

PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK UNTUK PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA HASIL PENGUKURAN KESEIMBANGAN TUBUH MANUSIA

Atit Pertiwi¹, Bugie Taufik Iskandar² & Farid Thalib³

^{1,2,3}Laboratorium Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi,
Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya 100, Depok 16424
³farid@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Dalam perancangan perangkat pengukur keseimbangan tubuh yang berbasis mikrokontroler, ada dua hal yang ditekankan, yaitu rancangan perangkat keras, baik rancangan elektronisnya maupun rancangan mekanisnya, dan rancangan perangkat lunak, yaitu program pengolahan dasar yang berfungsi menjalankan rangkaian elektronik dan mengirimkan hasil pengukuran ke komputer. Penelitian ini menekankan pada pembuatan perangkat lunak untuk mengaktifkan perangkat keras pengukur keseimbangan tubuh yang telah dibahas oleh Ana Kurniawati dkk dalam [1] dan selanjutnya menyajikan hasil pengukuran pada layar monitor komputer. Masalah utama dalam perancangan perangkat lunak pendeteksi keseimbangan tubuh manusia adalah : pemetaan pola pergerakan ayunan tubuh, panjang ayunan tubuh, luas ayunan tubuh, nilai posisi rata-rata, keteraturan bentuk pergerakan, dan pencarian frekuensi pergerakan. Penelitian ini bertujuan merancang-bikin perangkat lunak sistem pengukur keseimbangan tubuh, yang menyajikan parameter-parameter keseimbangan tubuh, yang dapat diterapkan dalam bidang kedokteran untuk mendiagnosis penyakit yang menyebabkan gangguan pada keseimbangan tubuh. Parameter keseimbangan diambil dari sensor elektro-mekanik yang dirancang dengan prinsip deteksi pergeseran titik berat badan setiap saat jika seseorang berada di atas sistem sensor tersebut. Rumusan matematikanya diturunkan dengan menggunakan teori pusat massa. Rancangan perangkat lunak ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu rancangan basis data, rancangan masukan dan rancangan keluaran. Rancangan basis data digunakan sebagai basis data pasien yang berisikan informasi-informasi jatidiri pasien dan hasil pemeriksaannya. Rancangan masukan merupakan masukan data dari perangkat keras sistem sensor elektromekanik dan masukan data informasi pribadi pasien. Sedangkan rancangan keluaran terdiri atas penerapan rumus-rumus yang akan digunakan untuk penyajian informasi secara grafik dan secara numerik pada keluaran. Hasil pengujian yang dilakukan pada sepuluh orang pasien menunjukkan, bahwa program perangkat lunaknya dapat melakukan penghitungan sesuai dengan teori-teori keseimbangan tubuh.

Kata Kunci : Basis Data, Keseimbangan Tubuh, Mikrokontroler

1. PENDAHULUAN

Industri yang banyak mengeluarkan suara bising ke lingkungan akan menimbulkan dampak negatif bagi pekerja atau masyarakat di lingkungan industri tersebut. Hal ini terlihat pada seringnya dijumpai pekerja yang mengalami gangguan pendengaran [2].

Hasil penelitian yang dilakukan pada pabrik peleburan besi baja di Jakarta, menunjukkan bahwa 31,55% pekerja menderita tuli akibat bising dengan intensitas bising antara 85 dB hingga 105 dB dengan masa kerja rerata 8,99 tahun [3, 4]. Gangguan pendengaran selain disebabkan oleh efek bising dapat juga

disebabkan oleh getaran. Bising dan getaran tersebut menimbulkan interaksi berbagai gelombang mekanik dengan banyak frekuensi dan amplitudo yang dapat mengakibatkan gangguan pendengaran dan gangguan keseimbangan tubuh manusia [2].

Gangguan keseimbangan dapat disebabkan oleh gangguan pada saraf yang mengendalikan keseimbangan tubuh itu sendiri. Gejala gangguan keseimbangan pada fase akut dapat berupa ketidakmampuan bangun dari posisi berbaring dan berusaha bertahan pada posisi berbaring yang tidak menimbulkan rasa tidak nyaman. Ayunan tubuh dapat berlebihan pada saat duduk atau berdiri dan akan terlihat lebih jelas jika penderita berada di lingkungan yang tidak stabil, misalnya di tempat gelap atau di atas karet busa.

Saat ini orang telah mengembangkan alat pengukur keseimbangan tubuh manusia, tetapi harganya masih relatif mahal. Atas dasar itu dalam penelitian ini dikembangkan alat pengukur keseimbangan tubuh dengan harga yang terjangkau. Perangkat kerasnya dikembangkan oleh Ana Kurniawati dkk dalam [1], sedangkan perangkat lunak penunjang perangkat keras tersebut dikembangkan dalam penelitian ini.

Hal utama yang ditekankan pada perangkat lunak ini adalah (a) pemetaan pola pergerakan, (b) penyajian data ayunan tubuh manusia yang dihasilkan oleh tiga buah sensor dalam komputer, (c) penghitungan panjang ayunan tubuh manusia, (d) penghitungan luas ayunan tubuh manusia, (e) penghitungan nilai kedudukan titik berat tubuh rata-rata, (f) penghitungan keteraturan bentuk, dan (g) cara pencarian frekuensi pergerakan.

Penelitian bertujuan membuat prototipe perangkat lunak untuk alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia, yang dapat menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk menghitung panjang ayunan tubuh manusia, luas ayunan tubuh manusia, nilai posisi titik berat rerata, keteraturan bentuk pergerakan, dan frekuensi pergerakan. Informasi ini dapat membantu seorang dokter untuk menganalisis gejala suatu penyakit yang disebabkan oleh gangguan keseimbangan,

seperti rasa tidak seimbang, kepala terasa ringan, hampir pingsan, dan vertigo.

Sistem sensornya terdiri atas sebuah plat datar yang ditopang oleh tiga pegas spiral (sebagai sensor beban) yang kedudukannya membentuk segitiga sama sisi, pegas berada pada sudut-sudut segitiga samasisi. Ketiga sensor tersebut akan mendeteksi pola pergerakan ayunan tubuh manusia.

Perangkat kerasnya menitikberatkan pada pengamatan tiga buah potensiometer dengan rancangan mekanik yang khusus sebagai sensor beban yang diletakkan pada tiga buah titik yang membentuk sebuah segitiga sama sisi, sedangkan perangkat lunaknya merupakan program yang menerjemahkan keluaran sensor menjadi informasi yang digunakan untuk mengukur keseimbangan tubuh manusia. Hasil penelitian ini dapat membantu para dokter spesialis penyakit syaraf agar lebih cepat mendeteksi adanya gangguan keseimbangan pada tubuh pasiennya, sehingga ke depan gangguan keseimbangan tersebut dapat ditanggulangi lebih awal.

2. SEKILAS TENTANG GANGGUAN KESEIMBANGAN TUBUH

Ada tiga sistem yang berperan dalam mempertahankan keseimbangan, yaitu sistem vestibuler, visual, dan somatosensorik / proprioseptif. Untuk mempertahankan keseimbangan sedikitnya dua dari tiga sistem tersebut harus berfungsi dengan baik. Bila seseorang menderita vertigo, ini menunjukkan bahwa sistem vestibularnya terganggu. Rasa pening, rasa tidak seimbang, rasa tidak stabil, yang tidak disertai oleh pusing berputar (vertigo) boleh-jadi disebabkan oleh berbagai kelainan, misalnya terdapat gangguan visual, proprioseptif dan dapat juga disebabkan oleh gangguan pada sistem vestibuler itu sendiri [5].

Bentuk gangguan keseimbangan yang sering dijumpai adalah [5]:

1. Rasa tidak seimbang (disekuilibrium). Keluhan ini dapat diakibatkan oleh berbagai kelainan, misalnya gangguan vestibular, gangguan proprioseptif, penyakit karena susunan saraf pusat. Disekuilibrium dapat juga diakibatkan oleh gangguan fungsi serebelum, Labirin yang tidak berfungsi, intoksikasi obat dan tumor di fossa posterior.

2. Kepala terasa ringan. Keluhan ini dapat disebabkan oleh efek-samping obat, seperti obat anti hipertensi, obat penenang. Keluhan ini juga dapat diakibatkan oleh gangguan sistematik, seperti demam, gangguan metabolik. Penderita dengan gangguan psikus tidak jarang mengemukakan bahwa kepalanya terasa penuh, tidak segar dan terasa ringan.

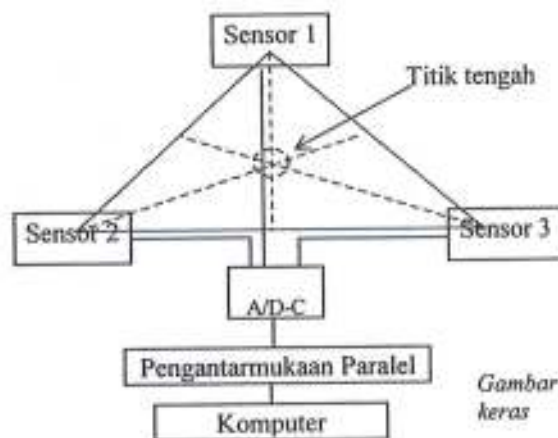
3. Hampir pingsan (sincope). Keluhan ini sering dijumpai pada pasien yang mengalami gangguan homeostatik, gangguan aliran darah, penyakit jantung, anemia dan juga karena pengaruh obat-obatan. Gangguan irama jantung, kelainan katup jantung dapat menimbulkan keluhan ini.

4. Vertigo. Vertigo adalah perasaan berputar. Penderita merasa atau melihat lingkungannya bergerak atau dirinya bergerak terhadap lingkungannya. Gerakan yang dialami biasanya gerakan berputar. Namun, kadang-kadang gerakan ini dapat berbentuk linier, seperti mau jatuh atau rasa ditarik menjauhi bidang vertikal.

Sesuai kejadiannya vertigo ada beberapa macam yaitu vertigo spontan dan vertigo posisi.

3. SISTEM SENSOR

Sensor keseimbangan tubuh merupakan sistem mekanik yang dirancang khusus dan berdasarkan tiga buah pegas spiral. Pegas dipasang pada tiga buah titik yang membentuk segitiga sama sisi. Tiap pegas dihubungkan dengan sebuah potensiometer. Jika beban diletakkan di atas sistem mekanik maka tiap pegas akan memberikan reaksi yang sebanding dengan beban yang diterimanya. Perubahan beban pada tiap pegas akan mengakibatkan perubahan hambatan pada potensiometer. Perubahan hambatan tersebut akan menyebabkan perubahan nilai tegangan analog pada potensiometer. Tegangan analog tersebut akan diubah ke bentuk besaran digital oleh (Analog to Digital Converter, A/D-C). Tiap sensor (pegas dan potensiometer) akan menghasilkan data 8 bit yang menjadi masukan bagi komputer (gambar 1) [6].



Gambar 1 Diagram sistem perangkat keras

Kedudukan titik tengah sensor atau pergeseran titik berat sistem sensor disajikan dalam

$$x = \frac{a(s_3 - s_2)}{2(s_1 + s_2 + s_3)}, \quad y = \frac{a\sqrt{3}(2s_1 - s_2 - s_3)}{6(s_1 + s_2 + s_3)} \quad (3.1)$$

dengan:

a = panjang sisi segitiga samasisi, s = perubahan beban pada sensor, x = perubahan kedudukan titik berat pada sumbu x, dan y = perubahan kedudukan titik berat pada sumbu y.

persamaan dengan sistem koordinat kartesian berikut [6]:

Panjang ayunan tubuh akan memperlihatkan panjang garis gelombang ayunan tubuh. Gambaran ayunan tubuh pasien terdiri atas himpunan titik dan garis. Titik pertama dan titik kedua dihubungkan dengan garis pertama. Titik kedua dan titik ketiga dihubungkan dengan garis kedua, begitu seterusnya hingga titik terakhir.

4. KONSEP PENGUKURAN KESEIMBANGAN

Luas ayunan tubuh digambarkan sebagai daerah sekeliling yang dibatasi oleh lingkaran luar dari gambaran ayunan tubuh. Dari gambaran ayunan tubuh pasien, terlihat bahwa gambaran tersebut tumpang tindih. Untuk menghitung luas ayunan tubuh diperlukan pencarian garis lingkaran terluar dari gambaran ayunan tubuh terlebih dahulu, hingga dihasilkan suatu gambar yang tidak bertumpuk lagi, selanjutnya dihitung luas ayunan tubuh [7].

Nilai kedudukan titik berat rerata dinyatakan terhadap sumbu X dan sumbu Y pada grafik ayunan tubuh. Dari gambaran ayunan tubuh didapat himpunan titik, titik pertama, titik kedua, titik ketiga sampai titik terakhir. Tiap titik dapat dituliskan sebagai titik A, sehingga terdapat $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$. Kedudukan tiap titik dinyatakan dengan dua nilai yaitu A_x dan A_y . Untuk sumbu X terdapat $A_{x1}, A_{x2}, A_{x3} \dots A_{xn}$, demikian pula dengan sumbu Y akan terdapat $A_{y1}, A_{y2}, A_{y3} \dots A_{yn}$. Hasil penghitungan nilai posisi rerata adalah sebuah titik yang juga mempunyai dua buah nilai yaitu nilai sumbu X dan nilai sumbu Y. Untuk menghitung nilai posisi rerata dilakukan dengan menjumlahkan semua titik sesuai dengan sumbunya, kemudian hasilnya dibagi dengan banyaknya titik [7, 8].

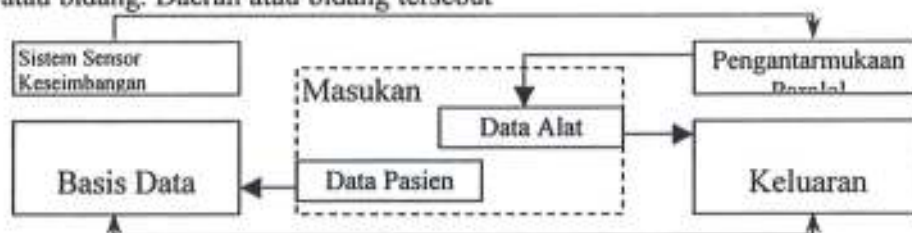
Keteraturan bentuk digunakan untuk menggambarkan keteraturan bentuk dari suatu daerah atau bidang. Daerah atau bidang tersebut

dapat berbentuk persegi panjang, segitiga, lingkaran, dan sebagainya. Tidak semua daerah atau bidang mempunyai bentuk yang teratur, daerah atau bidang dapat pula berbentuk suatu bentuk yang tidak beraturan seperti pulau, sungai dan sebagainya. Keteraturan bentuk mempunyai skala pengukuran dari 0 sampai 1. Jika skala keteraturan bentuk semakin mendekati nilai 1, hal ini berarti bentuk bidang tersebut semakin teratur [9].

Frekuensi digunakan untuk menghitung banyaknya titik pada suatu posisi. Pada grafik frekuensi, sumbu X akan menggambarkan banyaknya titik, sedangkan sumbu Y menggambarkan banyaknya posisi yang sama pada titik tertentu [9].

5. RANCANGAN DASAR PERANGKAT LUNAK PENGUKUR KESEIMBANGAN TUBUH

Rancangan sistem terdiri atas tiga bagian utama, yaitu rancangan basis data, masukan, dan keluaran. Rancangan basis data digunakan sebagai basis data pasien yang berisikan informasi jatidiri pasien dan hasil pemeriksaannya. Bagian masukan merupakan kumpulan data yang terbagi atas masukan data dari alat dan masukan data



Gambar 2 : Diagram blok rancangan sistem Perangkat Lunak

tiap balok pada gambar 2 memiliki beberapa prosedur pemrograman yang berbeda. Inti programan perangkat lunaknya adalah :

Pengolahan basis data, baik itu untuk masukannya maupun penampilan query data pasien keseluruhan untuk digunakan dalam pemeriksaan.

Pemasukan data mentah dari sensor dengan menggunakan komponen yang sudah disediakan oleh pengantarmukaan serial.

Pengolahan data dengan menerjemahkan algoritma-algoritma penghitungan menjadi perintah-perintah bahasa pemrograman.

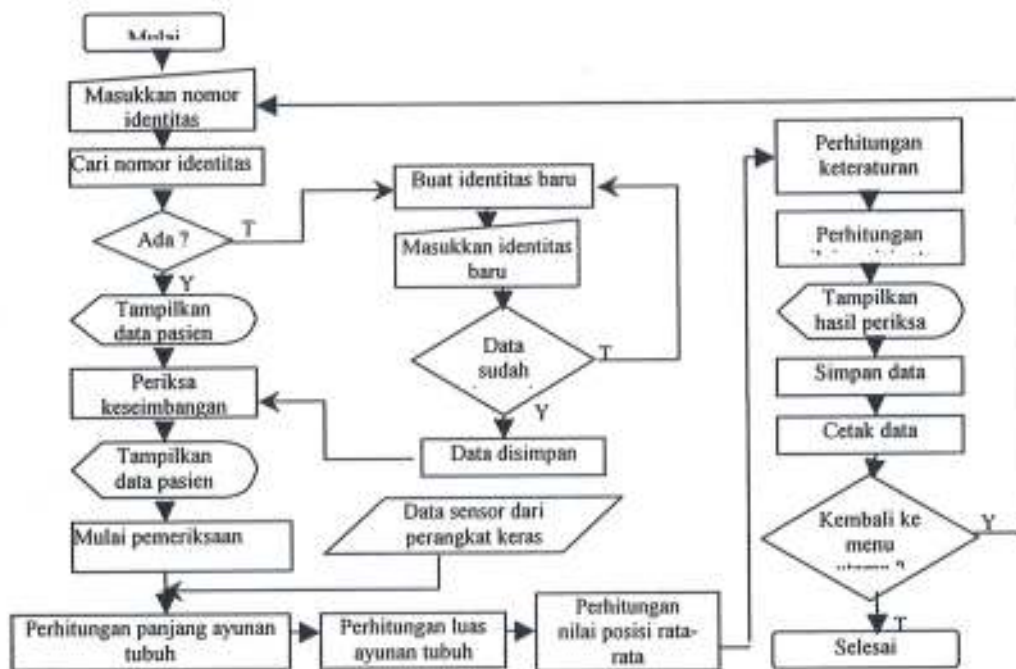
Penampilan hasil penghitungan, baik itu dalam bentuk grafik ataupun angka.

Penampilan query laporan yang dibutuhkan oleh dokter.

Program dimulai dengan pemasukan nomor jatidiri pasien (nomor tanda pengenal). Tiap pasien baru harus mengisi data pasien baru. Saat

pemeriksaan keseimbangan dimulai, proses penghitungannya adalah : (a) penghitungan panjang ayunan tubuh, (b) penghitungan luas ayunan tubuh, (c) penghitungan nilai kedudukan

rata-rata, (d) penghitungan keteraturan bentuk, dan (e) penghitungan frekuensi. Data dapat disimpan pada basis data hasil periksa dan dapat pula dicetak.



Gambar 3 : Diagram Alir rancangan sistem perangkat lunak

6. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

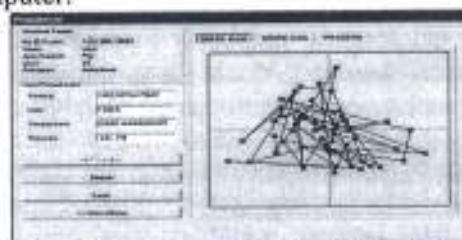
Alat pengukur keseimbangan bertujuan menilai secara kuantitatif kemampuan seseorang dalam memelihara keseimbangan tubuh. Penilaian keseimbangan tubuh dilakukan dengan cara menilai ayunan tubuh yang disebabkan oleh kepeningangan, ketidakseimbangan atau gangguan keseimbangan. Gerakan ayunan pasien digambarkan pada komputer.

Cara pengujian perangkat lunaknya dilakukan dengan cara pengukuran langsung pada pasien. Pasien diminta berdiri tenang di atas alat ukur dengan tumit sejajar. Selanjutnya pasien diminta melakukan empat hal yang masing-masing selama 60 detik. Rekaman data dilakukan tiap detik, sehingga diperoleh 60 data dalam waktu 60 detik untuk tiap jenis kegiatan pasien. Keempat kegiatan pasien tersebut adalah: (a) berdiri tenang dengan mata terbuka memandangi titik tertentu, (b) berdiri tenang dengan mata tertutup, (c) berdiri tenang di atas alas yang tidak stabil dengan mata terbuka memandangi titik tertentu, dan (d) berdiri tenang

di atas alas yang tidak stabil dengan mata tertutup.

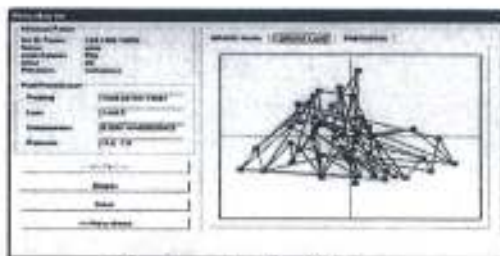
Hasil percobaan akan diolah menjadi tujuh bentuk informasi yaitu : (a) pergerakan ayunan tubuh terhadap sumbu X dan sumbu Y, (b) panjang ayunan tubuh, (c) luas ayunan tubuh, (d) nilai posisi rata-rata, (e) keteraturan Bentuk (Compactness), dan (f) frekuensi.

Pergerakan ayunan tubuh terhadap sumbu X (garis datar) dan sumbu Y (garis tegak) akan diterima oleh sensor beban, hasilnya disajikan dalam bentuk grafik yang digambarkan oleh komputer.



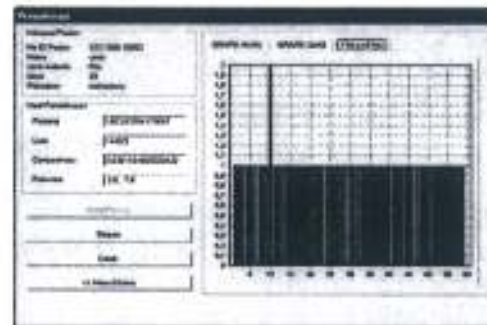
Gambar 4 : Jejak perpindahan kedudukan titik berat terhadap sumbu X-Y

Gambar 4 menyajikan hasil percobaan yang menunjukkan rekaman jejak perpindahan kedudukan titik berat pasien. Titik merah pada gambar 4 menunjukkan rekaman kedudukan titik berat badan pasien pada saat tertentu. Perpindahan kedudukan berlangsung dalam tenggang waktu satu detik. Sedangkan garis yang berwarna hitam menunjukkan perjalanan perubahan dari titik pertama (detik ke-1) menuju ke titik kedua (detik ke-2), ketiga dan seterusnya sampai titik ke enam puluh.



Gambar 5 : Grafik Luas

Gambar 5 menyajikan grafik luas. Garis yang berwarna hijau muda merupakan garis pinggir atau tepi dari bangun yang terbentuk. Sedangkan titik-titik yang berwarna hijau tua merupakan sudut-sudut dari bangun tersebut. Selain itu, tampak disajikan juga garis hitam, yang merupakan garis panjang dari grafik awal sebelumnya.



Gambar 6 : Frekuensi

Untuk melakukan pengujian kinerja sistem, dilakukan pengujian terhadap 10 orang pasien secara berturut-turut. Hal ini dilakukan untuk menguji kemampuan perangkat lunak itu sendiri dalam pengolahan basis data, pengolahan masukan dan proses penghitungan untuk tampilan pada keluaran. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian terhadap 10 orang dari penggunaan alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian yang hanya bersifat mengukur nilai-nilai keseimbangan tanpa dapat diketahui apakah pasien tersebut menderita gangguan keseimbangan atau tidak, karena untuk mengetahui apakah seseorang menderita gangguan keseimbangan harus dengan bantuan seorang dokter.

Tabel 1. hasil pengujian terhadap 10 orang pasien

No	No id pasien	Nama pasien	Panjang	Luas	Compactness	Rerata
1.	116.1209.10001	Umar W.	1512.4042	1271	0.0506	2.7;1.11
2.	116.1209.10002	Bugie T.	1532.6282	1272.5	0.0407	-1.1;-0.07
3.	116.1209.10003	Andri S.	1627.2906	1650	0.0377	0.4;-1.6
4.	116.1209.10004	Adi P.	1660.4095	1193	0.0439	0.05;-2.4
5.	116.1209.10005	Ahmad A. W.	1735.0487	1648	0.0416	-2.2;-0.02
6.	116.1209.10006	Riko Rasota	1503.7468	1240.5	0.0308	-2.9;-5
7.	116.1209.10007	Wisnu Indarto	1600.2998	1415	0.0267	-0.2;-1.2
8.	116.1209.10008	Willy M.	1453.2046	870.5	0.0251	2.73;-0.4
9.	116.1209.10009	Markus	1604.3712	1623	0.0435	-0.1;1.81
10.	116.1209.10010	Ary	1749.0277	2091.5	0.0422	-5.5;-5.8

7. PENUTUP

Alat pengukur keseimbangan tubuh manusia ini merupakan alat monitoring untuk pemeriksaan pasien yang mengalami gangguan keseimbangan. Pasien yang menderita gangguan keseimbangan akan diperiksa keseimbangannya. Dari hasil pemeriksaan

akan dihasilkan beberapa informasi yang disajikan dalam bentuk gambar grafik dan angka numerik. Untuk mengetahui perkembangan kesehatan seorang pasien, dapat juga digunakan alat ini, karena data pasien selalu tersimpan. Perangkat lunak memiliki sebuah basis data pasien dan

digunakan untuk mengukur pergerakan ayunan tubuh, panjang ayunan tubuh, luas ayunan tubuh, nilai posisi rata-rata, compactness dan frekuensi kedudukan titik berat.

Alat keseimbangan tubuh manusia ini masih berupa prototipe, sehingga ke depan masih dapat dikembangkan lagi menjadi alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi keseimbangan tubuh manusia. Alat pengukur keseimbangan tubuh ini juga masih memiliki keterbatasan, yakni alat ini tidak dapat mendeteksi atau menentukan suatu penyakit pasien atau penderita gangguan keseimbangan. Bila penggunaan alat ini ingin diperluas untuk kepentingan kedokteran (medis) perlu diadakan pengujian klinik paling sedikit selama enam bulan sampai satu tahun.

8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lumbantobing S.M., "Vertigo Tujuh Keliling", Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 1996.
- [2] J. S. Stadler and S. Roy, "Importance sampling for detection of scale problems," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 43, pp. 2862-2865, Dec. 1995.
- [3] Ana Kurniawati, dkk: "Studi Rancang Bangun Perangkat Pengukur Keseimbangan Tubuh", The 5th National Conference on Design and Application of Technology, Widya Mandala Surabaya Catholic University, Surabaya, 2006.
- [4] Hendarmin H, "Noise Induced Hearing Loss", Konas PERHATI II, Jakarta, 1997.
- [5] Hendarmin H dan Hadjar E, "Noise and Noise Polutions in Jakarta", Konas PERHATI II, Jakarta, 1971.
- [6] Ana Kurniawati: "Sistem Pendeteksi Keseimbangan Tubuh Manusia", Tesis, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2002
- [7] Sundari H., "Hubungan Pemajanan Bising dengan Ambang Pendengaran Tenaga Kerja di Bagian Peleburan dan Pengontrolan Besi Baja PT. B. D. Jakarta", Jakarta, 1994.
- [8] Winther R, "Numerical Integration-Trapezoidal Rule ", URL : <http://www.krellinst.org/UCES/archiv e/modules/potential/trap/>, Juni 2005.
- [9] Swan M. and Ridgway J, "Tools-Math 'Creating Measures' Compactness Task", <http://www.wcer.wisc.edu/nise/c11/fl ag/tools/math/measures/compactness B.htm>, Juni 2005.