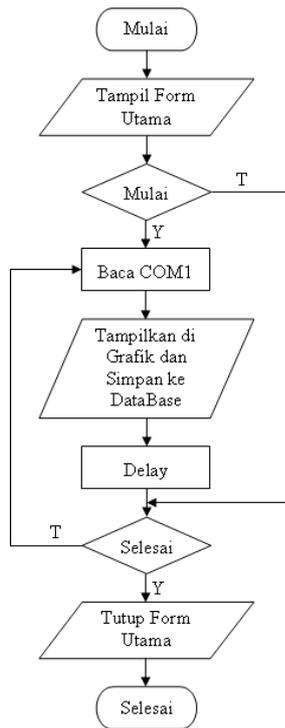
Gambar 5.4: Komponen-komponen Tampilan Program (*Form*)

Fungsi masing-masing komponen tampilan program dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. **Judul program** merupakan *header* yang merupakan topik utama dari tampilan tersebut.
- b. **Button1** (Mulai) digunakan untuk memulai pengukuran.
- c. **Button2** (Berhenti) digunakan untuk menghentikan pengukuran sementara (*pause*).
- d. **Button3** (Selesai) digunakan untuk keluar dari program sebagai tanda bahwa pengukuran telah selesai.
- e. **Grafik** digunakan untuk menampilkan perkembangan hasil pengukuran.
- f. **DbGrid1** digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dan juga untuk menyimpan ke database, sehingga data yang tersimpan dapat dianalisa pada saat diperlukan.

Bagan Alir Program

Bagan alir (*flowchart*) program dari perangkat lunak yang dikembangkan dalam penelitian ini seperti gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5: Bagan Alir Program Alat Ukur Intensitas Suara

Prosedur Penggunaan Alat

Prosedur penggunaan alat (*hardware*) dan program (*software*) yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pasang kabel yang menghubungkan alat ke komputer melalui COM1 atau DB9.
- Tancapkan kabel power ke sumber arus (AC 220V).
- Tekan tombol power pada alat ukur (*hardware*).
- Jalankan program (*software*) di personal komputer dengan mengklik file *AlatUkur.exe* dua kali.

- Setelah form utama tampil, tekan button dengan label **Mulai** untuk memulai pengukuran. Tekan button dengan label **Berhenti** untuk berhenti mengukur (*paused*), dan tekan button dengan label **Selesai** untuk selesai dan keluar dari program.

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan di bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa: (a) Alat ukur intensitas suara berbasis komputer ini dapat dimanfaatkan oleh para peneliti utamanya yang membutuhkan pengukuran intensitas suara dalam waktu yang cukup lama, karena alat ini dapat merekam data hasil pengukuran yang ditangkap oleh sensor. (b) Penggunaan COM1 sebagai antar muka (*interface*) antara alat ukur (*hardware*) dengan komputer memberi nilai tambah berupa penghematan biaya, karena dengan menggunakan COM1 tidak perlu menambahkan peralatan (*peripheral*) untuk mengkomunikasikan alat ukur dengan komputer. (c) Program aplikasi ini dapat dijalankan pada seperangkat *personal computer* (PC) dengan spesifikasi rendah yaitu 486DX2, RAM 4MB dan VGA minimal 1MB, sistem operasi (DOS/Windows9X)

SARAN

Saran bagi pengembangan penelitian ini adalah: alat ukur (*hardware*) dan program (*software*) yang telah dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai modal untuk pengembangan sistem pendukung keputusan (SPK) utamanya keputusan yang berkaitan dengan tingkat kebisingan suatu tempat.

Data yang diperlukan sebagai dasar pengambilan keputusan dapat diperoleh dengan bantuan alat dan program ini, sehingga untuk pengembangan SPK perlu menambahkan basis data pengetahuan dan

teknik-teknik analisis tertentu.

DAFTAR RUJUKAN

- Holman, J., P., 1985, *Metode Pengukuran Teknik*, terjemahan E. Jasjfi, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Jacob Fraden, 1996, *Handbook Of Modern Sensors*, California, ALP PRESS
- Maicom Plant, 1985, *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi*, Jakarta, PT. Gramedia
- Tom Young, 2004, *Sound Level Meters, ProSoundWeb The Primer Sound Level Meters (SLM's)*, page 1. (online), <http://www.prosounweb.com> diakses tanggal 8 April 2008