

PERANCANGAN DAN PENERAPAN *POSTUROGRAPH* SEBAGAI DETEKSI DINI PADA GANGGUAN KESEIMBANGAN

Iksanudin Saputro¹⁾, Andy Noortjahja²⁾, Endah Rahmawati³⁾

¹⁾ Program Studi S1 Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail san_ik23@yahoo.co.id

^{2,3)} Dosen Fisika, FMIPA, UNESA

Abstrak

Perkembangan teknologi instrumentasi yang cukup pesat telah mampu menembus berbagai bidang teknologi, khususnya dalam dunia kedokteran sangat besar sekali, Salah satu alat instrumentasi kedokteran adalah uji keseimbangan (*vestibulair*) pada seorang pasien yang menderita gangguan *vestibulair* atau lebih dikenal dengan sebutan *vertigo*. Penelitian laboratorium ini bertujuan untuk mendiskripsikan hasil uji coba *posturograph static* mampu bekerja secara signifikan sehingga sinyal-sinyal keseimbangan yang dihasilkan benar-benar menunjukkan gangguan keseimbangan yang diderita pasien *vertigo*. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi literatur, studi lapangan dan kegiatan eksperimen. Dimana variabel manipulasinya yaitu tegangan dan tekanan, tekanan itu diperoleh dari pasien yang mengijak sensor *flexiforce* yang terdapat alat *posturograph* selama selang waktu tertentu, untuk diolah oleh mikrokontroler menjadi data berupa sinyal keluaran dalam bentuk grafik. Alat *posturograph* ini dapat mendiagnosa pasien yang tidak mengalami gejala *vertigo* dan pasien yang mengalami gejala *vertigo* Pasien dapat dikatakan mengalami gejala *vertigo* jika tekanan telapak kaki pasien berbeda dan terpaut jauh ketika berdiri. Terjadi peningkatan atau penurunan nilai tekanan pada sensor kaki kanan dan kaki kiri. Pasien dapat dikatakan tidak mengalami gejala *vertigo* mampu berdiri dalam keadaan seimbang diatas alat dengan memberikan tekanan yang sama atau mendekati pada sensor kaki kanan dan kaki kiri.

Kata kunci : *vertigo, keseimbangan, posturograph, tekanan*

Abstract

Development of instrumentation technology has been able to break in various fields of technology, especially in medical field. One of medical instrument apparatus is test of balance (*vestibulair*) on patient with *vestibulair* disruption or generally named by *vertigo*. This laboratorium research aims to describe result of *posturograph static* which is able to work properly so that the result of balance signals shows the disruption that suffered by patient of *vertigo*. Method of research that used is study of literature, field research, and experiment. Variable of manipulation is tension and pressure. The pressure is obtained from patient that step the *flexiforce* sensor in *posturograph* at interval time, then the microcontroller processes the data in output of signal in graphic. *Posturograph* apparatus can diagnose patient without *vertigo* disruption or patient with *vertigo* disruption. Patient can be said *vertigo* when the pressure of foot palms is different when arise. There is increasing or decreasing of foot palms pressure in right side or left side. Patient can be said normal or has no *vertigo* disruption when they can stand normal in balance on *posturograph* by giving equal pressure or almost equal in sensor of right side and left side.

Keyword: *vertigo, balance, posturograph, pressure*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi instrumentasi yang cukup pesat telah mampu menembus berbagai bidang teknologi, antara lain teknologi informasi dan komunikasi, kedokteran dan lain-lain. Peran serta teknologi

instrumentasi dalam dunia kedokteran sangat besar sekali, tetapi selalu terbentur kemampuan sumber daya manusia yang ada pada rumah sakit, sehingga cenderung mengandalkan tenaga ahli dari produsen alat tersebut disamping itu tingginya nilai beli alat kedokteran tersebut. sehingga hanya rumah sakit tertentu saja yang

mempunyai fasilitas alat-alat kedokteran modern yang berbasis teknologi informasi. Salah satu alat instrumentasi kedokteran adalah uji keseimbangan (*vestibulair*) pada seorang pasien yang menderita gangguan *vestibulair*.

Sistem keseimbangan pada manusia semuanya dipengaruhi oleh telinga dalam, mata, otot dan sendi jaringan lunak untuk menyampaikan informasi yang dapat dipercaya tentang pergerakan dan orientasi tubuh saat perubahan posisi. Jika sistem keseimbangan seperti telinga dalam, sistem visual atau sistem proprioseptif mengalami gangguan, maka orang tersebut akan mengalami gangguan keseimbangan atau vertigo (dr. Nyillo dkk, 2009).

Vertigo bukan penyakit melainkan gejala dari suatu penyakit. Bisa enteng, mungkin juga bisa berat. Ada yang bisa sembuh dengan sendirinya, ada pula yang perlu pengobatan atau bahkan bisa sampai operasi. Hal fatal yang akan terjadi jika vertigo tidak segera diobati atau ditangani adalah ketika seorang penderita vertigo kambuh, jatuh pingsan dan jangka waktu yang cukup lama dan sering terjadi, maka akan mengakibatkan timbulnya gejala penyakit baru yaitu gegar otak ringan hingga gegar otak berat. Oleh karena itu, pada setiap penderita vertigo harus dilakukan serangkaian pemeriksaan untuk menentukan bentuk vertigo, dan penyebabnya. Alat pemeriksaan keseimbangan tersebut adalah dengan menggunakan *Posturograph*. *Posturograph* atau Posturografi adalah alat untuk memeriksa gangguan keseimbangan yang menampilkan data sinyal secara obyektif dan bernilai kuantitatif. Untuk mendapatkan gambaran yang benar tentang gangguan keseimbangan karena gangguan vestibuler, maka *input* visual dihalangi dengan cara menutup mata dan *input proprioseptif* diganggu dengan berdiri di atas alas tumpuan yang tidak stabil. Hasil dari alat tersebut dapat menunjukkan adanya gangguan keseimbangan yang ditandai dengan ayunan tubuh berlebihan yang lebih dominan dibandingkan dengan ayunan tubuh normal.

Pada dasarnya *Posturograph* terdapat dua tipe yaitu *Static Posturograph* dan *Dynamic Posturograph*, namun kedua alat tersebut yaitu *Static Posturograph* dan *Dynamic Posturograph* tidak dengan mudah bisa diproduksi di dalam negeri, karena keterbatasan bahan dan sensor yang di perlukan untuk pembuatan alat tersebut. Keberhasilan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi semua rumah sakit yang belum mempunyai *Static Posturograph* dengan nilai harga yang *low cost* (dr. Nyillo dkk, 2009).

Permasalahan yang sering timbul di rumah sakit, seperti para dokter spesialis rumah sakit memerlukan alat instrumen elektronika seperti *Posturograph* tapi tak mampu memilikinya, karena minimnya dana untuk

pembelian alat tersebut. Sehingga pada akhirnya para dokter spesialis menempuh cara tradisional yang mereka anggap cukup representatif untuk mewakili alat instrumentasi. Pada saat seseorang mengalami gejala gangguan *vestibulair* atau lebih dikenal dengan sebutan *vertigo*, maka bila orang tersebut mendatangi dokter spesialis untuk dilakukan pemeriksaan, dokter tersebut hanya menggunakan cara-cara tradisional yaitu dengan menggunakan spon karet sehingga dia bisa melihat keseimbangan si pasien ketika berdiri di atas spon karet tersebut dengan mata terbuka dan tertutup. Selanjutnya dokter mengamati gerak keseimbangan tubuh pasien tersebut, apakah si pasien mengalami gangguan keseimbangan atau tidak. Dengan demikian hasil diagnosa dokter kurang akurat.

Maka dari itu pada tim peneliti sebelumnya yaitu (dr. Nyillo dkk, 2009) melakukan penelitian yang berjudul "*Rancang Bangun alat Posturograph*". Penelitian tersebut bertujuan untuk mendapatkan alat *Posturograph* yang bernilai jual murah, sehingga diharapkan banyak rumah sakit memiliki alat *Posturograph* ini. Penelitian telah selesai di uji coba secara laboratorium dan didapatkan hasil berupa data numerik yang kemudian data tersebut diubah menjadi data sinyal dari masing - masing sensor yang terdapat pada alat *Posturograph*. Sinyal output mewakili efek tekanan pada sensor tekanan atau transduser. Sinyal output tersebut menunjukkan beberapa warna yang disesuaikan dengan letak tekanan sensor pada kaki

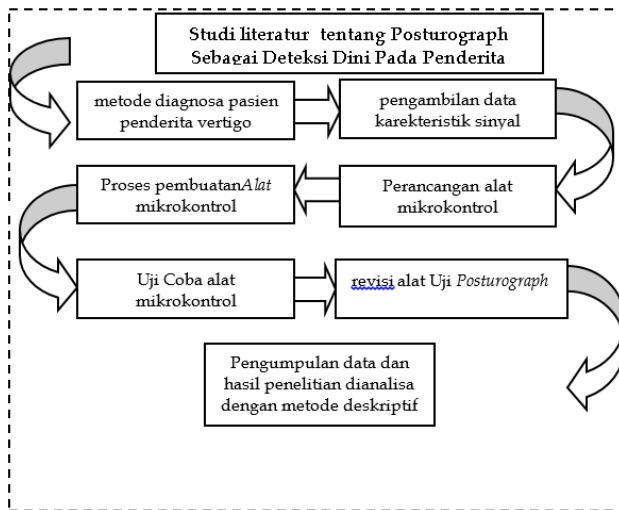
Dari uraian di atas penelitian yang akan dilakukan terkait dengan perancangan instrumen *posturograph static* yang diharapkan hasil uji instrumen *posturograph* akan mampu memunculkan sinyal-sinyal keseimbangan pada pasien yang menderita gangguan keseimbangan.

METODE

A. Rancangan Penelitian

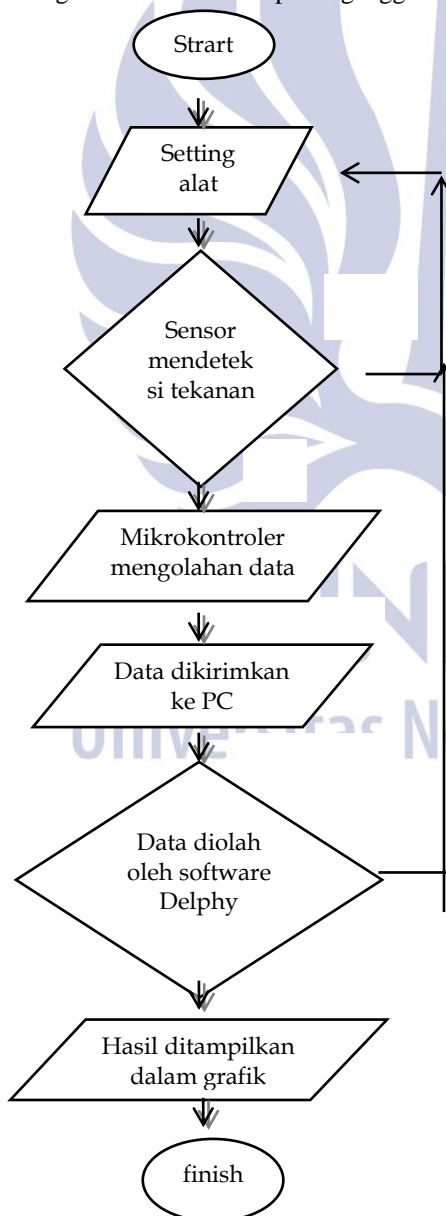
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi literatur, studi lapangan dan kegiatan eksperimen. Studi lapangan merupakan Tahap identifikasi data metode diagnosa pasien penderita gangguan keseimbangan. Teknik pengumpulan data ini dengan melakukan observasi tentang karakteristik seseorang yang menderita gangguan vestibular atau vertigo dan wawancara dengan dokter spesialis.

Adapun desain penelitian Perancangan dan Penerapan *Posturograph* Sebagai Deteksi Dini pada gangguan Keseimbangan adalah sebagai berikut :



Gambar 1 Desain Penelitian

Diagram Alir Perancangan dan Penerapan Posturograph Sebagai Deteksi Dini pada gangguan Keseimbangan



Gambar 2 Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

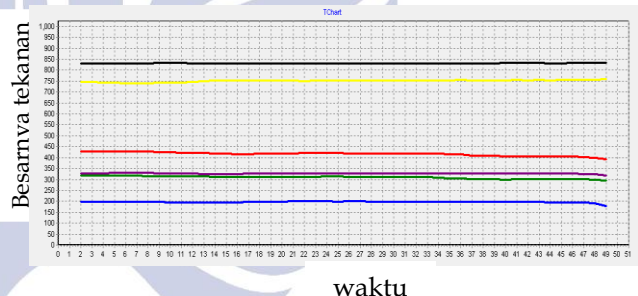
Posturograph statis memiliki 3 buah sensor yang berada pada tiap telapak kaki dengan total 6 buah sensor pada telapak kaki kanan dan telapak kaki kiri.



Gambar 3. Posisi Sensor Pada Masing-Masing Telapak Kaki

Hasil percobaan pada pasien lanjut usia dapat disajikan sebagai berikut :

Percobaan pada pasien 1 dengan mata terbuka



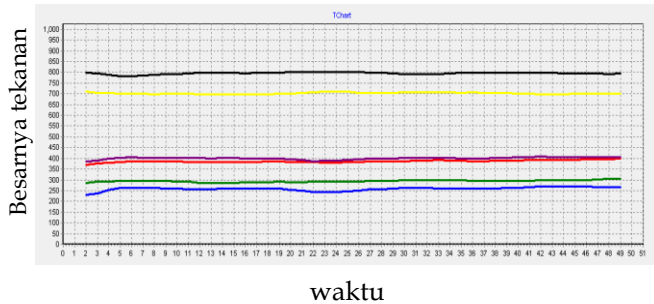
Gambar 4. Grafik Tekanan Pasien 1 dengan Mata Terbuka

Kaki kanan = berwarna merah, hijau dan kuning

Kaki kiri = berwarna ungu, biru dan hitam

Pada grafik hasil uji coba pada pasien 1 dengan mata terbuka, menunjukkan nilai garis grafik berwarna hitam (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kiri) dan garis grafik berwarna kuning (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kanan) bernilai tertinggi secara berurutan sebesar 830 dan 750. Sedangkan pada grafik hijau, biru, merah dan ungu adalah 320, 200, 410 dan 320. Dari keenam grafik ini jika di jumlahkan, Nilai tekanan antara kaki kanan dan kaki kiri tidak memiliki perbedaan yang jauh hal ini menandakan jika pasien dalam keadaan berdiri seimbang.

Percobaan pada pasien 1 dengan mata tertutup

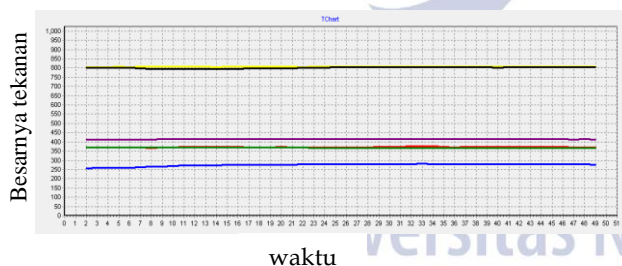


Gambar 5. Grafik tekanan pada pasien 1 dengan mata tertutup

Kaki kanan = berwarna merah, hijau dan kuning
Kaki kiri = berwarna ungu, biru dan hitam

Pada grafik hasil uji coba pada pasien 1 dengan mata tertutup, menunjukkan nilai grafik berwarna hitam (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kiri) bernilai hampir sama dengan grafik berwarna kuning (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kanan) yakni secara berurutan sebesar 800 dan 700. Sedangkan pada grafik hijau, biru, merah dan ungu adalah 300, 250, 400 dan 400. Dari keenam grafik ini jika dijumlahkan, Nilai tekanan antara kaki kanan dan kaki kiri tidak memiliki perbedaan yang jauh dan secara keseluruhan sama dengan grafik pasien dengan mata terbuka. Dari grafik menunjukkan pasien dalam keadaan seimbang.

Percobaan pada pasien 2 dengan mata tertutup



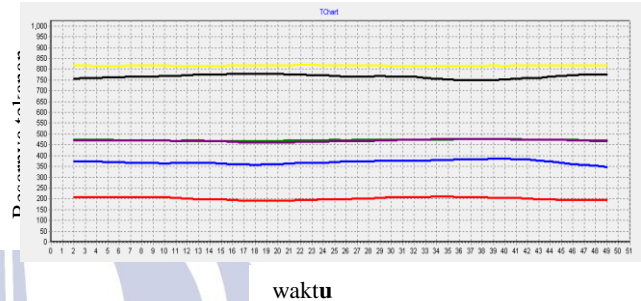
Gambar 6. Grafik tekanan pada pasien 2 dengan mata tertutup

Kaki kanan = berwarna merah, hijau dan kuning
Kaki kiri = berwarna ungu, biru dan hitam

Pada grafik hasil uji coba pada pasien 2 dengan mata tertutup, memiliki dua pasang nilai tekanan yang hampir sama, yaitu berwarna hitam (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kiri) bernilai sama dengan grafik berwarna kuning (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kanan) sebesar 800.

Sedangkan pada grafik hijau, biru, merah dan ungu adalah 350, 250, 350 dan 400. Dari keenam grafik ini jika dijumlahkan, Nilai tekanan antara kaki kanan dan kaki kiri tidak memiliki perbedaan yang jauh dan secara keseluruhan sama dengan grafik pasien dengan mata terbuka. Dari grafik menunjukkan pasien dalam keadaan seimbang.

Percobaan pada pasien 2 dengan mata terbuka

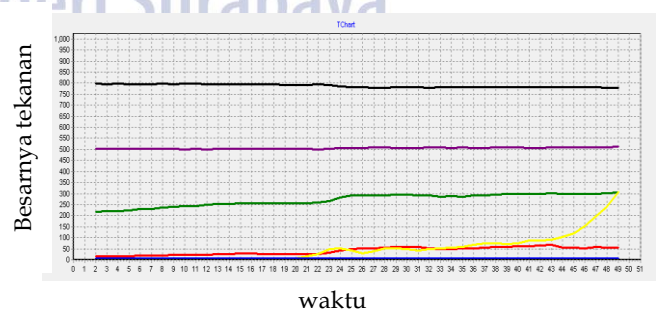


Gambar 7. Grafik tekanan pada pasien 2 dengan mata terbuka

Kaki kanan = berwarna merah, hijau dan kuning
Kaki kiri = berwarna ungu, biru dan hitam

Pada grafik hasil uji coba pada pasien 2 dengan mata terbuka, menunjukkan nilai grafik berwarna kuning (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kanan) dan nilai grafik berwarna hitam (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit telapak kaki kiri) bernilai hampir sama secara berurutan sebesar 800 dan 750. Sedangkan pada grafik hijau, biru, merah dan ungu adalah 450, 350, 200 dan 450. Dari keenam grafik ini jika dijumlahkan, Nilai tekanan antara kaki kanan dan kaki kiri tidak memiliki perbedaan yang jauh hal ini menandakan jika pasien dalam keadaan berdiri seimbang.

Percobaan pada pasien 3 dengan mata terbuka



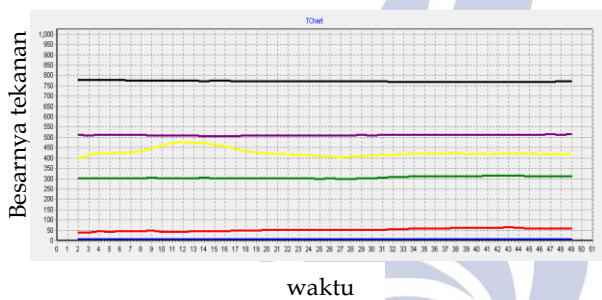
Gambar 8. Grafik tekanan pada pasien 3 dengan mata terbuka

Kaki kanan = berwarna merah, hijau dan kuning
Kaki kiri = berwarna ungu, biru dan hitam

Perancangan Dan Penerapan Posturograph Sebagai Deteksi Dini Pada Gangguan Keseimbangan

Pada grafik hasil uji coba pada pasien 3 dengan mata terbuka menunjukkan nilai tekanan tertinggi terletak pada grafik berwarna hitam (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit kaki kiri) sebesar 800. Dan diikuti grafik berwarna ungu (sensor tekanan yang diletakkan pada kaki kiri) sebesar 500. Sedangkan pada grafik berwarna kuning (sensor tekanan yang diletakkan pada tumit kaki kanan) bernilai kecil, menandakan bahwa pasien mengalami ketidakseimbangan ketika berdiri diatas alat. Tubuh pasien cenderung condong ke kiri, hal ini dibuktikan dengan nilai tekanan pada sensor kiri lebih besar daripada nilai tekanan pada sensor kanan. Hal ini menunjukkan jika pasien berdiri tidak dalam keadaan seimbang. maka pasien ini bisa dikatakan mengalami gangguan keseimbangan.

Percobaan pada pasien 3 dengan mata tertutup



Gambar 9. Grafik tekanan pada pasien 3 dengan mata tertutup

Kaki kanan = berwarna merah, hijau dan kuning
Kaki kiri = berwarna ungu, biru dan hitam

Pada grafik hasil uji coba pada pasien 3 dengan mata tertutup menunjukkan nilai tertinggi terletak pada grafik berwarna hitam (sensor tekanan yang diletakkan di tumit kaki kiri) sebesar 770 dan diikuti oleh grafik berwarna ungu (sensor tekanan kaki kiri) sebesar 500. Sedangkan grafik berwarna kuning (sensor tekanan yang diletakkan di tumit kanan) bernilai 400 dan grafik berwarna merah (sensor tekanan kaki kanan) bernilai 50 Hal ini menunjukkan pasien cenderung condong ke kiri, maka pasien ini bisa dikatakan mengalami gangguan keseimbangan.

No	Pasi en	Warna Sinyal Output			
		Kaki kanan			
		Mera h	Hija u	Kunin g	Tota l

1	mata terbuka	410	320	750	1480
	mata tertutup	400	300	700	1400
2	mata terbuka	200	450	800	1450
	mata tertutup	350	350	800	1500
3	mata terbuka	50	300	50	400
	mata tertutup	50	300	400	750
4	mata terbuka	150	400	400	950
	mata tertutup	450	200	450	1100
5	mata terbuka	170	220	700	1090
	mata tertutup	100	200	750	1050

Gambar 10. Table tekanan kaki kanan

No	Pasi en	Warna Sinyal Output			
		Kaki kiri			
		Ungu	Biru	Hitam	total
1	mata terbuka	320	200	830	1350
	mata tertutup	400	250	800	1450
2	mata terbuka	450	350	750	1550
	mata tertutup	400	250	800	1450

3	mata terbuka	500	0	800	1300
	mata tertutup	500	0	770	1270
4	mata terbuka	200	0	450	650
	mata tertutup	200	0	550	750
5	mata terbuka	50+1 50/2 =100	0	800	900
	mata tertutup	50+1 20/2 =85	0	750	835

Gambar 10. Table tekanan kaki kiri

B. Pembahasan

Berdasarkan tabel nomor 1 dan 2 di atas menunjukkan bahwa nilai tekanan sensor yang diletakkan pada kaki kanan dan kaki kiri kedua pasien memiliki nilai yang hampir sama. Nilai tekanan kedua tumit bernilai hampir sama, tumit kanan (warna sinyal output kuning) dan kiri (warna sinyal output hitam) bernilai hampir sama yang menunjukkan bahwa kedua pasien berdiri hampir seimbang. Dan kedua buah sensor pada tumit bernilai jauh lebih tinggi dari empat sensor yang lain, berarti kedua pasien pada kondisi mata terbuka dan tertutup berdiri mendidik beratkan pada kedua buah tumit. Begitu pula saat di hitung, penjumlahan pada semua sensor yang ada pada telapak kaki kiri dan kanan bernilai hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa pasien 1 dan 2 nyaris berdiri secara seimbang dan kedua pasien tidak mengalami gejala vertigo.

Sedangkan pada table nomor 3, 4 dan 5 menunjukkan bahwa pasien mengalami gangguan keseimbangan. Ditunjukkan dengan nilai grafik yang tidak stabil (bergelombang), nilai grafik tekanan pada sensor kaki kanan berbeda jauh dengan nilai grafik tekanan pada sensor kaki kiri. Begitu pula jika dijumlahkan nilai grafik kaki kanan dan nilai grafik kaki kiri terpaut jauh. Maka dari itu pasien ini bisa dikatakan mengalami gangguan keseimbangan.

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

- 1 Rancang bangun *posturograph* yang dihasilkan mampu mengeluarkan sinyal *output* yang mewakili efek tekanan pada sensor tekan.
- 2 Sensor yang terdapat pada alat *Posturograph* adalah sensor *Flexi Force* yang merupakan sensor tekanan. Sensor tersebut mendeteksi adanya gaya atau tekanan, gaya atau tekanan itu yang menyebabkan timbulnya tegangan dan nantinya akan menimbulkan suatu sinyal tertentu.
- 3 Rancang bangun *posturograph* dapat mendiagnosa pasien yang tidak mengalami gejala gangguan keseimbangan dan pasien yang mengalami gejala gangguan keseimbangan.
- 4 Sensitivitas alat *posturograph* statis mempunyai tingkat kepekaan yang cukup tinggi.
- 5 Pasien dapat dikatakan mengalami gejala vertigo atau gangguan keseimbangan jika tekanan telapak kaki pasien berbeda dan terpaut jauh ketika berdiri. Terjadi peningkatan atau penurunan nilai tekanan pada sensor kaki kanan dan kaki kiri.
- 6 Pasien dapat dikatakan tidak mengalami gejala vertigo mampu berdiri dalam keadaan seimbang diatas alat dengan memberikan tekanan yang sama atau mendekati pada sensor kaki kanan dan kaki kiri.

B. SARAN

Penelitian ini perlu ditindak lanjuti karena *posturograph* masih tidak memiliki acuan satuan pada sumbu vertikal dan sumbu horizontal. Sehingga langkah berikutnya dapat diproduksi secara massal dengan mempunyai nilai jual yang *lowcost*. Dan langkah penelitian selanjutnya dapat diusulkan untuk merancang *posturograph* dinamis yang lebih memiliki variabel kerja yang lebih banyak khususnya bagi pasien penderita gangguan keseimbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton F. P. van Putten, 1988, Electronic Measurement Systems, Prentice Hall International (UK) Ltd.
- Black FO. What can posturography tell us about vestibular function? Ann N Y Acad Sci. 2001 Oct;942:446-64. Baloh RW, Spain S, Socotch TM, Jacobson KM, Bell A. 1995. Posturography and Balance Problem in Older People. (miring) J AM Geriatr Soc. |1995;43:638-644
- Bronstein M Adolfo.1995. Visual vertigo syndrome: clinical and posturography findings. journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry.
- Caron O, Faure B., Brenière Y. (1997) Estimating the centre of gravity of the body on the basis of the centre of pressure in standing posture. J. Biomechanics 30, 1169-1171.

- Di Fabio RP. Meta-analysis of the sensitivity and specificity of platform posturography. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1996 Feb;122(2):150-6.
- Giancoli ,C. Douglas, 2005, Physics: Principles with applications, 6th edition, USA:Pearson Prentice Hall.
- Hirnoven Melli. 2009. EVALUATION OF VESTIBULAR FUNCTION WITH VISUAL FEEDBACK POSTUROGRAPHY MOTORIZED HEAD IMPULSE TEST. Medical Faculty of the University of Helsinki, Helsinki 2009.
- Israr A yayan. 2008. Vertigo. Faculty of Medicine – University of Riau
- Kurniawan Irwan. 2014. Bahan 1 sensor dan transduser. <https://irwankurniawanblog.files.wordpress.com/2014/01/bahan-1-sensor-dan-transduser.pdf> (diakses tanggal 22 nopember 2014)
- Khairudin M. SENSOR & TRANSDUCER. Control Engineering Laboratory Electrical Engineering Dept. Jogjakarta State University.
- Loughran S, Tennant N, et al.(2005) Interobserver reliability in evaluating postural stability between clinicians and posturography. Clin Otolaryngol, 2005; 30:255-7.
- Mark, A. 2008. Symposium on Clinical Emergencies: Vertigo Clinical Assesment and Diagnosis. British Journal of Hospital Medicine, June 2008, Vol 69, No 6
- Purnama Nyillo, Noortjahja Andi, dkk. 2012. RANCANG BANGUN POSTUROGRAPH UNTUK DETEKSI DINI GANGGUAN VESTIBULER PADA PENDERITA VERTIGO. Rangan, C.S., "Instrumentation, Device and Systems", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987.
- Robert Boylestad and Louis Nashelsky, 1994, Electronic Devices And Circuit Theory, Fifth Ed., Eighth Printing, Prentice-Hall of India Private Ltd, New Delhi.
- Setiawan Iwan, S.T.,M.T. 2009. Buku Ajar Sensor dan Tranduser. Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Sura, DJ, Newell, S. Vertigo- Diagnosis and management in primary care. 2010. hal : 351.
- gelombang seismik gempa pada penelaahan struktur bagian dalam bumi.*” Sumatra Utara, 2008.
- W. M. Telford, L. P. Geldart and R. E. Sheriff. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press, 1992.
- 24 Februari 2013. <http://majalah.tempo.co> (diakses oktober 25, 2014).